

# JISE

Journal of Internet and Software Engineering



ISSN 2797-9016



9

772797

901006

<https://ugm.id/jise>

The journal published by  
Department of Electrical Engineering and Informatics  
Vocational College, Universitas Gadjah Mada

## EDITORIAL TEAM

### Journal of Internet and Software Engineering (JISE)

---

#### Editor-in-Chief

**Ganjar Alfian**, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

#### Computer Networks Section Editor

**Sahirul Alam**, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

#### Software Engineering Section Editor

**Firma Syahrian**, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

#### Applied Artificial Intelligence Section Editor

**Yuris Mulya Saputra**, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

#### Editorial Board

**Ronald Adrian**, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

**Wijayanti Dwi Astuti**, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

**Dinar Nugroho Pratomo**, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

**Anni Karimatul Fauziah**, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

**Filip Benes**, VSB-Technical University of Ostrava, Czech Republic

**Muhammad Syafrudin**, Sejong University, South Korea

**Umar Farooq**, Coventry University, United Kingdom

#### Layout Editor

**Andi Fariel**, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

**Muhammad Rizal Pahleviannur**, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

<https://ugm.id/jise>

The journal published by

Department of Electrical Engineering and Informatics

Vocational College, Universitas Gadjah Mada

Sekip unit III, Caturtunggal, Terban,

Kec. Gondokusuman, Kab. Sleman, D.I. Yogyakarta 55281

- 1. IMPLEMENTASI SISTEM KONFIGURASI ROUTER BERBASIS NATURAL LANGUAGE PROCESSING DENGAN PENDEKATAN LOW RANK ADAPTATION FINETUNING DAN 8-BIT QUANTIZATION** 32-38  
Hanung Addi Chandra Utomo, Yuris Mulya Saputra, Agi Prasetiadi
- 2. EVALUATION AND DESIGN RECOMMENDATION OF INTERACTIVE MOBILE LEARNING APPLICATION FOR INDIVIDUALS WITH INTELLECTUAL DISABILITIES** 39-45  
Margareta Hardiyanti, Taufik Kemal Thaha, Nanang Arifudin, Muhardi Saputra
- 3. RANCANG BANGUN PROTOTYPE PENGENAL SENSOR SEMI OTOMATIS PADA PERANGKAT INTERNET OF THINGS** 46-50  
Dzulfikar, Nur Rohman Rosyid, Ronald Adrian
- 4. PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI DATARAWAT BERBASIS WEB** 51-58  
Shafira Putri Ananda, Muhammad Fakhurrifqi, Divi Galih Prasetyo Putri, Risti Wijayanti
- 5. PERANCANGAN ANTARMUKA APLIKASI PELAPORAN KEGIATAN HARIAN MENGGUNAKAN VUE DENGAN GEOLOKASI REAL-TIME DAN PUSH NOTIFICATIONS** 59-64  
Lucky Dewa Satria, Dinar Nugroho Pratomo, Rona Nisa Sofia Amriza
- 6. ANALISIS QOS PADA IMPLEMENTASI MPLS TRAFFIC ENGINEERING-DIFFSERV UNTUK LAYANAN VIDEO STREAMING** 65-69  
Rosania Pratiwi, Unan Yusmaniar Oktiawati

# Implementasi Sistem Konfigurasi *Router* Berbasis *Natural Language Processing* dengan Pendekatan *Low Rank Adaptation Finetuning* dan *8-Bit Quantization*

Hanung Addi Chandra Utomo<sup>1</sup>, Yuris Mulya Saputra<sup>1,\*</sup>, Agi Prasetiadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada;  
hanungutomo45@mail.ugm.ac.id

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Telkom Purwokerto;  
agi@ittelkom-pwt.ac.id

\*Korespondensi: ym.saputra@ugm.ac.id;

**Abstract** - Router configuration is one of the important things in a computer network. This process requires an understanding of the language and special syntax which can take a long time for someone who is not used to it. The application of Natural language processing can help overcome this problem. To achieve the goal of this implementation, Finetuning needs to be done on existing models such as the GPT-J-6B model which has been trained using 6 billion parameters. By using a dataset consisting of router configurations, it is hoped that the finetuning process can improve the performance of the model to detect the intent of the input text in natural language which can then provide commands that match the commands given. Apart from that, the use of other techniques such as Low Rank Adaptation (LoRA) can be used to optimize the Finetuning process to make it more efficient without reducing model performance, and the use of 8-bit quantization techniques to minimize resource usage when running models. With these techniques, the finetuning process can be carried out stably within Google Collaboratory. Therefore, with the implementation of NLP on this router configuration and the techniques above, you can increase the effectiveness of network management by using time and resources efficiently. Through this research, an NLP-based router configuration model was successfully obtained with an accuracy of 98%.

**Keywords:** Natural language processing, Router Configuration, Finetuning, LoRA, 8Bit Quantization

**Intisari** - Konfigurasi *Router* merupakan salah satu hal penting dalam jaringan komputer. Proses ini memerlukan pemahaman tentang bahasa dan sintaks khusus yang dapat memakan waktu lama bagi seseorang yang tidak terbiasa. Penerapan *Natural language processing* bisa membantu mengatasi masalah ini. Untuk mencapai tujuan dari penerapan ini, *Finetuning* perlu dilakukan pada *model* yang ada seperti *model* GPT-J-6B yang telah dilatih menggunakan 6 milyar parameter. Dengan menggunakan dataset yang terdiri dari konfigurasi *router*, diharapkan proses *finetuning* bisa meningkatkan performa *model* untuk mendeteksi maksud dari *input text* dalam Bahasa natural yang kemudian bisa memberikan *command-command* yang sesuai dengan perintah yang diberikan. Selain itu, penggunaan teknik lain seperti *Low Rank Adaptation* (LoRA) yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan proses *Finetuning* agar lebih efisien tanpa mengurangi performa *model*, dan penggunaan teknik *8-bit quantization* untuk memperkecil penggunaan *resource* saat menjalankan *model*. Dengan beberapa teknik ini, proses *finetuning* dapat dilakukan dengan stabil dalam *Google Colaboratory*. Oleh karena itu, dengan implementasi NLP pada konfigurasi *router* ini dan teknik-teknik di atas, dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan jaringan dengan menggunakan waktu dan sumber daya yang efisien. Melalui penelitian ini berhasil didapatkan model konfigurasi *router* berbasis NLP dengan akurasi sebesar 98%.

**Kata Kunci:** Natural language processing, Konfigurasi Router, Finetuning, LoRA, 8Bit Quantization

## I. PENDAHULUAN

Dalam konfigurasi jaringan, keefektifan konfigurasi secara otomatis dibandingkan dengan konfigurasi secara manual akan jauh lebih baik dikarenakan konfigurasi secara manual memiliki banyak kekurangan [1]. Dengan tujuan untuk mengurangi intervensi manusia, beban kerja berulang dan *error*, mereka mendapati bahwa penelitian ini mengurangi waktu yang diperlukan sebesar tiga kali lipat dibandingkan dengan pendekatan manual. Diteliti otomatisasi jaringan jauh lebih baik jika dibandingkan dengan pendekatan manual [2]. Otomatisasi konfigurasi jaringan sudah banyak digunakan, seperti contohnya pembuatan aplikasi berbasis *Dashboard* untuk manajemen jaringan berbasis *Software-*

*Defined Network* (SDN) [3] sudah cukup membantu teknisi beralih dari konfigurasi jaringan secara manual langsung dari *router* fisik. Akan tetapi, sering kali dijumpai kesalahan konfigurasi karena kelalaian teknisi atau ketidaktahuan teknisi dalam menggunakan *Dashboard* tersebut, sehingga diperlukan *resource* lagi untuk melakukan *training* atau pelatihan. Sehingga, bisa dikatakan kurang efektif jika sering terjadi pergantian teknisi. Maka dari itu, penggunaan *Artificial Intelligence* ini diharapkan bisa lebih mengefisiensikan tahap tersebut.

Kemudian melihat dari perkembangan *Artificial Intelligence* atau Kecerdasan Buatan pada tahun 2023, seperti ChatGPT [4] dan *Generative Model* lainnya [5], telah mendukung beberapa inovasi baru terutama dalam bidang *Networking*. Salah satu inovasi tersebut adalah Sistem *Intent-Based Networking* (IBN) yang dibangun dari sistem *Software-Defined Networking* (SDN) [6] dengan memanfaatkan kecerdasan buatan untuk manajemen jaringan. Dengan adanya kecerdasan buatan, konfigurasi jaringan dapat dilakukan secara otomatis berdasarkan kebutuhan pengguna, sehingga memudahkan pengelolaan jaringan dan meningkatkan efisiensi.

Di sisi lain biaya pengembangan *Artificial intelligence* bisa dibilang cukup mahal. Beberapa *large language model* terkini seperti GPT 3 dan 4 yang dipakai *ChatGPT* memerlukan komputasi yang cukup besar. Hal ini tidak akan bisa dilakukan pada personal komputer maupun *Google Colaboratory*. Oleh karena itu, diperlukan cara yang efektif dan murah selain menggunakan *model* ini.

Sudah banyak penelitian yang dilakukan menggunakan beberapa algoritma *machine learning* [7, 8], seperti *DRL*, *Deep Learning*, *Supervised Learning*, dan lain lain. Akan tetapi, dijelaskan bahwa algoritma ini masih sebatas *black box* yang sulit dimengerti, sehingga tidak diketahui kemungkinan sistem ini akan terus bekerja [9].

Algoritma *Machine learning* terus berkembang sampai di titik di mana mesin dapat mengolah bahasa natural manusia, perkembangan ini juga turut berdampak pada bidang jaringan internet. Telah dikumpulkan beberapa data dari jurnal terkait *Natural Language Processing* dilakukan dikonfigurasi *router*. Dari data yang didapatkan, pelatihan NLP untuk konfigurasi *router* bisa dibilang tidak praktis untuk dilakukan. Selama alat untuk NLP dikonfigurasi jaringan belum sempurna, penggunaan NLP akan terlihat tidak menarik karena masih diperlukan pengecekan *command* hasil generasi [10].

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode dan *model* yang tersedia untuk menyempurnakan NLP untuk konfigurasi jaringan. didukung dengan metode seperti *Low Rank Adaptation* [11] yang dapat digunakan untuk meningkatkan keefektifitasan waktu dan *resource* pelatihan *model*.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem konfigurasi *router* berbasis AI, dengan menggunakan *model Large language model* GPT-J [12] yang telah dilatih untuk bisa memberikan perintah-perintah yang biasa digunakan di dalam sebuah *router* saat melakukan konfigurasi. Dengan demikian, alur konfigurasi sebuah *router* akan lebih efektif dan mudah dipahami.

## II. DASAR TEORI

### A. Konfigurasi Router

*Router* adalah perangkat jaringan yang menghubungkan dan memfasilitasi komunikasi antara dua jaringan yang berbeda. Fungsi utamanya adalah untuk menentukan jalur terbaik untuk mengirimkan paket data melalui jaringan internet yang terhubung [13].

Sedangkan, konfigurasi *router* adalah proses mengatur perangkat jaringan yang disebut *router* untuk mengarahkan lalu lintas data di dalam jaringan komputer.

### B. Natural Language Processing

*Natural Language Processing* merupakan salah satu fokus *machine learning* yang digunakan untuk memahami bahasa manusia, sehingga mesin bisa menganalisa dan menyelesaikan permasalahan yang ada sesuai dengan konteks yang diberikan [14].

### C. Large Language Model

*Large language model* merupakan model yang dilatih menggunakan dataset text berbahasa natural dalam jumlah yang besar, Biasanya model ini digunakan dalam penerapan *Natural Language Processing* yang memerlukan dataset yang besar [15]. Karena dilatih menggunakan dataset yang besar, tentunya parameter model harus menyesuaikan sehingga biasanya LLM menggunakan ratusan maupun jutaan parameter yang tentu membuatnya berukuran besar dan diperlukan komputasi yang besar untuk menjalankan modelnya.

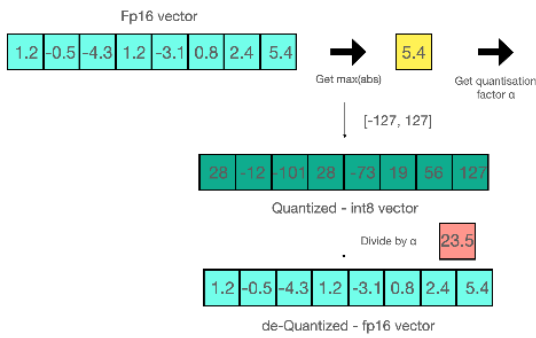
*Generative Pre-Trained Transformers* adalah model *natural language* yang telah dikembangkan oleh OpenAI [16]. GPT menggunakan arsitektur transformers, arsitektur ini memperkenalkan mekanisme perhatian (*attention mechanism*) yang memungkinkan model untuk memperhitungkan hubungan antara kata-kata dalam kalimat. Contoh model GPT oleh OpenAI yang sudah dikembangkan yaitu GPT-2, GPT-3 dan GPT-4. Selain itu ada juga model GPT yang telah dikembangkan secara *open source* oleh EleutherAI yaitu GPT-J-6B. Model ini memiliki parameter sebesar 6.053.381.344 parameter. Menurut *repository* GPT-J-6B [12] berikut ini merupakan dokumentasi performa dari model GPT-J dibandingkan dengan model GPT-3 varian 2.7B dan 6.7B.

### D. Low Rank Adaptation

Teknik *Low Rank Adaptation* [11] bertujuan untuk mengurangi kompleksitas dan ukuran *LLM* tanpa mengorbankan kinerjanya secara signifikan. Pendekatan ini memanfaatkan sifat struktural dari *LLM* untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi komponen yang kurang signifikan dalam representasi model. Berikut hasil training yang telah dilakukan di model GPT-3.

### E. 8-Bit Quantization

*8-bit quantization* adalah teknik yang membatasi representasi parameter model menggunakan 8 bit, *Model* diubah dari bentuk *FP32* atau *floating-point 32* menjadi 8bit menggunakan *snippet code* dari gambar 4 dengan metode *absmax quantization* yang menggunakan *scaling factor* dari range 8bit yaitu 127 dibagi dengan nilai absolut tertinggi dari vektor *weight model* [17] seperti yang dijelaskan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Absmax Quantization

### III. METODOLOGI

#### A. Alat

Di bawah ini merupakan alat yang digunakan pada penelitian ini:

- Laptop

Tabel 1. Spesifikasi Laptop

Tipe	Asus Nitro 5 AN515
Sistem Operasi	Windows 10
Processor	Intel i5 gen 10
RAM	16 GB

- Google Colaboratory

Tabel 2. Spesifikasi Google Colaboratory

Tipe	Free Colab
VGA	12 GB
RAM	Nvidia T400 16GB

- Koneksi Internet > 1Mbps

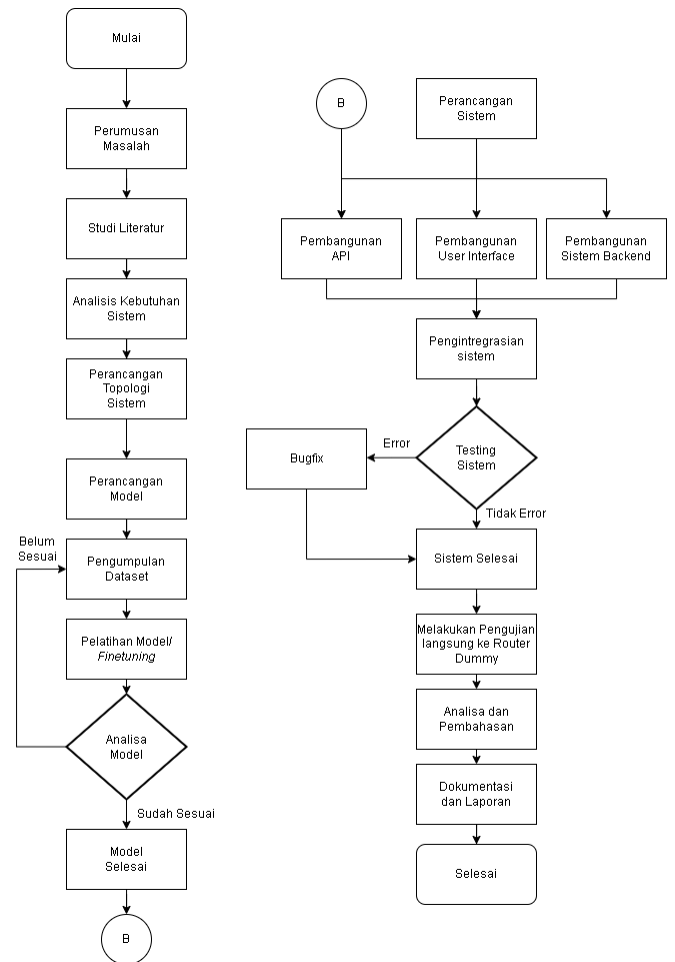
#### B. Bahan

Di bawah ini merupakan Bahan yang digunakan pada penelitian ini:

- Google Colaboratory Notebook
- Visual Studio Code
- Huggingface
- Python
- PyTorch
- Gradio
- Flask

#### C. Diagram Alir Penelitian

Secara ringkas alur penelitian secara singkat dapat dilihat pada gambar 2, alur penelitian dibagi menjadi 4 bagian seperti awalan, perancangan, testing, dan analisa.

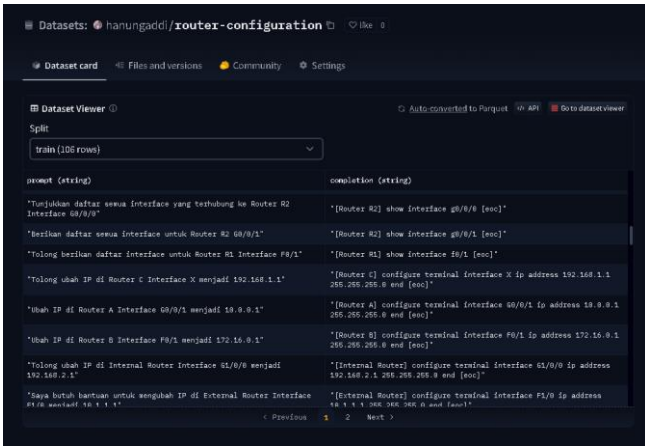


Gambar 2. Alur Penelitian

#### D. Pelatihan Model Konfigurasi Model

Pelatihan sebuah *model* supaya dapat digunakan untuk membantu melakukan konfigurasi menggunakan Bahasa natural, digunakan *model* GPT-J-6B yang akan dilakukan finetuning menggunakan dataset konfigurasi *router* yang telah dilabeli Bahasa natural dari fungsi *command* konfigurasi *router* tersebut. Dataset yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3 berupa dataset yang disimpan pada *repository* huggingface, dataset ini dibuat secara manual dengan cara menambahkan label berupa bahasa natural pada *command* yang akan dipakai.

Selain itu, untuk mengurangi *resource* yang digunakan seperti umumnya *model* LLM yang memerlukan *resource* yang besar, akan digunakan teknik *8bit quantization* dan *Low-Rank Adaptation* saat melakukan finetuning. Gambar 4 merupakan *code* yang digunakan untuk konversi model menjadi model 8bit.



Gambar 3. Dataset Konfigurasi Router

```
def convert_to_int8(model):
    """convert linear and embedding modules to 8-bit with optional adapters"""
    for module in list(model.modules()):
        for name, child in module.named_children():
            if isinstance(child, nn.Linear):
                print(name, child)
                setattr(
                    module,
                    name,
                    FrozenBNLinear(
                        weight=torch.zeros(child.out_features, child.in_features, dtype=torch.uint8),
                        bias=torch.zeros((child.weight.numel() - 1) // 4096 + 1),
                        code=torch.zeros(256),
                        bias=child.bias,
                    ),
                )
            elif isinstance(child, nn.Embedding):
                setattr(
                    module,
                    name,
                    FrozenBNEmbedding(
                        weight=torch.zeros(child.num_embeddings, child.embedding_dim, dtype=torch.uint8),
                        bias=torch.zeros((child.weight.numel() - 1) // 4096 + 1),
                        code=torch.zeros(256),
                    ),
                )
```

Gambar 4. Snippet Code 8bit Converter [18]

Saat dilakukan *finetuning*, *Low Rank Adapter* akan diterapkan menggunakan *snippet code* pada gambar 5 di bawah ini. Fungsi di bawah ini akan menambahkan adapter pada *embedding layer*.

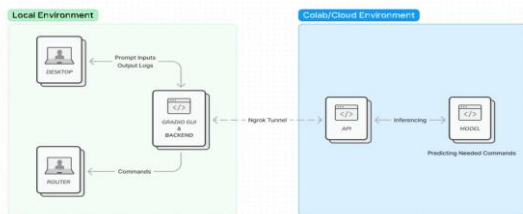
```
def add_adapters(model, adapter_dim=16):
    assert adapter_dim > 0

    for module in model.modules():
        if isinstance(module, FrozenBNLinear):
            module.adapter = nn.Sequential(
                nn.Linear(module.in_features, adapter_dim, bias=False),
                nn.Linear(adapter_dim, module.out_features, bias=False),
            )
            nn.init.zeros_(module.adapter[1].weight)
        elif isinstance(module, FrozenBNEmbedding):
            module.adapter = nn.Sequential(
                nn.Embedding(module.num_embeddings, adapter_dim),
                nn.Linear(adapter_dim, module.embedding_dim, bias=False),
            )
            nn.init.zeros_(module.adapter[1].weight)

    add_adapters(gpt)
    gpt.to(device)
```

Gambar 5. Snippet Code LoRA Adapters [18]

E. Perancangan Sistem



Gambar 6. Topologi sistem

Penelitian ini akan menggunakan *Google Colaboratory* sebagai server *Model Machine learning*, sehingga perlu dihubungkan dengan *router tester*. Oleh karena itu, akan digunakan *gradio* sebagai user *interface* dan *flask* sebagai *framework API Machine learning*, untuk topologi sistem dapat dilihat pada gambar 6 di atas.

API berisi *endpoint* yang dilengkapi dengan kode yang berfungsi untuk melakukan proses *inferencing* atau prediksi seperti yang telah disusun pada gambar 7 di bawah ini.

```
Run the API

[ ] #@title Run the API
#markdown Wait until ngrok link appear
from flask import Flask, request, jsonify
from datetime import datetime as dt
import re
from flask_ngrok import run_with_ngrok

app = Flask(__name__)
run_with_ngrok(app)

def generate_text(input):
    print(f"[{dt.now()}] Processing Input: '{input}'")
    gpt.eval()
    prompt = f"prompt:{input}, commands:["
    with torch.no_grad():
        preprocessed_prompt = tokenizer(prompt, truncation=True, padding=True, max_length=256,
        preprocessed_prompt = {key: value.to(device) for key, value in preprocessed_prompt.items()
        outputs = gpt.generate(**preprocessed_prompt, max_length=128, top_k=50, top_p=0.9, temperature=0.5)
        full_commands = outputs[1].replace('\n', ',')

    return full_commands

@app.route('/predict', methods=['POST'])
def predict():
    input = request.json['input']
    full_commands = generate_text(input)

    print(f"[{dt.now()}] Processing Output: '{full_commands}'")
    regex = re.search(r"([a-zA-Z0-9_]+) \[.+ \] \[.+ \]", full_commands)
    router = regex[1]
    commands = regex[2]
    logs = []

    commands = {"commands": commands.split(",")}

    return jsonify(commands)

if __name__ == '__main__':
    app.run()
```

Gambar 7. Snippet Code API

User *interface* dibangun menggunakan *gradio* dan sistem *backend* yang berfungsi untuk mengirimkan input bahasa natural menggunakan kode *HTTP requests* pada gambar 8 ke *API Machine learning* dan menerima output berupa *commands router*.

```
payload = json.dumps(
    {
        "input": f"{input_text}"
    }
)
headers = {
    'Content-Type': 'application/json'
}
response = requests.request("POST", url, headers=headers, data=payload)
result = response.json()
```

Gambar 8. Snippet Code HTTP Request

Kemudian mengirimkan *commands* menggunakan *library netmiko* dengan kode yang terdapat pada gambar 9.

F. Pengujian Router Dummy

Setelah sistem dibuat, akan dilakukan pengujian dengan 3 tipe *prompt* yang berbeda

- *Prompt* Pergantian IP

- Prompt Pembuatan *Static Routing*
- Prompt Pembuatan *VLAN*

```
with ConnectHandler(**device) as net_connect:
# Send the commands
    command = "\n".join(result['commands'])
    logs.append(f"[{dt.now()}] Sending \n{command} \nto {device['ip']}")
    net_connect.send_config_set(result['commands'])

router_log = parse_log()
```

Gambar 9. Snippet Kode Netmiko

G. Cara Analisa Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan 60 sampel *inferencing* dan dihitung menggunakan rumus *Similarity* pada rumus nomor (1) [19].

$$S = \left[ \frac{N_{match}}{N_{max}} \right] \times 100\% \tag{1}$$

Dan kemudian diambil rata-rata menggunakan rumus (2).

$$AvgS(n) = \frac{\sum(S(n))}{n} \tag{2}$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

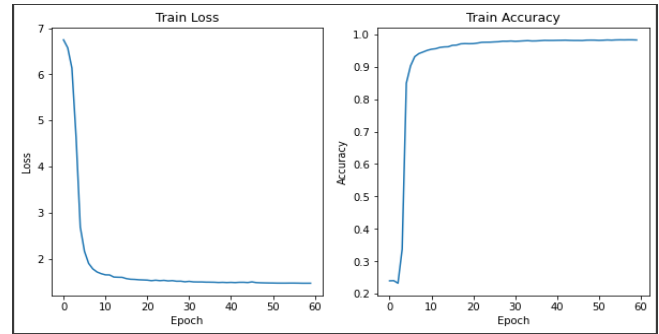
A. Hasil Pelatihan *Model*

Melalui pelatihan yang dilakukan selama 1 jam 6 menit 19 detik dengan total *step* sebanyak 1080 *step*, Didapatkan beberapa nilai matriks seperti tabel di bawah ini.

Tabel 3. Metriks Pelatihan *Model*

Metriks	Nilai
Waktu <i>Training</i>	1:06:19
Total <i>Step</i>	1080
Waktu/ <i>Step</i>	3.14 Detik
<i>Epoch</i> Terakhir	60
<i>Loss</i> Terakhir	1.467
<i>Accuracy</i> Terakhir	0.982

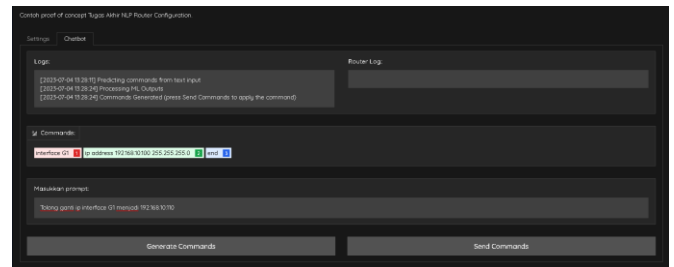
Melalui grafik pada gambar 10, dapat dianalisa bahwa nilai *loss* dan *accuracy* mulai menyentuh perbandingan 90% dari nilai awal pada *step* 30, dan perubahan *accuracy* dan *loss* sudah mulai stagnan pada *step* 30 ke atas. Dari grafik pada gambar 10 bisa ditarik analisa bahwa *training* yang efektif adalah di dalam *range step* 1-30.



Gambar 10. Grafik Pelatihan *Model*

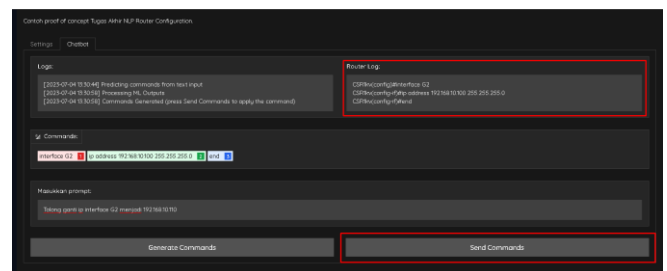
B. Hasil Perancangan Sistem

Berikut adalah hasil dari perancangan sistem, *User Interface* dapat digunakan di dalam mesin *local*. Gambar 11 menampilkan hasil *generate command*, *command* berhasil didapatkan sesuai dengan input *prompt* yang diberikan.



Gambar 11. *Generate Command* pada *User Interface*

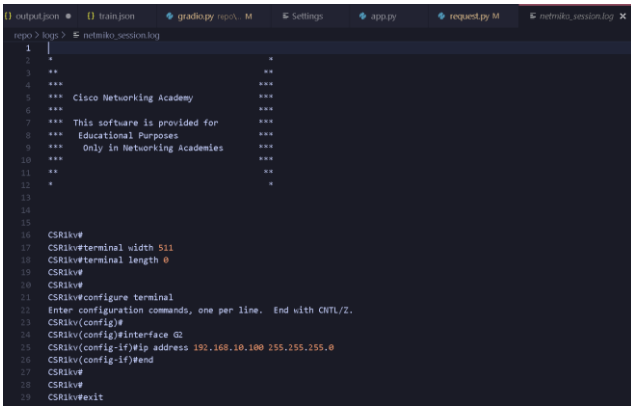
Selanjutnya, pada gambar 12 fungsi *send commands* juga berhasil digunakan. *Command* yang degenerate diaplikasikan ke *router* dengan menggunakan *script* Netmiko. Dengan SSH netmiko mengirimkan *command* dan menjalankannya di *router* yang dituju.



Gambar 12. *Send Command* pada *User Interface*

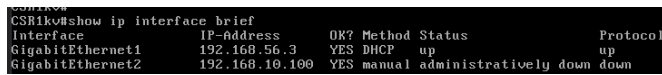
Pada gambar 13 dapat dilihat *log* dari fungsi *send commands* di atas. File *log* yang berada di folder *user interface* akan menyimpan *log* dari netmiko.





Gambar 13. Logs dari Netmiko

Hasil juga dapat dilihat pada gambar 14 melalui *router* dengan menggunakan *show ip interface brief*. Tampil ip address G2 berhasil diubah dari *None* menjadi 192.168.10.100 dengan subnet mask 255.255.255.0



Gambar 14. Hasil Pergantian IP pada Router

C. Hasil dan Analisa Pengujian

Dari 20 pengujian per sub (total 60), diambil 2 contoh hasil pengujian.

Tabel 4. Prompt Pergantian IP

<p><b>Prompt</b></p> <p>tolong ganti ip interface F0/3 Router G menjadi 192.168.10.1 255.255.255.0</p> <p><b>Generated command</b></p> <p>[Router G] configure terminal, interface F0/3, ip address 192.168.10.1 255.255.255.0, end [eoc]&lt; endofxtxt &gt;</p> <p><b>Correct command</b></p> <p>[Router G] configure terminal, interface F0/3, ip address 192.168.10.1 255.255.255.0, end [eoc]&lt; endofxtxt &gt;</p> <p><b>Nilai Similarity</b></p> <p>100.00%</p>
<p><b>Prompt</b></p> <p>tolong ganti ip interface F0/0/1 Router X menjadi 172.16.254.1 255.255.168.0</p> <p><b>Generated command</b></p> <p>[RouterX] configure terminal, interface F0/0/1, ip address 172.16.252.1</p> <p><b>Correct command</b></p> <p>[Router X] configure terminal, interface F0/0/1, ip address 172.16.254.1</p> <p><b>Nilai Similarity</b></p> <p>95.89%</p>

Tabel 5. Prompt Pembuatan Static Routing

<p><b>Prompt</b></p> <p>Konfigurasi routing statis di Router A untuk mengarahkan lalu lintas ke jaringan 172.16.254.0 dengan subnet mask 255.255.255.0 melalui interface G1</p> <p><b>Generated command</b></p> <p>[Router A] configure terminal, ip route 172.16.24.0 255.255.255.0 g1, end [eoc]&lt; endofxtxt &gt;</p> <p><b>Correct command</b></p> <p>[Router A] configure terminal, ip route 172.16.254.0 255.255.255.0 G1, end [eoc]&lt; endofxtxt &gt;</p> <p><b>Nilai Similarity</b></p> <p>98.40%</p>
<p><b>Prompt</b></p> <p>Konfigurasi routing statis di Router A untuk mengarahkan lalu lintas ke jaringan 192.168.100.0 dengan subnet mask 255.255.255.0 melalui interface G1</p> <p><b>Generated command</b></p> <p>[Router A] configure terminal, ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 G1, end [eoc]&lt; endofxtxt &gt;</p> <p><b>Correct command</b></p> <p>[Router A] configure terminal, ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 G1, end [eoc]&lt; endofxtxt &gt;</p> <p><b>Nilai Similarity</b></p> <p>100.00%</p>

Tabel 6. Prompt Pembuatan VLAN

<p><b>Prompt</b></p> <p>Aktifkan VLAN 17 pada interface G0/2 di Router G dan berikan IP address 192.168.10.0 dengan subnet 255.255.255.0</p> <p><b>Generated command</b></p> <p>[Router G] configure terminal, int g0/2.17, encapsulation dot1q 19, ip address 192.168.10.0 255.255.255.0, end [eoc]&lt; endofxtxt &gt;</p> <p><b>Correct command</b></p> <p>[Router G] configure terminal, int G0/2.17, encapsulation dot1q 17, ip address 192.168.10.0 255.255.255.0, end [eoc]&lt; endofxtxt &gt;</p> <p><b>Nilai Similarity</b></p> <p>98.46%</p>
<p><b>Prompt</b></p> <p>Aktifkan VLAN 23 pada interface G1 di Router A dan berikan IP address 192.168.10.0 dengan subnet 255.255.255.0</p> <p><b>Generated command</b></p> <p>[Router A] configure terminal, int G1.23, encapsulation dot1q 23, ip address 192.168.10.0 255.255.255.0, end [eoc]&lt; endofxtxt &gt;</p> <p><b>Correct command</b></p> <p>[Router A] configure terminal, int G1.23, encapsulation dot1q 23, ip address 192.168.10.0 255.255.255.0, end [eoc]&lt; endofxtxt &gt;</p> <p><b>Nilai Similarity</b></p> <p>100%</p>

Tabel 7. Rata-Rata Hasil Pengujian

Tujuan	Rata Rata Similarity Sampel
Mengganti IP satu <i>Interface Router</i>	92.02%
Menambahkan Routing Static pada <i>Router</i>	97%
Menambahkan VLAN pada <i>router</i>	95%

Dari 60 sampel testing didapatkan 7 sampel memiliki nilai akurasi di bawah 90%, jika dilihat dari pola *generated command* pada tabel 4, 5, dan 6 terdapat *command* yang hilang atau tidak sesuai. Hal ini bisa terjadi dikarenakan terjadi *overfitting* yang disebabkan oleh dataset yang kurang merata. Selain itu, NLP memerlukan banyak memori untuk menyimpan konteks yang terjadi, *model* tidak bisa menangkap semua konteks yang diberikan juga bisa menjadi salah satu penyebabnya.

Hal ini bisa diatasi dengan cara melakukan *generate command* ulang sampai 2-3x. Jika melihat dari hasil yang diberikan, kesalahan *generate* fatal terjadi sekitar 10% dari keseluruhan sampel. Akan tetapi, hal ini tidak praktis, sehingga untuk skenario sebenarnya tidak direkomendasikan.

## V. SIMPULAN

Melalui penelitian ini, ditarik beberapa kesimpulan seperti di bawah ini:

- Sebuah *model Machine learning* bisa digunakan untuk membantu konfigurasi *router*, dengan proses *Finetuning* menggunakan dataset yang berisi konfigurasi *router* dan melabelinya dengan bahasa natural akan membuat *model* mengerti pola dari bahasa natural tersebut dan memberikan output berupa *command* yang diminta.
- Awalnya *model GPT-J 6B* tidak bisa di-load menggunakan Google Colaboratory dengan cara standar karena ketidak cukupan *resource*, akan tetapi dengan menggunakan teknik 8bit Quantization *model* akan bisa di-load. Dan dengan teknik Low Rank Adaptation, proses *Finetuning* bisa dilakukan secara efektif.
- User bisa mengakses *model* dengan mudah menggunakan *User Interface* yang telah terhubung dengan *API Machine learning* yang berada di server colab notebook, hal ini memungkinkan user tidak perlu menggunakan *resource* yang banyak untuk mengakses *model* karena tidak diperlukan loading *model*.
- Dengan percobaan training sebanyak 141 dataset, yang ditraining sebanyak 60 epoch (1080 *steps*) akan memakan waktu 1 jam 6 menit 19 detik. percobaan training ini mendapatkan akurasi yang sangat akurat yaitu sebesar 98%. Dengan menambahkan jumlah dataset, variasi data dan jumlah waktu training, training akan jauh lebih efektif.

## REFERENSI

- [1] D. Caldwell, A. Gilbert, J. Gottlieb, A. Greenberg, G. Hjalmtysson, and J. Rexford, "The cutting EDGE of IP router configuration," *ACM SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 34, no. 1, pp. 21–26, Jan. 2004, doi: 10.1145/972374.972379.
- [2] A. -F. Sicoe, R. Botez, I. -A. Ivanciu and V. Dobrota, "Fully Automated Testbed of Cisco Virtual Routers in Cloud Based Environments," 2022 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom). Sofia, Bulgaria, pp. 49-53, 2022.
- [3] C. Banse and S. Rangarajan, "A Secure Northbound *Interface* for SDN Applications," 2015 IEEE Trustcom/BigDataSE/ISPA, Helsinki, Finland, 2015, pp. 834-839
- [4] OpenAI, ChatGPT [Large language model], 2023 <https://chat.openai.com>
- [5] HuggingFace, Open-source large language models leaderboard, 2023 [https://huggingface.co/spaces/HuggingFaceH4/open\\_llm\\_leaderboard](https://huggingface.co/spaces/HuggingFaceH4/open_llm_leaderboard)
- [6] A. Leivadreas and M. Falkner, "A Survey on Intent-Based Networking," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 25, no. 1, pp. 625-655, 2023.
- [7] Dugaev, Dmitrii & Matveev, Ivan & Siemens, Eduard & Shuvalov, Viatcheslav, Adaptive Reinforcement Learning-Based Routing Protocol for Wireless Multihop Networks. 209-218, 2018, 10.1109/APEIE.2018.8545412.f.
- [8] A. Kattepur, S. David and S. K. Mohalik, "Model-based reinforcement learning for *router* port queue configurations," in Intelligent and Converged Networks, vol. 2, no. 3, pp. 177-197, 2021, doi: 10.23919/ICN.2021.0016.
- [9] Bin Dai, Yuanyuan Cao, Zhongli Wu, Zhewei Dai, Ruyi Yao, Yang Xu, *Routing optimization meets Machine Intelligence: A perspective for the future network. Neurocomputing. Volume 459*, 2021.
- [10] Houidi, Z. B., & Rossi, D, Neural language models for network configuration: Opportunities and reality check. Computer Communications, 193, 118-125, 2022.
- [11] Hu, E. J., Shen, Y., Wallis, P., Allen-Zhu, Z., Li, Y., Wang, S., ... & Chen, W, *Lora: Low-rank adaptation of large language models*. arXiv preprint arXiv:2106.09685, 2021.
- [12] Wang, B., & Komatsuzaki, A, *GPT-J-6B: A 6 Billion Parameter Autoregressive Language Model, 2021*, Diakses melalui <https://github.com/kingoflolz/mesh-transformer-jax>
- [13] C. Wijaya, "Simulasi Pemanfaatan Dynamic Routing Protocol OSPF Pada Router Di Jaringan Komputer Unpar," Research Report - Engineering Science; Vol.1 2011, 2011
- [14] Khurana, Diksha & Koli, Aditya & Khatter, Kiran & Singh, Sukhdev, *Natural Language Processing: State of The Art, Current Trends and Challenges. Multimedia Tools and Applications*, 2022, 82. 10.1007/s11042-022-13428-4.
- [15] Zhao, W. X., Zhou, K., Li, J., Tang, T., Wang, X., Hou, Y., ... & Wen, J. R, A survey of large language models. arXiv, 2023. preprint arXiv:2303.18223.
- [16] Radford, A., & Narasimhan, K, Improving Language Understanding by Generative Pre-Training, 2018.
- [17] Belkada Y. Dettmers T, *A Gentle Introduction to 8-bit Matrix Multiplication for transformers at scale using Hugging Face Transformers, Accelerate and bitsandbytes*, 2022, <https://huggingface.co/blog/hf-bitsandbytes-integration>.
- [18] Coral G, *Fine-tuning 6-Billion GPT-J (& other models) in colab with LoRA and 8-bit compression*, 2022, <https://github.com/gustavecortal/gpt-j-fine-tuning-example>.
- [19] John W. Ratcliff and David E. Metzner, Pattern Matching: The Gestalt Approach, Dr. Dobb's Journal, 1988.

# Evaluation and Design Recommendation of Interactive Mobile Learning Application for Individuals with Intellectual Disabilities

Margareta Hardiyanti<sup>1,\*</sup>, Taufik Kemal Thaha<sup>1</sup>, Nanang Arifudin<sup>1</sup>, Muhardi Saputra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical Engineering and Informatics, Vocational College, Universitas Gadjah Mada;

taufik.k.t@mail.ugm.ac.id

nanangarifudin@mail.ugm.ac.id

<sup>2</sup>Information System, School of Industrial and System Engineering, Telkom University;

msaputra@telkomuniversity.ac.id

\*Correspondence: margareta.hardiyanti@ugm.ac.id;

**Abstract** – This study evaluates the usability of an app designed to improve literacy skills in individuals with intellectual disabilities named "Baca Yuk". The qualitative field usability studies engaged teachers specializing in working with individuals with disabilities, totaling twelve participants from two special needs schools. Usability issues were categorized into two groups: accessing learning materials and learning practice. These issues included challenges in recognizing speaker button status, forming syllables, pairing letters, dealing with multiple-choice questions, managing small text and touch areas, and comprehending complex image illustrations. From these issues, design recommendations were formulated to enhance the user interface and user experience for individuals with intellectual disabilities. Recommendations emphasized providing clear visual feedback, introducing tutorial screens for unfamiliar actions, simplifying complex processes, enlarging clickable areas and text, prioritizing simplicity in image illustrations, and reducing the number of answer options in multiple-choice questions. Additionally, valuable participant suggestions were considered, such as incorporating audio instructions, avoiding scrolling interfaces, and integrating audio feedback for quizzes. These suggestions aim to enhance accessibility and user-friendliness for individuals with intellectual disabilities which hold practical value for developers and designers striving to create inclusive and effective learning experiences for this unique user group.

**Keywords** – Usability Evaluation, Intellectual Disabilities, Mobile Application, Learning, Design Recommendation

*Intisari* – Penelitian ini mengevaluasi antarmuka aplikasi "Baca Yuk, yang dirancang untuk meningkatkan keterampilan membaca pada individu dengan disabilitas intelektual. Studi kualitatif yang dilakukan melibatkan dua belas guru yang mengajar individu dengan kebutuhan khusus, yang berasal dari dua sekolah yang berbeda. Permasalahan antarmuka dikategorikan menjadi dua kelompok: akses ke materi pembelajaran dan latihan pembelajaran. Permasalahan yang ditemukan mencakup kesulitan dalam mengenali status tombol audio, membentuk suku kata, menggabungkan huruf, menjawab pertanyaan pilihan ganda, mengenali area sentuhan yang berukuran kecil, serta memahami ilustrasi gambar yang kompleks. Dari permasalahan tersebut, terdapat beberapa rekomendasi desain yang dirumuskan untuk meningkatkan antarmuka bagi pengguna dengan disabilitas intelektual. Rekomendasi yang dihasilkan berupa pemberian feedback visual yang jelas, menampilkan tutorial, menyederhanakan proses yang kompleks, memperbesar area yang dapat diklik, menampilkan ilustrasi gambar yang sederhana, dan mengurangi jumlah pilihan jawaban pada pertanyaan pilihan ganda. Selain itu, saran dari peserta juga dipertimbangkan, seperti menggabungkan instruksi pada audio, menghindari scroll pada layar, dan mengintegrasikan audio feedback pada kuis. Rekomendasi ini bertujuan untuk meningkatkan aksesibilitas dan kemudahan penggunaan bagi individu dengan disabilitas intelektual yang dapat berguna bagi developer dan desainer yang ingin berusaha menciptakan pengalaman belajar yang inklusif dan efektif untuk kelompok pengguna yang khusus ini.

*Kata Kunci* – Evaluasi Kegunaan, Disabilitas Intelektual, Aplikasi Seluler, Pembelajaran, Rekomendasi Desain

## I. INTRODUCTION

In recent years, the use of mobile smart devices has significantly increased in the sector of education. Various mobile applications have been employed as instructional media by teachers from primary schools to higher education institutions [1]–[3]. Moreover, mobile apps were also widely adopted in schools for special needs students [4], [5]. These apps are capable of assisting teachers in delivering personalized learning interventions for the students [6]. However, individuals with disabilities may experience difficulties in the use of technologies, particularly when facing complex design [7]. In particular, this demographic experiences challenges in managing cognitive processes due to limitations in adaptive and cognition functioning [8]. Cognitive load is also associated with the effort needed for users to complete tasks on a mobile device [9]. Therefore, it

is crucial to develop a user interface which easy to use and provide a high level of usability when designing a system for the individual with disabilities.

In order to comply with poor usability design damage in a system, multiple evaluation techniques can be carried out. Questionnaires, user testing, heuristic evaluation, interviews, and thinking out loud were discovered to be the most used usability techniques in the software development process [10]. In some studies, third-party tools such as eye-tracking and log interaction features were also used to perform the evaluation [9]. Additionally, in terms of environmental settings, the evaluation can be carried out in both controlled laboratory settings and practical field surveys [11]. Both can be performed in a qualitative approach to obtain the users'

opinion or perceptions regarding the usability issues of the evaluated applications.

In an educational context, several usability studies have been conducted in the past years. The studies that assess usability in mobile learning applications for various users by various methodologies were presented [12]–[16]. The usability studies that particularly focus on mobile applications for children were also conducted to find usability dimensions that designers and developers must consider to ensure that children are able to access the applications in a more convenient way [17], [18]. Another study targeting preschool children was also conducted by evaluating “BenKids”, a vocabulary-learning mobile application [19]. While these studies have been conducted for typical users, there were some other usability evaluation studies for people with disabilities. In the context of users with hearing loss, a focus group research study was conducted to evaluate user perceptions of an application specifically designed to improve literacy skills for individuals with hearing impairment [20]. This study involved both caregivers and children. Furthermore, in a usability study focused on users with autism syndromes, the research was conducted by collecting users' perceptions of an Arabic language learning application through a questionnaire [21]. While a study that specifically investigated individuals with intellectual disabilities focused on assessing the effectiveness of these applications in teaching essential living skills [22].

However, there remains a significant gap in the literature concerning the evaluation of interface design for applications specifically tailored to individuals with intellectual disabilities, which could yield valuable design recommendations for literacy learning applications based on usability issues. In response to this gap, our study aims to perform a usability evaluation on an application developed by the authors named “Baca Yuk”. This application is designed to enhance reading comprehension abilities and combines user testing and interviews in a real-world educational setting. Therefore, the evaluation of usability was carried out after the successful development of the application, allowing for a comprehensive understanding of user interactions and experiences.

## II. LITERATURE REVIEW

Usability studies were primarily carried out to identify usability issues that designers and developers should address in order to enhance the effectiveness of the design for users. A higher education application, namely UniKL Link, was tested by 64 participants, which ranging from undergraduate to graduate students, by performing 30 tasks [14]. While the completion rates indicated that the application is highly effective, some issues related to user notifications were identified, which led to user confusion [23]. A similar study was also undertaken at Fiji University, where a mobile learning application was evaluated by both experienced and inexperienced users. Following independent task completion in the lab, a group interview was carried out to obtain the users' opinions. The research findings suggested improving the navigation experience and including brief documentation

on some particular features. Usability studies were not limited to adults, they were also conducted to evaluate applications for children. For instance, the evaluation of “BenKids” application applied usability testing and observed the actions performed by users based on heuristic usability principles leading to the conclusion that the application is intuitive [19]. In addition, usability evaluation was also used to observe a group of children, from 4 to 5 years old, who were given specific tasks and procedures to perform within the evaluated English application [18]. Then, the children's behaviors were compared to Nielsen's usability principles to identify the application's efficiency. The results analysis revealed that most children had encountered difficulties in understanding and identifying the applications menu, suggesting the need for visual aids to assist them in recognizing it. Notably, the application implemented a picture-based in the main menu and provided appropriate feedback to display the correctness or incorrectness of users' answers in the quiz features, making it user-friendly and straightforward for users to interact with. While in the context of users with disabilities, some studies demonstrate various results. In a usability study of the mobile application “Hear Me Read” for users with hearing impairments, several issues were identified related to the unintuitive nature of flipping page gestures and the recording button [20]. Apart from this, an application designed for autistic children in developing speech, “I Can Talk”, was evaluated and demonstrated a questionable result of cognitive load when Cronbach's alpha value is observed [21]. Consequently, it was suggested to improve the interactivity of the applications, such as by providing avatars or adding gamification elements. Another usability investigation incorporating individuals with disabilities was carried out by testing a table application developed to learn how to use a vacuum cleaner [22]. The participants in this study had intellectual disabilities, and it was found that the application, which integrates audio and images within its features, successfully attracted the users' attention.

Additionally, usability evaluations also determine whether the user interface designs are acceptable for the users. A study conducted by [15] established usability assessment instruments which contain several criteria indicating requirements that must be incorporated by the tested mobile learning systems to be considered usable for users. The result shows that the system's usability was perceived as acceptable by 82.4% of users, including professors and high school students. Arain et al. [16] conducted usability testing to evaluate “DARSGAH”, an m-learning mobile application, involving ten university students as participants. Based on the task completion rate and System Usability Scale (SUS) results, the application was found to be user-friendly and highly effective.

### III. METHODOLOGY

We conducted the initial usability testing of the application named “Baca Yuk”, which was designed to assist students with intellectual disabilities in improving their literacy skills. These features encompass a wide range of capabilities, including learning the alphabet, pronouncing syllables, acquiring new words, and constructing sentences from the available words. The study utilized a qualitative approach through the implementation of field testing method, which involved immersing participants in real-world scenarios to assess the usability of the product or system [24]. As individuals with disabilities may face challenges in expressing their thoughts, or communicating effectively [8], we decided to conduct a participatory design interview with teachers who specialize in working with individuals with disabilities to gather more valuable insights. Furthermore, teachers are also expected to guide the students in using the application during the study process. A research study conducted in an inclusive school revealed a finding that although technology was designed to support student’s development, its effectiveness was compromised due to the teacher’s limited proficiency in using the application [25]. Thus, teachers from two distinguished schools for special needs students were invited to participate in the study through focus groups. Focus groups have the potential to offer unique insight into the context of product use and foster representative opinions compared to individual interviews [26]. Consequently, small groups, each comprising two to seven people were formed to test the application, resulting in a total of 12 participants. In this study, the research evaluation was conducted in two parts. The first part involves participants undertaking a series of pre-designed tasks within the application. Table 1 shows the details of the tasks which must be performed by participants by using a tablet. In the subsequent second part, they were invited to share their feedback based on their experience with the application, which also reflects the potential issues that intellectual disabilities students might encounter. Following that, we organized the feedback based on the characteristics of the issues to determine the design recommendations, which will be detailed in the next section.

### IV. RESULT AND DISCUSSION

#### A. Usability Issues

The analysis of focus group has identified several issues which have been categorized into two groups: accessing learning materials, and learning practice. Table 2 shows the summary of the issues which were analyzed based on the observations and feedback from the participants. The subsequent paragraphs present the details of each issue:

1) Lack of awareness in recognizing the speaker button status: When learning alphabets, syllables, and words, the users were provided with the ability to hear how words or sounds are spoken or articulated. To listen to the sound, they had to click the “sound” button. However, the participants experienced challenges due to delays in playing the sound caused by network connection issues. Thus, this led to

confusion about whether they had already clicked the button or not. Hence, some users clicked the button multiple times, resulting in the audio playing repeatedly:

“Students will tend to click the button more than once if they cannot see any changes or responses on the screen.” [group 2].

Table 1. Task List for Usability Testing

Category	Task
Account	Account Registration
	Login
	Forgot password
	Logout
Student data	Add student data
	Update student data
	Remove student data
Alphabets reading	Learn capital letters
	Learn small letters
	Distinguish between capital and small letters
	Match capital letters
Words reading	Match small letters
	Learn syllables
	Learn words
	Compose syllables
Sentences reading	Guest a word from a picture
	Compose words
History	Guest a sentence from a picture
	Alphabets reading history
	Words reading history
	Sentences reading history

1) Difficulty in forming a syllable: To learn a syllable, users need to combine two alphabets before playing its audio or sound. Figure 1 illustrates the interface that was perceived by users to access this feature. Some users were observed to take a little longer to think before performing the required action:

“It is not clear how to perform the required action, and the steps needed to play the syllable audio are too long.” [group 3].

Table 2. Usability issues

Category	Issue
Accessing learning material	Unaware to recognize the active status of the speaker button
	Unable to construct a syllable
Taking learning practice	Unable to identify the action to match letters
	Difficulty in using four options answers in multiple-choice questions
	Too small text size and touch area
	Complex image illustration

When the feedback was collected, the dash symbol shown on the screen likely caused misunderstanding among the participants.

2) Struggling to recognize the procedures for pairing letters: In the alphabet learning practice, users are required to match one main letter with another letter from a list of letter options. Figure 2 shows the illustration of the exercise interface design. The users are expected to match identical letters by dragging the main letter to another identical one. However, most participants had trouble identifying the gesture action which must be carried out because there were no instructions or tutorials provided:

*“I thought we should draw a line between two identical alphabets”* [group 1]



Figure 1. Learning syllables issue

3) Dealing with multiple-choice questions that offer four answer options: Practicing words and sentences involve the features of quiz in multiple-choice format questions. The users must select one answer out of four options to get the

correct answer. Despite that, the teachers believed that four options were excessive for students with intellectual disability:

*“In multiple choice questions, students usually only understand the answers in top-middle-bottom position ”* [group 3]

*“The number of options should be reduced from four to three options”* [group 4]

4) Small size of text and touch area: It was noted that both the size of radio button selections and the answers’ font in the multiple-choice questions are too small, making it difficult for users when trying to select the intended correct answer.

5) Image illustrations were difficult to comprehend: Image illustrations were utilized in the features of learning words and sentences to provide visual support and enhance comprehension for users. Nonetheless, some images were considered to be complex due to the presence of numerous objects within the image:

*“Displaying too many objects in a single image could lead to ambiguity for the students.”* [group 2]

For example, a picture that includes both a sun and a cloud can cause confusion, as students may be uncertain whether to identify it as the word “sun” or “cloud”

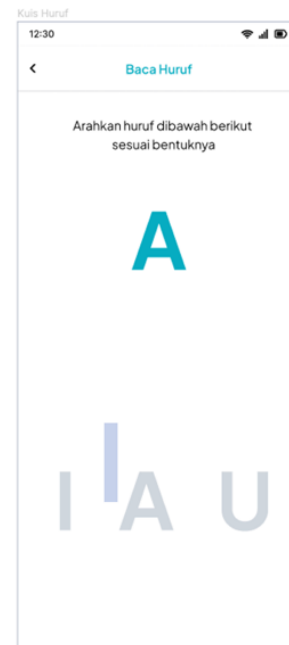


Figure 2. Matching syllables practice

### B. Design Recommendations

The usability challenges observed in this study underscore the nature requirements of designing applications that cater to the diverse needs of individuals with intellectual disabilities. There were two main issues discovered

specifically for user interaction and cognitive load issues. The interaction issues encompass the actions that users need to perform: play the alphabet sound, compose a syllable, match the letters, and answer multiple-choice questions. While the cognitive load concerns encompass the content design such as image illustration and the number of answers in multiple-choice questions. Therefore, based on qualitative observational studies, we have compiled design recommendations for developing interactive learning mobile applications for individuals with intellectual disabilities, which are presented in Table 3.

First, appropriate visual feedback is necessary for users to understand their status while performing tasks within the applications. In this case, apart from the auditory feedback, users were not informed when the audio button successfully clicked, leading to confusion when the audio experienced delays. Moreover, the lack of feedback in education apps could leave users feeling disoriented [27]. In another case, this study reported similar results which are in line with the findings in [15], highlighting challenges in recognizing gestures to perform tasks. It was examined that individuals with intellectual disabilities may encounter difficulties when presented with unfamiliar gestures, as seen in the task of matching the letters, which requires users to drag and drop them into the intended position. Figure 3 shows an example of visual instruction or tutorial. Therefore, it is advisable to present a brief tutorial screen before users attempt any task, especially the first time they engage in the activity. This tutorial screen can provide step-by-step instructions and visual cues to guide users through the task, ensuring a smoother and more accessible experience. This approach can also be extended to other functionalities that involve actions users may not be familiar with.

Table 3. Design Recommendation

Category	Recommendation
User Interaction	Provide visual feedback
	Minimize the required steps taken to perform a task
	Display bigger text size
	Enlarge button/touch area
	Prevent users from scrolling
Reduce cognitive load	Provide a maximum 3 choices
	Promote the use of minimalistic image illustrations
	Add audio instructions for each activity
	Add sound effects indicating correct and incorrect answers

Apart from this, an issue was also found in the activity of composing a syllable. When a user wishes to compose a syllable to learn, they must select the letter combinations that form a syllable before being able to play the audio pronunciation of that syllable. This process has to be repeated each time they want to learn other syllables, leading to an inefficient and cumbersome step. As students with intellectual disabilities tend to lose focus easily before successfully completing a task, the process of learning syllables should be simplified and shortened. One potential solution is to provide a comprehensive list of the syllable combinations, as illustrated in Figure 4. Therefore, users no longer need to manually compose the syllables since all combinations have already been listed.

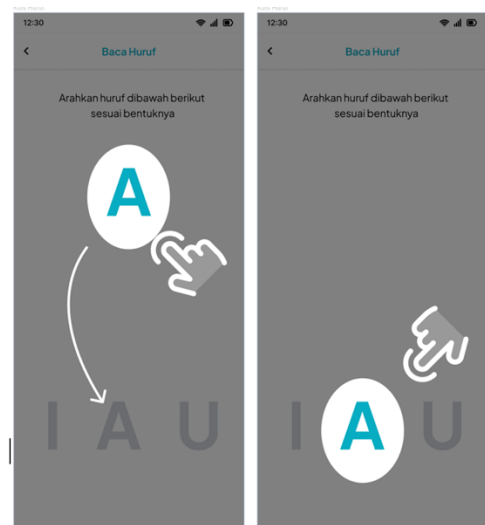


Figure 3. Visual instruction to match letters

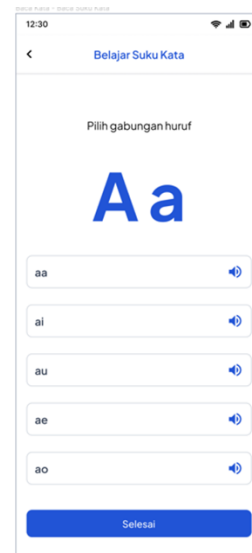


Figure 4. List all syllables in group 'A'

Third, to address the issue concerning the clickable area and small text used for answer choices in multiple-choice questions. It is essential to increase the size of the radio

buttons and the answer font. By enlarging these elements, users with intellectual disabilities will have an easier time selecting their intended answer. This adjustment should be substantial enough to enhance visibility and interaction without compromising the overall layout of the application. Notably, large buttons and text were also suggested by a similar study which developed an application for intellectual disabilities to engage in physical activities [28].

Last, the images used within the application's features, including illustrations for learning or practicing words or sentences, should prioritize simplicity and clarity. They should avoid unnecessary complexity or details to ensure that students with intellectual disabilities can easily understand them. We believe that considering both the visual elements and cognitive demands of the application is essential in designing an interface for individuals with disabilities, especially for children. In line with our emphasis on reducing cognitive load for users, we also recognize the significance of minimizing the number of answer options provided in multiple-choice questions. Despite a study carried out by [29] recommending the limitation of presented options to 3 to 4 in learning application layout, the teachers advised us to offer only 3 choices. When there are fewer answer choices, the cognitive load typically decreases. Test-takers have fewer options to evaluate, making it simpler to identify the correct answer. This can be particularly beneficial for individuals with intellectual disabilities as it reduces the mental effort required.

In addition to the issues identified in this study, we have also taken into account additional suggestions provided by participants. The implemented system offered a wide range of activities for users to learn materials and do practices, providing diverse interaction methods. As a result, it was suggested to incorporate audio instructions each time users initiate a new activity within the application. Furthermore, the teachers also recommended to design the interface without any scrolling. Individuals with intellectual disabilities may experience other co-occurring impairments such as motor or sensory difficulties [8]. As a result, they may find it difficult to use scrolling gestures effectively. Then, in the context of learning practice, it was recommended to incorporate audio responses as feedback to indicate both correct and incorrect answers. Thus, the application would not solely rely on visual feedback. Notably, a study that implemented gamification techniques in a design framework for students experiencing difficulties in learning also utilized audio feedback for both correct and incorrect responses in quizzes [29].

### C. Limitations and Future Work

The study underwent the exploratory study based on pre-defined tasks which have been identified as the main tasks within the applications. Consequently, issues may arise when users perform tasks other than those covered by the pre-defined set. Additionally, the design recommendations generated in this study must be implemented in the upcoming development phase to observe their effectiveness. This implementation will involve iterative usability testing over time. For more comprehensive evaluation, future iterations of

the study should incorporate quantitative measures, such as surveys, usage analytics, and task success rates, to quantifiably assess the impact of design recommendations on usability aspects. Integrating these quantitative metrics will enrich the study's insights and contribute to a more robust understanding of the usability enhancements for individuals with intellectual disabilities.

## V. CONCLUSION

This study has identified several usability issues in the design of a mobile learning application for individuals with intellectual disabilities. These issues encompassed difficulties in recognizing speaker button status, forming syllables, pairing letters, handling multiple-choice questions, dealing with small text and touch areas, and comprehending complex image illustrations.

To address these challenges and create a more user-friendly and inclusive learning experience, we have compiled a set of design recommendations. These recommendations include the need for clear and appropriate visual feedback to help users understand their progress, the implementation of brief tutorial screens to guide users through tasks, and simplifying the process of composing syllables by providing a comprehensive list of combinations. Furthermore, we emphasized the importance of increasing the size of clickable areas and text in multiple-choice questions to enhance accessibility. Additionally, we highlighted the significance of using simple and clear images to reduce cognitive load and minimize the number of answer options in quizzes to make tasks more manageable. We also considered additional suggestions from participants, such as incorporating audio instructions for new activities, avoiding scrolling in the interface, and providing audio feedback for both correct and incorrect answers.

In conclusion, these design recommendations aim to create a more accessible and user-friendly mobile learning application that meets the diverse needs of individuals with intellectual disabilities, ultimately enhancing their learning experience.

## REFERENCE

- [1] A. Noorhidawati, S. G. Ghalebandi, and R. Siti Hajar, "How do young children engage with mobile apps? Cognitive, psychomotor, and affective perspective," *Comput Educ*, vol. 87, pp. 385–395, Sep. 2015, doi: 10.1016/j.compedu.2015.07.005.
- [2] E. M. De La Cruz, M. A. Trujillo Meza, and L. Andrade-Arenas, "Mobile application to improve the learning of secondary school students," *Advances in Mobile Learning Educational Research*, vol. 3, no. 1, pp. 586–595, Jan. 2023, doi: 10.25082/AMLER.2023.01.007.
- [3] M. S. Goundar and B. A. Kumar, "The use of mobile learning applications in higher education institutes," *Educ Inf Technol (Dordr)*, vol. 27, no. 1, pp. 1213–1236, Jan. 2022, doi: 10.1007/s10639-021-10611-2.
- [4] J. Ismaili and E. H. O. Ibrahim, "Mobile learning as alternative to assistive technology devices for special needs students," *Educ Inf Technol (Dordr)*, vol. 22, no. 3, pp. 883–899, May 2017, doi: 10.1007/s10639-015-9462-9.



- [5] A. Stathopoulou, Z. Karabatzaki, D. Tsiros, S. Katsantoni, and A. Drigas, "Mobile Apps the Educational Solution for Autistic Students in Secondary Education," *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, vol. 13, no. 02, p. 89, Feb. 2019, doi: 10.3991/ijim.v13i02.9896.
- [6] A. I. M. Qahmash, "The Potentials of Using Mobile Technology in Teaching Individuals with Learning Disabilities: A Review of Special Education Technology Literature," *TechTrends*, vol. 62, no. 6, pp. 647–653, Nov. 2018, doi: 10.1007/s11528-018-0298-1.
- [7] H. Spencer González, V. Vega Córdova, K. Exss Cid, M. Jarpa Azagra, and I. Álvarez-Aguado, "Including intellectual disability in participatory design processes: Methodological adaptations and supports," in *Proceedings of the 16th Participatory Design Conference 2020 - Participation(s) Otherwise - Volume 1*, New York, NY, USA: ACM, Jun. 2020, pp. 55–63. doi: 10.1145/3385010.3385023.
- [8] A. A. Bayor *et al.*, "Toward a Competency-based Approach to Co-designing Technologies with People with Intellectual Disability," *ACM Trans Access Comput*, vol. 14, no. 2, pp. 1–33, Jun. 2021, doi: 10.1145/3450355.
- [9] P. Weichbroth, "Usability of mobile applications: A systematic literature study," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 55563–55577, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2981892.
- [10] F. Paz and J. A. Pow-Sang, "A systematic mapping review of usability evaluation methods for software development process," *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, vol. 10, no. 1, pp. 165–178, 2016.
- [11] Z. Huang and M. Benyoucef, "A systematic literature review of mobile application usability: addressing the design perspective," *Universal Access in the Information Society*, vol. 22, no. 3. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, pp. 715–735, Aug. 01, 2023. doi: 10.1007/s10209-022-00903-w.
- [12] B. A. Kumar and P. Mohite, "Usability of mobile learning applications: a systematic literature review," *Journal of Computers in Education*, vol. 5, no. 1, pp. 1–17, Mar. 2018, doi: 10.1007/s40692-017-0093-6.
- [13] B. A. Kumar and M. S. Goundar, "Usability heuristics for mobile learning applications," *Educ Inf Technol (Dordr)*, vol. 24, no. 2, pp. 1819–1833, Mar. 2019, doi: 10.1007/s10639-019-09860-z.
- [14] N. A. Nik Ahmad and M. Hussaini, "A Usability Testing of a Higher Education Mobile Application Among Postgraduate and Undergraduate Students," *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, vol. 15, no. 09, p. 88, May 2021, doi: 10.3991/ijim.v15i09.19943.
- [15] A. Pensabe-Rodriguez, E. Lopez-Dominguez, Y. Hernandez-Velazquez, S. Dominguez-Isidro, and J. De-la-Calleja, "Context-aware mobile learning system: Usability assessment based on a field study," *Telematics and Informatics*, vol. 48, p. 101346, May 2020, doi: 10.1016/j.tele.2020.101346.
- [16] A. A. Arain, Z. Hussain, W. H. Rizvi, and M. S. Vighio, "Evaluating Usability of M-Learning Application in the Context of Higher Education Institute," 2016, pp. 259–268. doi: 10.1007/978-3-319-39483-1\_24.
- [17] E. O. C. Mkpojiogu, A. Hussain, and F. Hassan, "A systematic review of usability quality attributes for the evaluation of mobile learning applications for children," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc., Sep. 2018. doi: 10.1063/1.5055494.
- [18] M. Masood and M. Thigambaram, "The Usability of Mobile Applications for Pre-schoolers," *Procedia Soc Behav Sci*, vol. 197, pp. 1818–1826, Jul. 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.07.241.
- [19] S. Eltalhi, H. Kutrani, R. Imsallim, and M. Elrefady, "The Usability of BenKids Mobile Learning App in Vocabulary Teaching for Preschool," *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, vol. 15, no. 24, pp. 4–18, Dec. 2021, doi: 10.3991/ijim.v15i24.22237.
- [20] S. DeForte *et al.*, "Usability of a mobile app for improving literacy in children with hearing impairment: Focus group study," *JMIR Hum Factors*, vol. 7, no. 2, Jun. 2020, doi: 10.2196/16310.
- [21] M. F. Hajjar, S. T. Alharbi, and F. M. Ghabban, "Usability Evaluation and User Acceptance of Mobile Applications for Saudi Autistic Children," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 15, no. 7, pp. 30–46, 2021, doi: 10.3991/ijim.v15i07.19881.
- [22] S. Yeni, K. Cagiltay, and N. Karasu, "Usability investigation of an educational mobile application for individuals with intellectual disabilities," *Univers Access Inf Soc*, vol. 19, no. 3, pp. 619–632, Aug. 2020, doi: 10.1007/s10209-019-00655-0.
- [23] B. A. Kumar and P. Mohite, "Usability study of mobile learning application in higher education context: An example from Fiji national university," in *Education in the Asia-Pacific Region*, vol. 40. Springer Nature, 2017, pp. 607–622. doi: 10.1007/978-981-10-4944-6\_29.
- [24] C. M. Barnum, *Usability testing essentials: Ready, set... test!* Morgan Kaufmann, 2020.
- [25] L. de Medeiros Braz, E. de Souza Ramos, M. L. P. Benedetti, and H. Hornung, "Participatory design of technology for inclusive education: A case study," in *Universal Access in Human-Computer Interaction. Human and Technological Environments: 11th International Conference, UAHCI 2017, Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017, Proceedings, Part III 11*, 2017, pp. 168–187.
- [26] K. Kuhn, "Problems and benefits of requirements gathering with focus groups: a case study," *Int J Hum Comput Interact*, vol. 12, no. 3–4, pp. 309–325, 2000.
- [27] F. BENMARRAKCHI, O. ELHAMMOUMI, E. L. Jamal, and others, "Evaluation of an educational game for children with learning disabilities: FunLexia-A case study," *International Journal of Information Science and Technology*, vol. 3, no. 6, pp. 4–14, 2019.
- [28] I. Wold, "Creating an App Motivating People with Intellectual Disabilities to Do Physical Activity," NTNU, 2019.
- [29] A. Shaban and E. Pearson, "A learning design framework to support children with learning disabilities incorporating gamification techniques," in *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, Association for Computing Machinery, May 2019. doi: 10.1145/3290607.3312806.

# Rancang Bangun *Prototype* Pengenal Sensor Semi Otomatis pada Perangkat *Internet Of Things*

Dzulfikar<sup>1</sup>, Nur Rohman Rosyid<sup>1,\*</sup>, Ronald Adrian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada;  
dzulfikar.sv@mail.ugm.ac.id

ronald.adr@ugm.ac.id

\*Korespondensi: nrohmanr@ugm.ac.id;

**Abstract** – *The industrial revolution 4.0 had a huge impact. The industrial revolution 4.0 combines machines or devices, computers and the internet into one unified system. One of the technologies that has developed due to the industrial revolution is the Internet of Things (IoT). Currently, IoT technology has been widely implemented in various sectors, starting from the mining sector, supply chain management, agriculture, transportation, and so on. Nowadays, the implementation of IoT is still done manually. This application can cause problems such as requiring more time and increasing human error. Therefore, we need a system to overcome this. This research was conducted to automatically detect and recognize the type of sensor that is installed or added. The research carried out was implemented using the Micropython framework. The tests carried out focus on system functionality. Based on the research conducted, the system successfully detects and recognizes sensors semi-automatically. The detection and configuration results are stored in the microcontroller in the form of a json file and the results are displayed via a web app.*

**Keywords** – *IoT, Sensor, Semi-automatic, Recognition, Micropython*

**Intisari** – Revolusi industri 4.0 memberi dampak yang sangat besar. Revolusi industri 4.0 menggabungkan mesin atau perangkat, komputer, dan internet menjadi satu sistem yang utuh. Salah satu teknologi yang berkembang karena adanya revolusi industri yaitu *Internet of Things (IoT)*. Saat ini, teknologi IoT sudah banyak diimplementasikan di berbagai sektor, mulai dari sektor pertambangan, *supply chain management*, pertanian, transportasi, dan lain sebagainya. Pada masa sekarang, penerapan penentuan sensor pada perangkat IoT masih dilakukan secara manual dengan menuliskannya secara langsung pada kode program. Penerapan ini dapat menimbulkan permasalahan seperti membutuhkan waktu lebih dan meningkatnya *human error*. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem untuk mengatasi hal tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mendeteksi dan rekognisi secara otomatis jenis sensor yang dipasang atau ditambahkan. Penelitian yang dilakukan diimplementasikan dengan menggunakan *framework Micropython*. Pengujian yang dilakukan berfokus pada fungsionalitas sistem. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, sistem berhasil mendeteksi dan mengenali sensor secara semi otomatis. Pendeteksian dilakukan dengan pengguna menekan tombol *scan* pada tampilan *web app*. Hasil deteksi dan konfigurasi disimpan di dalam *microcontroller* dalam bentuk file json dan menampilkan data hasil deteksi melalui *web app*.

**Kata kunci** – *IoT, Sensor, Semi-otomatis, Pengenalan, Micropython*

## I. PENDAHULUAN

Revolusi industri 4.0 memberi dampak yang sangat besar. Revolusi industri 4.0 menggabungkan mesin atau perangkat, komputer, dan internet menjadi satu sistem yang utuh. Salah satu teknologi yang berkembang karena adanya revolusi industri yaitu *Internet of Things (IoT)* [1].

IoT merupakan suatu sistem yang terdiri sekumpulan perangkat yang dapat berkomunikasi, bertukar informasi dan dapat diakses melalui internet [2]. Saat ini, teknologi IoT sudah banyak diimplementasikan di berbagai sektor, mulai dari sektor pertambangan, *supply chain management*, pertanian, transportasi, dan lain sebagainya [3].

Pada masa sekarang, penerapan IoT masih dilakukan secara manual. Sebagai contoh untuk mengimplementasikan teknologi IoT di bidang pertanian, untuk melakukan monitoring ataupun mengontrol suatu perangkat di lahan pertanian perlu berhubungan secara langsung dalam memprogram perangkat *microcontroller*, menentukan pin sensor yang akan dipakai, dan mengunggah program yang dibuat melalui kabel USB. Hal ini tidak akan menjadi masalah apabila sistem IoT yang dibuat digunakan selamanya dan dipastikan tidak ada perubahan. Namun, apabila akan dilakukan pembaharuan terhadap kode program atau

menambah sensor yang akan digunakan, perlu mengulang dari awal. Selain hal ini membutuhkan banyak waktu, pembaharuan secara manual ini juga dapat meningkatkan adanya *human error*. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan sebagai solusi untuk mengatasi hal tersebut.

Luaran dari penelitian ini berupa *prototype* perangkat IoT yang dapat melakukan deteksi dan rekognisi secara semi otomatis jenis sensor yang dipasang atau ditambahkan. Dengan adanya *prototype* ini diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam implementasi teknologi IoT, memudahkan dalam melakukan manajemen perangkat, serta memudahkan dalam melakukan pembaharuan program secara terpusat melalui jaringan.

## II. DASAR TEORI

### A. SD-IoT

SD-IoT atau *Software Defined Network – Internet of Thing* merupakan kombinasi penerapan SDN pada sistem IoT. Penerapan SDN pada sistem IoT diketahui sangat aplikatif dalam implementasi sistem IoT skala besar [4]. SDN menyediakan metode yang efisien dalam melakukan kontrol perangkat IoT secara terpusat, manajemen jaringan, dan mendukung layanan yang tersedia [5] [6].

B. *Wireless Sensor Network*

*Wireless Sensor Network* merupakan kumpulan dari sensor independen terdistribusi yang terhubung pada jaringan nirkabel dengan tujuan melakukan pemantauan fisik atau kondisi lingkungan. Pemantauan yang dilakukan dapat berupa suhu lingkungan, kelembaban udara, tingkat polusi, dan lain sebagainya. WSN ini terdiri dari set sensor yang dapat saling berkomunikasi, dan bertukar informasi serta data [7].

C. Python

Python merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi, *interpreter*, dan berorientasi objek yang dapat digunakan pada berbagai sektor, seperti dalam pembuatan web, *back-end server*, kecerdasan buatan, data sains, dan lain sebagainya [8]. Karakteristik kemudahan dalam penggunaan, *library* yang *powerful*, dan kemudahan dalam membaca kode menjadikan bahasa Python salah satu bahasa pemrograman yang paling banyak diimplementasikan [9].

D. Micropython

Micropython merupakan implementasi bahasa Python yang dioptimalisasi agar dapat berjalan pada *microcontroller* dan perangkat *embedded system* [10]. *Firmware* Micropython menyediakan module yang berfungsi untuk mengakses fungsionalitas perangkat keras seperti GPIO, I2C, *Timers*, ADC, DAC, PWM, SPI, CAN, Bluetooth, WiFi dan USB. Micropython ini dapat diinstal pada perangkat *microcontroller* seperti ESP32, ESP8266, STM32, SAMD, Raspberry Pi, dan lain sebagainya [11].

E. Microdot

Microdot merupakan *framework web server* berbasis bahasa Python yang dirancang agar dapat berjalan pada perangkat dengan sumber daya terbatas seperti *microcontroller*. *Framework* Microdot ini terinspirasi dari *framework web server* Flask. Microdot berjalan sesuai dengan standard Bahasa pemrograman Python dan Micropython [12].

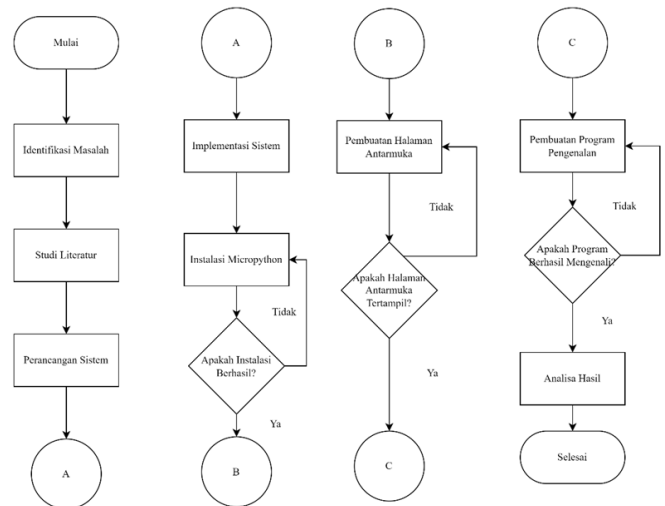
F. ESP32

ESP32 merupakan *microcontroller System on Chip (SoC)* rendah daya, terjangkau, yang dilengkapi dengan konektivitas jaringan seperti WiFi dan Bluetooth serta perangkat tambahan lainnya [13]. *Microcontroller* ini dikeluarkan oleh Espressif Systems dengan jumlah inti sebanyak dua buah dengan arsitektur Harvard dan dapat diaplikasikan pada aplikasi IoT, *wearable electronic*, perangkat *mobile*, dan lain sebagainya [14].

III. METODOLOGI

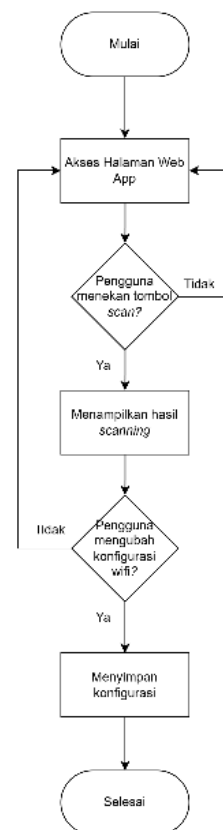
A. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan peneliti dibagi menjadi enam tahap. Tahapan penelitian ini digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Setiap tahap yang dilakukan memiliki fungsi dan tujuan masing-masing. Visualisasi dari setiap tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.

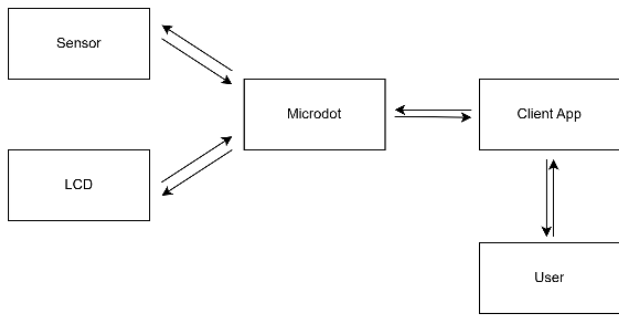


Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian

Diagram alir sistem dan *firmware* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Seperti pada Gambar 2, pendeteksian dilakukan setelah peneliti menekan tombol *scan*. Hasil dari pemindaian yang dilakukan selanjutnya akan ditampilkan melalui *web app*.



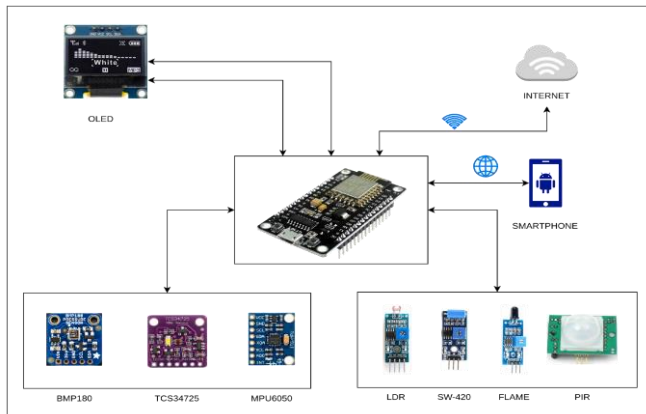
Gambar 2. Diagram alir sistem



Gambar 3. Diagram alir *firmware*

B. Gambaran Umum Rancangan Sistem

Rancangan sistem dibuat setelah mendapatkan informasi yang dibutuhkan pada langkah sebelumnya. Gambaran umum dari rancangan sistem pada penelitian ini seperti pada Gambar 4. Sistem yang dibuat terdiri dari komponen *microcontroller*, layar oled, sensor i2c, sensor gpio, dan perangkat *smartphone*.



Gambar 4. Gambaran umum rancangan sistem

C. Tahapan Pengujian

Tahap pengujian sistem dilakukan untuk memastikan perangkat yang telah dibuat dapat bekerja sebagaimana mestinya. Pengujian dilakukan dengan metode *grey box testing* dan berfokus pada fungsionalitas perangkat. Pengujian *grey box testing* merupakan pengujian yang dilakukan dengan sedikit informasi terkait dengan perangkat. Hasil dari pengujian sistem dicatat dan didokumentasikan untuk selanjutnya dilakukan analisa.

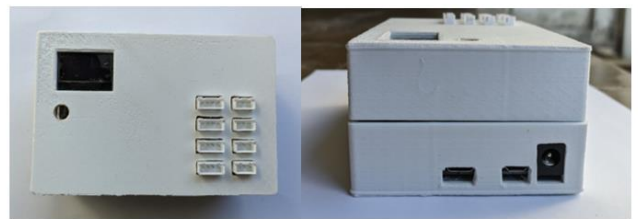
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tampilan Fisik Perangkat

Tampilan fisik dari perangkat yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 5. Perangkat ini terdiri dari beberapa bagian sebagai berikut.

- Layar Oled berfungsi untuk menampilkan informasi alamat IP dari perangkat.
- Tombol Reset digunakan untuk mereset ulang perangkat apabila terdapat *error* dan memuat ulang perangkat.

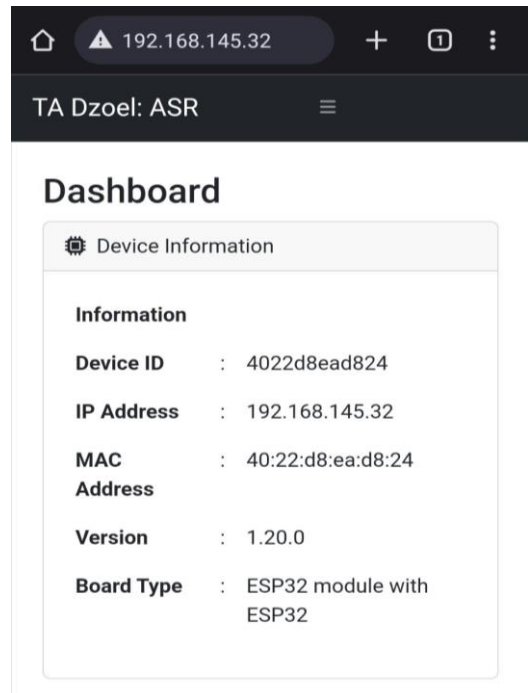
- Konektor sensor I2C digunakan sebagai tempat untuk memasang sensor berjenis I2C. Konektor ini terdiri dari 4 pin yaitu GND, VCC, SCL, dan SDA.
- Konektor sensor GPIO digunakan sebagai tempat untuk memasang sensor yang bersifat umum atau *general*. Konektor ini terdiri dari 3 pin yaitu GND, VCC, dan DATA (Analog / Digital).
- Konektor *Power Supply* digunakan untuk menyuplai daya perangkat. Tegangan yang dapat diterima oleh perangkat dengan menggunakan konektor ini berkisar 6 – 16 Volt.
- Konektor *Type C* digunakan untuk menyuplai daya perangkat menggunakan kabel *type C*.
- Konektor *Micro USB* digunakan untuk menyuplai daya perangkat menggunakan kabel *micro USB*.



Gambar 5. Tampilan fisik perangkat

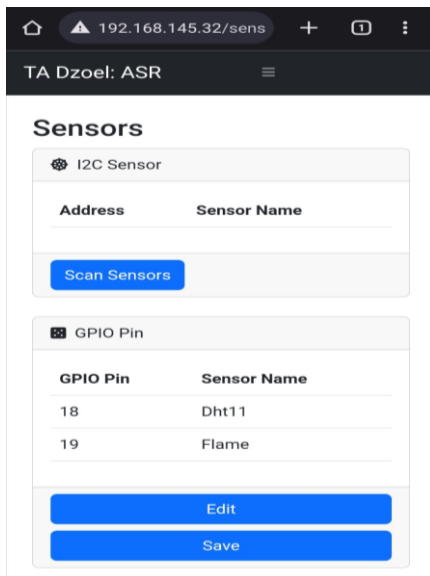
B. Tampilan Antarmuka Perangkat

Tampilan halaman utama seperti terlihat pada Gambar 6. Pada halaman utama ini terdapat menu utama yang berada di sebelah kiri dan tampilan informasi detail perangkat. Halaman utama memuat informasi terkait ID *chip*, alamat IP dari perangkat, *mac address*, versi Micropython, dan tipe *board*.



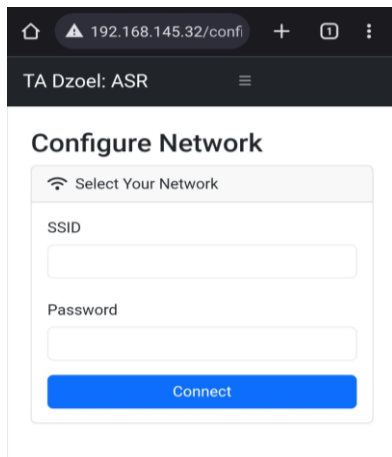
Gambar 6. Tampilan halaman utama

Halaman sensor menampilkan detail informasi sensor yang terpasang atau ditambahkan. Informasi yang ditampilkan berupa detail nama dan alamat *hex* dari sensor I2C yang terpasang, serta nama dan pin dari GPIO sensor. Tampilan halaman sensor terlihat seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan halaman sensor

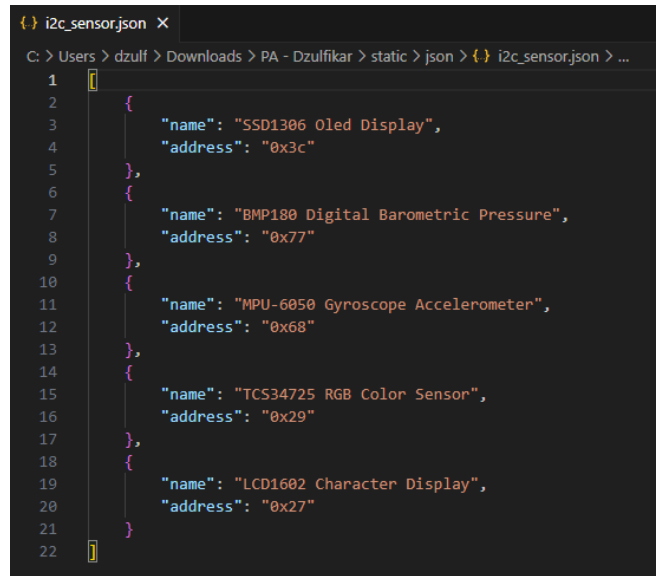
Halaman konfigurasi seperti terlihat pada Gambar 8 digunakan untuk mengatur konektivitas perangkat. Konfigurasi yang dapat dilakukan pada halaman ini yaitu konfigurasi SSID dan Password agar perangkat dapat terhubung ke jaringan internet.



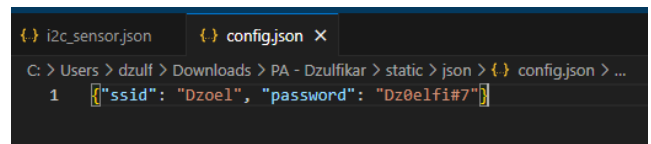
Gambar 8. Tampilan halaman konfigurasi

C. Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini berfokus pada pengujian fungsionalitas perangkat. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan perangkat dapat bekerja dan berfungsi dengan baik tanpa ada kendala. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini tertampil pada Tabel 1. Sensor yang berhasil dideteksi dan konfigurasi *wifi* pada pengujian ini disimpan dalam file json seperti pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Hasil pemindaian sensor



Gambar 10. Hasil konfigurasi wifi

Tabel 1. Hasil pengujian

Nama Pengujian	Bagian Yang Diuji	Langkah Pengujian	Hasil Pengujian
Nyala	Nyala perangkat	Menghubungkan perangkat dengan sumber listrik menggunakan power supply, kabel type C, dan kabel Micro USB	Berhasil
Reset	Tombol Reset	Menekan tombol reset	Berhasil
Oled	Layar Oled	Menghidupkan dan mematikan perangkat	Berhasil
Access Point	AP Mode	Menghubungkan <i>smartphone</i> pada SSID perangkat	Berhasil
Antarmuka	Halaman antarmuka	Mengakses halaman antarmuka menggunakan alamat IP	Berhasil
Scan I2C	Tombol scan	Menekan tombol <i>scan</i>	Berhasil
GPIO sensor	Gpio sensor	Menambahkan sensor pada tabel	Berhasil

## V. SIMPULAN

Sistem pendeteksi sensor semi otomatis dibuat dengan memanfaatkan teknologi IoT. Sistem pendeteksi ini memanfaatkan *firmware* Micropython dan *framework* Microdot yang secara khusus dibuat untuk dapat digunakan pada perangkat *low level*. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, perangkat yang dibuat dapat diakses pengguna melalui web browser pada *smartphone*. Data konfigurasi *wifi* dan *general* sensor dapat disimpan oleh *microcontroller* dalam bentuk file berformat json.

## REFERENSI

- [1] E. A. Alaref and S. A. Khan, "Industry 4.0 and its Technologies: A Systematic Literature Review," *2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, pp. 1004-1009, 2021.
- [2] A. Mathur, A. Dabas and N. Sharma, "Evolution From Industry 1.0 to Industry 5.0," *2022 4th International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICAC3N)*, pp. 1390-1394, 2022.
- [3] M. Aazam, S. Zeadally and K. A. Harras, "Deploying Fog Computing in Industrial Internet of Things and Industry 4.0," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 14, no. 10, pp. 4674 - 4682, 2018.
- [4] S. Chilibingua, S. Manzano, P. Córdova and M. V. Garcia, "An Approach of Low-cost Software-Defined Network (SDN) Based Internet of Things," *2020 International Conference of Digital Transformation and Innovation Technology (Incodtrin)*, pp. 70-74, 2020.
- [5] S. A. Arman, M. M. Rahman, S. F. Rahman, N. P. Urmi, P. P. Urmee, N. Muslim and S. Islam, "Developing an IoT Networks-based Testbed for Software-Defined Networks," *2020 IEEE Region 10 Symposium (TENSYMP)*, pp. 1752-1755, 2020.
- [6] T. M. Chau Nguyen, D. B. Hoang and T. D. Dang, "A software-defined model for IoT clusters: Enabling applications on demand," *2018 International Conference on Information Networking (ICOIN)*, pp. 776-781, 2018.
- [7] M. S. Obaidat and S. Misra, "Introduction to Wireless Sensor Networks." *Principles of Wireless Sensor Networks*, Cambridge: Cambridge University Press, 2014.
- [8] A. Kumar and S. P. Panda, "A Survey: How Python Pitches in IT-World," *2019 International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (COMITCon)*, pp. 248-251, 2019.
- [9] A. Nagpal and G. Gabrani, "Python for Data Analytics, Scientific and Technical Applications," *2019 Amity International Conference on Artificial Intelligence (AICAI)*, pp. 140-145, 2019.
- [10] G. Gaspar, P. Fabo, M. Kuba, J. Flochova, J. Dudak and Z. Florkova, "Development of IoT applications based on the MicroPython platform for Industry 4.0 implementation," *2020 19th International Conference on Mechatronics - Mechatronika (ME)*, pp. 1-7, 2020.
- [11] Micropython, "MicroPython," 2023. [Online]. Available: <http://docs.micropython.org/en/latest/#>. [Accessed 2023].
- [12] M. Grinberg, "Microdot," 2021. [Online]. [Accessed 25 July 2023].
- [13] M. Babiuch, P. Foltýnek and P. Smutný, "Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing," *2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, pp. 1-6, 2019.
- [14] H. Kareem and D. Dunaev, "The Working Principles of ESP32 and Analytical Comparison of using Low-Cost Microcontroller Modules in Embedded Systems Design," *2021 4th International Conference on Circuits, Systems and Simulation (ICCSS)*, pp. 130-135, 2021.

## Pengembangan Sistem Informasi DataRawat Berbasis Web

Shafira Putri Ananda<sup>1</sup>, Muhammad Fakhurrifqi<sup>1</sup>, Divi Galih Prasetyo Putri<sup>1,\*</sup>, Risti Wijayanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada;

shafira.p.a@mail.ugm.ac.id

rifqi\_ilkom@mail.ugm.ac.id

<sup>2</sup>RSUP dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten;

ristiwijayanti160612@gmail.com

\*Korespondensi: divi.galih@ugm.ac.id;

**Abstract** – Medical records are patient health records based on the results of checkups, treatments, actions, and services that have been provided to patients. Several medical institutions have used an Electronic Medical Record (EMR). However, the medical record data can only be accessed locally at the health facility where they previously had checkups. This resulted in limited access rights for patients to their medical records if they wanted to pursue medicine at other health facilities. Based on these problems, the DataRawat Information System was developed so patients could manage and share their medical record data with the desired group. Information on the history of the patient's medical record will make it easier for medical staff to search for patient medical record information, record medical history, and diagnose the patient's health more efficiently. This information system is developed using the incremental method, the Laravel framework, PHP and JavaScript programming languages, and PostgreSQL as a database. The results of this study indicate that the development of the DataRawat Information System can manage data such as medical record data, patient data, and hospital data and share data using medical records using an access link. This research can appropriately fulfill all the features in the needs analysis. In user acceptance testing, the results show a scale ranging from 42 to 48, or a percentage of 84% to 96%. In conclusion, the system in this category is very feasible to use.

**Keywords** – Medical Record System, Patient, DataRawat, Laravel

**Intisari** – Rekam medis adalah catatan kesehatan pasien berdasarkan hasil pemeriksaan, pengobatan, tindakan, dan layanan yang telah diberikan kepada pasien. Beberapa instansi medis telah menggunakan sistem rekam medis elektronik atau *Electronic Medical Record (EMR)*. Namun, data rekam medis tersebut hanya dapat diakses secara lokal di tempat fasilitas kesehatan tempat ia berobat sebelumnya. Hal ini mengakibatkan keterbatasan hak akses pasien terhadap rekam medisnya jika ingin berobat ke tempat faskes lain. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dikembangkannya Sistem Informasi DataRawat ini agar pasien dapat mengelola dan membagikan data rekam medisnya kepada pihak yang dikehendaki. Dengan adanya informasi riwayat rekam medis pasien ini akan memudahkan tenaga medis dalam pencarian data informasi rekam medis pasien, mencatat riwayat medis dan mendiagnosa kesehatan pasien dengan cara yang lebih efisien. Sistem informasi ini dikembangkan menggunakan metode Incremental, framework Laravel, bahasa pemrograman PHP dan javascript, dan PostgreSQL sebagai database. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Pengembangan Sistem Informasi DataRawat ini dapat mengelola data seperti data rekam medis, data pasien, data rumah sakit, dan membagikan data menggunakan akses link rekam medis. Seluruh fitur yang ada pada analisis kebutuhan dapat terpenuhi dengan baik. Pada pengujian terhadap pengguna hasil menunjukkan skala berkisar 42-48 atau persentase sebesar 84%-96%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa sistem masuk ke dalam kategori sangat layak untuk digunakan.

**Kata kunci** – Sistem Rekam Medis, Pasien, DataRawat, Laravel

### I. PENDAHULUAN

Riwayat rekam medis pasien dan rekam data merupakan hal yang penting dalam dunia kedokteran yang biasa dikenal dengan data rekam medis. Rekam medis adalah berkas yang berisikan catatan dan dokumen tentang identitas pasien, pemeriksaan, pengobatan, tindakan, dan pelayanan lain yang telah diberikan kepada pasien [1]. Data rekam medis tersebut menjadi acuan pasien untuk pemeriksaan kesehatan pasien selanjutnya. Selain itu, data rekam medis juga dapat digunakan sebagai bukti pencatatan diagnosa penyakit pasien dan riwayat pelayanan kesehatan yang dilakukan oleh pasien.

Beberapa faskes sudah menggunakan sistem rekam medis atau *electronic medical record (EMR)*. Namun, sistem rekam medis tersebut hanya terbatas lingkup yang dapat diakses secara lokal. Pasien yang pernah melakukan pemeriksaan di faskes tidak dapat menggunakan data rekam medisnya di faskes lainnya karena terbatas oleh akses rekam medis yang hanya terdapat di faskes sebelumnya. Adapun kepemilikan isi rekam medis merupakan milik pasien [1]. Isi rekam medis

tersebut berisi ringkasan rekam medis yang dapat diberikan dicatat, atau *dicopy* oleh pasien atau orang yang diberi kuasa atau atas persetujuan tertulis pasien atau keluarga pasien yang berhak untuk itu [1]. Permasalahan ini mengakibatkan kurangnya informasi yang lengkap mengenai riwayat kesehatan pasien sebelumnya. Informasi riwayat rekam medis mengenai kondisi pasien baru yang akan diperiksa nantinya akan memudahkan tenaga medis untuk mendiagnosis kesehatan pasien sehingga pengambilan keputusan menjadi lebih akurat.

Sesuai pada permasalahan yang telah dijelaskan di atas, penulis ingin memberikan solusi dengan memanfaatkan perkembangan teknologi informasi yang ada di masa sekarang. Teknologi mempunyai kemampuan dalam memproses data dan mengolah data tersebut hingga menjadi sebuah informasi. Pertukaran data informasi menjadi lebih mudah, cepat dan efisien. Solusi yang dapat diberikan yaitu dengan mengembangkan Sistem Informasi DataRawat Berbasis Web. Sistem informasi ini dapat mengelola data pasien dan faskes serta pasien dapat menyimpan, mengontrol

dan mengelola hasil pemeriksaan data rekam medis yang dapat diakses secara mandiri oleh setiap masing-masing pasien itu sendiri. Pasien dapat membagikan data rekam medisnya hanya kepada pihak yang dikehendaki seperti kepada pihak faskes, sehingga memudahkan pencarian data riwayat rekam medis pasien, mencatat riwayat medis dan mendiagnosis kesehatan pasien dengan cara yang lebih efisien. Hal tersebut juga dapat memudahkan tenaga medis dalam pengambilan keputusan terkait perawatan kesehatan yang akan dilakukan.

Oleh karena itu, dengan adanya Pengembangan Sistem Informasi DataRawat diharapkan dapat membantu pengguna pasien dan faskes dalam pengelolaan data rekam medis, riwayat kunjungan, data tindakan medis, data hasil laboratorium, data hasil radiologi, resep obat, dan data dokumen pendukung hasil pemeriksaan lainnya. Selain itu, pasien dapat melakukan pemesanan atau reservasi kunjungan medis melalui sistem. Sehingga, dengan adanya sistem informasi ini dapat memudahkan seluruh pengguna dalam pengelolaan dan dokumentasi data terutama pada data rekam medis. Adapun pengguna faskes dapat mengelola data berupa klinik, dokter, dan jadwal praktik yang dibutuhkan pada reservasi kunjungan medis serta faskes dapat merespon reservasi kunjungan medis yang dilakukan oleh pasien.

## II. DASAR TEORI

### A. Sistem Informasi Kesehatan

Sistem informasi kesehatan (SIK) adalah salah satu dari 6 *building block* atau merupakan komponen utama dalam suatu sistem kesehatan di suatu negara. Keenam komponen (*building block*) sistem kesehatan adalah *Service delivery* (pelaksanaan pelayanan kesehatan); *Medical product, vaccine, and technologies* (produk medis, vaksin, dan teknologi kesehatan); *Health workforce* (tenaga medis); *Health system financing* (sistem pembiayaan kesehatan); *Health information system* (sistem informasi kesehatan); *Leadership and governance* (kepemimpinan dan pemerintah). [2]

### B. Rekam Medis

Menurut UU Praktik Kedokteran dalam penjelasan pasal 46 ayat (1) yang dimaksud dengan rekam medis adalah berkas yang berisi catatan dan dokumen tentang identitas pasien, pemeriksaan, pengobatan, tindakan dan pelayanan lain yang telah diberikan kepada pasien [1].

### C. Basis Data

Basis data merupakan tempat berkumpulnya suatu data yang saling berhubungan dan berkaitan dalam suatu tempat/wadah (organisasi/perusahaan) dengan tujuan agar dapat memudahkan dan mempercepat pemanggilan dan pemanfaatan kembali pada data tersebut [3].

### D. Entity Relationship Diagram (ERD)

Pemodelan berdasarkan persepsi dunia nyata, yang terdiri dari kumpulan objek dasar yang disebut entitas dan hubungan antara objek-objek tersebut dengan menggunakan alat konseptual berupa diagram [3].

### E. Internet

Internet merupakan jaringan komputer yang menghubungkan komputer di seluruh dunia. Internet juga dapat disebut sebagai jaringan alami, yaitu jaringan yang sangat luas [4]. Internet adalah sebuah kumpulan jaringan-jaringan yang mempunyai skala global [4].

### F. Website

*World wide web* atau biasa disebut web yaitu adalah suatu sistem di mana informasi dalam bentuk teks, gambar, suara, dan lain-lain, yang disimpan di *server* web internet disajikan dalam bentuk *hypertext*. Web dapat diakses oleh perangkat lunak *web client* yang secara populer disebut sebagai *browser* [5].

### G. Laravel

Laravel adalah salah satu *framework* PHP terbaik yang telah dikembangkan oleh Taylor Otwell. Laravel dirilis di bawah lisensi MIT dan dibangun dengan konsep MVC (*model view controller*) [6].

## III. METODOLOGI

Penelitian pengembangan sistem informasi DataRawat menggunakan metode SDLC-*Incremental* yaitu seperti metode *waterfall* yang diulang-ulang. Alasan menggunakan model *incremental* karena dimungkinkan adanya pengembangan produk inti untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik dan menghadirkan fitur dan fungsionalitas tambahan [7]. Dimulai dengan analisis kebutuhan dilanjutkan dengan perancangan sistem setelah itu dilakukan implementasi sistem dan pengujian sistem dengan rangkaian yang berulang berdasarkan permodulnya.

### A. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan ini diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan sistem penyimpanan rekam medis yang dapat terintegrasi, maka diperlukan kebutuhan sistem sebagai berikut:

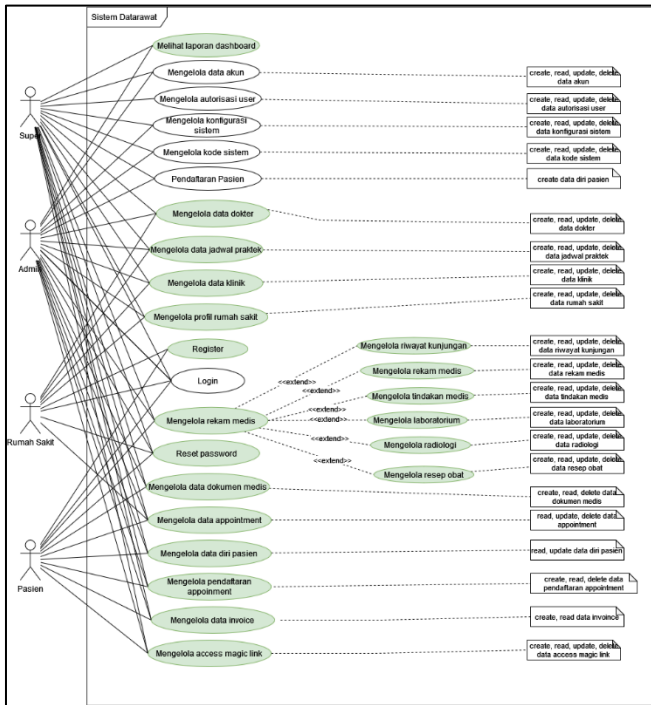
- 1) Sistem DataRawat Web untuk Rumah Sakit/Faskes: sistem ini dioperasikan oleh admin RS/Faskes untuk melakukan pengelolaan data profil rumah sakit, data dokter, data klinik, data jadwal praktik, dan data respon *appointment* yang dilakukan oleh pasien.
- 2) Sistem DataRawat Web untuk Pasien: sistem ini digunakan oleh pengguna pasien untuk melakukan pengelolaan data pasien, data rekam medis (data riwayat kunjungan, data resume medis, data lab, data radiologi, data tindakan medis, data resep obat, data dokumen medis), mengelola data *appointment* ke RS/Faskes, dan data akses *link* rekam medis.
- 3) Sistem DataRawat Web untuk Admin: sistem ini digunakan oleh pengguna admin yang dikembangkan pada penelitian ini adalah informasi pada *dashboard* admin.



B. Perancangan Sistem

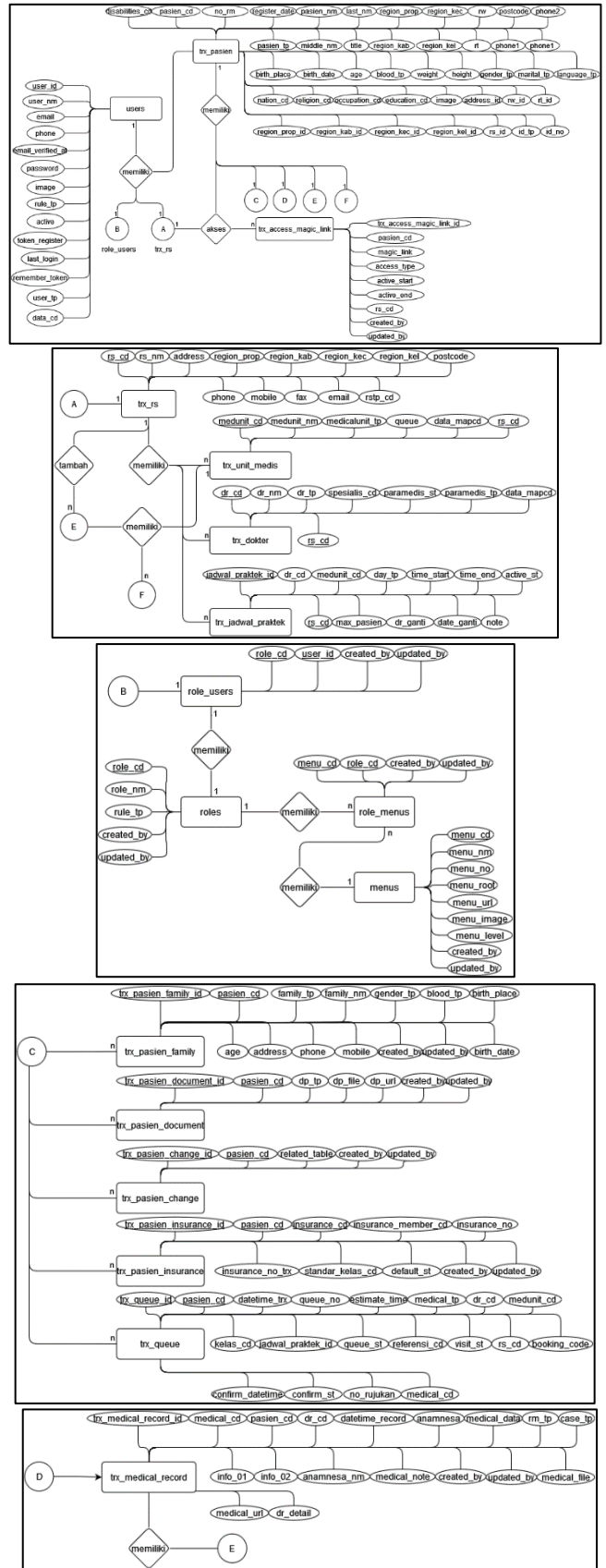
Perancangan Sistem dijelaskan menjadi 2 yaitu *Use Case Diagram* dan *Entity Relationship Diagram (ERD)*.

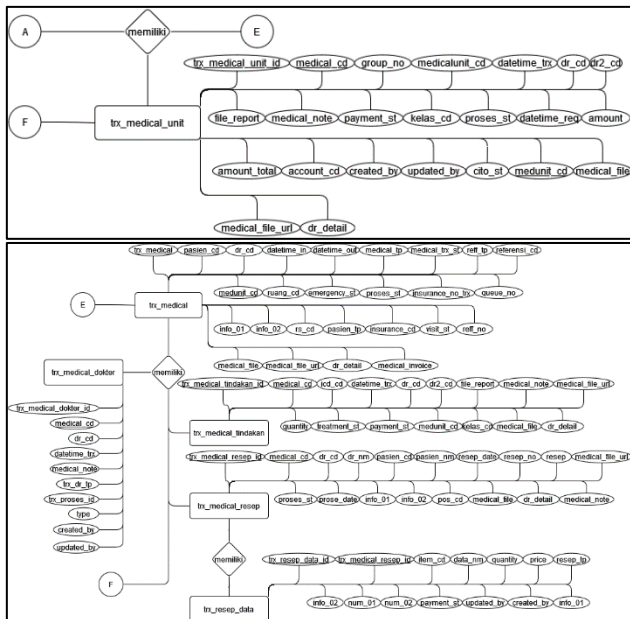
1) *Use Case Diagram*: *use case diagram* digunakan untuk menganalisis dan mendeskripsikan secara fungsional dari sisi penggunaan sistem. Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, terdapat 3 aktor yaitu Admin, RS/Faskes, dan Pasien. *Use case diagram* sistem DataRawat dapat dilihat pada Gambar 1. Untuk seluruh fitur pada admin telah dilakukan oleh pengembang sebelumnya. Untuk pengembangan kali ini dibedakan pada *use case* yang berwarna hijau. Pengguna Admin dapat melihat laporan *dashboard*. Selanjutnya, pengguna RS/Faskes dapat mengelola data rumah sakit/faskes, data klinik, data dokter, data jadwal praktik, dan mengelola respon *appointment* pasien. Untuk pengguna pasien dapat mengelola data diri pasien, data rekam medis, data *appointment*, dan data akses *link* rekam medis.



Gambar 1. Use case diagram Sistem DataRawat

2) *Entity Relationship Diagram (ERD)* merupakan sebuah diagram yang dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan antara tabel/entitas yang berisi atribut, dan relasi pada suatu *database*. *Entity Relationship Diagram* Sistem DataRawat dapat dilihat pada Gambar 2.





Gambar 2. Rancangan ERD Sistem DataRawat

Basis data pada Sistem DataRawat terdapat 24 tabel dijelaskan sebagai berikut:

- Tabel *roles* untuk menentukan *role* dari setiap pengguna sistem yang digunakan dalam menentukan hak akses pengguna dalam sistem.
- Tabel *users* merupakan data seluruh akun pengguna yang ada pada sistem yang dibedakan melalui *role* pada kolom *user\_tp*.
- Tabel *role\_users* data *role user* dan *user* pengguna.
- Tabel *menus* menyimpan daftar menu yang tersedia pada sistem.
- Tabel *role\_menus* menyimpan data *role* dengan menu yang dapat diakses oleh *role* tersebut.
- Tabel *trx\_pasien* menyimpan data diri pasien.
- Tabel *trx\_pasien\_change* tabel yang berisi data riwayat perubahan data pada data pasien.
- Tabel *trx\_pasien\_document* menyimpan data dokumen pasien.
- Tabel *trx\_pasien\_family* menyimpan data keluarga pasien.
- Tabel *trx\_queue* berisikan data *appointment* yang dilakukan pasien dan terhubung dengan rumah sakit/faskes untuk mendapatkan nomor antrian.
- Tabel *trx\_insurance* berisikan data mengenai jenis-jenis asuransi kesehatan

- Tabel *trx\_pasien\_insurance* menyimpan data pasien yang mempunyai hubungan dengan data asuransi.
- Tabel *trx\_medical\_record* menyimpan data rekam medis jenis rekam medis umum.
- Tabel *trx\_access\_magic\_link* berisikan data link untuk mengakses data file rekam medis dengan batas waktu tertentu.
- Tabel *trx\_rs* menyimpan informasi data rumah sakit/faskes.
- Tabel *trx\_jadwal\_praktek* yang berisi jadwal praktik yang tersedia di fasilitas kesehatan(faskes).
- Tabel *trx\_dokter* menyimpan data dokter.
- Tabel *trx\_unit\_medis* berisikan data klinik yang ada di fasilitas kesehatan(faskes).
- Tabel *trx\_medical\_unit* berisikan data rekam medis tentang laboratorium.
- Tabel *trx\_medical* untuk menyimpan seluruh data rekam medis.
- Tabel *trx\_medical\_tindakan* menyimpan data rekam medis berupa rekam medis yang melakukan pemeriksaan tindakan.
- Tabel *trx\_medical\_resep* menyimpan data rekam medis berupa resep obat yang diberikan setelah pemeriksaan.
- Tabel *trx\_resep\_data* menyimpan data lengkap mengenai isi resep.
- Tabel *trx\_medical\_dokter* yang berisikan data rekam medis yang berkaitan dengan dokter yang ada pada rekam medis tersebut.

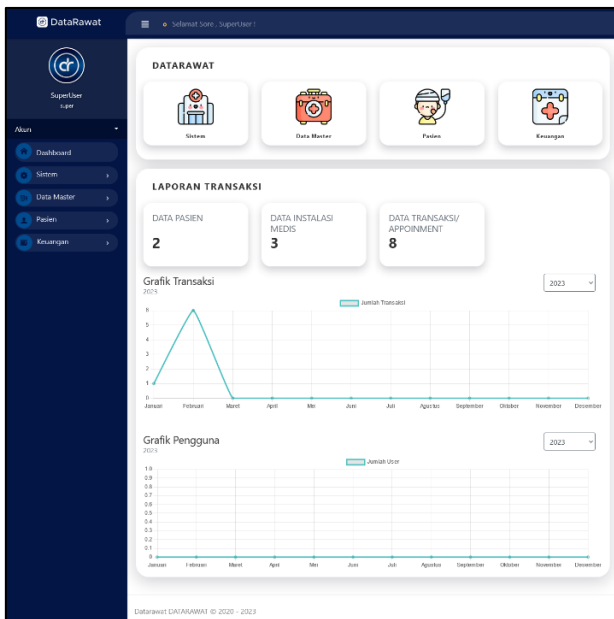
### C. Implementasi Sistem

Implementasi pengembangan Sistem Informasi DataRawat ini menggunakan *framework Laravel* untuk membuat *frontend* dan *backend*. Implementasi antarmuka sistem informasi DataRawat pada halaman *dashboard* sebagai admin dapat dilihat pada Gambar 3. dan untuk fitur utama pengguna faskes terdapat pada Gambar 5.

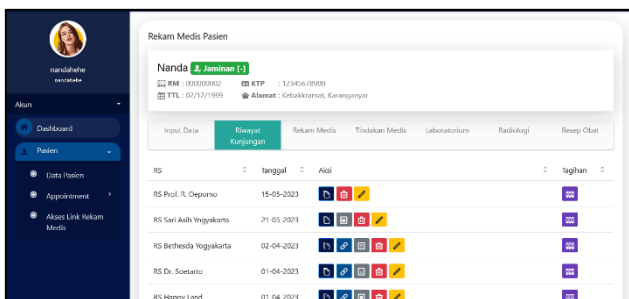
Selanjutnya fitur utama untuk pengguna pasien adalah pengguna dapat mengelola data rekam medis dan membagikan data rekam medis kepada pihak yang dikehendaki. Untuk fitur utama pengguna pasien terdapat pada Gambar 4. Adapun fitur utama untuk pengguna faskes yaitu mengelola data faskes seperti data dokter, klinik, dan jadwal praktik. Selain itu, pengguna dapat mengelola data *appointment* dari pasien. Untuk melihat salah satu fitur utama yaitu data dokter terdapat pada Gambar 5.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

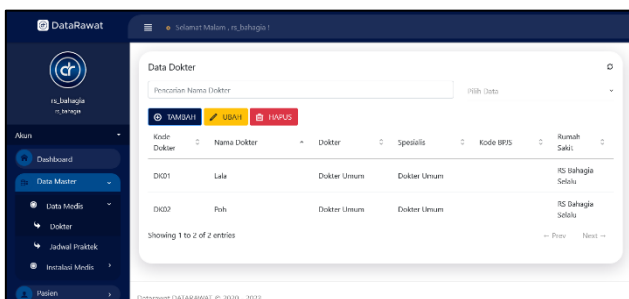
Setelah dilakukan implementasi sistem, maka tahap selanjutnya adalah pengujian sistem. Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi hasil kinerja sistem, memastikan seluruh proses dapat berjalan dengan baik, menguji kemampuan sistem dalam menangani *error*, dan hasil pengujian dapat dijadikan bahan pengembangan sistem berikutnya. Pada pengujian ini menggunakan 2 metode yaitu *black box testing* dan *user acceptance testing(UAT)*.



Gambar 2. Fitur halaman admin



Gambar 3. Fitur utama pasien



Gambar 4. Fitur utama faskes/rumah sakit

A. Black Box Testing

*Black box testing* merupakan menguji perangkat lunak terhadap spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan apakah fungsi, masukan dan keluaran dari perangkat lunak dapat memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan [8]. Hasil dari pengujian *black box testing* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji *Black Box Testing* Sistem Informasi DataRawat

No.	Skenario	Expected Result	Hasil Uji
1	Mendaftar akun baru	<b>Benar:</b> Akun harus melakukan verifikasi email <b>Salah:</b> Tidak mengisi data dengan benar	Pass
2	Forgot password	Password reset	Pass
3	Login ke sistem	<b>Benar:</b> Masuk ke halaman utama <b>Salah:</b> Tidak mengisi data dengan benar	Pass
4	Lihat profil	Dapat melihat profil	Pass
5	Ubah profil	Data profil berubah	Pass
6	Ubah password	<b>Benar:</b> Memasukkan password yang benar dan tersimpan. <b>Salah:</b> Tidak mengisi data dengan benar	Pass
Pengguna : Pasien			
7	Lihat data diri pasien	Data pasien terlihat	Pass
8	Ubah data diri pasien	Data pasien berubah	Pass

9	Lihat data riwayat kunjungan, data rekam medis, tindakan medis, data laboratorium, data radiologi, data resep obat, dan data dokumen medis(EKG)	Data riwayat kunjungan, data rekam medis, tindakan medis, data laboratorium, data radiologi, data resep obat, dan data dokumen medis(EKG) tampil	Pass
10	Tambah data riwayat kunjungan, data rekam medis, tindakan medis, data laboratorium, data radiologi, data resep obat, dan data dokumen medis(EKG)	<b>Benar:</b> Mengisi data dengan benar dan tersimpan <b>Salah:</b> Tidak mengisi data dengan benar	Pass
11	Ubah data riwayat kunjungan, data rekam medis, tindakan medis, data laboratorium, data radiologi, dan data resep obat	Data riwayat kunjungan, data rekam medis, tindakan medis, data laboratorium, data radiologi, dan data resep obat diubah	Pass
12	Hapus data riwayat kunjungan, data rekam medis, tindakan medis, data laboratorium, data radiologi, data resep obat, dan data dokumen medis(EKG)	Data riwayat kunjungan, data rekam medis, tindakan medis, data laboratorium, data radiologi, data resep obat, dan data dokumen medis(EKG) terhapus	Pass
13	Lihat <i>file</i> data riwayat kunjungan, data rekam medis, tindakan medis, data laboratorium, data radiologi, data resep obat, dan data dokumen medis(EKG)	<i>File</i> dapat terlihat	Pass

14	Lihat data jadwal praktik pada <i>appointment</i>	Data terlihat	Pass
15	Tambah data <i>appointment</i>	<b>Benar:</b> Mengisi data dengan benar dan tersimpan <b>Salah:</b> Tidak mengisi data dengan benar	Pass
16	Hapus data <i>appointment</i>	Data <i>appointment</i> terhapus	Pass
17	Lihat data <i>access link</i> rekam medis	Data <i>access link</i> tampil	Pass
18	Tambah data <i>access link</i> rekam medis	Data <i>access link</i> rekam medis berhasil ditambahkan	Pass
19	Ubah data <i>access link</i> rekam medis	<b>Benar:</b> Mengisi data dengan benar dan tersimpan <b>Salah:</b> Tidak mengisi data dengan benar	Pass
20	Hapus data <i>access link</i> rekam medis	Data <i>access link</i> terhapus	Pass
21	Bagikan <i>access link</i> rekam medis	Data <i>access link</i> tershare	Pass
Pengguna : Rumah sakit (Layanan Kesehatan)			
22	Lihat data dokter	Data dokter tampil	Pass
23	Tambah data dokter	<b>Benar:</b> Mengisi data dengan benar dan tersimpan <b>Salah:</b> Tidak mengisi data dengan benar	Pass
24	Ubah data dokter	Data dokter diubah	Pass
25	Hapus data dokter	Data dokter terhapus	Pass
26	Lihat data jadwal praktik	Data jadwal praktik tampil	Pass
27	Tambah data jadwal praktik	<b>Benar:</b> Mengisi data dengan benar dan tersimpan	Pass

		<b>Salah:</b> Tidak mengisi data dengan benar	
28	Ubah data jadwal praktik	Data jadwal praktik diubah	Pass
29	Hapus data jadwal praktik	Data jadwal praktik terhapus	Pass
30	Lihat data klinik	Data klinik tampil	Pass
31	Tambah data klinik	<b>Benar:</b> Mengisi data dengan benar dan tersimpan <b>Salah:</b> Tidak mengisi data dengan benar	Pass
32	Ubah data klinik	Data klinik diubah	Pass
33	Hapus data klinik	Data klinik terhapus	Pass
34	Lihat data appointment	Data appointment terlihat	Pass
35	Respon data appointment	Data appointment terespon	Pass
Pegguna : Admin			
36	Lihat halaman laporan dashboard	Data laporan dashboard tampil	Pass

### B. User Acceptance Testing (UAT)

*User Acceptance Testing* (UAT) ialah tingkat pengujian perangkat lunak dimana sistem diuji dengan tujuan untuk dapat diterima. Pengujian ini memastikan bahwa solusi dalam sistem berfungsi untuk pengguna [9]. Pengujian ini dilakukan oleh responden dengan mengisi kuesioner yang telah diberikan. Responden pengujian *user acceptance testing* berjumlah 10 responden, terdiri atas 1 responden adalah tenaga kesehatan yang menguji sistem sebagai pengguna faskes dan 9 responden lainnya adalah masyarakat umum untuk menguji sistem sebagai pengguna pasien. Kemudian, hasil dari pengisian kuesioner diukur dengan skala pengukuran yaitu skala *likert*. Skala *Likert* digunakan untuk menilai sikap, pandangan, dan persepsi seseorang atau kelompok tentang fenomena sosial [10]. Dengan skor 1-5, skala pengukuran *Likert* ini akan menentukan kelayakan. Keterangan mengenai pembagian skor dan kategori seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Skor dan Kategori Pengukuran data

Skor	Kategori
1	Sangat Tidak Layak
2	Tidak Layak
3	Cukup Layak
4	Layak
5	Sangat Layak

Selanjutnya dibuat skor kriteria ideal untuk masing-masing pertanyaan pada kuesioner. Setelah mendapatkan hasil dari skala ideal untuk masing-masing pertanyaan dan skala jawaban pada kuesioner, selanjutnya menentukan *rating scale*. *Rating scale* ini digunakan untuk menentukan sebuah kesimpulan kelayakan pada setiap pertanyaan.

$$\text{Skala Ideal} = \text{Nilai skala} \times \text{Jumlah responden}$$

Nilai dari perhitungan pada *rating scale* yang didapatkan dari penghitungan kemudian diubah menjadi bentuk persentase (%) [11]. Besarnya persentase dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$p = \frac{f}{n} \times 100\%$$

p = persentase

f = nilai total

n = nilai maksimal

Selanjutnya, dari lima kategori pada Tabel 2 dibuat skala, di mana skala ini dinilai dengan melihat posisi rentang bilangan pada *rating scale*. Oleh karena itu, keadaan maksimum yang diharapkan adalah 100%. Batas maksimum ini diatur sedemikian rupa, sehingga setiap kategori memiliki persentase antara 1% dan 100%, dibagi rata untuk membentuk kategori kelayakan sistem [12], seperti Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Kategori Kelayakan Sistem

No.	Kategori	Skor dalam Persentase
1	Sangat Layak	81%-100%
2	Layak	61%-80%
3	Cukup Layak	41%-60%
4	Tidak Layak	21%-40%
5	Sangat Tidak Layak	0%-20%

Berdasarkan penjelasan di atas, sehingga hasil kuesioner yang didapatkan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji *User Acceptance Testing* (UAT) Sistem Informasi DataRawat

No	Pertanyaan	Skala					Skor	%
		1	2	3	4	5		
1	Keseluruhan sistem secara umum				3	7	47	94
2	Tampilan sistem secara umum				5	5	45	90

3	Penempatan menu dan tampilan sekali lihat			2	1	7	45	90
4	Penempatan tombol dan penamaan menu		1		5	4	42	84
5	Fitur-fitur sistem dalam pengelolaan data				4	6	46	92
6	Pesan <i>error</i> yang muncul			1	4	5	44	88
7	Sistem memudahkan dalam pengelolaan seluruh data jenis rekam medis				4	6	46	92
8	Dapat menghapus, mengubah, melihat, dan menghapus data				2	8	48	96
9	Kemudahan penggunaan sistem secara umum				4	6	46	92

Berdasarkan hasil pengujian *user acceptance testing* yang telah dilakukan, untuk mengambil kesimpulan yaitu dengan menghitung rata-rata dari masing-masing butir pertanyaan. Hasil menunjukkan bahwa Sistem Informasi DataRawat mendapatkan hasil skala berkisar 42-48 dengan persentase 84%-96% sehingga masuk dalam kategori sangat layak digunakan.

## V. SIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan setelah dilakukan Pengembangan Sistem Informasi DataRawat adalah:

- Sistem Informasi DataRawat telah berhasil dikembangkan dari pengembangan sistem sebelumnya. Sistem informasi ini dapat memudahkan pasien dalam mengelola berbagai jenis rekam medis.

- Sistem Informasi DataRawat membantu tenaga medis melakukan pencatatan informasi riwayat kesehatan pasien yaitu dengan *sharing* data rekam medis yang ada pada sistem oleh pasien kepada pihak yang dikehendaki.
- Sistem Informasi DataRawat dapat mengelola data instansi medis seperti data dokter, data klinik, dan data jadwal praktik.
- Berdasarkan hasil pengujian, pada pengujian *black box* didapatkan hasil dengan *output* sesuai dengan *expected result*. Pengujian penerimaan pengguna (*user acceptance test*) didapatkan hasil skor berkisar 42-48 dengan persentase sebesar 84%-96%, sehingga sistem dikategorikan sangat layak untuk digunakan.

## REFERENSI

- [1] R. Menkes, "Permenkes RI No.269/MENKES/PER/III/2008 Tentang Rekam Medis," *Menteri Kesehatan*, 2008.
- [2] F. Hidayat, *Konsep Pengembangan Sistem Informasi Kesehatan*, Yogyakarta: Deepublish, 2020.
- [3] A. Lubis, *Basis Data Dasar*, Yogyakarta: Deepublish, 2016.
- [4] A. Kusumawardhani, "Peran Orang Tua Dalam Pengawasan Penggunaan Internet Pada Anak," *Abdikarya : Jurnal Karya Pengabdian Dosen dan Mahasiswa*, p. 234, Juli 2019.
- [5] G. Ramdhani, *Modul Pengenalan Internet*, 2003.
- [6] Y. Yudhanto dan H. A. Prasetyo, *Mudah Menguasai Framework Laravel*, Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2019.
- [7] P. E. P. Utomo, D. Setiawan dan R. H. Saputra, "Implementasi Sistem Pelayanan Jurusan Berbasis," *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, vol. Vol. 5 No. 6, pp. 887-896, 2022.
- [8] Sukanto, R. Ariani dan M. Shalahuddin, *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*, Bandung: Informatika, 2013.
- [9] A. Jauhari, D. R. Anamisa dan F. A. Muffaroha, *Rekayasa Perangkat Lunak*, Malang: MNC Publishing, 2019.
- [10] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif*, Bandung: Alfabeta, 2018.
- [11] D. P. Mandala dan A. Dewanto, "Uji Kelayakan Sistem Informasi Unit Kesehatan Sekolah Berbasis Website Di SMK Muhammadiyah 1 Bantul Dengan Faktor Kualitas McCall," *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, pp. 195-203, 2017.
- [12] S. Arikunto, *Evaluasi Program Pendidikan: Pedoman Teoritis Praktis Bagi Mahasiswa dan Praktisi Pendidikan.*, Jakarta: Bumi Aksara, 2008.

# Perancangan Antarmuka Aplikasi Pelaporan Kegiatan Harian Menggunakan Vue dengan Geolokasi *Real-Time* dan *Push Notifications*

Lucky Dewa Satria<sup>1</sup>, Dinar Nugroho Pratomo<sup>1,\*</sup>, Rona Nisa Sofia Amriza<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada;  
lucky.dewa.s@mail.ugm.ac.id

<sup>2</sup>National Taiwan University of Science and Technology

<sup>3</sup>Institut Teknologi Telkom Purwokerto;  
rona@ittelkom-pwt.ac.id

\*Korespondensi: dinar.nugroho.p@ugm.ac.id;

**Abstract** – The development of information technology is crucial in obtaining information quickly, accurately, and efficiently. In the Strategic Reserve Command of the Army (Kostrad), instant messaging-based social media is used to support communication and coordination among personnel in defense and security operations. However, the use of instant messaging-based social media has limitations in terms of coordination, such as personnel tracking and centralization of activity reports. This can disrupt the team coordination process and lead to the dissemination of inaccurate information. Based on these issues, there is a need for the development of an application that can be used by the Brigade Commander and staff of the Strategic Reserve Command of the Army (Kostrad) to achieve fast, accurate, and efficient communication. This application aims to improve the effectiveness of daily activity reporting and provide real-time location information of personnel in the reports. The system is built using the Vue framework, utilizing geolocation features, and push notifications to receive real-time location information. The research results have led to the development of a daily activity reporting information system using Vue with real-time geolocation and push notification features. This system brings benefits in terms of centralizing activity reports and providing real-time location information. Moreover, the system can deliver immediate announcements to personnel in the field, thereby enhancing communication and coordination among personnel within the operation.

**Keywords** – Daily activity reporting, Geolocation, Vue

**Intisari** – Perkembangan teknologi informasi sangat penting dalam mendapatkan informasi secara cepat, akurat, dan efisien. Di Komando Cadangan Strategis Angkatan Darat (Kostrad), media sosial berbasis pesan instan digunakan untuk mendukung komunikasi dan koordinasi antara personel di lapangan dalam operasi pertahanan dan keamanan. Namun, penggunaan media sosial tersebut memiliki kekurangan dalam hal koordinasi, seperti pelacakan personel dan sentralisasi laporan kegiatan. Hal ini dapat mengganggu proses koordinasi tim dan menyebabkan penyebaran informasi yang salah. Dari permasalahan tersebut, diperlukan pengembangan aplikasi yang dapat digunakan oleh Komandan Brigadir dan staf Komando Cadangan Strategis Angkatan Darat (Kostrad) guna memperoleh komunikasi yang cepat, akurat, dan efisien. Aplikasi ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pelaporan kegiatan harian, serta memberikan informasi lokasi personel secara *real-time* dalam laporan tersebut. Sistem ini dibangun dengan menggunakan *framework* Vue, memanfaatkan fitur geolokasi, dan *push-notification* untuk menerima informasi lokasi personel secara *real-time*. Hasil penelitian yang telah dilakukan menghasilkan sebuah sistem informasi pelaporan kegiatan harian menggunakan Vue dengan fitur geolokasi *real-time* dan *push notifications*. Sistem ini memiliki manfaat dalam sentralisasi laporan kegiatan dan memberikan kemampuan untuk melihat lokasi personel secara *real-time*. Selain itu, sistem ini juga dapat memberikan pengumuman langsung kepada personel yang berada di lapangan, sehingga memperkuat komunikasi dan koordinasi antara personel di dalam operasi.

**Kata kunci** – Pelaporan kegiatan harian, Geolokasi, Vue

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi adalah suatu hal yang sangat penting yang dapat digunakan sebagai sebuah sistem terkomputerisasi yang diharapkan dapat membantu kemudahan untuk mendapatkan informasi dengan cepat, akurat, dan efisien [1]. Pada Komando Cadangan Strategis Angkatan Darat (Kostrad), untuk menyukseskan penyelenggaraan operasi pertahanan dan keamanan, dibutuhkan komunikasi dan koordinasi yang baik antara personel di lapangan, yang didukung oleh media komunikasi yang efektif dan efisien. Oleh karena itu, satuan Brigade Infanteri Raider 20/Ima Jaya Keramo, yang berada di bawah satuan Divisi Infanteri 3/Kostrad, telah menggunakan media sosial berbasis pesan instan untuk mendukung komunikasi. Namun, penggunaan media sosial berbasis pesan instan memiliki beberapa kekurangan dalam melakukan koordinasi

pada operasi, seperti pelacakan personel dan sentralisasi laporan kegiatan [2]. Oleh karena itu, tidak mengherankan jika penggunaan media sosial berbasis pesan instan dapat mengganggu proses koordinasi pada tim dan meningkatkan penyebaran informasi yang salah.

Pada Komando Cadangan Strategis Angkatan Darat (Kostrad) pelaporan kegiatan harian masih dilakukan dengan cara mengirimkan pesan melalui media sosial. Pesan yang dikirimkan masing-masing personel yang sedang bertugas berupa laporan kegiatan harian, dikirimkan melalui *Whatsapp*. Laporan tersebut akan dikirimkan kepada masing-masing Komandan Pasukan yang selanjutnya akan dikumpulkan untuk menjadi laporan yang akan diteruskan ke Komandan Brigadir. Namun, dengan cara tersebut sangatlah kurang efektif dilakukan karena pesan yang dikirimkan melalui *Whatsapp* sangatlah tidak terstruktur dan juga

terkadang laporan yang disampaikan memerlukan penanganan yang membutuhkan waktu lama. Serta, Komandan Brigadir tidak dapat melihat di mana lokasi personel ketika laporan tersebut dibuat. Permasalahan yang telah diuraikan tersebut penulis menyarankan agar memanfaatkan perkembangan teknologi yang ada saat ini. Teknologi yang diperlukan yaitu sebuah aplikasi yang dapat menampilkan laporan serta lokasi personel secara *real-time*. Teknologi pengembangan antarmuka terkini seperti vue juga dapat membantu membuat antarmuka aplikasi menjadi lebih interaktif. Aplikasi tersebut dapat digunakan untuk Komandan Brigadir dan staf Komando Cadangan Strategis Angkatan Darat (Kostrad) melakukan komunikasi dengan personel lapangan, secara cepat, akurat, dan efisien.

## II. DASAR TEORI

### A. Frontend

*Frontend* merujuk pada bagian klien dari aplikasi perangkat lunak atau situs web. Ini mencakup desain visual, elemen antarmuka pengguna, dan pengalaman pengguna (UI/UX) yang dilihat dan diinteraksi oleh pengguna. Pengembangan *frontend* menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript untuk merancang tata letak dan fungsionalitas antarmuka pengguna. Ini melibatkan kerangka kerja seperti React, Angular, dan Vue.js untuk membangun antarmuka pengguna yang kompleks. Pengembangan *frontend* bertujuan menciptakan antarmuka yang ramah pengguna dan menarik secara visual bagi pengguna [3].

### B. Single Page Application (SPA)

*Single Page Application* (SPA) adalah aplikasi web satu halaman yang responsif. Dengan menggunakan JavaScript, HTML, dan CSS, SPA memperbarui halaman secara dinamis tanpa memuat ulang seluruh halaman. SPA berinteraksi dengan server melalui web API untuk mengambil dan menyimpan data. Keuntungan SPA termasuk waktu muat halaman cepat, interaksi pengguna mulus, dan aplikasi web yang interaktif seperti aplikasi *native*. Namun, mereka memerlukan *coding* kompleks dan perhatian khusus terhadap SEO dibandingkan aplikasi web Multi-halaman tradisional [4].

### C. JavaScript

JavaScript adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang memberikan efek interaktif pada halaman web. Dapat menambah perilaku seperti validasi *input*, animasi, dan penanganan acara. JavaScript dieksekusi di sisi klien, membuatnya populer untuk aplikasi web interaktif. Juga digunakan di sisi server dengan Node.js untuk aplikasi *full-stack* menggunakan satu bahasa [3].

### D. Vue

Vue adalah kerangka kerja JavaScript untuk antarmuka pengguna. Menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript, Vue menggunakan model deklaratif dan berbasis komponen untuk membangun antarmuka pengguna dengan efisien [5]. Vue dalam proyek ini digunakan sebagai dasar pengembangan aplikasi.

### E. Push Notification

*Push notification* adalah pesan dari server ke perangkat pengguna, seperti *smartphone* atau tablet, bahkan saat aplikasi tidak digunakan. Ini memberi tahu pengguna tentang pembaruan, pesan, atau peristiwa penting. Muncul sebagai *banner*, *pop-up*, atau *alert*, notifikasi *push* dapat disesuaikan dengan teks, gambar, atau media lainnya. Mereka juga interaktif, memungkinkan tindakan dalam aplikasi [6].

### F. Firebase Cloud Messaging (FCM)

FCM adalah *Firebase Cloud Messaging*, solusi pesan berbasis *cloud* dari Google. Memungkinkan pengembang mengirim pemberitahuan ke perangkat seluler, aplikasi web, dan server. Dukung Android, iOS, dan menyediakan pengiriman pesan *real-time* yang andal dan *scalable*. FCM memungkinkan pemberitahuan yang ditargetkan, pesan kelompok, dan penyesuaian berdasarkan preferensi pengguna. Fitur analisis dan pelaporan juga disediakan [6].

### G. Application Programming Interface (API)

API (*Application Programming Interface*) adalah kumpulan protokol dan alat yang memungkinkan komunikasi dan interaksi antara aplikasi perangkat lunak. API mendefinisikan aturan untuk mengakses dan memanipulasi data atau layanan, memungkinkan integrasi yang mulus dan interoperabilitas antara sistem yang berbeda. API bertindak sebagai perantara antara aplikasi, memfasilitasi pertukaran data atau fungsionalitas [7].

### H. Unified Modeling Language (UML)

*Unified Modeling Language* (UML) adalah bahasa grafis standar untuk memvisualisasikan, menentukan spesifikasi, membangun, dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak. Digunakan untuk analisis dan desain berorientasi objek, UML memungkinkan pengembang untuk berkomunikasi dan memahami sistem kompleks melalui diagram kelas, diagram kasus penggunaan, dan diagram aktivitas. UML digunakan luas dalam rekayasa perangkat lunak untuk memfasilitasi komunikasi dan kolaborasi antara pengembang dan pemangku kepentingan, serta memastikan kualitas dan pemeliharaan sistem perangkat lunak [8].

### I. Performance Testing

Pengujian kinerja adalah jenis pengujian perangkat lunak yang dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana sistem dapat berperforma dan stabil dalam beban kerja tertentu. Pengujian ini membantu mengidentifikasi masalah kinerja atau bottleneck dalam sistem dan memastikan bahwa sistem memenuhi kriteria kinerja yang dibutuhkan. Pengujian kinerja biasanya dilakukan sebelum dan setelah optimasi program untuk mengukur perubahan kinerja. Tujuannya adalah untuk menemukan kasus peningkatan atau penurunan kinerja untuk menghindari optimasi yang salah [9].

### J. Alpha Testing

Pengujian alpha merupakan jenis pengujian yang dilakukan oleh pengguna/pelanggan potensial atau tim pengujian independen di lokasi pengembang. Pengujian ini



dapat dianggap sebagai bentuk pengujian penerimaan internal sebelum perangkat lunak masuk ke pengujian beta. Pengujian alpha sering digunakan untuk perangkat lunak jadi guna memastikan bahwa aplikasi bebas dari kesalahan/bug sebelum diluncurkan ke pasar [10].

### III. METODOLOGI

Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi masalah, studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan proses, dan struktur menu, hingga implementasi sistem.

#### A. Analisis Pengguna Sistem

Sistem pelaporan harian menggunakan Vue dengan geolokasi *real-time* dan *push notifications*. Hanya administrator yang dapat mengakses sistem. Administrator bertanggung jawab mengelola pengguna dan wilayah, seperti menambah atau menghapus anggota, serta memeriksa data anggota. Administrator juga memantau laporan dan lokasi yang dilaporkan oleh setiap anggota (Kutipan pendek: Sistem pelaporan harian dengan Vue, administrator tunggal, *push notifications*, dan geolokasi *real-time*).

#### B. Analisis Kebutuhan Data

Analisis kebutuhan data yang diperlukan pada perancangan sistem informasi pelaporan kegiatan harian menggunakan Vue dengan geolokasi *real-time* dan *push notifications*, teridentifikasi beberapa jenis data yang dibutuhkan sebagai berikut:

- 1) Data wilayah yang berisi informasi mengenai nama wilayah, tipe wilayah, provinsi, kota, kecamatan, kelurahan, alamat, koordinat, status, dan foto wilayah tersebut.
- 2) Data anggota yang terdiri atas informasi mengenai nama anggota, Nomor Registrasi Pusat (NRP) atau Nomor Induk Kependudukan (NIK), nomor telepon, email, jabatan, wilayah, *role*, status, dan foto anggota.
- 3) Data laporan yang mencakup informasi mengenai isi laporan, lampiran, koordinat, waktu laporan, dan pelapor.
- 4) Data pengumuman yang berisi informasi mengenai isi pengumuman, judul pengumuman, dan keterangan apakah pengumuman tersebut akan disimpan sebagai *template*.
- 5) Analisis kebutuhan fungsional.

Analisis kebutuhan fungsional dilakukan untuk menentukan fungsionalitas apa saja yang dapat administrator lakukan pada sistem ini. Adapun beberapa fungsionalitas yang dapat dilakukan oleh administrator adalah sebagai berikut:

- 1) Administrator dapat melakukan pengelolaan terhadap data wilayah, yang meliputi penambahan, penghapusan, dan pengubahan data.
- 2) Administrator dapat melakukan pengelolaan terhadap data anggota, yang meliputi penambahan, penghapusan, pengubahan data dan mengatur ulang kata sandi anggota.

- 3) Administrator dapat melakukan pengelolaan terhadap data pengumuman, yang meliputi penambahan, penghapusan, dan pengubahan data.
- 4) Administrator dapat melihat laporan yang dihasilkan oleh anggota.
- 5) Administrator dapat melihat sebaran lokasi anggota dalam bentuk peta (*maps*).
- 6) Administrator dapat melihat *dashboard*

#### C. Analisis Kebutuhan Non-fungsional

Analisis kebutuhan non-fungsional dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem selain kebutuhan fungsional atau kebutuhan pendukung sistem. Berikut kebutuhan non-fungsional pada sistem ini:

- 1) Sistem ini dirancang berbasis *website* sehingga dapat diakses secara *online*.
- 2) Sistem minimal dapat diakses melalui browser Google Chrome agar pengguna dapat memanfaatkan sistem dengan optimal.
- 3) Sistem memerlukan akses internet agar dapat digunakan dan berfungsi dengan baik.
- 4) Sistem ini menggunakan *framework* Vue sebagai dasar pengembangan aplikasinya.
- 5) Sistem harus mampu beradaptasi dengan berbagai ukuran layar yang berbeda agar pengguna dapat mengakses sistem dengan mudah.
- 6) Pengguna harus melakukan *login* sebelum mengakses *website* untuk menjamin keamanan dan kerahasiaan data pengguna.
- 7) Sistem dapat melakukan pengecekan saat pengguna melakukan *input* data untuk memastikan data yang dimasukkan sesuai dengan kebutuhan sistem serta dapat mendeteksi apabila terdapat data yang kosong atau kurang lengkap.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

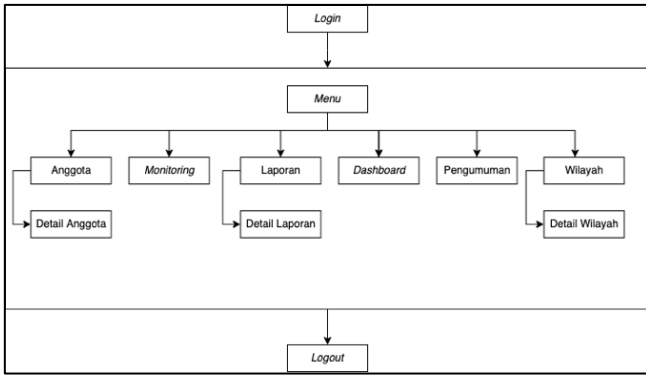
Langkah analisis dilakukan sebelum memulai pengembangan untuk mengidentifikasi masalah yang ada dalam aplikasi dan menetapkan kebutuhan yang harus dipenuhi selama proses pengembangan.

#### A. Struktur Menu

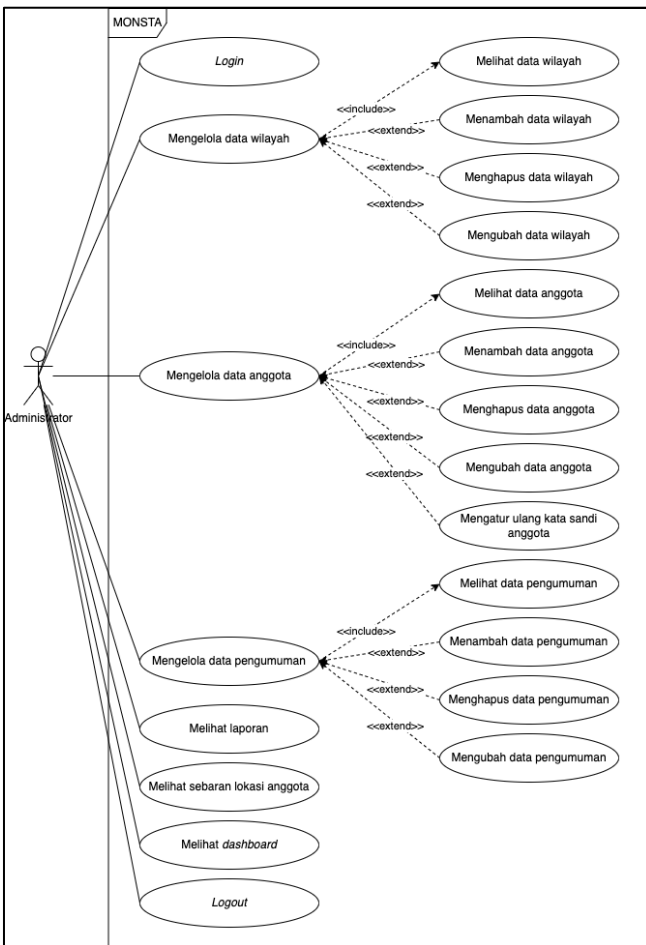
Aplikasi ini akan diaplikasikan pada lingkup informasi dan teknologi sebagai sistem informasi pelaporan kegiatan harian menggunakan Vue dengan geolokasi *real-time* dan *push notifications*. Penggambaran fitur pada sistem yang terdapat pada sistem ditunjukkan struktur menu yang ada pada Gambar 1.

#### B. Perancangan Proses

Perancangan proses akan menjelaskan tahapan alur dalam aplikasi. Perancangan proses ini akan diilustrasikan dengan menggunakan diagram *use case* yang terlihat pada Gambar 2. Diagram *use case* tersebut akan menjelaskan fitur-fitur yang dapat diakses oleh Admin.



Gambar 1. Struktur menu



Gambar 2. Use case diagram

C. Spesifikasi Lingkungan Pengembangan

Dalam konteks pengembangan aplikasi, akan digunakan spesifikasi perangkat lunak sebagai berikut:

- Ubuntu versi 22.04 LTS sebagai sistem operasi
- HTML, CSS, Javascript ES 6 sebagai bahasa pemrograman pembangun
- Vue versi 2.7 sebagai *frontend framework* yang digunakan
- Vuetify versi 2.4 sebagai *Component library* Vue
- Node.js versi 16.19.1 sebagai *JavaScript runtime*

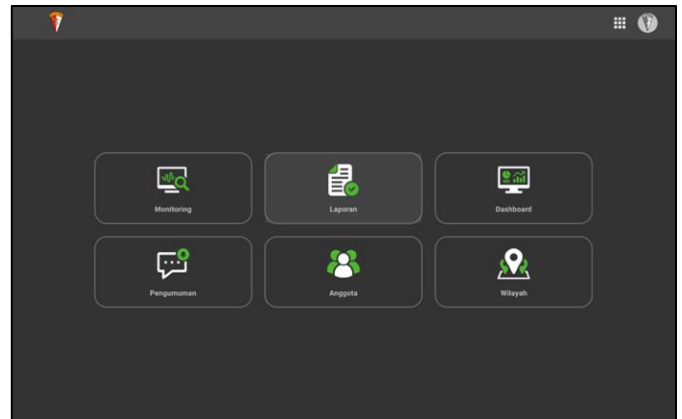
- Figma sebagai perancang antarmuka
- Visual Studio Code sebagai *text editor*
- Google Chrome sebagai web browser

Dalam Implementasi sistem informasi akan melibatkan penggunaan perangkat keras berikut ini:

- *Processor*: 2 VCPU Intel Xeon
- *RAM*: 2 GB
- *SSD*: 30 GB
- *Monitor*: LCD 15.6"
- *Keyboard*
- *Mouse*

D. Implementasi Sistem

Implementasi sistem informasi pelaporan kegiatan harian, Vue digunakan dengan fitur geolokasi *real-time* dan *push notifications* yang dioperasikan oleh administrator. Tampilan halaman utama sistem dapat dilihat pada Gambar 3. Halaman tersebut akan menampilkan menu yang dapat diakses oleh administrator.



Gambar 3. Tampilan Halaman Menu

E. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dan memverifikasi kemampuan sistem dalam menjalankan fungsinya dengan baik. Pengujian dalam penelitian ini difokuskan pada pengujian fungsionalitas sistem dengan menerapkan metode *Alpha Testing* dan *Performance Testing*.

1) Pengujian *Alpha Testing*.

Pengujian *Alpha Testing* merupakan tahapan awal pengecekan, di mana perangkat lunak yang sedang diuji telah selesai dibuat dan memiliki fitur yang sesuai dengan tujuannya. Pengujian ini bertujuan untuk mengecek kesesuaian sistem yang dibuat dengan ketentuan yang telah ditetapkan, serta mendeteksi kesalahan atau *bug* pada sistem yang mungkin berpotensi menyebabkan *error* atau *crash*. Umumnya, pengujian *Alpha Testing* dilakukan oleh pihak pengembang.

Dalam pengujian sistem, dilakukan serangkaian skenario yang mencakup *login*, akses halaman menu, wilayah, anggota, pengumuman, *dashboard*, *monitoring*, laporan, dan detail laporan. Setiap skenario memiliki hasil yang

diharapkan, seperti berhasil masuk ke halaman menu setelah login, menampilkan halaman-halaman terkait, serta mampu menambah, mengubah, dan menghapus data pada wilayah, anggota, dan pengumuman. Dari pengujian ini menunjukkan bahwa sistem informasi pelaporan kegiatan harian menggunakan Vue dengan geolokasi *real-time* dan *push notifications* dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan memberikan respons yang diharapkan.

## 2) Pengujian *Performance Testing*.

Pengujian dilakukan dengan mempertimbangkan tiga parameter: kinerja, aksesibilitas, dan praktik terbaik menggunakan *Lighthouse*. *Lighthouse* adalah alat pengukuran dan audit untuk menguji kualitas laman web. Parameter kinerja mengukur kecepatan dan efisiensi respons laman web. Parameter aksesibilitas menilai kemampuan laman web diakses oleh pengguna dengan kondisi khusus. Parameter praktik terbaik mengevaluasi penerapan standar terbaik dalam pembuatan laman web, seperti penggunaan protokol HTTPS dan kode yang efisien.

Hasil *performance testing* akan memaparkan hasil performa pengujian yang dilakukan oleh *lighthouse* berdasarkan daftar halaman yang telah dibuat. Pengujian dilakukan oleh penulis secara internal dengan menggunakan *server production*. Pengujian menggunakan *lighthouse* akan menampilkan hasil dengan rentang nilai 0-49 buruk, 50-89 cukup, dan 90-100 baik. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil *performance testing*

No	Halaman	Parameter		
		<i>Performance</i>	<i>Accessibility</i>	<i>Best Practice</i>
1	Halaman Login	92	97	92
2	Halaman Menu	81	87	83
3	Halaman Wilayah	88	79	83
4	Halaman Anggota	93	87	83
5	Halaman Pengumuman	85	87	83
6	Halaman Monitoring	83	80	75
7	Halaman Dashboard	86	89	83
8	Halaman Laporan	89	86	83
9	Halaman Detail Laporan	86	86	75

Meninjau dari hasil pengujian performa yang telah dilakukan, jika dilakukan kalkulasi rerata nilai hasil pengujian maka didapatkan aplikasi memiliki nilai rata - rata 87 untuk *performance*, 86 untuk *accessibility*, dan 82 untuk *best practice*. Hal ini menunjukkan Sistem Informasi Pelaporan Kegiatan Harian Menggunakan Vue Dengan Geolokasi *Real-Time* dan *Push Notifications* memiliki performa yang sangat baik untuk diakses oleh admin.

## V. SIMPULAN

Sistem Informasi Pelaporan Kegiatan Harian Menggunakan Vue Dengan Geolokasi *Real-Time* dan *Push Notifications* berhasil dikembangkan dan diuji. Kesimpulan diambil dari menjawab rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya. Kesimpulan yang bisa diambil antara lain:

- Sistem Informasi Pelaporan Kegiatan Harian Menggunakan Vue Dengan Geolokasi *Real-Time* dan *Push Notifications* berhasil dibangun dan dapat berjalan dengan baik.
- Sistem Informasi Pelaporan Kegiatan Harian Menggunakan Vue Dengan Geolokasi *Real-Time* dan *Push Notifications* telah berhasil dibangun untuk Komandan Brigadir dan staf Komando Cadangan Strategis Angkatan Darat (Kostrad) agar memperoleh komunikasi yang cepat, akurat, dan efisien.
- Berdasarkan hasil pengujian admin, secara keseluruhan sistem ini meningkatkan efektivitas *monitoring* anggota.

## REFERENSI

- [1] T. Sugihartono *et al.*, "Rancang Bangun Aplikasi Pelaporan Kerusakan Sarana dan Prasarana Fasilitas Mahasiswa Berbasis Android," 2021.
- [2] F. Mahardika and Y. Hidayatul Akbar, "Penerapan Metode Prototype Dalam Perancangan Aplikasi E-Lapor Bencana Bpbd Sumedang Berbasis Android," *Jurnal Infotekmesin*, vol. 10, no. 01, 2019.
- [3] M. Godbolt, *Frontend Architecture for Design Systems: A Modern Blueprint for Scalable and Sustainable Websites*, 1st ed. O'Reilly Media, 2016.
- [4] M. Kaluža, K. Troskot, and B. Vukelić, "Comparison of Front-End Frameworks for Web Applications Development," vol. 6, no. 1, pp. 261–282, 2018.
- [5] "Introduction." Accessed: Mar. 12, 2023. [Online]. Available: <https://vuejs.org/guide/introduction.html#what-is-vue>
- [6] M. A. Mokar, S. O. Fageeri, and S. E. Fattoh, "Using Firebase Cloud Messaging to Control Mobile Applications," 2019, doi: 10.1109/ICCCEEE46830.2019.9071008.
- [7] "What is an Application Programming Interface (API) | IBM." Accessed: Mar. 13, 2023. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/topics/api>

- [8] M. Prihandoyo, "Unified Modeling Language (UML) Model Untuk Pengembangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*, vol. 3, Jan. 2018.
- [9] "Software testing." Accessed: Nov. 24, 2023. [Online]. Available: <https://pvs-studio.com/en/blog/terms/0093/>
- [10] "Alpha Testing vs Beta Testing." Accessed: Nov. 24, 2023. [Online]. Available: <https://www.practitest.com/resource-center/article/alpha-testing-vs-beta-testing/>

# Analisis QoS pada Implementasi MPLS Traffic Engineering-Diffserv untuk Layanan Video Streaming

Rosania Satya Pratiwi<sup>1</sup>, Unan Yusmaniar Oktiawati<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada;  
satyapратиwi1@gmail.com

\*Korespondensi: unan\_yusmaniar@ugm.ac.id;

**Abstract** – *The development of Internet use in Indonesia is currently experiencing a rapid increase. Judging from the increase in the number of Internet users then indirectly the features and services provided also develop. One such feature is the video and audio service. Video and audio services are included in the streaming multimedia service. The rapid and diverse exchange of information is the reason that video file types are more enjoyed because it already contains mobile and audio image information. But there are some problems that affect the performance of streaming videos, such as slow transmission rates, so it is necessary to have good QoS (Quality of Service) on the streaming side of the server. Thus developed a network of MPLS Traffic Engineering that combines the Differentiated Service method to answer the problem. In this research, implemented MPLS TE Network and MPLS TE Diffserv Test Network is conducted on video streaming service. The results of the study were obtained that the delay value, jitter, throughput and packet loss were improved after adding the Differentiated Service method. For delay values ranging in the range of 150 MS, the throughput range ranges from the range of 55000 bits/s to 56000 bits/s, the standard value of jitter deviation in the range of 300 ms and for 0% packet loss.*

**Keywords:** MPLS Traffic Engineering, Video Streaming, Differentiated Service, QoS

**Intisari** – Perkembangan penggunaan internet di Indonesia saat ini mengalami peningkatan yang sangat pesat. Dilihat dari peningkatan jumlah pengguna internet tersebut, maka secara tidak langsung fitur dan layanan yang disediakan turut berkembang. Salah satu fitur tersebut adalah layanan video dan audio. Layanan video dan audio termasuk dalam layanan multimedia *streaming*. Pertukaran informasi yang begitu cepat dan beragam menjadi alasan bahwa jenis file video lebih banyak dinikmati karena sudah mengandung informasi gambar bergerak dan audio. Namun, terdapat beberapa permasalahan yang mempengaruhi performansi dari video *streaming*, seperti laju transmisi yang lambat, sehingga diperlukan QoS (*Quality of Service*) yang baik pada sisi *streaming server*. Maka dari itu, dikembangkan sebuah jaringan MPLS Traffic Engineering yang menggabungkan metode *Differentiated Service* untuk menjawab permasalahan tersebut. Pada penelitian ini diimplementasikan jaringan MPLS TE dan jaringan MPLS TE Diffserv pengujian dilakukan pada layanan video *streaming*. Hasil dari penelitian didapatkan bahwa nilai *delay*, *jitter*, *throughput* dan *packet loss* mengalami perbaikan setelah ditambahkan metode *Differentiated Service*. Untuk nilai *delay* berkisar pada rentang 150 ms, nilai *throughput* berkisar pada rentang 55000 bits/s hingga 56000 bits/s, nilai standar deviasi *jitter* pada rentang 300 ms dan untuk *packet loss* 0%.

**Kata kunci :** MPLS Traffic Engineering, Video Streaming, Differentiated Service, QoS

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan penggunaan internet di Indonesia saat ini mengalami peningkatan yang sangat pesat. Menurut survei yang dilakukan oleh *Internet Live Stats*, pada Tahun 2014 pengguna internet berjumlah 43.613.549, selanjutnya pada Tahun 2015 mengalami penambahan yang cukup pesat menjadi 50.004.175 dan masih mengalami peningkatan di Tahun 2016 menjadi 53.236.719. Dilihat dari peningkatan jumlah pengguna internet tersebut, maka secara tidak langsung fitur dan layanan yang disediakan turut berkembang. Salah satu fitur tersebut adalah layanan video dan audio.

Layanan video dan audio termasuk dalam *multimedia streaming*. *Multimedia streaming* menggunakan media video, sebagai cara penyampaian konten informasi yang lebih unggul dibandingkan dengan media teks atau suara. Keunggulan dari media video bila dibandingkan dengan media teks atau suara yaitu informasi yang disampaikan lebih mudah dimengerti oleh *user*, karena informasi disajikan dalam bentuk *audio visual* [1]. Salah satu jenis *multimedia streaming* yang mulai populer di kalangan masyarakat adalah *video streaming*. Pertukaran informasi yang begitu cepat dan

beragam menjadi alasan bahwa jenis file video lebih banyak dinikmati karena sudah mengandung informasi gambar bergerak dan audio. Namun, terdapat beberapa permasalahan yang mempengaruhi performansi dari *video streaming*, seperti laju transmisi yang lambat, sehingga diperlukan QoS (*Quality of Service*) yang baik pada sisi *streaming server*.

Untuk mengatasi masalah tersebut dibangunlah sebuah jaringan berbasis MPLS (*Multi Protocol Label Switching*). MPLS digunakan untuk meningkatkan performansi jaringan dengan menyederhanakan *routing* paket dan mengoptimalkan pemilihan jalur (*path*) yang melalui *core network*. Namun, jaringan ini memiliki kendala yaitu tidak dapat memperhatikan kondisi jaringan apabila terjadi kongesti atau kegagalan *link*. Sehingga, apabila hal itu terjadi, maka tidak ada sebuah mekanisme untuk pengalihan jalur. Untuk menambah kehandalannya, diterapkan rekayasa trafik pada MPLS yang disebut MPLS-TE (*Multi Protocol Label Switching-Traffic Engineering*). Rekayasa trafik ini mampu menentukan secara manual jalur yang akan digunakan trafik, sehingga mampu mengatasi kongesti.

Untuk menjaga stabilitas jaringan akan ditambahkan metode QoS yaitu *Differentiated Service* yang dapat

digunakan untuk membedakan perlakuan terhadap paket sesuai dengan jenis layanannya.

Maka dari itu, akan dilakukan implementasi dan analisis MPLS *Traffic Engineering* dan *Differentiated Service* pada layanan *video streaming* untuk menguji kualitas jaringan berdasarkan nilai QoS khususnya *delay*, *throughput*, *jitter* dan *packet loss*.

## II. DASAR TEORI

Penelitian terkait nilai QoS pada layanan multimedia dari jaringan yang dibangun oleh MPLS-TE dengan metode *Fast Reroute* dan *DiffServ* berbasis *server* OpenIMSCore. Latar belakang dari penelitian ini adalah karena perkembangan teknologi telekomunikasi yang meningkat berdampak pada kebutuhan multimedia yang juga meningkat. Terdapat teknologi *ip multimedia sub-system* yaitu *platform* penyedia layanan multimedia pada jaringan berbasis internet protokol. Masalah atau kendala utama dari teknologi ini adalah performansi dan kualitas jaringan. Beberapa metode untuk mengatasi kendala performa dan kualitas jaringan yaitu menggunakan MPLS (*Multi Protocol Label Switching*) yang hadir untuk meningkatkan performansi jaringan dengan menyederhanakan *routing* paket dan mengoptimalkan pemilihan jalur (*path*) yang melalui *core network* [2].

Komunikasi mengalami kemajuan dengan mengarahkan semua teknologi agar berbasis IP (*Internet Protokol*). Teknologi ini akan membuat pengguna mampu berhubungan jarak jauh dengan kualitas standar, namun memiliki harga murah. Namun, teknologi IP ini mempunyai kelemahan yaitu rentan terhadap *delay* dan *packet loss*, sementara komunikasi yang melaluinya seperti komunikasi suara dan video memerlukan reliabilitas tinggi dan dilakukan secara *real-time*. Pada penelitian ini akan diuji kelayakan layanan suara dan video yang menggunakan jaringan berbasis IP. Jaringan berbasis IP ini dirancang dengan menggunakan teknologi MPLS-TE (*Multi-Protocol Label Switching-Traffic Engineering*) [3][4][5].

Aplikasi berbasis jaringan internet secara *real-time* seperti VoIP dan *Video Conferencing* sangat sensitif terhadap gangguan berupa ketersediaan *bandwidth*, masalah *delay*, *packet loss* dan *jitter*. VoIP dan *Video Conferencing* yang memiliki variasi data trafik sehingga diperlukan perlakuan khusus. Selain itu berdasarkan *Internet Telecommunication Union* (ITU) bahwa penggunaan VoIP dan

*Video Conferencing* mengalami peningkatan pengguna. Masalah utama yang turut mengikuti hal tersebut adalah fakta bahwa aplikasi tersebut sangat rentan terhadap *packet loss* dan *delay* sehingga dibutuhkan adanya jaringan yang mendukung QOS untuk menjamin minimnya kendala *packet loss* dan *delay*. Salah satu jaringan yang dapat diterapkan adalah jaringan yang menggunakan metode *DiffServ* dan MPLS, dengan *DiffServ* maka aplikasi dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis layanannya untuk menentukan prioritas dari paket-paket tersebut [6][7]. Penelitian sebelumnya sudah menyampaikan tentang pengaruh jaringan MPLS pada

*Quality of Service* (QoS) dalam skenario manajemen *bandwidth* [8].

Dalam penelitian lain, jika jalur transmisi tidak memiliki *bandwidth* yang memadai, maka pendekatan *DiffServ* tidak memenuhi persyaratan QoS yang ditargetkan [9]. Label pada paket dapat mengurangi *traffic engineering*, karena proses *routing* lebih efisien [10]. *DiffServ* memungkinkan untuk layanan berbasis internet [11][12]. *DiffServ* memberikan klasifikasi dan prioritas pada setiap trafik, tergantung pada jenis prioritas [13]. Simulasi integrasi MPLS dan *DiffServ* dengan GNS3 sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya [14][15]. Selanjutnya, implementasi integrasi MPLS dan *DiffServ* dilakukan dan dilakukan analisis QoS-nya.

## III. METODOLOGI

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam proyek akhir ini diawali dengan perancangan topologi jaringan MPLS *Traffic Engineering* lalu dilanjutkan dengan instalasi VLC Media Player pada sisi *Server* dan *Client*. Selanjutnya, akan dikonfigurasi jaringan MPLS TE sebagai *core network*. Lalu, masuk pada skenario apabila jaringan menggunakan MPLS TE saja, maka akan diambil data ketika trafik normal dan ketika trafik dialiri tambahan. Apabila jaringan menggunakan tambahan metode *DiffServ*, maka akan dikonfigurasi *differentiated service*, lalu pengambilan data pada trafik normal dan trafik dialiri tambahan. Dari hasil data dibandingkan satu sama lain.

Dalam melaksanakan penelitian ini, terdapat beberapa perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan guna menunjang penelitian yang dilakukan. Adapun beberapa perangkat tersebut diantaranya sebagai berikut. Perangkat Keras yang digunakan meliputi dua (2) PC/Laptop, tiga (3) Mikrotik RB750, satu (1) Mikrotik RB751, delapan (8) Kabel LAN, dan empat (4) Adaptor. Sementara, perangkat lunak yang dilibatkan antara lain adalah Sistem Operasi Windows 10, Winbox, VLC Media Player, Iperf dan Wireshark

Konfigurasi MPLS TE dan *DiffServ* dilakukan sebagai berikut. Konfigurasi dimulai dengan memberikan alamat ip pada *interface router* yang akan digunakan. Selanjutnya, diimplementasikan *routing* dinamis menggunakan protokol *Open Source Path First* (OSPF). OSPF akan menyampaikan informasi *routing* antar *router*. Konfigurasi OSPF dilengkapi dengan *loopback* dan *reachability* pada setiap *router*. Setelah konfigurasi OSPF berjalan, dilanjutkan dengan mengkonfigurasi MPLS. MPLS akan dikonfigurasi pada 4 *router* utama yaitu R1, R2, R3 dan R4. Untuk mengimplementasikan MPLS maka harus dikonfigurasi *Label Distribution Protocol* (LDP), LDP adalah protokol yang ada pada MPLS yang memungkinkan untuk memberikan *labeling* pada setiap *router* secara dinamis. Pada konfigurasi LDP, ada konfigurasi *label switching router* (*lsp-id*) dan juga ada *transport address*. *LSR-ID* yang memungkinkan sebuah *router* memiliki identitas untuk *label* dalam MPLS sendiri. *Transport address*, yang berguna sebagai identitas sebuah *router* ketika *router* tersebut ingin mengirimkan data kepada *LDP Neighbor*.

Ketika sebuah *router* mengirimkan sebuah paket kepada *LDP neighbors*, maka *LDP neighbors* akan melihat paket tersebut dan membaca dari mana paket tersebut berasal. Untuk penggunaan *LSR-ID* dan juga *transport address*, biasanya keduanya menggunakan *loopback* yang ada pada *router*. Konfigurasi *LDP* dapat dilihat pada Gambar 1.

```
[admin@R1] > /mpls ldp
[admin@R1] /mpls ldp> set enabled=yes lsr-id=10.255.0.1 transport-address=10.255.0.1
[admin@R1] /mpls ldp> /mpls ldp interface
[admin@R1] /mpls ldp interface> add interface=ether1
[admin@R1] /mpls ldp interface> add interface=ether2
```

Gambar 1. Konfigurasi MPLS LDP

Setelah dikonfigurasi *LDP* pada setiap *router* MPLS, maka dikonfigurasi *Traffic Engineering (TE)*. *Traffic Engineering* merupakan protokol yang ada pada MPLS dimana sebuah *router* dapat melakukan *limitasi* dalam jaringan MPLS dengan memadukan mekanisme *label swapping* di layer 2 dan layer 3.

Dengan penggunaan ini, akan memungkinkan sebuah jaringan memiliki kemampuan untuk menyeimbangkan *traffic* yang ada dalam beberapa jalur di sebuah jaringan. Untuk konfigurasinya sendiri, sebuah *router* dapat menentukan *bandwidth* dalam sebuah jaringan menggunakan *interface* yang telah didaftarkan ke dalam jaringan MPLS. Pada penelitian ini akan dibuat 2 jalur TE tunnel yaitu R1-R2-R3 dan R3-R2-R1 dan diberikan *bandwidth* untuk mengetahui jalur mana yang memiliki *bandwidth* yang lebih besar dan mana yang memiliki *bandwidth* lebih kecil.

Lalu akan digunakan *Traffic Engineering* untuk pembuatan *tunneling*. Penggunaan *tunneling* pada jaringan akan membuat seolah olah sebuah *network* dengan *network* lainnya seperti terhubung langsung. Jadi, tidak banyak *hop* yang akan dilewatkan dan dalam penggunaan *tunneling*, akan memungkinkan pengiriman paket yang terenkripsi, sehingga dunia luar tidak dapat mengetahui paket yang dikirimkan oleh kedua jaringan tersebut. Konfigurasi *tunneling* akan dilakukan pada *router* R1 dan R3.

Penggunaan *CSPF (Constrained Shortest Path First)* merupakan sebuah protokol yang memungkinkan *tunnel path* akan memilih jalur sendiri berdasarkan jalur terpendek. Oleh karena itu, pada *tunnel path dynamic*, harus mengaktifkan *cspf* agar *tunnel path* ditentukan sendiri oleh MPLS. Namun, di sini untuk *tunnel path* pada kedua *router* yaitu R1 dan R3 akan diberikan jalur utama secara statis dengan opsi *Strict*. Opsi ini akan membuat *tunnel path* memilih jalur secara spesifik yang akan dilewati. Setelah *tunnel path* terbentuk, maka perlu dikonfigurasi *interface* untuk *tunnel traffic-engineering*. Pada konfigurasi ini akan diberikan *limit bandwidth* terhadap *interface tunnel* sebesar 2 Mbps, *persentase bandwidth limit*, konfigurasi *from-address* dan *to-address*. Untuk konfigurasi *from-address* dan *to-address* didefinisikan *address public* dari *router* yang dimiliki dan *address publik* dari *router* lawan. Lalu untuk *primary path*, akan menggunakan jalur utama yaitu jalur yang dikonfigurasi hopnya secara statis, dan untuk konfigurasi jalur cadangan, digunakan jalur dinamis. Setelah jaringan MPLS *Traffic-Engineering* terbentuk, akan dihubungkan kedua jaringan pada sisi *server* dan *client* sesuai topologi melalui jaringan

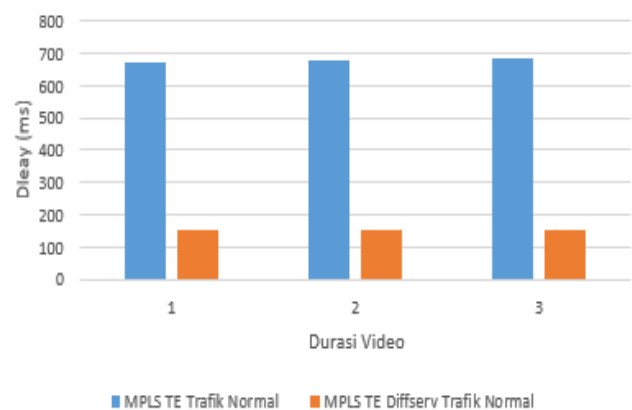
MPLS *Traffic-Engineering*. Konfigurasi VPLS akan dilakukan pada *router* R1 dan R3 sebagai ujung jaringan ke jaringan non-MPLS.

Hal yang akan dikonfigurasi yaitu penambahan *interface bridge* pada kedua *router*. Lalu pada *interface vpls* akan dikonfigurasi *remote-peer* berisi *loopback* dari *router* lawan dan diberikan *vpls-id* yang sama pada masing-masing *router*. Lalu, pada *interface bridge* yang sudah ditambahkan sebelumnya ditambahkan *interface ether 3* dan *vpls1* sebagai *interface* yang terhubung sebagai *vpls*. Untuk mengaktifkan konfigurasi *vpls* maka akan dilakukan *enabling vpls*.

Konfigurasi akan dilakukan pada *router* R1 sebagai *router* dari *Server* ke *Client*. Konfigurasi ini memanfaatkan fitur Mikrotik yaitu *IP Firewall Mangle*. Fitur ini akan melakukan perlakuan khusus pada setiap paket data sesuai dengan parameter yang sudah ditetapkan. Parameter yang disediakan yaitu alamat *ip source*, alamat *ip destination*, *port* atau *protokol*. Pada penelitian ini menitikberatkan pada pengiriman paket *video streaming*, sehingga akan digunakan parameter *ip trafik* dan kode DSCP sesuai dengan layanan. DSCP yang akan digunakan yaitu 32, sesuai dengan layanan *video streaming*. Kode ini digunakan sebagai representasi dari nilai ToS yang akan diberikan pada setiap paket di trafik tertentu.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada gambar 2 menunjukkan grafik bahwa terdapat perbandingan nilai *delay* pada saat penggunaan jaringan MPLS TE dan MPLS TE *Diffserv*.

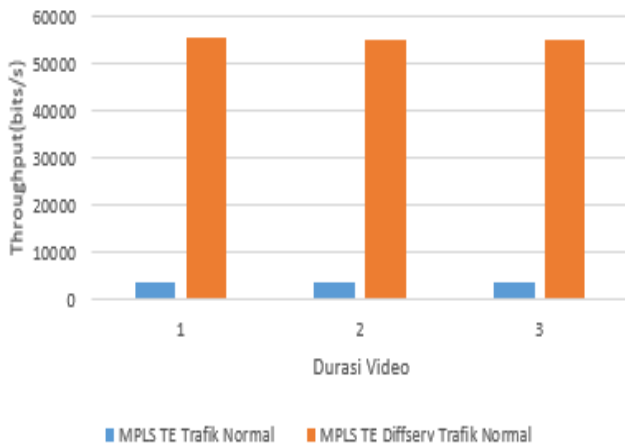


Gambar 2. Grafik perbandingan *delay* trafik normal

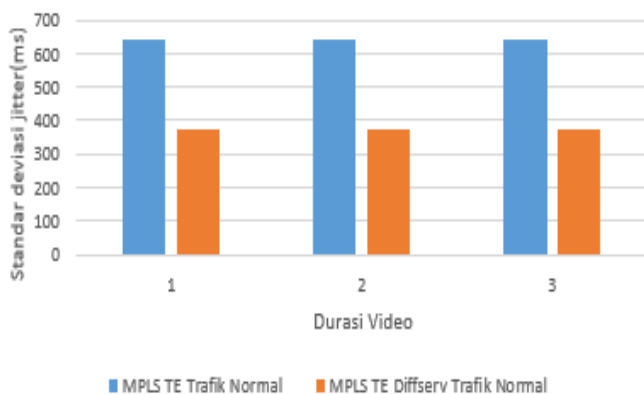
Pada grafik terlihat adanya perbaikan *delay* yang cukup signifikan ketika menggunakan jaringan MPLS TE *Diffserv*. Dikarenakan setelah merekayasa trafik dengan *Traffic Engineering*, jaringan akan dikonfigurasi prioritas aliran trafiknya menggunakan kode DSCP *video streaming*.

Perbaikan nilai *delay* juga diikuti dengan perbaikan nilai *jitter* karena nilai *delay* sangat berkaitan dengan nilai *jitter* di mana *jitter* adalah standar deviasi dari varians *delay*. Pada gambar 3 menunjukkan grafik perbandingan nilai standar deviasi *jitter* ketika trafik normal pada penggunaan jaringan MPLS TE dan MPLS TE *Diffserv*.

Selanjutnya, untuk nilai *throughput* memiliki korelasi negatif dengan nilai *delay* dan *jitter* yaitu apabila nilai *throughput* mengalami kenaikan, maka nilai *delay* akan semakin turun. Ini dipengaruhi oleh banyaknya data aktual yang terkirim ke penerima. Gambar 4 menunjukkan perbandingan *throughput*.



Gambar 3. Grafik perbandingan standar deviasi *jitter* trafik normal

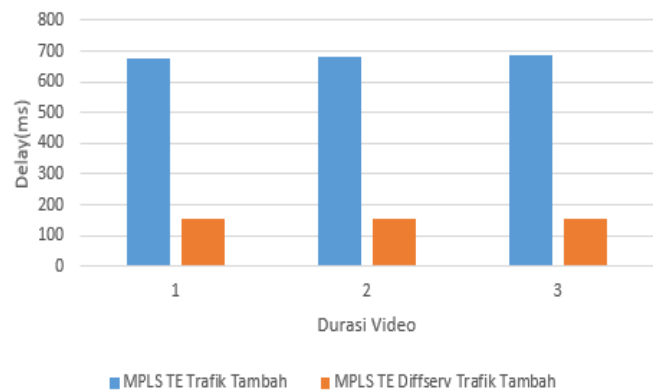


Gambar 4. Grafik perbandingan *throughput* trafik normal

Sementara untuk nilai *packet loss* karena menggunakan protokol *transport* TCP yang menuntut setiap paket harus terkirim secara utuh membuat nilainya 0% atau bisa dikatakan tidak ada *packet loss*. Nilai ini sangat berkaitan juga dengan hasil *delay* yang tinggi. Karena harus mengirimkan ulang paket data maka nilai *delay* semakin tinggi namun minim *packet loss*.

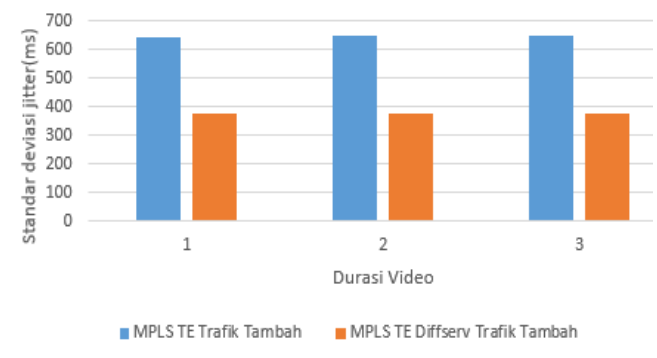
Pada kondisi trafik tambah ada aliran lain selain trafik *video streaming* menggunakan *iperf*. Pada hasil ini didapatkan perbaikan nilai *delay* dan *jitter* menggunakan jaringan MPLS TE *Diffserv*. Apabila dibandingkan dengan trafik normal, maka terjadi penambahan nilai saat trafiknya ditambah.

Pada gambar 5 menunjukkan grafik perbandingan *delay* pada saat trafik dialiri trafik lain.



Gambar 5. Grafik perbandingan *delay* trafik tambah

Sama seperti pembahasan terkait korelasi nilai *delay* dan *jitter*, maka di sini nilai *delay* juga berkorelasi dengan nilai *jitter*. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 6 untuk gambar grafik Perbandingan nilai *jitter* saat trafik ditambah dengan trafik lain.

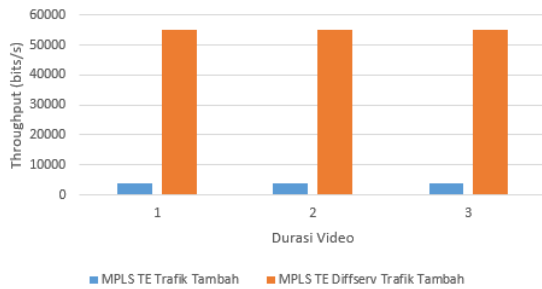


Gambar 6. Grafik perbandingan *jitter* trafik tambah

Dapat dilihat pada grafik terjadi perubahan yang signifikan terhadap nilai *jitter* tersebut. Karena pengaruh dari nilai *delay* yang semakin baik. Nilai *throughput* mengalami kenaikan ketika menggunakan MPLS TE *Diffserv* karena paket data mendapatkan prioritas sehingga didahulukan. Nilai *throughput* berkorelasi negatif dengan nilai *delay* sehingga apabila *throughput* mengalami kenaikan maka nilai *delay* semakin turun. Dapat dilihat dari gambar 7 yang menunjukkan grafik perbandingan nilai *throughput* pada saat trafik tambah.

Sementara untuk nilai *packet loss* karena menggunakan protokol *transport* TCP yang menuntut setiap paket harus terkirim secara utuh membuat nilainya 0% atau bisa dikatakan tidak ada *packet loss*. Nilai ini sangat berkaitan juga dengan hasil *delay* yang tinggi. Karena harus mengirimkan ulang paket data maka nilai *delay* semakin tinggi namun minim *packet loss*.





Gambar 7. Grafik perbandingan throughput traffic tambah

## V. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa implementasi jaringan MPLS *Traffic Engineering* dan metode *Differentiated Service* pada layanan *video streaming* didapatkan kesimpulan yaitu:

- Implementasi jaringan MPLS TE dan metode *Differentiated Service* memberikan perbaikan nilai *delay* dan *jitter* dibandingkan dengan jaringan yang hanya mengimplementasikan MPLS TE saja.
- Pada keempat parameter QoS yaitu *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss* di jaringan MPLS TE berdasarkan standarisasi TIPHON termasuk dalam kategori buruk. Dikarenakan nilai *delay* di atas 450 ms. Namun nilai *packet loss* 0% dikategorikan sangat baik. Hal ini dipengaruhi penggunaan protokol *transport* yaitu TCP yang berdasarkan sifatnya memiliki *flow control*. Sifat ini membuat paket data dapat meminta ulang paket data yang hilang, sehingga terjadi antrian yang cukup besar dan membuat adanya *delay* cukup tinggi.
- Pada implementasi MPLS TE dan *Differentiated Service* nilai QoS berdasarkan TIPHON termasuk kategori baik. Nilai *delay* yang berkisar 150-300ms. Untuk nilai *jitter* termasuk dalam kategori buruk, namun apabila dibandingkan dengan nilai *jitter* pada jaringan MPLS TE maka nilai *jitter* mengalami perbaikan saat diimplementasikan metode *differentiated service*. Untuk nilai *packet loss* termasuk dalam kategori sangat baik dikarenakan protokol *transport* menggunakan TCP yang menjamin paket terkirim secara utuh.

## REFERENSI

- [1] S. E. L. ., D. L. R. J. D. Smaldino, *Instructional Technology and Media for Learning (Ninth Edition)*, 2008.
- [2] R. M. M. Fitri Wulansari, "Analisis Jaringan MPLS-TE Fast Reroute Menggunakan Metode QoS Diffserv Berbasis Server OpenIMScore.Bandung," *Universitas Telkom Bandung*.
- [3] R. Erdiyanti, "Implementasi dan Analisis Performansi QoS pada Video Conference Menggunakan Server OpenIMScore dengan Backbone MPLS-TE.Bandung," *Universitas Telkom Bandung*, 2014.
- [4] Fitri; Yamin, Muh.; Aksara, LM Bahtiar. "Perbandingan Metode Differentiated Service dengan Metode Integrated Service Untuk Analisa Quality of Service (QoS Video Streaming) pada Jaringan Multi Protocol Label Switching (MPLS)". 2017, *semanTIK*, Vol. 3, hal. 135-142.
- [5] Mirah, Christian Yordan; Sulistyio, Wiwin; Bayu, Teguh Indra. *Analisis Perbandingan Quality of Service (QoS) Antara Metode Differentiated Service (DiffServ) dan Metode Multiprotocol Label Switching (MPLS)*. Salatiga : Universitas Kristen Wacana Satya, 2016.
- [6] R. Darmawan, "Implementasi Teknologi MPLS/Diffserv dengan Kondisi High Traffic pada Jaringan IPv4 dan IPv6.," *Universitas Indonesia*, 2014.
- [7] Kusuma, Yusuf Budi; Jusak; Triwidyastuti, Yosefine. "Implementasi dan Analisis QoS pada Jaringan MPLS-VPN Berbasis MPLS-TE Menggunakan Routing Protokol OSPF. Control and Network Systems, 2016, *JCONES*, Vol. 5, hal. 61-68.
- [8] N. Fadhilah, S. Soim dan Lindawati, "Design Qos-Diffserv Dalam Manajemen Bandwidth Pada Jaringan MPLS", *JURNAL REKAYASA MESIN* Vol. 18 No. 2 Juli 2018.
- [9] Investigation and Comparison of MPLS QoS Solution and Differentiated Services Qos Solutions. Gennaoui, Steve; Yin, Jianhua; Swinton, Samuel; Hnatyshin, Vasil. 2013, *semanticscholar*.
- [10] Ahmed, Duaa Ahmed Mohamed;. *Performance Evaluation of QoS for Real Time Applications Using Multiprotocol Label Switching*. Sudan : Sudan University of Science and Technology, 2017.
- [11] Mushtaq, Asma; Patterh, Dr. Manjeet Singh., "DiffServ Based QoS Performance Study of Video Conferencing Application Using Traditional IP and MPLS-TE Networks Over IPV4 and IPV6". 2017, *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, Vol. 8, hal. 611-615.
- [12] Mahmoud, Nura AbdAlrhmman Alhaj. *QoS Performance Analysis in deployment Differentiated Service with Multiprotocol Label Switching for Voice over IP*. Sudan : Sudan University of Science and Technology, 2017.
- [13] Integration of FHAMIPv6/DiffServ/MPLS/Load Balancing Algorithm. Ortiz, Jesus Hamilton; Ahmed, Brazil Taha; Pantoja, Juan P. 2014, *IJCSI*, Vol. 11, hal. 70-75.
- [14] Performance Analysis of Frame Relay Network Using OSPF (Open Shortest Path First) and MPLS (Multi-Protocol Label Switching) based on GNS3. Harits, Andi; Rizal, Moch. Fahru; Periyadi;. *Information Technology*, 2017, *IJAIT*, Vol. 01.
- [15] Abdelaal, Ayman E.A; El-Samie, Fathi E.; Dwssouky, Moawad I. "A Diffserv-Aware Multi-Protocol Label Switching Traffic Engineering Applied on Virtual Private Networks". *Networking and Communication Engineering*, 2014, *CiiT International Journal*, Vol. 6, hal. 279-285.