

**EFEKTIVITAS *VIRTUAL KEYBOARD* MULTIFUNGSI  
DENGAN SINYAL *ELECTROOCULOGRAPHY* UNTUK  
PENYANDANG DISABILITAS**

**TUGAS AKHIR**

Karya ilmiah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang strata satu (S-1) di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

Oleh

Rahdian Hadi Farhan  
NIM. 2010951001

Pembimbing Utama  
Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Ilhamdi Rusydi, S.T., M.T.  
NIP. 198205222005011002

Pembimbing Pendamping 1  
Riko Nofendra, S.T., M.T.  
NIP. 197611132005011001



**Program Studi Sarjana  
Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Andalas  
2024**

# LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

EFEKTIVITAS *VIRTUAL KEYBOARD* MULTIFUNGSI DENGAN SINYAL  
*ELECTROOCULOGRAPHY* UNTUK PENYANDANG DISABILITAS

Oleh

Rahdian Hadi Farhan  
NIM. 2010951001

Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Andalas

Disetujui pada tanggal: 07 November 2024

Pembimbing Utama



**Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad**

**Ilhamdi Rusydi, S.T., M.T.**

NIP. 198205222005011002

Pembimbing Pendamping 1



**Riko Nofendra, S.T., M.T.**

NIP. 197611132005011001

Mengetahui,  
Ketua Departemen Teknik Elektro

**Prof. Syafii, S.T., M.T., Ph.D.**

NIP. 197405051998021001

## HALAMAN PENGHARGAAN

Alhamdulillah, puji dan syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, berkah, kesehatan, kelancaran, dan kemudahan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan umat manusia, Nabi Muhammad SAW. Selama menempuh pendidikan di Universitas Andalas, begitu banyak individu yang telah memberikan kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, baik dalam bentuk dukungan moril maupun materiil, dan memberi semangat kepada penulis untuk terus maju tanpa kenal lelah, penulis ingin menyampaikan penghargaan yang tulus kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan sepenuhnya dan tak pernah lelah berusaha untuk memberikan pendidikan yang layak untuk penulis. Kasih sayang yang tak terhingga yang selalu diberikan kepada penulis untuk menyemangati dalam menempuh pendidikan dari jenjang taman kanak-kanak hingga jenjang perkuliahan.
2. Kakak tercinta yang juga telah memberikan dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan. Terima Kasih penulis ucapkan telah menemani dari masa kecil hingga sampai pada titik ini.



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahdian Hadi Farhan

NIM : 2010951001

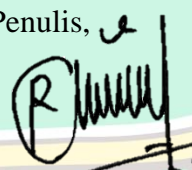
Program : S1 Teknik Elektro

Perguruan Tinggi : Universitas Andalas

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul “Efektivitas *Virtual Keyboard* Multifungsi Dengan Sinyal *Electrooculography* Untuk Penyandang Disabilitas” adalah asli (orisinil) atau tidak plagiat (menjiplak) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dan dalam bentuk apapun.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari ternyata saya memberikan keterangan palsu dan atau ada pihak lain yang mengklaim bahwa tugas akhir yang telah saya buat adalah hasil karya milik seseorang atau badan tertentu, Saya bersedia diproses baik secara pidana maupun perdata dan kelulusan Saya dari Universitas Andalas dicabut/dibatalkan.

Padang, 07 November 2024

Penulis, 

Rahdian Hadi Farhan



## RIWAYAT HIDUP



Rahdian Hadi Farhan, lahir di Painan, Sumatera Barat pada tanggal 29 September 2001, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) di TK ABA Nurul Islam, kemudian melanjutkan pendidikan di SDN 38 Seberang Tarok, SMPN 3 Lengayang, SMAN 2 Painan. Pada tahun 2020, penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi S-1 Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas. Penulis pernah mengikuti program MBKM Magang Bersertifikat di PT. Stechooq Robotika Indonesia di bagian *Electrical Engineering*, selama melaksanakan magang penulis berhasil menyelesaikan proyek *legged robot* dan *blower station*. Penulis juga mengikuti program MBKM Membangun Desa di Kelurahan Kapalo Koto Cupak Tengah, Kota Padang. Penulis juga pernah memperoleh pendanaan dalam ajang Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) dan berhasil menciptakan alat setrika dan pelipat pakaian untuk membantu UMKM di bidang *Laundry*. Selain itu, penulis aktif dalam kegiatan organisasi kampus, Universitas Andalas Robot Team (UART) serta pernah menjadi Asisten di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi.



Judul	Efektivitas <i>Virtual Keyboard</i> Multifungsi dengan Sinyal <i>Electrooculography</i> untuk Penyandang Disabilitas	Rahdian Hadi Farhan
Program Studi	Teknik Elektro	2010951001
Fakultas Teknik Universitas Andalas		
<b>Abstrak</b>		
<p>Kemajuan teknologi selalu menghadirkan inovasi yang dapat membantu manusia dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Upaya terbaik dalam pemanfaatan kemajuan teknologi ini adalah membantu penyandang disabilitas agar dapat beraktivitas secara mandiri tanpa harus sepenuhnya bergantung pada orang lain. Salah satu inovasi teknologi yang membantu penyandang disabilitas adalah penggunaan <i>biosignal</i> untuk membangun komunikasi antara manusia dan mesin. <i>Biosignal</i> merupakan jenis sinyal yang dihasilkan oleh makhluk hidup. <i>Electrooculography</i> (EOG) merupakan salah satu jenis <i>biosignal</i> yang dihasilkan dari aktivitas pergerakan mata. Penelitian terkait EOG dalam membantu penyandang disabilitas salah satunya adalah pengembangan <i>virtual keyboard</i>. <i>Virtual keyboard</i> memberikan kemudahan bagi penyandang disabilitas untuk berkomunikasi dengan lebih mudah dan efisien. Pada penelitian ini, dikembangkan <i>virtual keyboard</i> multifungsi yang efektif bagi penyandang disabilitas yang kesulitan dalam berkomunikasi dan mengoperasikan peralatan elektronik. Efektivitas <i>virtual keyboard</i> multifungsi ini diukur berdasarkan tiga kriteria, yaitu akurasi, keandalan, dan kemudahan penggunaan. Hasil pengujian efektivitas berdasarkan kriteria akurasi menunjukkan akurasi dalam mengirim pesan dan mengoperasikan peralatan elektronik mencapai 100%, mengetik pesan menunjukkan rentang akurasi antara 66.7% hingga 100%. Responden berusia lebih tua memiliki akurasi terendah dan responden yang lebih muda cenderung memiliki akurasi yang lebih tinggi. Hasil pengujian efektivitas berdasarkan kriteria keandalan menunjukkan tingkat keandalan cukup baik selama pengujian. Dari 20 percobaan yang dilakukan dengan total waktu operasional 14 jam 36 menit, hanya terdapat tiga gangguan yang terjadi. Sementara itu, hasil pengujian efektivitas berdasarkan kriteria kemudahan penggunaan, mayoritas responden tidak memerlukan bantuan saat menggunakan <i>virtual keyboard</i> multifungsi, menunjukkan bahwa antarmuka cukup mudah digunakan. Namun, responden yang lebih tua memerlukan waktu belajar lebih lama dibandingkan responden yang lebih muda.</p> <p><b>Kata Kunci:</b> <i>Virtual keyboard</i>, Penyandang Disabilitas, Efektivitas, Multifungsi, <i>Electrooculography</i>.</p>		

<i>Title</i>	<i>Effectiveness of Multifunctional Virtual Keyboard with Electrooculography Signal for People with Disabilities</i>	Rahdian Hadi Farhan
<i>Major</i>	<i>Electrical Engineering</i>	2010951001
<i>Engineering Faculty Andalas University</i>		

### ***Abstract***

*Technological advances always bring innovations that can help humans in carrying out their daily activities. The best way to utilize these technological advancements is to help people with disabilities to be able to move independently without having to rely entirely on others. One of the technological innovations that help people with disabilities is the use of biosignals to build communication between humans and machines. Biosignals are a type of signal produced by living things. Electrooculography (EOG) is one type of biosignal generated from eye movement activity. One of the researches related to EOG in helping people with disabilities is the development of a virtual keyboard. Virtual keyboards make it easier for people with disabilities to communicate more easily and efficiently. In this research, an effective multifunction virtual keyboard was developed for people with disabilities who have difficulty in communicating and operating electronic equipment. The effectiveness of this multifunctional virtual keyboard is measured based on three criteria, namely accuracy, reliability, and ease of use. The results of effectiveness testing based on accuracy criteria show that accuracy in sending messages and operating electronic equipment reaches 100%, typing messages shows an accuracy range between 66.7% to 100%. Older respondents have the lowest accuracy and younger respondents tend to have higher accuracy. The test results on effectiveness based on reliability criteria showed a fairly good level of reliability during testing. Out of 20 trials conducted with a total operational time of 14 hours and 36 minutes, only three interruptions occurred. Meanwhile, the effectiveness test results based on ease-of-use criteria showed that most respondents did not need assistance while using the multifunctional virtual keyboard, indicating that the interface is fairly user-friendly. However, older respondents required a longer learning period compared to younger respondents.*

**Keywords:** *Virtual keyboard, People with Disabilities, Effectiveness, Multifunctionality, Electrooculography.*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PENGHARGAAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
RIWAYAT HIDUP .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
PRAKATA .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SIMBOL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
DAFTAR ISTILAH .....	xvi
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Penyandang Disabilitas .....	5
2.2 Efektivitas.....	7
2.3 <i>Virtual Keyboard</i> .....	8
2.4 <i>Electrooculography</i> (EOG).....	12
2.4.1 Elektroda .....	12
2.4.2 Rangkaian Processing EOG .....	13
2.4.3 Bentuk Sinyal EOG.....	17

2.4.4	Fitur sinyal EOG .....	19
2.5	NI USB-6008.....	20
2.6	<i>Graphical User Interface (GUI)</i> .....	22
2.7	<i>Morphological Chart</i> .....	22
2.8	<i>K-Nearest Neighbour (KNN)</i> .....	23
2.9	Mikrokontroler ESP32.....	25
2.10	Telegram.....	26
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>28</b>
3.1	Jenis dan Tahapan Penelitian.....	28
3.2	Perancangan Sistem.....	29
3.2.1	Perancangan Perangkat Keras .....	30
3.2.2	Perancangan Perangkat Lunak .....	35
3.3	Rancangan Percobaan.....	44
3.4	Analisa Sistem .....	45
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>46</b>
4.1	Implementasi .....	46
4.1.1	Implementasi Perangkat Keras.....	46
4.1.2	Implementasi Perangkat Lunak.....	48
4.2	Pengujian <i>Virtual Keyboard</i> Multifungsi .....	62
4.2.1	Pengujian dan Analisa Akurasi <i>Virtual Keyboard</i> Multifungsi .....	62
4.2.2	Pengujian dan Analisa Keandalan <i>Virtual Keyboard</i> Multifungsi..	66
4.2.3	Pengujian dan Analisa Kemudahan Penggunaan <i>Virtual Keyboard</i> Multifungsi.....	67
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b> .....	<b>69</b>
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran.....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>70</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>76</b>

## PRAKATA

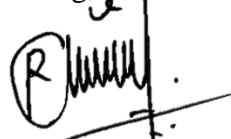
Segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, nikmat, kesempatan, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan judul “Efektivitas *Virtual Keyboard* Multifungsi Dengan Sinyal *Electrooculography* Untuk Penyandang Disabilitas”.

Tugas akhir ini tersusun tidak hanya karena kerja keras penulis saja, bantuan dari pihak lain juga turut andil dalam tersusunnya tugas akhir ini. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Syafii, S.T., M.T., Ph.D. selaku kepala Departemen Teknik Elektro Universitas Andalas.
2. Bapak Primas Emeraldi, S.T., M.T. selaku kepala prodi S-1 Departemen Teknik Elektro Universitas Andalas.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Ilhamdi Rusydi, S.T., M.T. dan Bapak Riko Nofendra, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan memberikan saran dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Rahmadi Kurnia, M.T. dan Bapak Dr. Darwison, M.T. selaku penguji tugas akhir ini yang senantiasa memberikan saran dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Keluarga Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi yang telah membantu penulis dalam proses pelaksanaan tugas akhir.
6. Teman-teman seperjuangan dalam mengerjakan tugas akhir Qolbi, Dede, Ridho, Lara, Sukry, Sandy, Rizieq, Andre, Taufik, Firgi, Rahman. Terima Kasih sudah menjadi teman berpikir, bercanda dan tawa membuat penulis tidak pernah patah semangat dalam mengerjakan tugas akhir.
7. Semua pihak yang telah membantu penulis dan memberikan dukungan selama proses tugas akhir ini.

Penulis sadar bahwa penelitian ini masih banyak kekurangannya sehingga kritikan dan saran yang membangun sangat diharapkan agar penulis bisa menjadi lebih baik. Saran dan kritikan dapat dikirim melalui surel [2010951001\\_rahdian@student.unand.ac.id](mailto:2010951001_rahdian@student.unand.ac.id). Penulis juga berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi bagi rekan-rekan mahasiswa dalam penyelesaian tugas akhirnya.

Padang, 07 November 2024



Rahdian Hadi Farhan

NIM. 2010951001

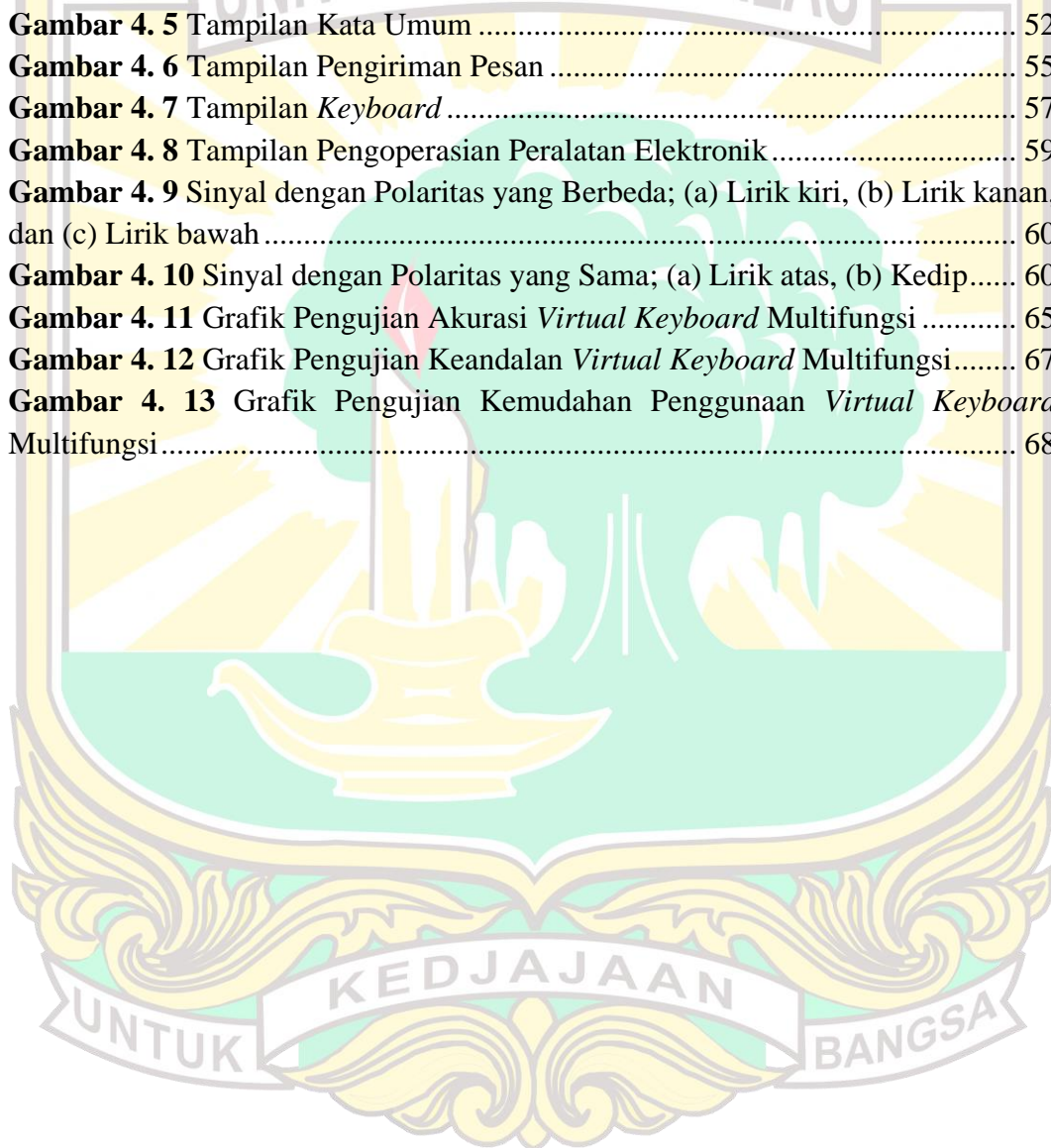
## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3. 1</b> <i>Morphological chart</i> tampilan menu utama.....	36
<b>Tabel 3. 2</b> <i>Morphological chart</i> tampilan pengiriman pesan .....	37
<b>Tabel 3. 3</b> <i>Morphological chart</i> tampilan pengoperasian peralatan elektronik....	38
<b>Tabel 3. 4</b> <i>Morphological chart</i> tampilan <i>keyboard</i> .....	39
<b>Tabel 3. 5</b> <i>Morphological chart</i> tampilan kata umum.....	41
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil pemilihan tampilan menu utama oleh responden.....	48
<b>Tabel 4. 2</b> Item terpilih tampilan menu utama .....	49
<b>Tabel 4. 3</b> Hasil pemilihan kata umum oleh responden .....	50
<b>Tabel 4. 4</b> Dua item terpilih tampilan kata umum.....	51
<b>Tabel 4. 5</b> Hasil pemilihan tampilan pengiriman pesan oleh responden.....	53
<b>Tabel 4. 6</b> Dua item terpilih tampilan pengiriman .....	54
<b>Tabel 4. 7</b> Hasil pemilihan tampilan <i>keyboard</i> oleh responden .....	55
<b>Tabel 4. 8</b> Dua item terpilih tampilan <i>keyboard</i> .....	56
<b>Tabel 4. 9</b> Hasil pemilihan tampilan pengoperasian peralatan elektronik oleh responden .....	57
<b>Tabel 4. 10</b> Dua item terpilih tampilan pengoperasian peralatan elektronik.....	58
<b>Tabel 4. 11</b> Variasi nilai K tetangga.....	61
<b>Tabel 4. 12</b> Matriks konfusi pelatihan KNN saat K bernilai 1 .....	61
<b>Tabel 4. 13</b> Matriks konfusi pelatihan KNN saat K bernilai 2.....	61
<b>Tabel 4. 14</b> Matriks konfusi pelatihan KNN saat K bernilai 3.....	61
<b>Tabel 4. 15</b> Matriks konfusi pelatihan KNN saat K bernilai 4.....	62
<b>Tabel 4. 16</b> Matriks konfusi pelatihan KNN saat K bernilai 5.....	62
<b>Tabel 4. 17</b> Pengujian akurasi mengetik pesan .....	63
<b>Tabel 4. 18</b> Pengujian akurasi pengiriman pesan .....	63
<b>Tabel 4. 19</b> Pengujian akurasi mengoperasian peralatan elektronik .....	64
<b>Tabel 4. 20</b> Pengujian keandalan <i>virtual keyboard</i> multifungsi.....	66
<b>Tabel 4. 21</b> Pengujian kemudahan penggunaan .....	67






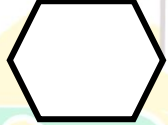
## DAFTAR GAMBAR

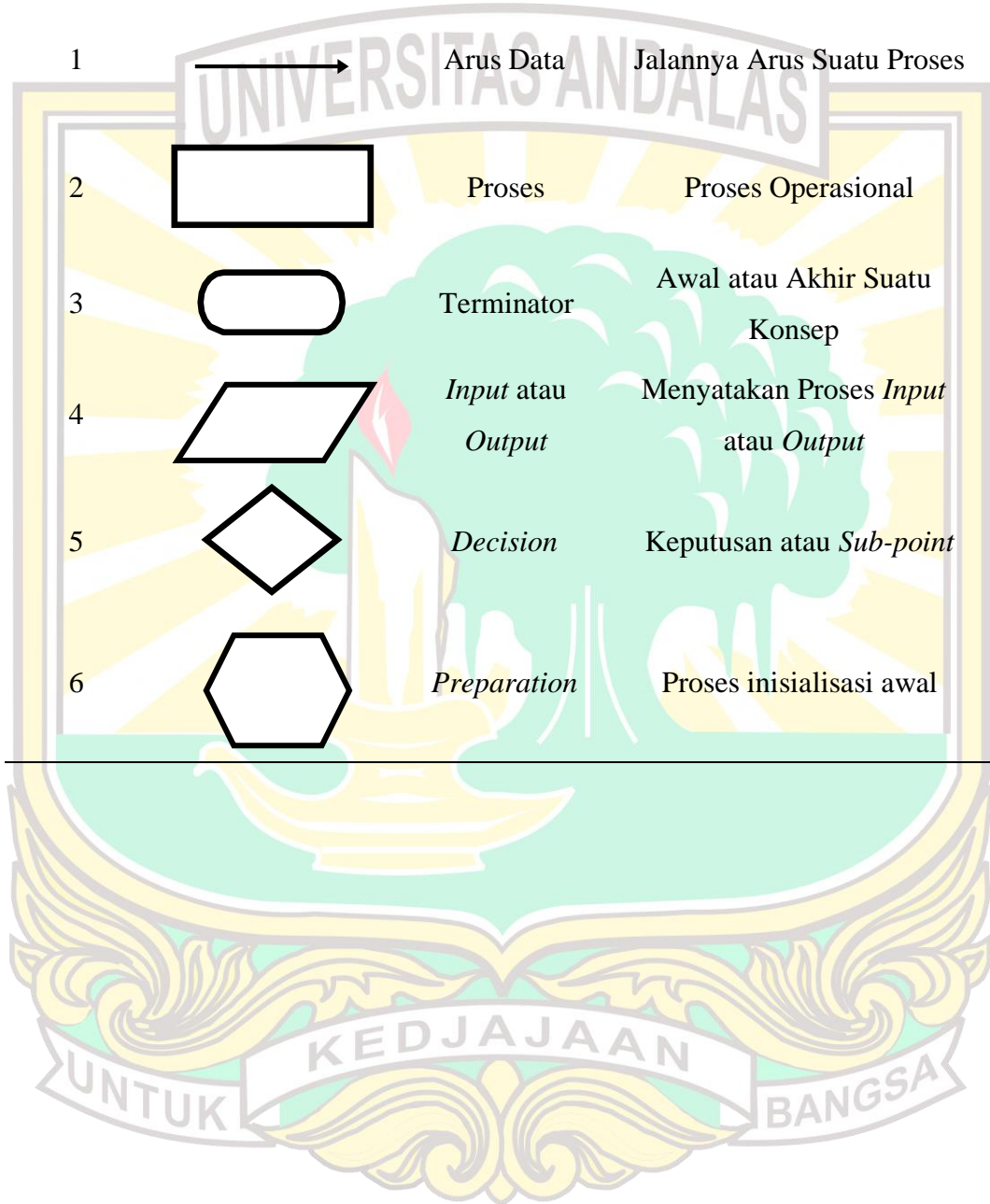
<b>Gambar 2. 1</b> Penyandang Disabilitas[20] .....	5
<b>Gambar 2. 2</b> Kriteria Mengukur Efektivitas[28] .....	7
<b>Gambar 2. 3</b> <i>Virtual Keyboard</i> Jenis Numerik Dengan Tampilan Huruf Alfabet[30] .....	8
<b>Gambar 2. 4</b> Mode Pergerakan pada <i>Virtual Keyboard</i> (a) Pergerakan Secara Horizontal dan (b) Pergerakan Secara Vertikal[30].....	9
<b>Gambar 2. 5</b> <i>Virtual Keyboard</i> Jenis Qwerty[31] .....	9
<b>Gambar 2. 6</b> Tampilan <i>Virtual Keyboard</i> Dengan Pembagian Empat Lapisan[31] .....	10
<b>Gambar 2. 7</b> <i>Virtual Keyboard</i> Jenis Alfabet[32].....	10
<b>Gambar 2. 8</b> Tampilan <i>Virtual Keyboard</i> Adaptif[33] .....	11
<b>Gambar 2. 9</b> Perubahan Posisi Tombol Pada <i>Virtual Keyboard</i> Adaptif[33] .....	11
<b>Gambar 2. 10</b> Proses Munculnya Sinyal EOG[35].....	12
<b>Gambar 2. 11</b> Elektroda[38] .....	13
<b>Gambar 2. 12</b> Posisi Letak Elektroda[42] .....	13
<b>Gambar 2. 13</b> Rangkaian Processing Sinyal EOG[10].....	14
<b>Gambar 2. 14</b> Rangkaian Penguat Pada IC AD620[10] .....	14
<b>Gambar 2. 15</b> Rangkaian <i>Band-Pass Filter</i> Pada IC LM324[10] .....	15
<b>Gambar 2. 16</b> Respon Frekuensi BPF[44].....	16
<b>Gambar 2. 17</b> Rangkaian <i>Inverting Amplifier</i> [45].....	17
<b>Gambar 2. 18</b> Sinyal Lirik Mata ke Kanan[42] .....	17
<b>Gambar 2. 19</b> Sinyal Lirik Mata ke Kiri[42] .....	18
<b>Gambar 2. 20</b> Sinyal Lirik Mata ke Atas[42] .....	18
<b>Gambar 2. 21</b> Sinyal Lirik Mata ke Bawah[42].....	18
<b>Gambar 2. 22</b> Sinyal Mata Kedipan Mata[42] .....	19
<b>Gambar 2. 23</b> Fitur-Fitur Sinyal EOG[51] .....	20
<b>Gambar 2. 24</b> NI USB-6008[54] .....	21
<b>Gambar 2. 25</b> Graphical User Interface[55] .....	22
<b>Gambar 2. 26</b> Contoh <i>Morphological Chart</i> [58].....	23
<b>Gambar 2. 27</b> Perbedaan K Pada Algoritma KNN[63] .....	24
<b>Gambar 2. 28</b> Mikrokontroler ESP32[66] .....	25
<b>Gambar 2. 29</b> Aplikasi Telegram[68].....	27
<b>Gambar 3. 1</b> Alur Diagram Penelitian .....	28
<b>Gambar 3. 2</b> Desain Tahapan Alir Perancangan Sistem.....	29
<b>Gambar 3. 3</b> Perancangan Perangkat Keras.....	31
<b>Gambar 3. 4</b> Rangkaian EOG .....	32
<b>Gambar 3. 5</b> Penguatan pertama.....	32
<b>Gambar 3. 6</b> Filter dan Penguatan Kedua.....	33

<b>Gambar 3. 7</b> Penguatan Ketiga .....	34
<b>Gambar 3. 8</b> Rangkaian Pengoperasian Peralatan Elektronik .....	34
<b>Gambar 3. 9</b> Flowchart Pemilihan Tampilan <i>Virtual Keyboard</i> .....	35
<b>Gambar 3. 10</b> Flowchart Klasifikasi Sinyal.....	43
<b>Gambar 3. 11</b> Rancangan Percobaan.....	44
<b>Gambar 4. 1</b> Implementasi Rangkaian Pengoperasian Peralatan Elektronik .....	46
<b>Gambar 4. 2</b> Implementasi Rangkaian EOG .....	47
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Perbandingan Rangkaian EOG Aktual dan Simulasi.....	47
<b>Gambar 4. 4</b> Tampilan Menu Utama.....	50
<b>Gambar 4. 5</b> Tampilan Kata Umum .....	52
<b>Gambar 4. 6</b> Tampilan Pengiriman Pesan .....	55
<b>Gambar 4. 7</b> Tampilan <i>Keyboard</i> .....	57
<b>Gambar 4. 8</b> Tampilan Pengoperasian Peralatan Elektronik.....	59
<b>Gambar 4. 9</b> Sinyal dengan Polaritas yang Berbeda; (a) Lirik kiri, (b) Lirik kanan, dan (c) Lirik bawah.....	60
<b>Gambar 4. 10</b> Sinyal dengan Polaritas yang Sama; (a) Lirik atas, (b) Kedip.....	60
<b>Gambar 4. 11</b> Grafik Pengujian Akurasi <i>Virtual Keyboard</i> Multifungsi .....	65
<b>Gambar 4. 12</b> Grafik Pengujian Keandalan <i>Virtual Keyboard</i> Multifungsi.....	67
<b>Gambar 4. 13</b> Grafik Pengujian Kemudahan Penggunaan <i>Virtual Keyboard</i> Multifungsi.....	68



## DAFTAR SIMBOL

No	Simbol	Nama	Keterangan
1		Arus Data	Jalannya Arus Suatu Proses
2		Proses	Proses Operasional
3		Terminator	Awal atau Akhir Suatu Konsep
4		<i>Input</i> atau <i>Output</i>	Menyatakan Proses <i>Input</i> atau <i>Output</i>
5		<i>Decision</i>	Keputusan atau <i>Sub-point</i>
6		<i>Preparation</i>	Proses inialisasi awal

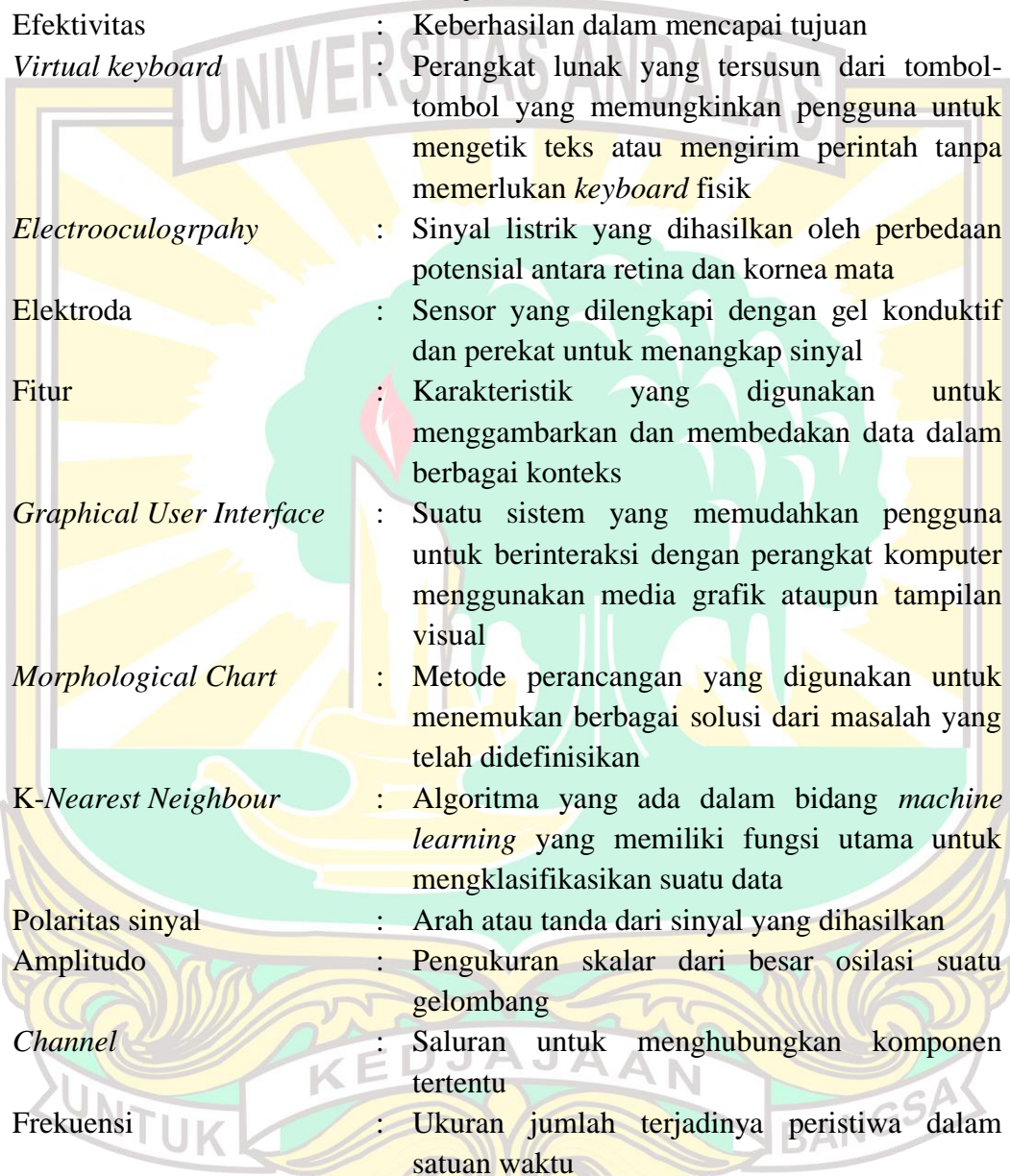


## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data percobaan perbandingan antara rangkaian EOG aktual dan simulasi .....	76
Lampiran B Data Pemilihan Item Tampilan <i>Virtual Keyboard</i> oleh Responden .	76
Lampiran C Data Latih.....	79
Lampiran D Data Uji.....	103
Lampiran E Program Pengoperasian Peralatan Elektronik.....	112
Lampiran F Program Navigasi <i>Virtual Keyboard</i> .....	115



## DAFTAR ISTILAH



Penyandang disabilitas	: Individu yang memiliki keterbatasan dalam menjalankan aktivitas sehari-hari
Efektivitas	: Keberhasilan dalam mencapai tujuan
<i>Virtual keyboard</i>	: Perangkat lunak yang tersusun dari tombol-tombol yang memungkinkan pengguna untuk mengetik teks atau mengirim perintah tanpa memerlukan <i>keyboard</i> fisik
<i>Electrooculography</i>	: Sinyal listrik yang dihasilkan oleh perbedaan potensial antara retina dan kornea mata
Elektroda	: Sensor yang dilengkapi dengan gel konduktif dan perekat untuk menangkap sinyal
Fitur	: Karakteristik yang digunakan untuk menggambarkan dan membedakan data dalam berbagai konteks
<i>Graphical User Interface</i>	: Suatu sistem yang memudahkan pengguna untuk berinteraksi dengan perangkat komputer menggunakan media grafik ataupun tampilan visual
<i>Morphological Chart</i>	: Metode perancangan yang digunakan untuk menemukan berbagai solusi dari masalah yang telah didefinisikan
<i>K-Nearest Neighbour</i>	: Algoritma yang ada dalam bidang <i>machine learning</i> yang memiliki fungsi utama untuk mengklasifikasikan suatu data
Polaritas sinyal	: Arah atau tanda dari sinyal yang dihasilkan
Amplitudo	: Pengukuran skalar dari besar osilasi suatu gelombang
<i>Channel</i>	: Saluran untuk menghubungkan komponen tertentu
Frekuensi	: Ukuran jumlah terjadinya peristiwa dalam satuan waktu
Filter	: Menyaring sinyal tertentu sehingga menghasilkan sinyal yang lebih baik

## DAFTAR SINGKATAN

BPS	:	Badan Pusat Statistik
GUI	:	<i>Graphical User Interface</i>
EOG	:	<i>Electrooculography</i>
IQ	:	<i>Intelligence Quotient</i>
KNN	:	<i>K-Nearest Neighbors</i>
USB	:	<i>Universal Serial Bus</i>
IC	:	<i>Integrated Circuit</i>
EEG	:	<i>Electroencephalography</i>
HMI	:	<i>Human Machine Interface</i>
NI	:	<i>National Instrument</i>



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi terus menghadirkan inovasi yang dapat mempermudah manusia dalam menjalankan aktivitas sehari-hari[1]. Inovasi ini sangat bermanfaat untuk membantu penyandang disabilitas[2]. Penyandang disabilitas adalah kondisi seseorang yang memiliki keterbatasan, baik secara fisik, mental, sensorik maupun intelektual[3]. Selain itu, terdapat juga penyandang disabilitas ganda yang memiliki lebih dari satu keterbatasan[4]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019, jumlah penyandang disabilitas di Indonesia mencapai 9 persen atau sekitar 23,3 juta jiwa. Sekitar 9,6 juta jiwa diantaranya mengalami disabilitas ganda[5].

Salah satu inovasi yang dikembangkan untuk membantu penyandang disabilitas adalah penggunaan *biosignal* untuk membangun komunikasi antara manusia dan mesin[6][7]. *Biosignal* adalah jenis sinyal yang berasal dari makhluk hidup dan dapat diukur serta dipantau secara terus menerus[8]. *Biosignal* ini mencakup sinyal bioelektrik dan sinyal non-bioelektrik. Sinyal bioelektrik dapat dideteksi dengan metode non-invasif menggunakan elektroda yang ditempatkan pada permukaan kulit. Salah satu sinyal bioelektrik adalah *Electrooculography* (EOG)[9].

*Electrooculography* (EOG) adalah sinyal listrik yang dihasilkan oleh aktivitas pergerakan mata[7]. Aktivitas pergerakan mata meliputi pergerakan secara horizontal, vertikal, dan kedipan. Pergerakan horizontal terdiri dari gerakan mata ke kiri dan ke kanan, sedangkan pergerakan vertikal terdiri dari gerakan mata ke atas dan ke bawah[10]. Aktivitas ini menghasilkan perbedaan potensial antara retina dan kornea mata[11][12].

Penelitian tentang EOG telah banyak dilakukan untuk membantu penyandang disabilitas dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Salah satu hasil dari penelitian ini adalah pengembangan *virtual keyboard*. *Virtual keyboard* memungkinkan penyandang disabilitas untuk mengetik dan berkomunikasi lebih mudah dan efisien[13]. Teknologi ini memberikan peluang bagi penyandang disabilitas untuk lebih mandiri.

Pengembangan *virtual keyboard* pada penelitian yang dilakukan oleh Dhillon, dkk[14] menggunakan sinyal EOG untuk melakukan navigasi pergerakan kursor dan sinyal EMG untuk memilih karakter. Chaerani[15] juga melakukan penelitian dengan memanfaatkan sinyal EOG untuk mengoperasikan *virtual keyboard* dengan menggunakan lirikan mata kanan, kiri, atas, dan bawah untuk navigasi pergerakan kursor, serta kedipan mata untuk pemilihan karakter. Kedua penelitian ini hanya berfokus pada pengoperasian *virtual keyboard*.

Penelitian lain dilakukan oleh Utami[16] menggunakan sensor *Leap Motion* untuk mendeteksi gerakan tangan dalam mengoperasikan *virtual keyboard*.

Meskipun *virtual keyboard* yang dikembangkan sudah dapat melakukan komunikasi jarak jauh melalui pengiriman pesan SMS, fitur komunikasi tersebut masih terbatas pada pengiriman pesan ke satu nomor saja. Untuk mengatasi keterbatasan ini, penelitian ini mengembangkan *virtual keyboard* yang terintegrasi dengan Telegram sehingga memungkinkan pengiriman pesan ke banyak penerima.

Penelitian ini mengembangkan *virtual keyboard* multifungsi, tidak hanya mengatasi keterbatasan dalam komunikasi tetapi juga meningkatkan kemandirian penyandang disabilitas dalam mengoperasikan peralatan elektronik menggunakan sinyal EOG. Meskipun penelitian terkait alat bantu untuk penyandang disabilitas dalam mengoperasikan peralatan elektronik sudah banyak dikembangkan, seperti yang dikembangkan oleh Laksono[17] yang mengembangkan alat bantu untuk mengoperasikan peralatan elektronik menggunakan ponsel sebagai media pengoperasiannya, dan Utomo, dkk[18] juga mengembangkan alat bantu dengan menggunakan suara sebagai media pengoperasiannya. Namun alat-alat tersebut tidak bisa digunakan oleh penyandang disabilitas yang mengalami kelumpuhan dan kesulitan berbicara. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *virtual keyboard* multifungsi yang efektif, tidak hanya untuk komunikasi tetapi juga untuk pengoperasian peralatan elektronik. Dengan demikian, penelitian ini diberi judul “**Efektivitas *Virtual Keyboard* Multifungsi dengan Sinyal *Electrooculography* untuk Penyandang Disabilitas**”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan, dikembangkan sebuah *virtual keyboard* multifungsi yang efektif untuk membantu penyandang disabilitas dalam berkomunikasi dan mengoperasikan peralatan elektronik. Oleh karena itu, rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana membangun *Graphical User Interface* (GUI) pada *virtual keyboard* agar dapat digunakan untuk berkomunikasi jarak jauh melalui Telegram dan mengoperasikan peralatan elektronik?
2. Bagaimana efektivitas dari *virtual keyboard* multifungsi sebagai media bantu dalam komunikasi dan pengoperasian peralatan elektronik?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dilakukan penelitian ini sebagai berikut:

1. Membangun *Graphical User Interface* (GUI) pada *virtual keyboard* agar dapat digunakan untuk berkomunikasi jarak jauh melalui Telegram dan mengoperasikan peralatan elektronik.
2. Mengukur efektivitas *virtual keyboard* multifungsi sebagai media bantu dalam komunikasi dan pengoperasian peralatan elektronik.

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat supaya pembahasan yang dilaksanakan pada penelitian ini memiliki target yang terarah dan sesuai dengan permasalahan yang ada. Batasan masalah juga membantu penulis dalam menjaga cakupan hal – hal yang penting terhadap penelitian agar dapat dilakukan secara efektif. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Virtual keyboard* dikembangkan untuk pengiriman pesan melalui Telegram dan pengoperasian peralatan elektronik menggunakan kontroler yang dapat terhubung dengan jaringan WiFi.
2. Pengendalian dilakukan pada *virtual keyboard*, sedangkan Telegram hanya sebagai penghubung komunikasi jarak jauh.
3. Jangkauan pengoperasian peralatan elektronik bergantung pada jangkauan WiFi yang digunakan.
4. *Virtual keyboard* dijalankan pada laptop/komputer di tempat yang memiliki akses jaringan internet.
5. Metode *morphological chart* digunakan untuk memudahkan pengambilan keputusan tampilan pada *virtual keyboard*.
6. Metode *K-Nearest Neighbor* digunakan untuk mengklasifikasikan sinyal yang memiliki polaritas sama.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah membantu penyandang disabilitas yang mengalami kesulitan dalam berkomunikasi dan mengoperasikan peralatan elektronik sehingga dapat meningkatkan kemandirian mereka tanpa harus sepenuhnya bergantung pada orang lain.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir dilakukan secara sistematis. Setiap bab memiliki tujuannya masing – masing dalam menyampaikan hal tertentu. Hal ini dilakukan agar hasil karya tulis memiliki struktur yang jelas dan mudah dipahami oleh pembaca. Sistematika penulisan tugas akhir sebagai berikut:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah penelitian, tujuan yang ingin dicapai, manfaat yang diharapkan, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

##### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas teori-teori pendukung yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam tugas akhir.

##### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi informasi mengenai bagaimana langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas akhir.

##### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab yang memberikan informasi mengenai hasil dan pembahasan berdasarkan tujuan tugas akhir.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Bab terakhir yang memberikan inti informasi berdasarkan hasil dan pembahasan tugas akhir.

## **DAFTAR PUSTAKA**



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penyandang Disabilitas

Penyandang disabilitas adalah individu yang memiliki keterbatasan dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Keterbatasan ini dapat berupa keterbatasan fisik, intelektual, mental yang menyebabkan hambatan dalam berinteraksi dengan lingkungan dan masyarakat sekitar (Gambar 2.1)[19].



**Gambar 2. 1** Penyandang Disabilitas[20]

Berikut penjelasan mengenai jenis-jenis penyandang disabilitas:

1. Penyandang disabilitas fisik

Penyandang disabilitas fisik adalah individu yang mengalami gangguan pada fungsi gerak, sehingga menghadapi kesulitan dalam melakukan aktivitas motorik[21]. Berikut adalah beberapa jenis disabilitas fisik:

- a) Amputasi adalah kondisi seseorang kehilangan sebagian atau seluruh bagian tubuh, biasanya lengan atau kaki, baik akibat kecelakaan, penyakit, atau tindakan medis (seperti operasi).
- b) Lumpuh adalah hilangnya kemampuan untuk menggerakkan sebagian atau seluruh tubuh akibat kerusakan pada sistem saraf, otot, atau tulang belakang. Lumpuh dapat bersifat sementara atau permanen dan dapat memengaruhi satu sisi tubuh (*hemiplegi*), kedua kaki (*paraplegi*), atau seluruh tubuh di bawah leher (*tetraplegi* atau *quadriplegi*).
- c) *Cerebral Palsy* adalah gangguan yang memengaruhi kemampuan seseorang untuk mengendalikan gerakan dan postur tubuh akibat kerusakan pada otak selama perkembangan janin atau masa anak-anak.
- d) *Stroke*, terjadi ketika suplai darah ke otak terganggu atau berkurang, menyebabkan sel-sel otak kekurangan oksigen dan nutrisi. Akibatnya, bagian tubuh yang dikendalikan oleh area otak yang terkena *stroke* mungkin lumpuh atau mengalami gangguan fungsi motorik, kognitif, atau bicara.

## 2. Penyandang disabilitas sensorik

Penyandang disabilitas sensorik adalah individu yang mengalami gangguan pada fungsi panca indera[22]. Berikut adalah beberapa jenis disabilitas sensorik:

### a) Kelainan pada indra penglihatan (*Tunanetra*)

*Tunanetra* adalah keterbatasan pada indra penglihatan yang terbagi menjadi dua kategori: buta total dan buta sebagian.

### b) Kelainan pada indra pendengaran (*Tunarungu*)

*Tunarungu* adalah keterbatasan pada indra pendengaran yang dapat bersifat bawaan atau terjadi akibat kecelakaan sehingga mengakibatkan penurunan fungsi pendengaran.

### c) Kelainan pada bicara (*Tunawicara*)

*Tunawicara* adalah keterbatasan yang dialami seseorang dalam mengungkapkan pikiran melalui bahasa verbal sehingga sulit dipahami oleh orang lain di sekitarnya.

## 3. Penyandang disabilitas mental

Penyandang disabilitas mental adalah individu yang mengalami gangguan pada kejiwaan yang menyebabkan kesulitan dalam berkomunikasi dengan lingkungan dan masyarakat sekitar[23]. Disabilitas mental terbagi menjadi dua kategori sebagai berikut:

a) *Psikososial* adalah individu yang mengalami gangguan dalam cara berpikir, berperilaku, serta interaksi dengan lingkungan sosial. Disabilitas ini mencakup kondisi depresi, gangguan kecemasan, atau gangguan kepribadian.

b) Disabilitas perkembangan yang mempengaruhi kemampuan interaksi sosial. Disabilitas perkembangan berdampak pada kemampuan seseorang untuk berkomunikasi dan berinteraksi dengan orang lain.

## 4. Penyandang disabilitas intelektual

Penyandang disabilitas intelektual adalah individu yang mengalami gangguan fungsi pikir karena tingkat kecerdasan di bawah rata-rata[24]. Disabilitas intelektual antara lain:

### a) Lambat belajar

Lambat belajar adalah individu yang memiliki kemampuan intelektual sedikit di bawah rata-rata. Penyandang disabilitas ini memerlukan waktu lebih lama untuk memahami konsep-konsep baru dan cenderung mengalami kesulitan dalam mata pelajaran akademik seperti membaca, menulis, dan matematika.

### b) Disabilitas grahita

Disabilitas grahita atau keterbelakangan mental adalah individu mengalami keterbatasan intelektual yang signifikan. Disabilitas ini memiliki IQ di bawah 70-75 sehingga mempengaruhi kemampuan belajar, dan berpikir dalam kehidupan sehari-hari.

### c) *Down syndrome*

*Down syndrome* adalah kondisi genetik yang terjadi karena adanya tambahan satu salinan kromosom 21 yang menyebabkan gangguan perkembangan fisik dan intelektual.

#### 5. Disabilitas ganda

Disabilitas ganda adalah individu yang mengalami lebih dari satu jenis disabilitas[4]. Disabilitas ganda ini dapat disebabkan oleh dua faktor utama:

##### a) Disabilitas didapat (*Acquired*)

Disabilitas yang disebabkan oleh kecelakaan, konflik, atau penyakit kronis yang mengakibatkan cacat pada penderitanya.

##### b) Disabilitas sejak lahir (*Congenital*)

Disabilitas yang disebabkan oleh kelainan pertumbuhan organ-organ selama dalam kandungan, infeksi virus, atau kekurangan gizi.

## 2.2 Efektivitas

Secara etimologi, kata efektivitas berasal dari kata efektif. Kata efektif berasal dari bahasa Inggris yaitu *effective* yang artinya berhasil. Menurut Kamus Umum Bahasa Indonesia, efektivitas adalah keberhasilan dalam mencapai tujuan[25]. Efektivitas secara umum dapat diartikan sebagai "Melakukan sesuatu dengan tepat"[26]. Pandangan mengenai efektivitas dapat bervariasi karena berbagai disiplin ilmu menggunakan pendekatan yang berbeda dalam mengukurnya. Gibson mengemukakan bahwa baik secara teoritis maupun praktis, belum ada kesepakatan universal mengenai efektivitas[27].

Peneliti dalam bidang HCI mengalami kesulitan dalam menentukan kriteria yang tepat untuk menilai efektivitas, terutama ketika terdapat banyak pilihan yang memungkinkan untuk mengukur efektivitas. Kriteria untuk mengukur efektivitas dapat menggunakan kelengkapan, akurasi, keandalan, efektivitas biaya, dan kemudahan penggunaan (Gambar 2.2). Salah satu dari ukuran ini dapat menjadi kriteria yang digunakan peneliti untuk menilai efektivitas. Namun, hampir tidak mungkin untuk memaksimalkan semuanya secara bersamaan[28].



**Gambar 2. 2** Kriteria Mengukur Efektivitas[28]

Beberapa kriteria yang memungkinkan untuk mengukur efektivitas, yaitu:

1. Kelengkapan: mengukur sejauh mana sistem dapat mengidentifikasi berbagai masalah kegunaan yang ada.
2. Akurasi: mengukur sejauh mana sistem dapat berfungsi dengan baik dan mengeksekusi perintah dari pengguna.
3. Keandalan: mengacu pada konsistensi hasil terhadap waktu yang berbeda.
4. Efektivitas biaya: mengukur seberapa efisien sumber daya digunakan untuk mencapai hasil yang diinginkan. Diukur berdasarkan rasio biaya yang dikeluarkan untuk pengembangan sistem dengan manfaat yang diperoleh.
5. Kemudahan penggunaan: mengukur kesederhanaan dan kenyamanan pengguna dalam menggunakan sistem.

### 2.3 *Virtual Keyboard*

*Virtual keyboard* adalah perangkat lunak yang tersusun dari tombol-tombol yang memungkinkan pengguna untuk mengetik teks atau mengirim perintah tanpa memerlukan *keyboard* fisik. *Virtual keyboard* menjadi solusi alternatif bagi pengguna yang mengalami kesulitan dalam menggunakan *keyboard* konvensional. Berbagai versi dan kegunaan *virtual keyboard* telah dikembangkan untuk mengatasi berbagai masalah yang dihadapi[29]. Salah satu penelitian yang berkaitan dengan pengembangan *virtual keyboard* melibatkan penggunaan kamera untuk mendeteksi wajah dan area mata[30]. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *virtual keyboard* jenis numerik dengan tampilan huruf alfabet yang terdistribusi pada tombol-tombol angka sebagai sistem bantuan dalam mengetik kata atau teks pada komputer (Gambar 2.3).



**Gambar 2.3** *Virtual Keyboard* Jenis Numerik Dengan Tampilan Huruf Alfabet[30]

*Virtual keyboard* yang dikembangkan ini memiliki fitur untuk mendeteksi gerakan mata pengguna. Gerakan mata yang dideteksi berupa gerakan ke kanan,

kiri, dan kedepan. Terdapat dua mode pergerakan pada *virtual keyboard* ini, yaitu pergerakan secara vertikal dan horizontal. Pergerakan horizontal digunakan untuk memilih karakter yang terdapat dalam satu kolom. Setelah memilih kolom karakter yang dituju, mode pergerakan berubah menjadi gerakan vertikal. Gerakan mata kiri dan kanan akan terdeteksi sebagai arah penunjuk gerakan ke atas dan bawah (Gambar 2.4).



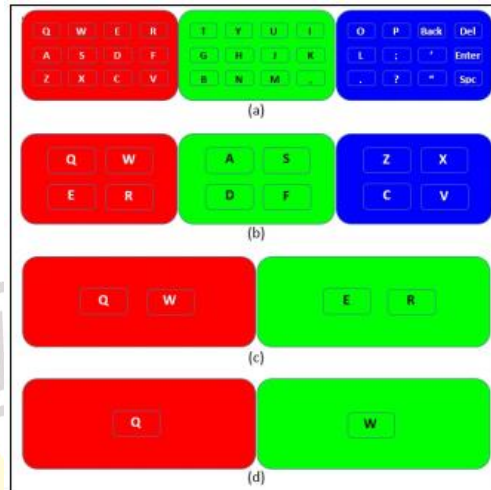
**Gambar 2. 4** Mode Pergerakan pada *Virtual Keyboard* (a) Pergerakan Secara Horizontal dan (b) Pergerakan Secara Vertikal[30]

Penelitian lainnya mengenai implementasi *virtual keyboard* juga dilakukan berdasarkan sinyal *electroencephalography* (EEG)[31]. Jenis *virtual keyboard* yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis Qwerty (Gambar 2.5).



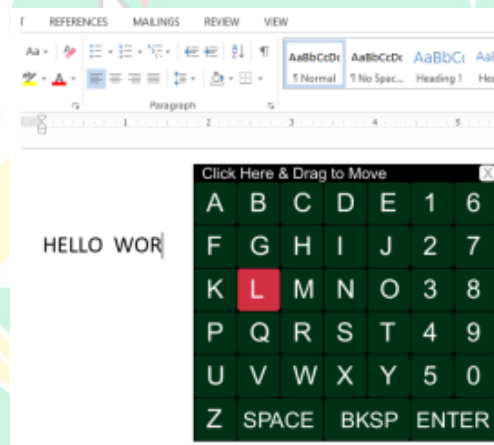
**Gambar 2. 5** *Virtual Keyboard* Jenis Qwerty[31]

Tampilan *virtual keyboard* yang dikembangkan ini dibagi menjadi empat lapisan, dimana dua lapisan pertama dibagi menjadi tiga kelompok dan dua lapisan sisanya dibagi menjadi dua kelompok (Gambar 2.6).



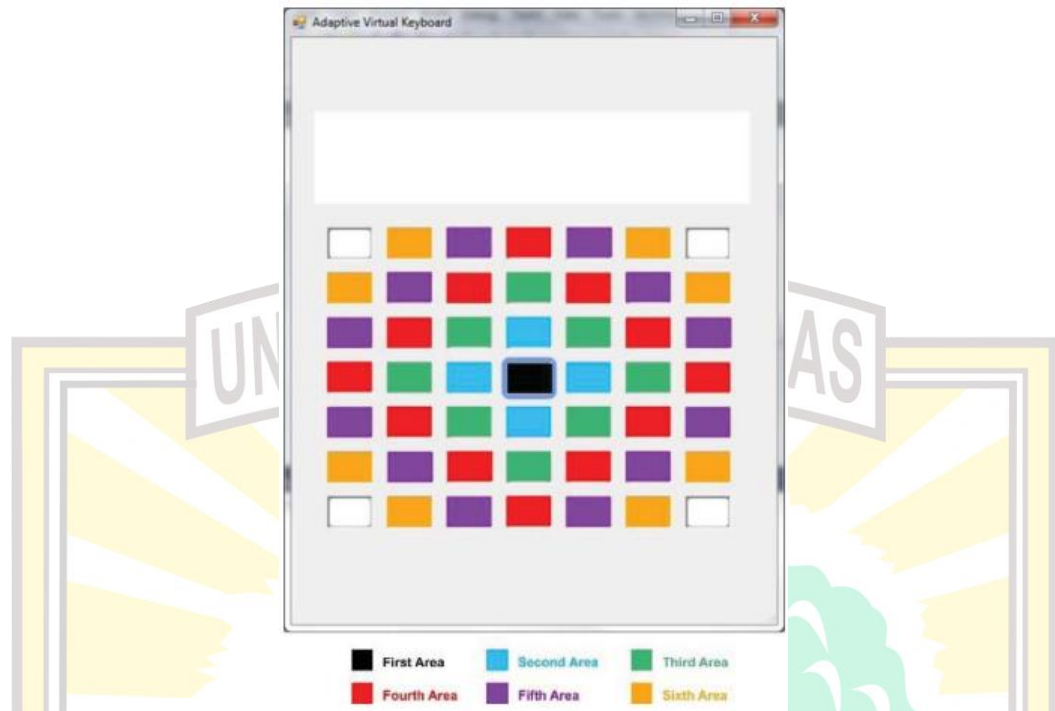
**Gambar 2. 6** Tampilan *Virtual Keyboard* Dengan Pembagian Empat Lapisan[31]

*Virtual keyboard* jenis alfabet juga dikembangkan menggunakan kendali sinyal EOG[32]. *Keyboard* ini dilengkapi dengan huruf, angka, serta perintah khusus seperti spasi, hapus, dan baris baru untuk mengetik kata atau teks pada komputer (Gambar 2.7).



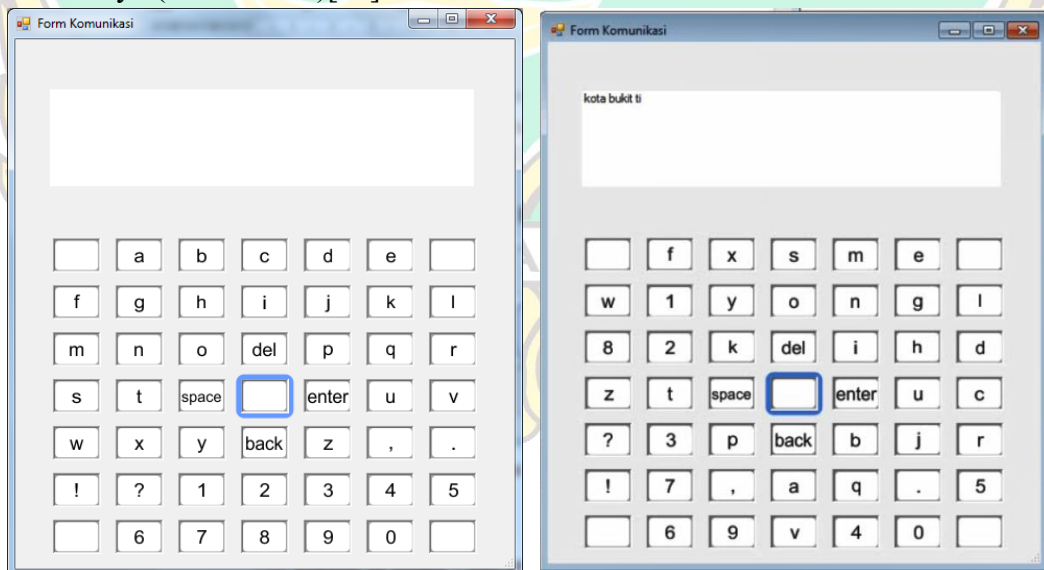
**Gambar 2. 7** *Virtual Keyboard* Jenis Alfabet[32]

Pada penelitian lainnya dikembangkan *virtual keyboard* adaptif. *Virtual keyboard* adaptif adalah jenis *virtual keyboard* di mana tata letak tombol dapat berubah sesuai dengan kebiasaan atau preferensi pengguna. *Keyboard* ini dapat beradaptasi dengan frekuensi penggunaan karakter atau kata. Penelitian mengenai pengembangan *virtual keyboard* adaptif dengan menggunakan sinyal EOG yang dirancang terdiri dari 6 area (Gambar 2.8)[33]. Area 1 dan 2 bersifat statis karena pada area 1 berfungsi sebagai tempat istirahat mata dan tidak terdapat perintah, sedangkan pada area 2 terdiri dari tombol utama dengan fungsi spasi, baris baru, hapus, dan kembali. Area 3 hingga 6 bersifat adaptif, memungkinkan perpindahan posisi tombol sesuai dengan urutan frekuensi karakter yang paling sering digunakan.



**Gambar 2. 8** Tampilan *Virtual Keyboard* Adaptif[33]

Posisi karakter akan berubah setelah pengguna mengetik 10 karakter. Setelah 10 karakter tersebut diketik, posisi tombol masing-masing karakter akan berpindah berdasarkan frekuensi penggunaan karakter pada 10 karakter yang telah diketik. Misalnya, ketika pengguna mengetik kata "Kota Bukit" yang terdiri dari 10 karakter, huruf-huruf yang digunakan seperti t, k, o, i, u, b, dan a akan berpindah ke zona 3 karena karakter-karakter ini yang paling sering digunakan dalam 10 karakter sebelumnya (Gambar 2.9)[33].



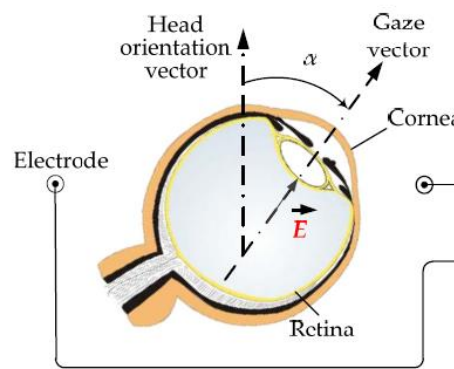
(a) Sebelum Perubahan Posisi Tombol      (b) Setelah Perubahan Posisi Tombol

**Gambar 2. 9** Perubahan Posisi Tombol Pada *Virtual Keyboard* Adaptif[33]

Hasil penelitian tersebut, menunjukkan bahwa *virtual keyboard* adaptif dapat mengurangi jumlah langkah atau gerakan lirikan mata hingga 27% dibandingkan dengan *virtual keyboard* statis.

## 2.4 *Electrooculography* (EOG)

*Electrooculography* (EOG) merupakan sinyal listrik yang dihasilkan oleh perbedaan potensial antara retina dan kornea mata[12][34]. Perbedaan ini disebabkan oleh banyaknya saraf elektrik yang aktif di retina dibandingkan dengan bagian depan mata. Banyak percobaan menunjukkan bahwa kornea merupakan kutub positif dan retina merupakan kutub negatif pada bola mata (Gambar 2.10)[35].



**Gambar 2. 10** Proses Munculnya Sinyal EOG[35]

Sinyal EOG dapat diukur dengan cara meletakkan beberapa elektroda di sekitar area mata. Polaritas sinyal yang dihasilkan oleh mata bersifat linear terhadap pergerakan bola mata, dan biasanya dihitung relatif terhadap potensial pada retina[36]. Amplitudo dari pembacaan sinyal EOG bervariasi untuk setiap orang, namun secara umum sinyal EOG memiliki rentang tegangan dari +0.040 sampai +3.0 mV. Nilai sinyal berdasarkan gerakan mata berkisar antara  $5\mu\text{V}/\text{derajat}$  hingga  $20\mu\text{V}/\text{derajat}$ , dengan frekuensi esensial antara 0 Hz hingga 60 Hz[37]. Selain pergerakan bola mata, sinyal EOG juga dipengaruhi oleh aktivitas otot mata dan otot di sekitar area mata.

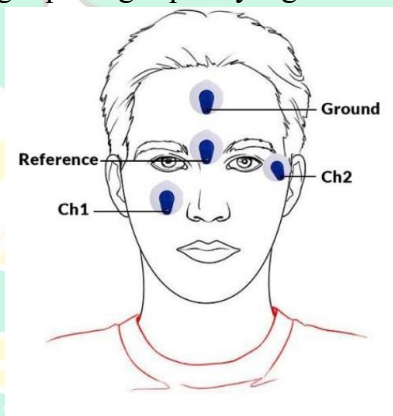
### 2.4.1 Elektroda

Elektroda adalah sensor yang dilengkapi dengan gel konduktif dan perekat untuk menangkap sinyal[38]. Jenis elektroda yang digunakan adalah *blue sensor electrodes* yang ditempelkan langsung pada kulit untuk mengukur sinyal listrik[39]. Elektroda ini biasanya memanfaatkan gel konduktif untuk menempelkan elektroda pada tubuh. Material yang digunakan pada elektroda jenis ini adalah *silver/silver-chloride* (Ag/AgCl), karena memiliki stabilitas input DC yang baik, serta memiliki besar *noise* dan resistansi yang kecil. Bentuk elektroda jenis *blue sensor electrodes* dapat dilihat dari Gambar 2.11.



**Gambar 2. 11** Elektroda[38]

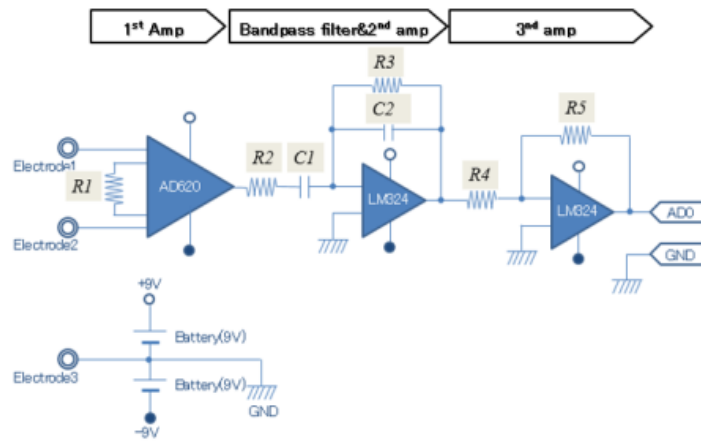
Posisi elektroda yang ditempelkan pada tubuh juga sangat berpengaruh terhadap bentuk serta properti dari sinyal EOG[40][41]. Oleh karena itu, penempatan elektroda yang optimal diperlukan mendapatkan sinyal EOG yang sesuai dengan kebutuhan. Umumnya, elektroda potensial diletakkan di kening pengguna. Sementara elektroda lain dapat diletakkan ditempat yang bervariasi. Pada penelitian ini akan menggunakan konfigurasi 4 elektroda yang terdiri dari Ch1 untuk pergerakan mata vertikal, Ch2 untuk pergerakan mata horizontal, *channel* referensi dan *ground* yang dipasang seperti yang terlihat pada Gambar 2.12[42].



**Gambar 2. 12** Posisi Letak Elektroda[42]

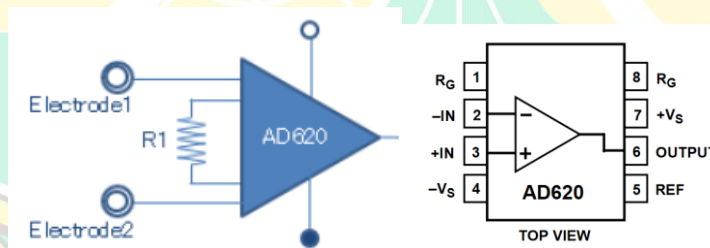
#### **2.4.2 Rangkaian Processing EOG**

Sinyal EOG memiliki amplitudo yang tergolong kecil berkisar 0,04 – 3.0 mV sehingga diperlukan rangkaian eksternal untuk menguatkan sinyal tersebut. Rangkaian EOG terdiri dari dua bagian inti, yakni rangkaian *amplifier* (penguat) dan rangkaian filter. Bagian filter pada rangkaian diperlukan untuk menghilangkan sinyal derau dari gangguan eksternal serta hanya melewatkan sinyal EOG dengan frekuensi esensial dari 0 – 60 Hz. Rangkaian lengkap pengolahan sinyal EOG dapat dilihat pada Gambar 2.13.



**Gambar 2. 13** Rangkaian Processing Sinyal EOG[10]

Rangkaian processing sinyal EOG terdiri dari atas *first amplifier*, *bandpass filter & second amplifier* dan *third amplifier*. Pada bagian *first amplifier* pertama adalah penguat pertama menggunakan IC AD620 sebagai penguat pertama, kemudian menggunakan IC LM324 sebagai *bandpass filter*, penguat kedua, dan penguat ketiga. IC AD620 (Gambar 2.14) adalah komponen penguat yang memiliki akurasi yang tinggi dengan harga yang murah, dan hanya memerlukan 1 buah resistor eksternal untuk mengatur nilai *gain* dari penguat tersebut dengan rentang penguatan 1 – 10,000 serta memiliki bentuk yang kecil sehingga cocok digunakan untuk aplikasi bertenaga baterai dan portabel[43]. Nilai penguatan IC AD620 dapat diatur dengan mengubah nilai resistor  $R_G$  sesuai dengan persamaan 2.1 dan 2.2 berikut ini:



**Gambar 2. 14** Rangkaian Penguat Pada IC AD620[10]

$$G = 1 + \frac{49.4k\Omega}{R_G} \quad (2.1)$$

$$R_G = \frac{49.4k\Omega}{G - 1} \quad (2.2)$$

Keterangan:

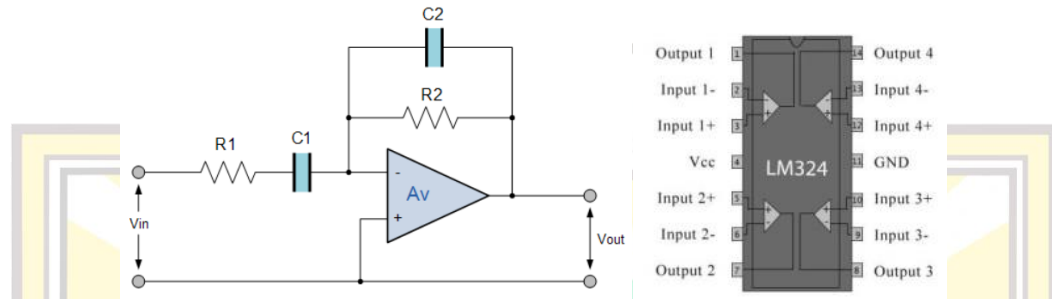
$G$  : penguatan (gain) dari rangkaian

$49.4k\Omega$  : nilai tetap dari resistor feedback ( $\Omega$ )

$R_G$  : resistor pengatur penguatan ( $\Omega$ )

Bagian selanjutnya dalam rangkaian adalah penguat kedua dan filter yang menggunakan rangkaian *band-pass filter* (Gambar 2.15). Rangkaian ini merupakan

filter aktif dengan karakteristik penguat yang dibangun berdasarkan konfigurasi op-amp. Rangkaian ini menggabungkan dua filter sekaligus yakni LPF (*Low Pass Filter*) dan HPF (*High Pass Filter*) yang hanya dapat melewatkan frekuensi dalam rentang tertentu. Selain itu, rangkaian ini juga berfungsi sebagai penguat karena memiliki komponen op-amp.



**Gambar 2. 15** Rangkaian *Band-Pass Filter* Pada IC LM324[10]

Dalam menentukan rentang frekuensi yang bisa dilewati oleh rangkaian ini ditentukan berdasarkan nilai  $f_c$  (frekuensi *cutoff*) pada HPF dan LPF. Filter hanya akan meloloskan frekuensi di atas frekuensi *cutoff low* pada HPF dan di bawah frekuensi *cutoff high* pada LPF. Nilai dari frekuensi ini ditentukan sendiri oleh desainer dari rangkaian filter. Besar nilai penguatan, frekuensi *cutoff* bawah dan nilai frekuensi *cutoff* atas dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.3 – 2.5 berikut.

$$G = -\frac{R_2}{R_1} \quad (2.3)$$

Persamaan frekuensi *cutoff* bawah

$$f_{c1} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} \quad (2.4)$$

Persamaan frekuensi *cutoff* atas

$$f_{c2} = \frac{1}{2\pi R_2 C_2} \quad (2.5)$$

Keterangan:

$G$  : penguatan dari rangkaian

$R_1$  dan  $R_2$  : resistor dalam rangkaian ( $\Omega$ )

$C_1$  dan  $C_2$  : kapasitor dalam rangkaian (F)

$\pi$  : konstanta pi ( $\approx 3.14159$ )

Grafik respon dari rangkaian *band pass* filter terdiri dari dua daerah inti yakni suatu daerah tertentu dimana filter akan melewatkan frekuensi pada daerah tersebut disebut pita/*bandwith* dan yang kedua adalah daerah dimana filter akan meredamkan frekuensi pada daerah tersebut yang berada di luar *band*. *Bandwith* juga dapat didefinisikan sebagai perbedaan antara frekuensi *cutoff* bawah dan frekuensi *cutoff* atas.

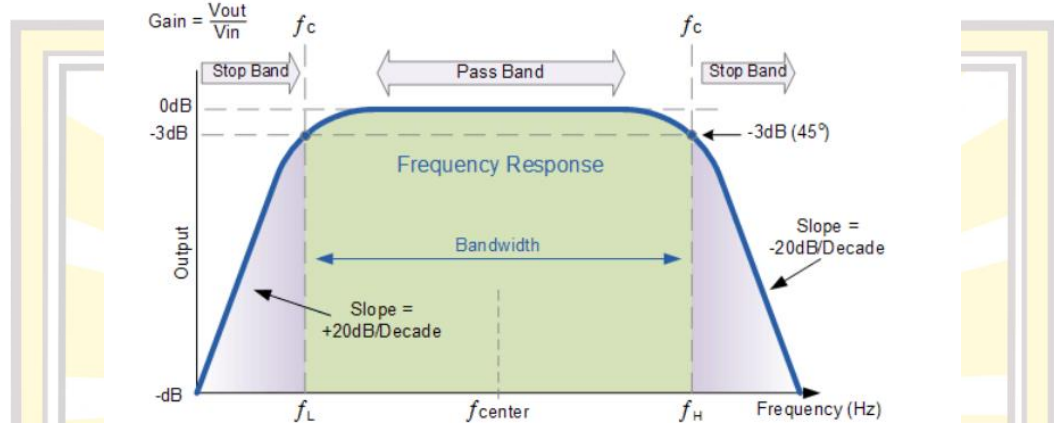
$$\text{Bandwith} = f_{c_{high}} - f_{c_{low}} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$f_{c_{high}}$  : frekuensi *cutoff* atas (Hz)

$f_{c_{low}}$  : frekuensi *cutoff* bawah (Hz)

Untuk bekerja sesuai dengan karakteristik dari filter tersebut, nilai frekuensi *cutoff* dari LPF harus bernilai lebih besar dibandingkan dengan frekuensi *cutoff* HPF. Gambar 2.16 menampilkan grafik respon dari filter *band pass*. Di luar rentang frekuensi *bandwidth* nilai gain akan terus naik atau turun sebesar 20dB/Decade hingga sinyal tersebut mencapai frekuensi *cutoff* pada batas atas maupun bawah.



**Gambar 2. 16** Respon Frekuensi BPF[44]

Bagian terakhir dari rangkaian pengolahan sinyal EOG melibatkan penambahan penguat akhir untuk meningkatkan level tegangan sinyal. Penguat yang digunakan adalah penguat *inverting amplifier* (Gambar 2.17). Penguat ini tidak hanya menguatkan tegangan, tetapi juga membalik polaritas output tegangan[45]. IC Op-amp yang digunakan sebagai penguat adalah IC LM324, yang merupakan op-amp dengan input diferensial dan dilengkapi dengan empat penguat (*quad amplifier*). IC ini dapat beroperasi dengan tegangan input yang bervariasi (3 – 32 V)[46]. Perhitungan nilai penguatan pada rangkaian *inverting amplifier* dapat dilakukan menggunakan persamaan 2.7.

$$V_o = -\frac{R_f}{R_i} V_1 \quad (2.7)$$

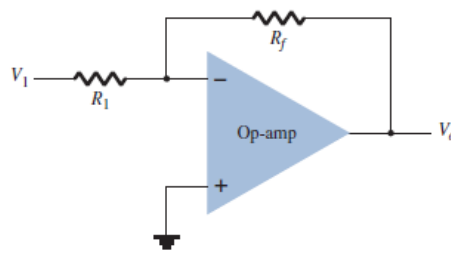
Keterangan:

$V_o$  : tegangan output (V)

$R_f$  : resistor umpan balik ( $\Omega$ )

$R_i$  : resistor input ( $\Omega$ )

$V_1$  : tegangan input (V)

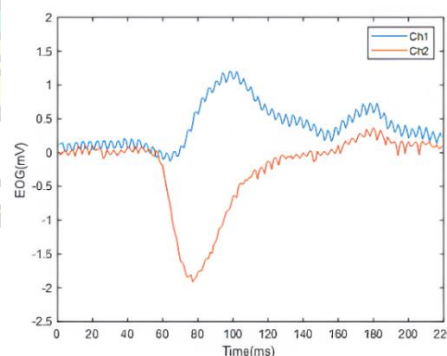


Gambar 2. 17 Rangkaian *Inverting Amplifier*[45]

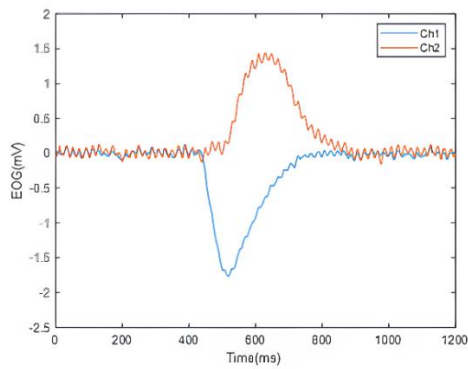
### 2.4.3 Bentuk Sinyal EOG

Sinyal EOG yang dihasilkan oleh mata memiliki karakteristik tersendiri tergantung dari aktivitas mata yang dilakukan. Sinyal EOG dapat mendeteksi beberapa aktivitas mata diantaranya adalah aktivitas lirikan dan kedipan. Dalam penelitian ini pergerakan lirikan dibagi menjadi empat arah yaitu lirik kanan, lirik kiri, lirik atas, dan lirik bawah yang digunakan sebagai sinyal untuk melakukan navigasi pada *virtual keyboard*. Sementara itu, aktivitas kedipan mata digunakan untuk memilih karakter. Ketika mata melakukan suatu aktivitas, terdapat perbedaan potensial antara retina dan kornea. Aktivitas ini menghasilkan gelombang dengan polaritas yang berbeda sesuai dengan posisi peletakan elektroda yang telah ditentukan.

Berdasarkan posisi peletakan elektroda pada Gambar 2.12, sesuai dengan karakteristik perbedaan potensial mata di mana kornea menghasilkan polaritas positif dan retina menghasilkan polaritas negatif, didapatkan bahwa ketika mata melakukan lirikan ke kanan (Gambar 2.18), elektroda CH1 akan mendeteksi polaritas positif dari kornea mata kanan sehingga CH1 akan menghasilkan nilai positif, sedangkan CH2 akan mendeteksi polaritas negatif dari retina mata kiri. Hal yang sama berlaku untuk pergerakan lirikan ke kiri (Gambar 2.19), di mana CH1 akan mendeteksi polaritas negatif dari mata kanan sementara CH2 akan mendeteksi polaritas positif dari mata kiri[47].

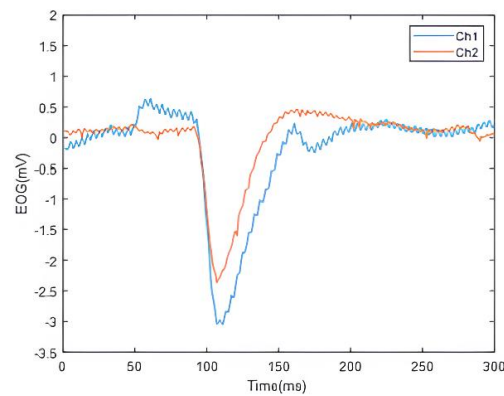


Gambar 2. 18 Sinyal Lirikan Mata ke Kanan[42]

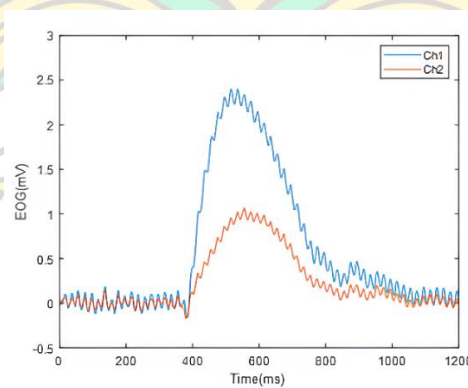


**Gambar 2. 19** Sinyal Lirikan Mata ke Kiri[42]

Pergerakan mata ke atas (Gambar 2.20) akan menghasilkan sinyal EOG yang berbeda dari lirikan sebelumnya. Pada saat mata kiri dan kanan bergerak ke atas, keduanya akan menjauhi elektroda CH1 dan CH2 serta lebih dekat dengan retina, sehingga akan menghasilkan polaritas negatif. Namun, jika mata melakukan gerakan ke bawah (Gambar 2.21), kedua mata akan mendekati elektroda masing-masing dan mendeteksi polaritas positif dari kornea, sehingga kedua sinyal tersebut akan memiliki polaritas positif[48].

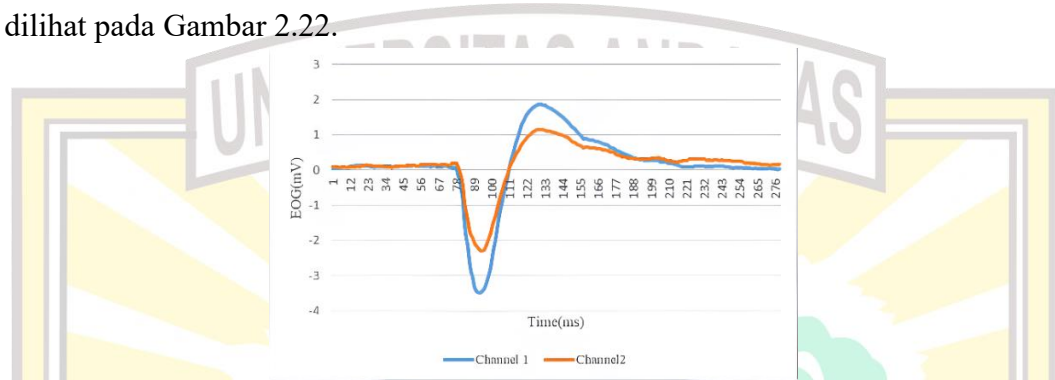


**Gambar 2. 20** Sinyal Lirikan Mata ke Atas[42]



**Gambar 2. 21** Sinyal Lirikan Mata ke Bawah[42]

Selain aktivitas lirikan mata, sinyal EOG juga dapat mendeteksi sinyal saat mata berkedip. Kedipan mata adalah kontraksi otot mata yang menghasilkan potensial listrik pada otot-otot di kelopak mata[49]. Satu kedipan mata biasanya memiliki amplitudo yang lebih besar dibandingkan sinyal lainnya. Hal ini disebabkan oleh kontraksi otot mata yang lebih kuat dan tekanan yang lebih besar antara kedua kelopak mata saat berkedip[50]. Sinyal EOG dari kedipan mata dapat dilihat pada Gambar 2.22.



**Gambar 2. 22** Sinyal Mata Kedipan Mata[42]

#### 2.4.4 Fitur sinyal EOG

Sinyal EOG memiliki beberapa fitur yang dapat diteliti saat menganalisis sinyal tersebut. Fitur-fitur ini dapat mempermudah proses pengenalan gerakan untuk navigasi pada media *virtual keyboard*, seperti klasifikasi gerakan mata dan kedipan mata. Fitur-fitur yang biasanya digunakan untuk menganalisis sinyal EOG antara lain polaritas sinyal, luas sinyal, puncak sinyal, amplitudo maksimum sinyal, dan periode sinyal.

##### 1. Polaritas Sinyal

Polaritas sinyal menentukan apakah sinyal tersebut memiliki nilai positif atau negatif. Untuk menentukan polaritas suatu sinyal digunakan *threshold*, yaitu batasan yang memisahkan sinyal noise dengan sinyal EOG yang sebenarnya. *Threshold* sinyal diambil dari nilai maksimum dan minimum saat mata berada pada posisi diam (hanya memandang lurus ke depan). Nilai maksimum menjadi *threshold* positif, sedangkan nilai minimum menjadi *threshold* negatif.

Polaritas sinyal EOG dibagi menjadi dua: polaritas positif dan negatif. Sinyal bersifat negatif apabila nilai sinyal tersebut melewati *threshold* negatif, dan bersifat positif apabila nilai sinyal melewati *threshold* positif. *Threshold* atas dan bawah ditentukan secara mandiri oleh peneliti berdasarkan nilai sinyal noise saat mata berada dalam keadaan diam[51][52].

##### 2. Luas Sinyal

Luas sinyal didefinisikan sebagai hasil perkalian nilai absolut sinyal dengan interval waktu dari masing-masing channel elektroda. Total luas sinyal pada suatu waktu merupakan penjumlahan dari luas sinyal channel CH1 dan CH2. Luas sinyal

dihitung ketika masing-masing channel telah melewati *threshold* atas dan bawah, dan penghitungan luas sinyal selesai ketika besar sinyal kembali ke 0[50].

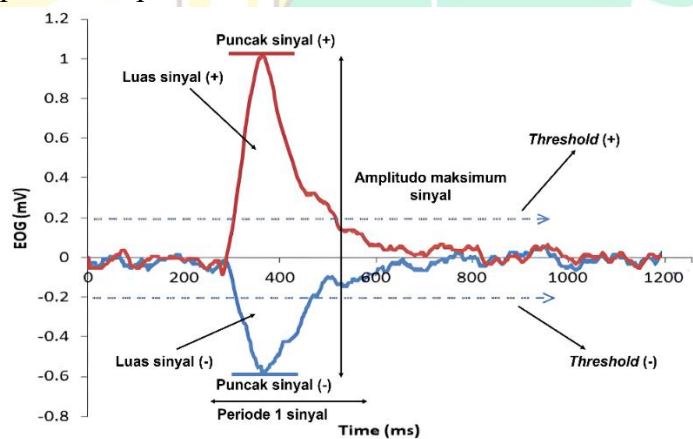
### 3. Puncak Sinyal

Puncak maksimum sinyal (*peak value*) adalah amplitudo tertinggi dari sinyal yang memiliki bentuk setengah gelombang. Puncak ini terdiri dari dua sinyal setengah gelombang yang masing-masing menunjukkan polaritasnya: puncak tertinggi yang melewati *threshold* positif dan puncak terendah yang melewati *threshold* negatif[51]. Fitur puncak dari masing-masing sinyal ini akan diobservasi dalam penelitian.

Puncak sinyal dapat didapatkan dengan membandingkan nilai-nilai historis data sinyal EOG antara data yang baru dengan data sebelumnya. Nilai puncak positif diperoleh dari *channel* yang telah melewati *threshold* positif, dan nilai ini akan terus dibandingkan hingga ditemukan nilai tertinggi, yaitu puncak sinyal positif. Sebaliknya, nilai puncak negatif diperoleh dari *channel* yang melewati *threshold* negatif dan akan terus dibandingkan dengan data historis hingga mencapai nilai terendah, yang merupakan puncak sinyal negatif.

### 4. Periode Sinyal

Periode sinyal menandakan seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk membentuk sinyal secara utuh. Periode sinyal terjadi dalam waktu yang spontan dengan satuan *millisecond* (ms). Bentuk fitur-fitur yang dapat diekstrak dari sebuah sinyal EOG dapat dilihat pada Gambar 2.23 berikut ini

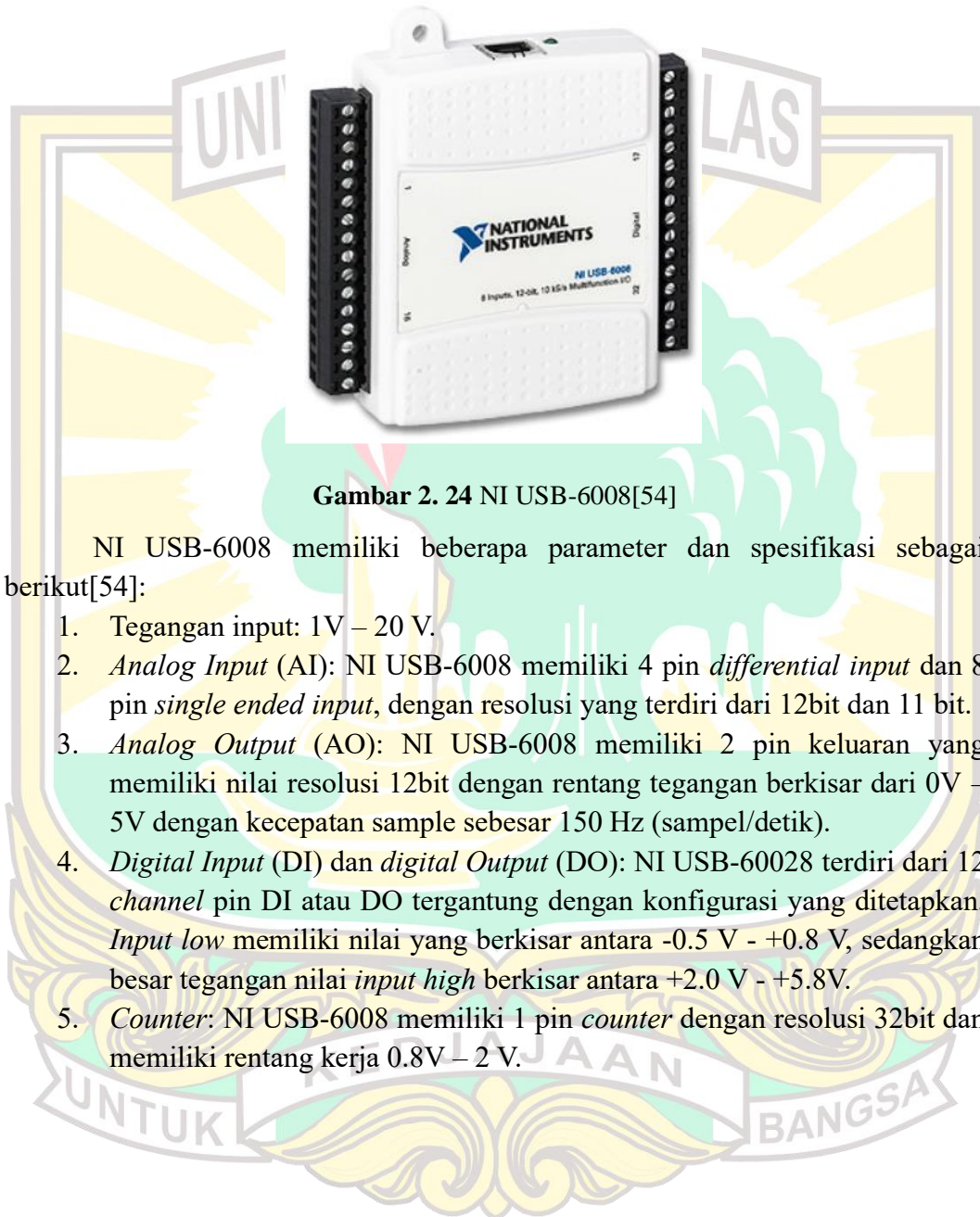


Gambar 2. 23 Fitur-Fitur Sinyal EOG[51]

## 2.5 NI USB-6008

NI USB-6008 (Gambar 2.24) adalah perangkat DAQ (*Data Acquisition*) multifungsi yang memiliki harga yang terjangkau. Perangkat ini menyediakan banyak fungsi yang berhubungan dengan menerima dan mengirimkan data ke perangkat eksternal. Selain itu, NI USB ini dapat digunakan sebagai *interface* antar perangkat. Aplikasi yang dapat menggunakan NI USB-6008 ini adalah aplikasi pencatatan data sederhana, pengukuran portabel (jarak jauh), dan eksperimen laboratorium untuk industri dan akademis, seperti pada penelitian ini akan dapat

membaca dan merekam sinyal *electrooculography* (EOG)[53]. Hasil pembacaan dari perangkat NI USB-6008 ini akan dikirimkan ke komputer untuk dilakukan pengolahan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Terdapat driver NI-DAQmx dan utilitas konfigurasi yang disertakan untuk menyederhanakan dan pengukuran saat menggunakan NI USB-6008[54].

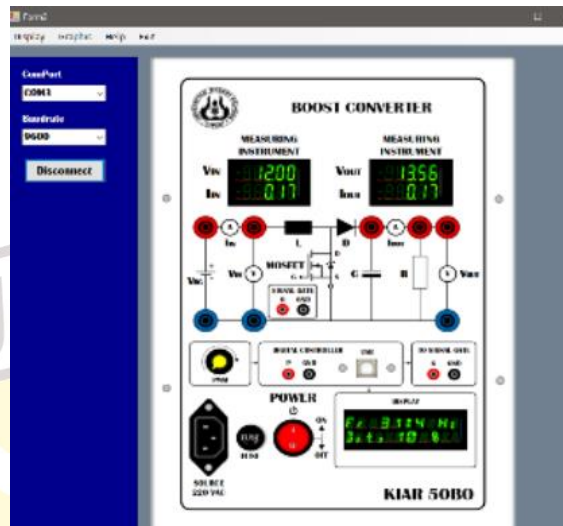


**Gambar 2. 24** NI USB-6008[54]

NI USB-6008 memiliki beberapa parameter dan spesifikasi sebagai berikut[54]:

1. Tegangan input: 1V – 20 V.
2. *Analog Input* (AI): NI USB-6008 memiliki 4 pin *differential input* dan 8 pin *single ended input*, dengan resolusi yang terdiri dari 12bit dan 11 bit.
3. *Analog Output* (AO): NI USB-6008 memiliki 2 pin keluaran yang memiliki nilai resolusi 12bit dengan rentang tegangan berkisar dari 0V – 5V dengan kecepatan sample sebesar 150 Hz (sampel/detik).
4. *Digital Input* (DI) dan *digital Output* (DO): NI USB-60028 terdiri dari 12 *channel* pin DI atau DO tergantung dengan konfigurasi yang ditetapkan. *Input low* memiliki nilai yang berkisar antara -0.5 V - +0.8 V, sedangkan besar tegangan nilai *input high* berkisar antara +2.0 V - +5.8V.
5. *Counter*: NI USB-6008 memiliki 1 pin *counter* dengan resolusi 32bit dan memiliki rentang kerja 0.8V – 2 V.

## 2.6 Graphical User Interface (GUI)



Gambar 2. 25 Graphical User Interface[55]

*Graphical User Interface* atau GUI adalah suatu sistem yang memudahkan pengguna untuk berinteraksi dengan perangkat komputer menggunakan media grafik ataupun tampilan visual seperti tombol, ikon, teks dengan komputer (Gambar 2.25)[55]. Salah satu software yang berbasis GUI adalah Visual Studio. Visual Studio menyediakan antarmuka grafis yang terintegrasi untuk berbagai kebutuhan pengembangan perangkat lunak.

## 2.7 Morphological Chart

*Morphological Chart* adalah metode perancangan yang digunakan untuk menemukan berbagai solusi dari masalah yang telah didefinisikan. Solusi-solusi ini diperoleh dengan memecah masalah menjadi sub-fungsi dan menghasilkan alternatif untuk setiap sub-fungsi tersebut. Dalam *chart* ini, berbagai kemungkinan solusi dikombinasikan untuk menghasilkan produk-produk yang berbeda atau bervariasi[56]. Tujuan utama dari metode ini adalah memperluas penelitian terhadap solusi baru. Analisis morfologi merupakan upaya sistematis untuk menganalisis bentuk yang ada pada suatu mesin atau produk[57].

Metode ini bekerja dengan membagi masalah dan menawarkan solusi secara terpisah, bagian-bagian tersebut kemudian digabungkan melalui proses seleksi dan diintegrasikan. Data ini membentuk sebuah matriks dengan sub-fungsi yang terdaftar secara vertikal, sementara solusi yang sesuai ditempatkan secara horizontal. Matriks tersebut adalah *Morphological Chart* dari desain-desain ini. Penggunaan metode ini membantu desainer dalam menemukan berbagai solusi, menciptakan desain yang berbeda, dan menganalisis berbagai opsi untuk produk akhir. Banyak ide divisualisasikan dengan cara tertentu, umumnya melalui sketsa, dan desain atau ide-ide ini belum halus pada tahap ini. Ide-ide ini kemudian disortir, dieliminasi, dan yang lolos dari proses ini dipertajam dan dikembangkan.

Langkah-langkah untuk membangun diagram morfologi untuk penciptaan ide adalah sebagai berikut[56]:

1. Membuat daftar fungsi penting bagi suatu produk.
2. Membuat daftar setiap fungsi yang dapat dicapai dengan menentukan komponen yang diperlukan untuk mencapai fungsi tersebut.
3. Gambar dan buat sebuah diagram untuk mencantumkan semua kemungkinan hubungan antara solusi.
4. Identifikasi kelayakan gabungan atau kombinasi sub-solusi. Jumlah total kombinasi tersebut mungkin sangat banyak, sehingga pencarian strategi harus berpedoman pada kendala atau kriteria yang telah ditetapkan.

Penggunaan *morphological chart* telah diperiksa dalam karya ilmiah di berbagai bidang keahlian. Metode ini terbukti efektif untuk menciptakan banyak kombinasi solusi. Bagan *morphological chart* (Gambar 2.26) adalah tabel yang di dasarkan pada analisis fungsi.

Engineering Functions	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4
Function 1				
Function 2				
Function 3				
.				
.				

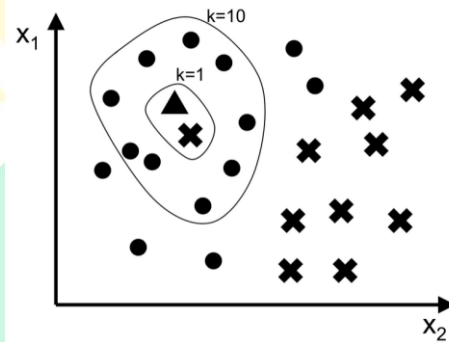
**Gambar 2. 26** Contoh *Morphological Chart*[58]

## 2.8 K-Nearest Neighbour (KNN)

*K-Nearest Neighbour* merupakan salah satu algoritma yang ada dalam bidang machine learning yang memiliki fungsi utama untuk mengklasifikasikan suatu data. KNN bekerja dengan cara membandingkan jarak data antar satu sama lain dan memberi kelas hasil klasifikasi berdasarkan kelas data terdekatnya[59]. Algoritma KNN merupakan algoritma yang juga disebut sebagai *lazy learner*, karena tidak memiliki parameter yang berubah untuk melakukan proses klasifikasinya. Jadi, bisa disebut bahwa algoritma KNN tidak melalui proses *training*, melainkan KNN “mengingat” dataset latih untuk melakukan klasifikasi pada data baru. Selain tidak memiliki parameter yang dilatih, algoritma ini juga memiliki sifat *Non-parametric*, yang berarti tidak ada asumsi distribusi probabilitas pada data inputnya, sehingga hampir semua jenis dataset dapat digunakan oleh algoritma KNN ini[60].

KNN hanya memiliki 1 *hyperparameter* (berbeda dengan parameter yang berubah saat proses latihan, *hyperparameter* adalah nilai yang diberikan oleh perancang algoritma tersebut) yakni **K**, banyaknya tetangga yang akan digunakan sebagai jarak terdekat. Apabila  $K=1$ , berarti hanya akan menggunakan 1 tetangga,

apabila  $K=3$  akan menggunakan 3 tetangga, dan seterusnya. Akurasi dari algoritma KNN sendiri sangat bergantung dengan nilai  $K$  yang ditentukan, jika terlalu kecil maka algoritma tidak dapat diandalkan karena hanya menggunakan beberapa tetangga saja sebagai patokan[61]. Namun, apabila terlalu banyak maka algoritma akan mengalami *overfitting*, yakni suatu fenomena dimana algoritma yang digunakan hanya bisa mengklasifikasikan menggunakan data latihnya saja dan apabila digunakan pada data yang tidak pernah dilihatnya akan mengalami performa yang buruk. Atau dengan kata lain bahwa algoritma yang dirancang tidak dapat menggeneralisasi dengan baik[62]. Gambar 2.27 Menunjukkan ilustrasi perbedaan pemilihan  $K$  pada algoritma KNN



**Gambar 2. 27** Perbedaan  $K$  Pada Algoritma KNN[63]

Jarak antar data bisa dihitung dengan berbagai macam metode seperti metode Manhattan, metode Hamming, dll. Pada penelitian kali ini akan digunakan metode jarak eukledian[64]. Fungsi jarak tersebut dapat dilihat pada persamaan 2.8 berikut:

$$d(x, \hat{x}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2} \quad (2.8)$$

Keterangan:

$d(x, \hat{x})$  : Jarak euclidean antara dua vektor  $x$  dan  $\hat{x}$

$x_i$  : Komponen ke- $i$  dari vektor  $x$

$\hat{x}_i$  : Komponen ke- $i$  dari vektor  $\hat{x}$

$n$  : Jumlah dimensi atau komponen dari vektor  $x$  dan  $\hat{x}$

$(x_i - \hat{x}_i)^2$  : Selisih kuadrat antara komponen ke- $i$  dari  $x$  dan  $\hat{x}$

$\Sigma$  : Simbol penjumlahan dari  $i = 1$  hingga  $n$

$\sqrt{\quad}$  : Akar kuadrat dari hasil penjumlahan selisih kuadrat

Jarak tersebut akan digunakan untuk menentukan kedekatan antara data baru dengan data yang telah ada. Tahapan lengkap dari algoritma KNN adalah sebagai berikut:

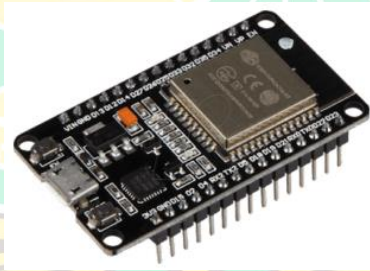
1. Menghitung nilai jarak  $d(x, \hat{x})$  antara data baru dengan setiap data yang ada pada dataset tersebut. Kemudian ambil nilai jarak dari  $K$  tetangga terdekat dan masukkan ke dalam set  $A$ .

2. Kemudian tentukan kelas dari data tersebut dengan cara mengambil kelas mayoritas pada data yang berada pada set A tersebut.

Pembahasan diatas telah menunjukkan bahwa algoritma KNN sangat cocok digunakan untuk klasifikasi suatu data. Namun perlu diketahui bahwa KNN memiliki kekurangan dan kelebihan. Kelebihannya terletak pada algoritma yang mudah dipahami serta dapat diimplementasikan secara langsung, dataset tidak perlu mengikuti suatu distribusi probabilitas tertentu sehingga dapat digunakan untuk hampir semua jenis dataset, dan hanya memiliki hyperparameter saja sehingga dapat dites dengan nilai – nilai yang bervariasi[65]. Sementara kekurangan dari KNN yang pertama adalah lebih banyak menggunakan memori dan memiliki waktu eksekusi yang lama pada proses pengetesan. Selain itu fitur – fitur data perlu dilakukan penyamaan skala terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke KNN karena terdapat operator kuadrat yang dapat mempebesar kontribusi jarak untuk fitur yang memiliki skala lebih besar.

## 2.9 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan komponen penting yang digunakan untuk mengoperasikan peralatan elektronik dalam penelitian ini (Gambar 2.28). Menurut penelitian oleh Imran dan Rasul[66], ESP32 adalah mikrokontroler yang merupakan pengembangan dan penerus dari ESP8266. Terdapat beberapa perbedaan antara ESP32 dan ESP8266 yaitu jumlah pin GPIO (ADC/DAC) yang terdapat pada ESP32 sebanyak 36 pin, sedangkan pada ESP8266 hanya terdapat 17 pin, mendukung Bluetooth 4.2, konsumsi daya yang rendah, serta WiFi yang lebih cepat[67].



**Gambar 2. 28** Mikrokontroler ESP32[66]

Mikrokontroler ESP32 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Tegangan operasional: ESP32 memiliki rentang tegangan di mana perangkat berfungsi dengan baik yaitu 2.2V – 3.6V.
2. (*Static Random Access Memory*) SRAM: ESP32 memiliki jumlah memori yang tersedia untuk penyimpanan data sementara saat perangkat beroperasi sebesar 520KB.
3. Arus operasional: ESP32 memiliki arus rata-rata yang digunakan perangkat selama operasi normal adalah 80 mA.
4. Wi-Fi: 802.11 b/g/n. Standar ini menentukan kecepatan dan jenis koneksi Wi-Fi yang didukung:

- 1) 802.11b: Menyediakan kecepatan hingga 11 Mbps pada frekuensi 2.4 GHz.
- 2) 802.11g: Menyediakan kecepatan hingga 54 Mbps pada frekuensi 2.4 GHz.
- 3) 802.11n: Menyediakan kecepatan hingga 600 Mbps pada frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz, dengan penggunaan teknologi MIMO (Multiple Input Multiple Output) untuk meningkatkan kinerja.
5. Bluetooth: 4.2 BR/EDR dan BLE
  - 1) BR/EDR (Basic Rate/Enhanced Data Rate): Menyediakan kecepatan transfer data yang lebih tinggi dan dukungan untuk berbagai profil Bluetooth.
  - 2) BLE (Bluetooth Low Energy): Dirancang untuk konsumsi daya rendah dan aplikasi yang memerlukan pengiriman data dalam interval waktu yang panjang dengan efisiensi daya yang lebih tinggi.
6. (*General Purpose Input/Output*) GPIO: 32 pin yang digunakan untuk berbagai tujuan, seperti membaca sinyal digital dari sensor atau mengontrol perangkat eksternal seperti LED atau motor.
7. (*Serial Peripheral Interface*) SPI: 4 antarmuka, menyediakan saluran komunikasi serial yang memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi dengan perangkat eksternal seperti sensor atau memori.
8. (*Inter-Integrated Circuit*) I2C: 2 antarmuka, menyediakan komunikasi yang memungkinkan beberapa perangkat berkomunikasi melalui dua jalur (SDA untuk data dan SCL untuk clock).
9. (*Pulse Width Modulation*) PWM: 8 saluran, menyediakan kontrol sinyal dengan mengubah lebar pulsa, berguna untuk mengatur kecepatan motor atau kecerahan LED.
10. (*Analog-to-Digital Converter*) ADC: 18 saluran (12-bit), mengonversi sinyal analog menjadi data digital yang dapat diproses oleh perangkat.
11. (*Digital-to-Analog Converter*) DAC: 2 saluran (8-bit), mengonversi data digital menjadi sinyal analog, memungkinkan output sinyal yang dapat digunakan oleh perangkat eksternal.

## 2.10 Telegram

Telegram adalah aplikasi pesan instan berbasis cloud di mana layanan aplikasi ini dikelola di server online yang memungkinkan pengguna untuk mengakses satu akun dari berbagai perangkat secara bersamaan (Gambar 2.29)[68]. Telegram menyediakan (*Application Programming Interface*) API secara gratis. API adalah sebuah protokol yang memungkinkan dua aplikasi dapat berkomunikasi satu sama lain. Telegram terdapat sistem yang dinamakan Bot Telegram yang dapat dihubungkan dengan berbagai layanan untuk interaksi.



**Gambar 2. 29** Aplikasi Telegram[68]

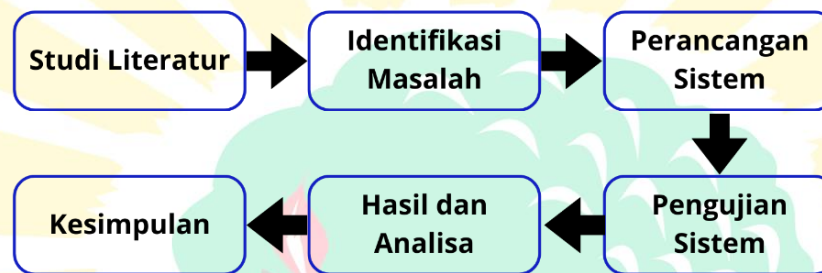
Bot Telegram memiliki peran penting dalam menghubungkan *virtual keyboard* dengan layanan pesan Telegram. Bot ini dapat mengirim pesan yang diketik oleh pengguna pada *virtual keyboard* ke target chat atau grup di Telegram. Bot Telegram menggunakan API Telegram untuk berkomunikasi dengan server Telegram untuk mengirim pesan.



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Jenis dan Tahapan Penelitian

Penelitian tugas akhir yang dilakukan termasuk dalam jenis penelitian eksperimental. Penelitian ini dilakukan secara sistematis dengan menerapkan suatu rancangan yang telah ditentukan. Tahapan penelitian eksperimental meliputi studi literatur, identifikasi masalah, perancangan sistem, pengujian sistem, analisis hasil, dan kesimpulan. Tahapan penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Alur Diagram Penelitian

Penjelasan dari setiap tahapan penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

#### 1. Studi Literatur

Tahapan awal penelitian adalah melakukan studi literatur yang bertujuan untuk memperoleh teori dan informasi yang relevan mengenai topik dan permasalahan yang akan diselesaikan. Informasi yang didapat bisa melalui berbagai sumber seperti buku, artikel ilmiah, jurnal, internet, dan laporan penelitian yang sudah selesai dilakukan.

#### 2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ingin dijadikan topik penelitian. Topik penelitian diperoleh berdasarkan penelitian yang belum pernah dilakukan atau pengembangan dari penelitian sebelumnya. Tahapan ini dilakukan dengan mengumpulkan informasi serta mengevaluasi penelitian sebelumnya dengan mencari suatu hal atau permasalahan yang masih dapat diselesaikan.

#### 3. Perancangan Sistem

Pada penelitian ini, sistem yang dirancang terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras melibatkan penggunaan sensor EOG untuk mendeteksi gerakan mata dan ESP32 sebagai mikrokontroler untuk mengoperasikan peralatan elektronik melalui modul relay. Selain itu, perangkat keras ini juga mencakup kabel dan konektor yang diperlukan untuk integrasi. Perangkat lunak pada *virtual keyboard* yang dikembangkan menggunakan *Visual Studio*. Tampilan pada *virtual keyboard* ini meliputi tampilan

menu utama, tampilan kata umum, tampilan *keyboard*, tampilan pengiriman pesan, dan tampilan pengoperasian peralatan elektronik. Tampilan *virtual keyboard* dirancang dengan menerapkan metode *morphological chart*. Sedangkan navigasi pada *virtual keyboard* berdasarkan sinyal EOG diklasifikasikan berdasarkan fitur polaritas dan metode *K-Nearest Neighbor*.

#### 4. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dari *virtual keyboard* multifungsi yang telah dikembangkan. Penilaian terhadap efektivitas *virtual keyboard* diukur berdasarkan kriteria akurasi, keandalan, dan kemudahan penggunaan terhadap uji coba. Uji coba ini mencakup pengujian mengetik pesan, mengirimkan pesan, serta menyalakan dan mematikan peralatan elektronik.

#### 5. Hasil dan Analisis

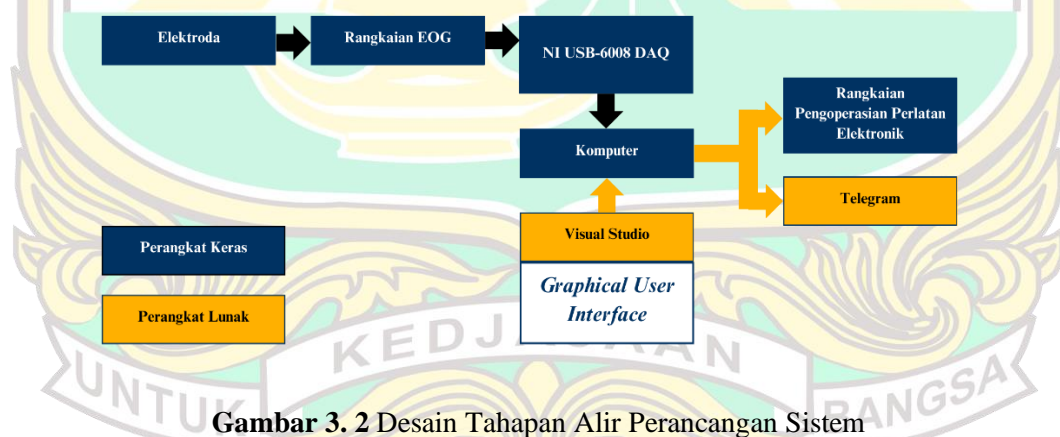
Hasil diperoleh melalui pengujian sistem. Hasil yang diperoleh akan dianalisa untuk mendapatkan kesimpulan mengenai efektivitas sistem yang telah dibuat.

#### 6. Kesimpulan

Tahap ini sebagai laporan hasil yang menjadi sebuah kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

### 3.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem yang diterapkan dalam penelitian ini terdiri dari dua bagian yang saling berkaitan, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Diagram rancangan sistem dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut:



**Gambar 3. 2** Desain Tahapan Alir Perancangan Sistem

Gambar 3.2 memperlihatkan visualisasi keseluruhan sistem rancangan *virtual keyboard* multifungsi mencakup kedua aspek perangkat keras dan perangkat lunak. Berikut adalah penjelasan mengenai tahapan perancangan sistem ini:

#### 1. Elektroda

Elektroda berfungsi untuk mendeteksi sinyal listrik yang dihasilkan dari aktivitas mata. Pada penelitian ini, jenis elektroda yang digunakan adalah *blue sensor electrodes*. Posisi elektroda dikonfigurasi berdasarkan studi literatur dan

penelitian sebelumnya. Sinyal yang diterima oleh elektroda kemudian diteruskan ke rangkaian EOG.

## 2. Rangkaian EOG

Sinyal awal yang diterima oleh elektroda memiliki amplitudo yang sangat kecil dan sering terkontaminasi oleh derau dari elektroda atau lingkungan sekitar. Oleh karena itu, diperlukan rangkaian eksternal untuk menangani masalah ini. Rangkaian pengolahan sinyal EOG dirancang untuk mengatasi amplitudo rendah dan derau dengan menggabungkan rangkaian amplifier penguat dan filter yang hanya meneruskan sinyal dengan frekuensi tertentu.

## 3. NI USB-6008 DAQ (*Data Acquisition*)

NI USB-6008 adalah perangkat DAQ (*Data Acquisition*) yang dirancang khusus untuk mengumpulkan dan memproses data. Dalam penelitian ini, fungsi utama NI USB-6008 adalah mengkonversi sinyal EOG yang masih berupa sinyal analog menjadi sinyal digital sehingga dapat diproses oleh komputer.

## 4. Komputer/laptop

Komputer atau laptop merupakan perangkat keras yang menerima dan mengolah data digital yang dihasilkan oleh instrumen NI USB-6008. Komputer juga digunakan sebagai antarmuka pengguna untuk mengoperasikan *virtual keyboard* multifungsi.

## 5. Rangkaian pengoperasian peralatan elektronik

Rangkaian pengoperasian peralatan elektronik berfungsi sebagai output dari perintah pada *virtual keyboard* multifungsi yang digunakan untuk menyalakan dan mematikan peralatan elektronik.

## 6. *Visual Studio*

*Visual Studio* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan *Graphical User Interface* (GUI) dari *virtual keyboard* multifungsi.

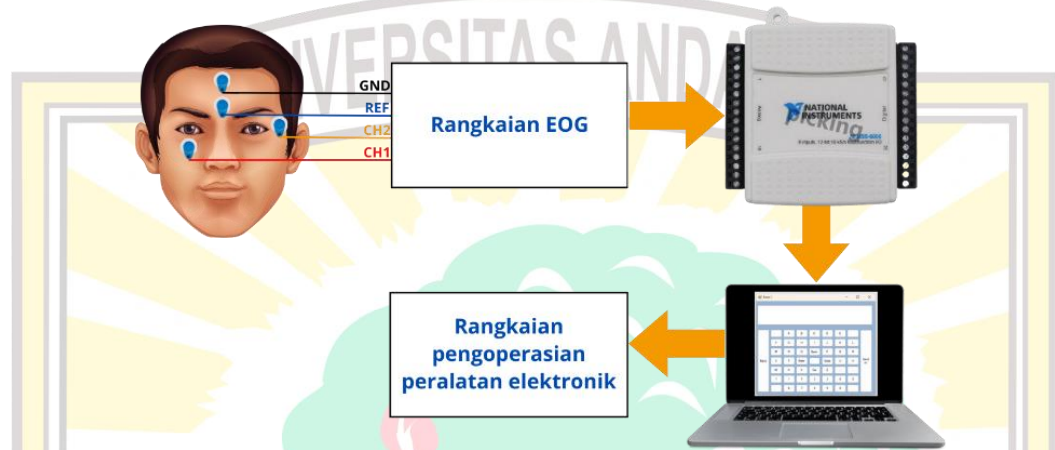
## 7. Telegram

Telegram adalah aplikasi yang digunakan sebagai media pengiriman pesan pada *virtual keyboard* multifungsi. Pemilihan Telegram sebagai media pengiriman pesan karena Telegram menyediakan API yang gratis serta mudah untuk mengintegrasikannya dengan aplikasi lain seperti *virtual keyboard* yang dikembangkan ini.

### 3.2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras pada sistem ini memiliki fungsinya masing-masing. Pengoperasian *virtual keyboard* dimulai dengan menangkap sinyal EOG melalui elektroda yang dipasang sesuai dengan konfigurasi yang telah ditetapkan. Sinyal kemudian diproses dalam rangkaian pengolahan sinyal EOG untuk melalui proses filtering dan amplifikasi sehingga memperoleh sinyal yang bersih dan dapat diproses oleh instrumen akuisisi data. Instrumen akuisisi data yang digunakan

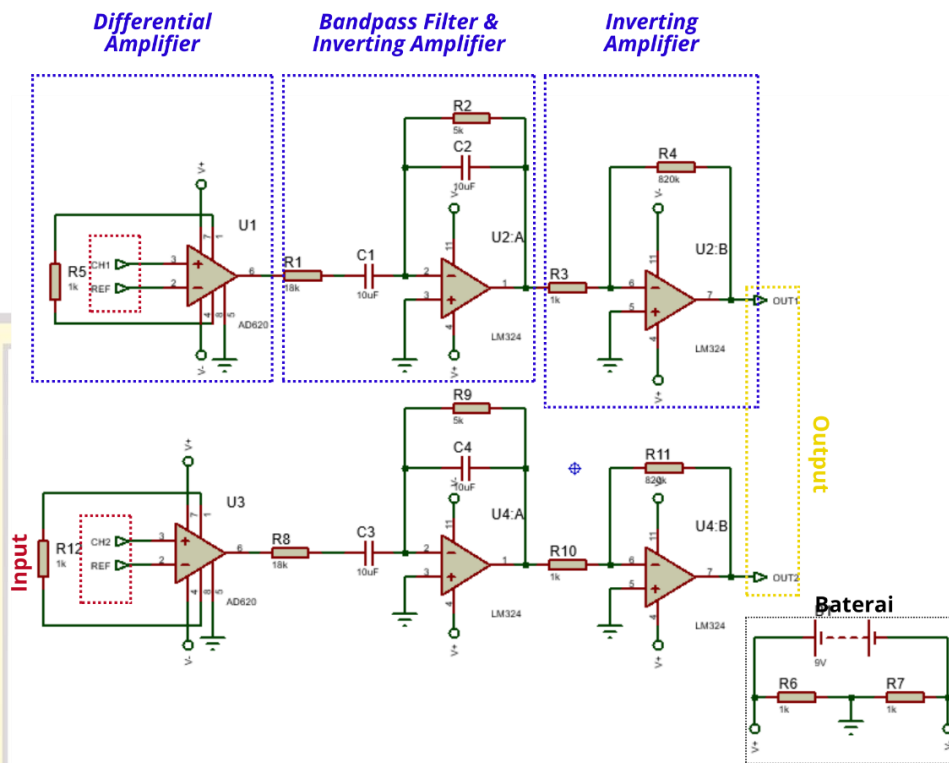
dalam perancangan ini adalah NI USB-6008 yang dihubungkan melalui laptop/komputer. Selanjutnya, komputer akan mengolah sinyal untuk melakukan klasifikasi sinyal sehingga dapat mengoperasikan *virtual keyboard*. Perintah dari *virtual keyboard* untuk menyalakan atau mematikan peralatan elektronik akan diproses oleh rangkaian pengoperasian peralatan elektronik. Keseluruhan perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut ini:



**Gambar 3. 3** Perancangan Perangkat Keras

### 3.2.1.1 Rangkaian EOG

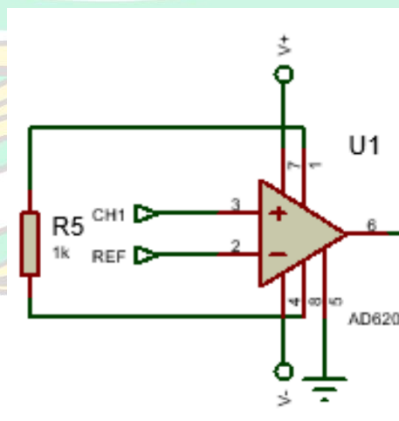
Rangkaian EOG terdapat empat inputan yaitu CH1, CH2, Referensi, dan Ground. Masing-masing inputan ini akan dipasang pada area mata berdasarkan konfigurasi peletakan elektroda. Rangkaian menggunakan IC AD620 dan LM324N untuk melakukan pengolahan pada sinyal EOG (Gambar 3.4). Rangkaian ini terdiri dari rangkaian penguat dan rangkaian filter. Proses pengolahan sinyal pada rangkaian ini dimulai dari penguatan dengan rangkaian *differential amplifier* menggunakan IC AD620, filter *bandpass*, penguatan kedua dan ketiga dengan menggunakan IC LM324N. Hasil akhir dari proses ini akan menghasilkan dua output yang dapat ditampilkan pada komputer.



**Gambar 3. 4** Rangkaian EOG

Rangkaian *differential amplifier* untuk penguatan pertama menggunakan IC AD620, besar penguatannya dapat diatur menggunakan satu buah resistor eksternal. Pada rangkaian ini penguatan diatur sebesar 50.4 kali dengan menggunakan resistor 1kΩ (Gambar 3.5). Berikut merupakan perhitungan penguatan pertama.

$$G = 1 + \frac{49.4k\Omega}{R_G} = 1 + \frac{49.4k\Omega}{1k\Omega} = 50.4 \quad (3.1)$$



**Gambar 3. 5** Penguatan pertama

Setelah melewati rangkaian *differential amplifier*, tahap selanjutnya adalah filter dan penguatan kedua. Filter yang digunakan pada rangkaian ini adalah *bandpass filter* (Gambar 3.6). *Bandpass filter* pada rangkaian ini di atur untuk melewatkan frekuensi dengan rentang 0.88Hz-3.18Hz. Frekuensi *cutoff low* ditentukan oleh resistor R1 dan kapasitor C1, sedangkan frekuensi *cutoff high* ditentukan oleh resistor R2 dan C2. Berikut perhitungan frekuensi *cutoff low* dan *cutoff high*.

$$f_{c1} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} = \frac{1}{2\pi \times 18 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6}} = 0.88\text{Hz} \quad (3.2)$$

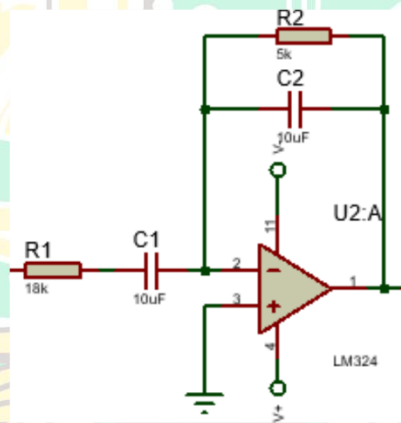
$$f_{c2} = \frac{1}{2\pi R_2 C_2} = \frac{1}{2\pi \times 5 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6}} = 3.18\text{Hz} \quad (3.3)$$

$$\text{Bandwidth} = f_{c2} - f_{c1} = 3.18 - 0.88 = 2.3\text{Hz} \quad (3.4)$$

Sedangkan penguatan kedua pada rangkaian *inverting amplifier* ini dapat dihitung sebagai berikut.

$$G = -\frac{R_2}{R_1} = -\frac{5k\Omega}{18k\Omega} = -0.28 \quad (3.5)$$

Penguatan sebesar -0.28 akan menghasilkan polaritas output yang terbalik dari polaritas input dan tegangan output akan lebih rendah dibandingkan dengan input.

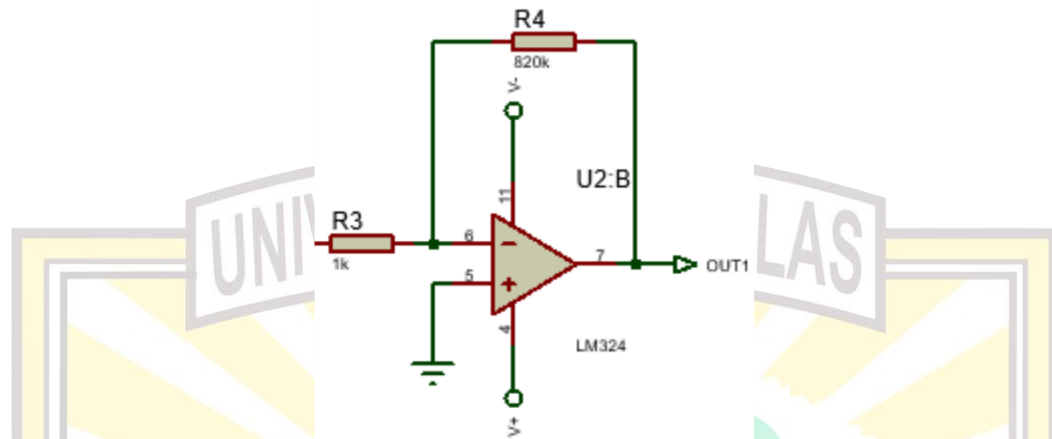


**Gambar 3. 6** Filter dan Penguatan Kedua

Tahap akhir dari rangkaian ini adalah penguatan ketiga. Penguatan yang digunakan adalah *inverting amplifier* (Gambar 3.7). Penguat ini selain menguatkan tegangan tetapi juga membalikkan polaritas input. Perhitungan penguatan ketiga sebagai berikut.

$$G = -\frac{R_4}{R_3} = -\frac{820k\Omega}{1k\Omega} = -820 \quad (3.6)$$

Tegangan output pada penguatan ketiga ini akan dikuatkan sebesar 820 kali, tegangan inilah yang diteruskan ke NI DAQ untuk ditampilkan pada komputer.



**Gambar 3. 7** Penguatan Ketiga

Secara keseluruhan total penguatan pada rangkaian dapat dihitung dengan rumus berikut.

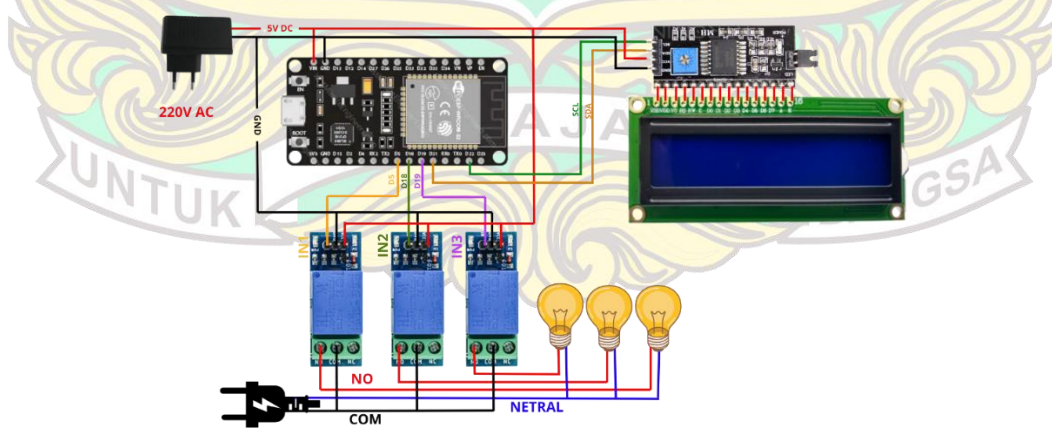
$$G = G1 \times G2 \times G3 = 50.4 \times (-0.28) \times (-820) = 11571.84 \quad (3.7)$$

Sedangkan, tegangan keluaran pada rangkaian EOG dihitung dengan rumus berikut.

$$V_{out} = G \times (V_{in} - V_{ref}) = 11571.64 \times (V_{in} - V_{ref}) \quad (3.8)$$

### 3.2.1.2 Rangkaian Pengoperasian Peralatan Elektronik

Rangkaian pengoperasian peralatan elektronik menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan modul relay sebagai saklar untuk menyalakan atau mematikan peralatan elektronik (Gambar 3.8). ESP32 terhubung ke jaringan WiFi, memungkinkan komunikasi dengan *virtual keyboard*. Sinyal yang diterima dari *virtual keyboard* dikirim ke ESP32 kemudian akan mengaktifkan relay sesuai dengan perintah yang diterima.



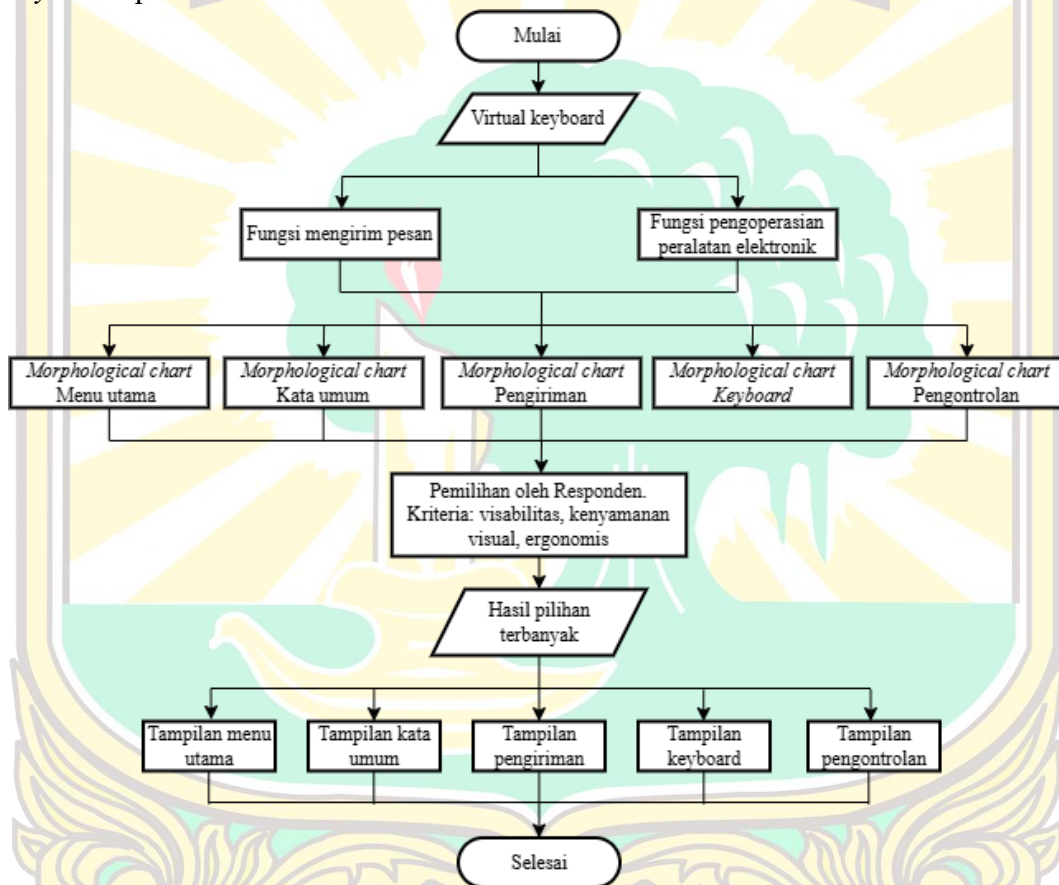
**Gambar 3. 8** Rangkaian Pengoperasian Peralatan Elektronik

### 3.2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak dikembangkan sebuah *virtual keyboard* yang dapat melakukan pengiriman pesan serta mengoperasikan peralatan elektronik berdasarkan inputan dari sinyal EOG. Perancangan perangkat lunak terdiri dari dua bagian yaitu tampilan *virtual keyboard* dan klasifikasi sinyal EOG.

#### 3.2.2.1 Tampilan *virtual keyboard*

Tampilan *virtual keyboard* multifungsi dibangun menggunakan *morphological chart*. Penjelasan pengambilan keputusan untuk tampilan *virtual keyboard* pada Gambar 3.9.



**Gambar 3.9** Flowchart Pemilihan Tampilan *Virtual Keyboard*



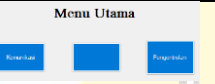


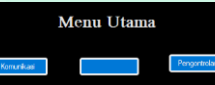


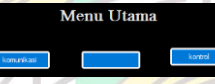
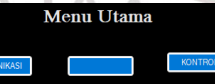
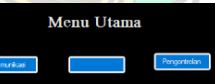
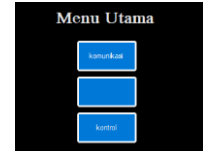

*Virtual keyboard* pada penelitian ini memiliki fungsi sebagai pengiriman pesan dan pengoperasian peralatan elektronik (Gambar 3.9). Tampilan *virtual keyboard* ini dibangun oleh *morphological chart* yang terdiri dari menu utama, kata umum, pengiriman, *keyboard*, dan pengontrolan. Berikut *morphological chart* untuk masing-masing tampilan *virtual keyboard*.

1. *Morphological chart* menu utama

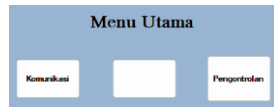
*Morphological chart* menu utama disusun dari sub-fungsi berikut:

- 1) Warna background dan tombol: Sub-fungsi ini berlaku untuk semua tampilan dengan tujuan penyesuaian dan keselarasan antar tampilan. Warna ini mungkin berpengaruh terhadap ketepatan mata dalam melihat tombol.
- 2) Huruf tebal: Kondisi huruf yang dibuat tebal mungkin juga akan meningkatkan ketepatan pemilihan tombol saat pengguna mengoperasikan sistem.
- 3) Ukuran tombol: Pada tampilan menu utama ukuran tombol dibagi menjadi tiga kategori yaitu lonjong(95x30), agak lonjong(95x50), dan kotak(95x95).
- 4) Desain tulisan: Tulisan pada tombol di bagi menjadi tiga kategori yaitu huruf kecil semua, huruf besar semua, dan huruf besar setiap awal kata.
- 5) Posisi tombol: Pada tampilan ini hanya terdapat tiga tombol. Posisi tombol dipilih dengan memperhatikan kenyamanan pengguna dalam mengoperasikan sistem.
- 6) Terdapat gambar: Penambahan gambar mungkin dapat mempermudah pengguna dalam memilih tujuan pesan. *Morphological chart* pada tampilan menu utama pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1** *Morphological chart* tampilan menu utama

Sub-fungsi	Pilihan		
Warna background dan tombol	 <p>Kombinasi 1</p>	 <p>Kombinasi 2</p>	 <p>Kombinasi 3</p>
Huruf tebal	 <p>Kombinasi 4</p>		
Ukuran tombol	 <p>95x30</p>	 <p>95x50</p>	 <p>95x95</p>
Desain tulisan	 <p>Huruf kecil</p>	 <p>Huruf besar</p>	 <p>Besar diawal setiap kata</p>
Posisi tombol	 <p>Atas bawah</p>	 <p>Kiri kanan</p>	

Terdapat gambar



Ya



Tidak

2. *Morphological chart* pengiriman pesan

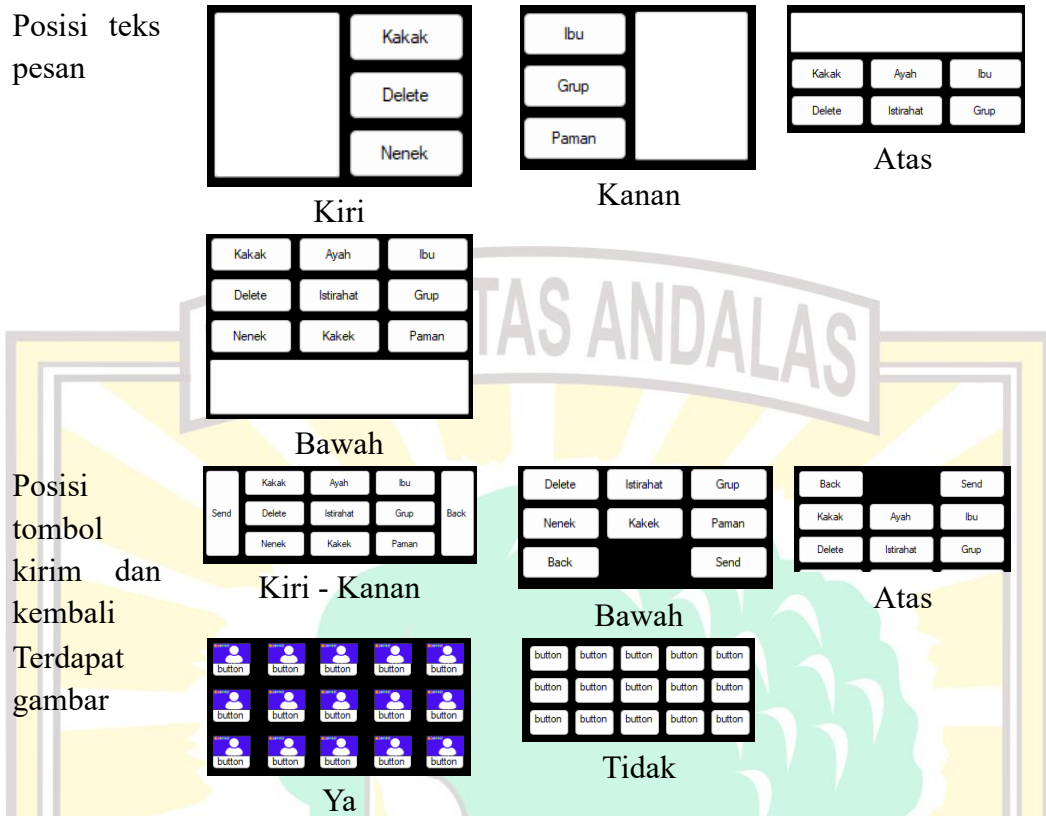
*Morphological chart* pengiriman pesan disusun dari sub-fungsi sebagai berikut:

- 1) Sifat tombol: Pada tampilan pengiriman pesan ini sifat tombol statis atau adaptif yang cocok diterapkan.
- 2) Ukuran tombol: Ukuran tombol dibagi menjadi tiga kategori yaitu lonjong (75x20), agak lonjong (75x35), dan kotak (75x75).
- 3) Desain tulisan: Tulisan pada tombol di bagi menjadi tiga kategori yaitu huruf kecil semua, huruf besar semua, dan huruf besar setiap awal kata.
- 4) Posisi teks pesan: Menampilkan pesan yang akan dikirim. Posisi teks pesan yang sesuai harus dipertimbangkan dalam tampilan ini.
- 5) Posisi tombol kirim dan kembali: Tombol kirim digunakan untuk mengirimkan pesan sedangkan tombol kembali digunakan untuk kembali ke tampilan sebelumnya. Posisi kedua tombol ini harus dipilih dengan memperhatikan kemudahan pengguna dalam mengoperasikan sistem.
- 6) Terdapat gambar: Penambahan gambar mungkin dapat mempermudah pengguna dalam memilih tujuan pesan.

Sub-fungsi warna background dan tombol, dan Huruf tebal menyesuaikan dengan hasil pilihan *morphological chart* pada menu utama. *Morphological chart* untuk tampilan pengiriman pesan dapat dilihat pada tabel 3.2.

**Tabel 3. 2** *Morphological chart* tampilan pengiriman pesan

Sub-fungsi	Pilihan		
Sifat tombol	<p>Statis</p>	<p>Adaptif</p>	
Ukuran tombol	<p>75x20</p>	<p>75x35</p>	<p>75x75</p>
Desain tulisan	<p>Huruf kecil</p>	<p>Huruf besar</p>	<p>Besar diawal setiap kata</p>



### 3. Morphological chart pengoperasian peralatan elektronik

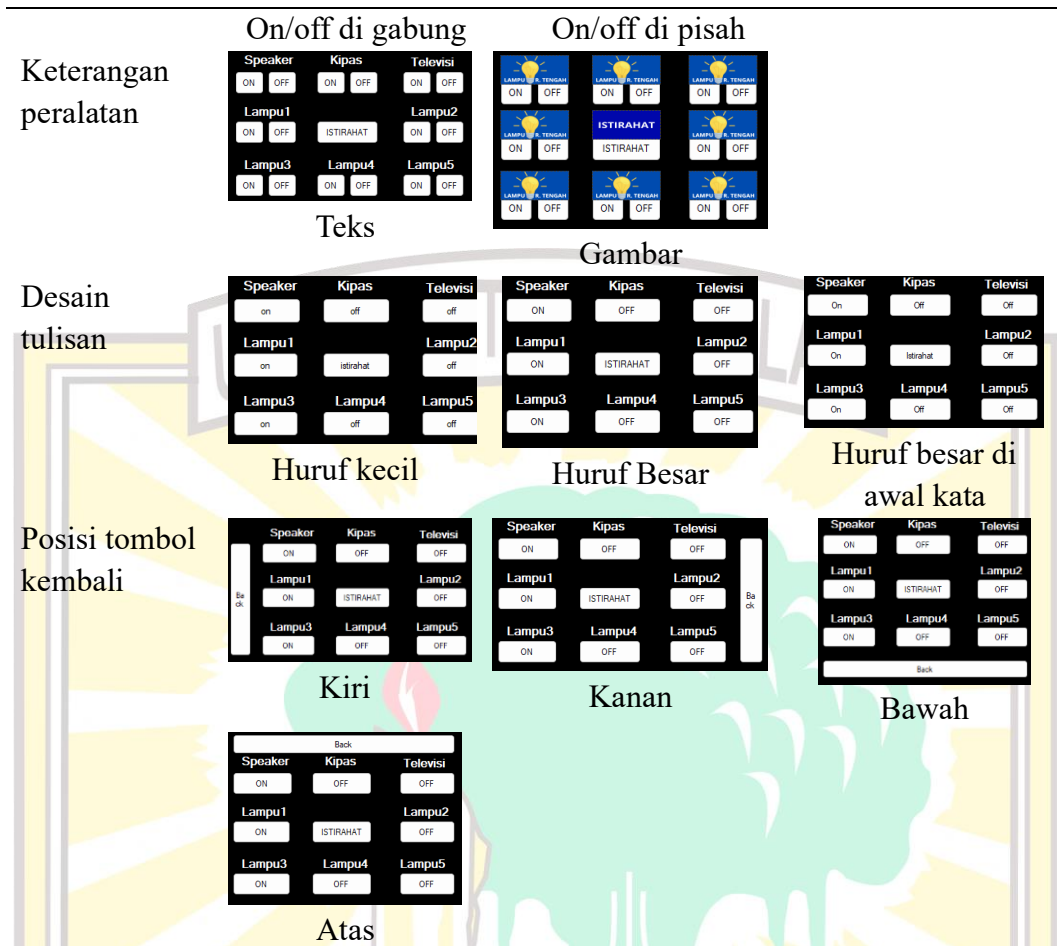
Morphological chart pengoperasian peralatan elektronik disusun dari sub-fungsi berikut:

- 1) Gaya tombol: Pada tampilan pengoperasian peralatan elektronik terdapat dua opsi gaya tombol yaitu On/Off di gabung menjadi satu tombol dan On/Of di pisah menjadi dua tombol.
- 2) Keterangan peralatan: Keterangan peralatan berupa teks atau gambar yang memudahkan pengguna dalam memilih jenis peralatan elektronik.
- 3) Desain tulisan: Tulisan pada tombol di bagi menjadi tiga kategori yaitu huruf kecil semua, huruf besar semua, dan huruf besar setiap awal kata.
- 4) Posisi tombol kembali: Posisi tombol kembali yang dipilih dengan mempertimbangkan kemudahan pengguna dalam mengoperasikan sistem.

Sub-fungsi warna background dan tombol, dan tebal huruf menyesuaikan dengan hasil *morphological chart* menu utama. *Morphological chart* untuk tampilan pengoperasian peralatan elektronik dapat dilihat pada tabel 3.3.

**Tabel 3.3** Morphological chart tampilan pengoperasian peralatan elektronik

Sub-fungsi	Pilihan		
Gaya tombol	Speaker	Kipas	Televisi
	ON	OFF	OFF
	Lampu1	Lampu2	Lampu3
	ON	ISTIRAHAT	OFF
	Lampu4	Lampu5	
	ON	OFF	OFF
	Speaker	Kipas	Televisi
	ON OFF	ON OFF	ON OFF
	Lampu1	Lampu2	Lampu3
	ON OFF	ISTIRAHAT	ON OFF
	Lampu4	Lampu5	
	ON OFF	ON OFF	ON OFF

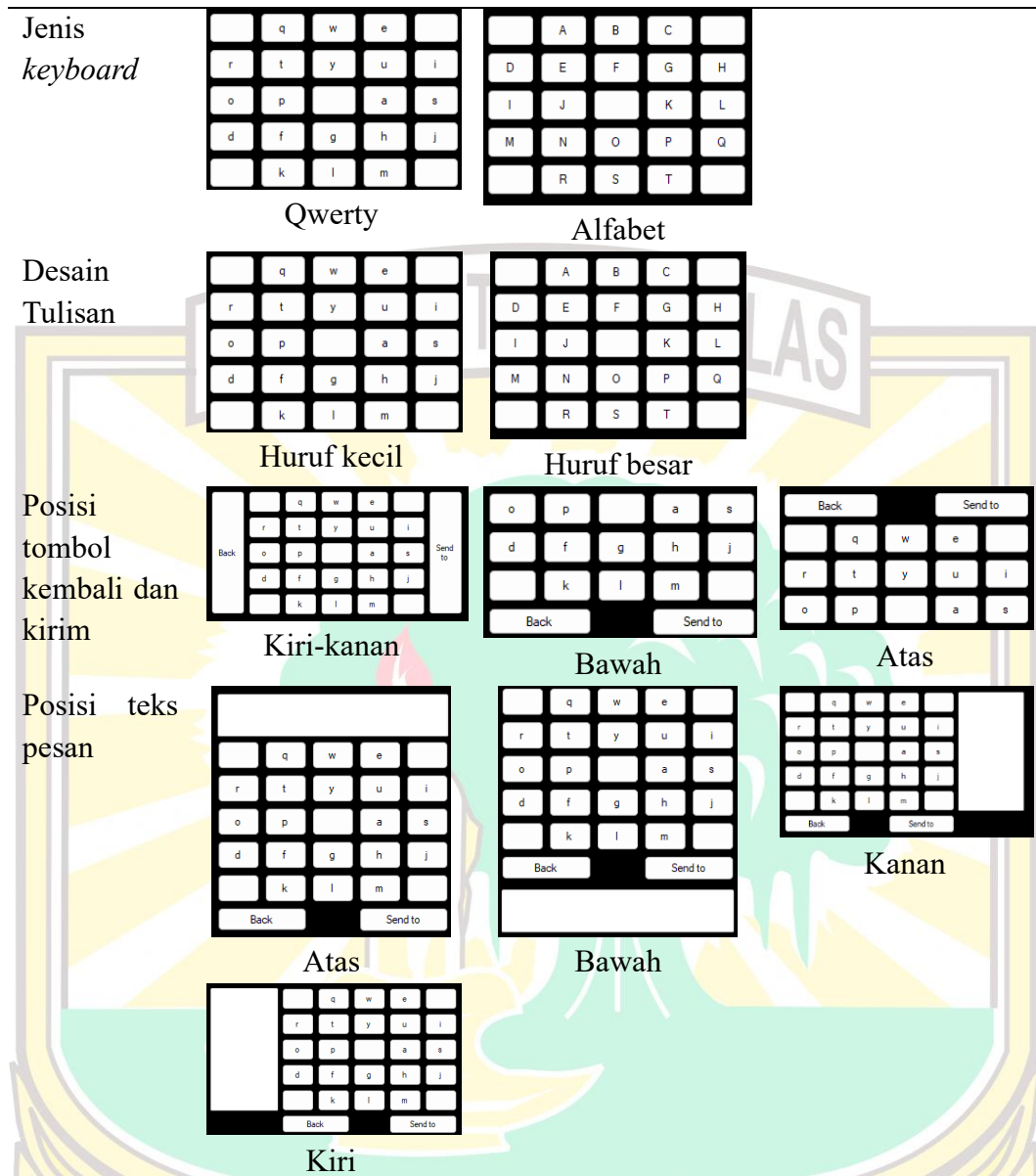


4. *Morphological chart* tampilan keyboard
- Morphological chart* tampilan keyboard disusun dari sub-fungsi berikut:
- 1) Jenis keyboard: Pemilihan jenis keyboard sangat penting untuk memudahkan pengguna dalam melakukan pengetikkan.
  - 2) Desain tulisan: Kesesuaian dalam pengetikkan tampilan huruf pada tombol mungkin mempengaruhi kecepatan dalam mengetik.
  - 3) Posisi tombol kirim dan kembali: Posisi tombol kembali yang dipilih dengan mempertimbangkan kemudahan pengguna dalam mengoperasikan sistem.
  - 4) Posisi teks pesan: Menampilkan pesan yang akan dikirim. Posisi teks pesan yang sesuai harus dipertimbangkan dalam tampilan ini.

Sub-fungsi Warna background dan tombol, dan huruf tebal disesuaikan dengan hasil *morphological chart* menu utama. *Morphological chart* untuk tampilan keyboard dapat dilihat pada tabel 3.4.

**Tabel 3. 4** *Morphological chart* tampilan keyboard

Sub-fungsi	Pilihan
------------	---------



### 5. Morphological chart kata umum

Morphological chart kata umum disusun dari sub-fungsi berikut:

- 1) Desain tulisan: Tulisan pada tombol di bagi menjadi tiga kategori yaitu huruf kecil semua, huruf besar semua, dan huruf besar setiaw awal kata.
- 2) Posisi tombol kembali, kirim, dan keyboard: susunan tombol kembali, kirim, dan keyboard terdapat 7 opsi untuk dipilih memudahkan pengguna untuk mengakses tombol tersebut.
- 3) Posisi tampilan kata: posisi tampilan kata harus dipilih dengan mempertimbangkan kemudahan pengguna dalam mengoperasikan sistem.
- 4) Terdapat gambar: Penambahan gambar mungkin dapat mempermudah pengguna dalam memilih kata.

Sub-fungsi ukuran tombol menyesuaikan dengan hasil dari morphological chart pengiriman pesan. Warna background dan tombol, dan huruf tebal

menyesuaikan dengan *morphological chart* menu utama dengan tujuan menyelaraskan antar desain. *Morphological chart* untuk tampilan kata umum dapat dilihat pada tabel 3.5.

**Tabel 3.5** *Morphological chart* tampilan kata umum

Sub-fungsi	Pilihan																																																														
Desain tulisan	<table border="1"> <tr><td>makan</td><td>minum</td><td>halo</td><td>nasi</td><td>kenyang</td></tr> <tr><td>makan</td><td>minum</td><td></td><td>nasi</td><td>kenyang</td></tr> <tr><td>makan</td><td>minum</td><td>halo</td><td>nasi</td><td>kenyang</td></tr> </table>	makan	minum	halo	nasi	kenyang	makan	minum		nasi	kenyang	makan	minum	halo	nasi	kenyang	<table border="1"> <tr><td>MAKAN</td><td>MINUM</td><td>HALO</td><td>NASI</td><td>KENYANG</td></tr> <tr><td>MAKAN</td><td>MINUM</td><td></td><td>NASI</td><td>KENYANG</td></tr> <tr><td>MAKAN</td><td>MINUM</td><td>HALO</td><td>NASI</td><td>KENYANG</td></tr> </table>	MAKAN	MINUM	HALO	NASI	KENYANG	MAKAN	MINUM		NASI	KENYANG	MAKAN	MINUM	HALO	NASI	KENYANG	<table border="1"> <tr><td>Makan</td><td>Minum</td><td>Halo</td><td>Nasi</td><td>Kenyang</td></tr> <tr><td>Makan</td><td>Minum</td><td></td><td>Nasi</td><td>Kenyang</td></tr> <tr><td>Makan</td><td>Minum</td><td>Halo</td><td>Nasi</td><td>Kenyang</td></tr> </table>	Makan	Minum	Halo	Nasi	Kenyang	Makan	Minum		Nasi	Kenyang	Makan	Minum	Halo	Nasi	Kenyang															
	makan	minum	halo	nasi	kenyang																																																										
makan	minum		nasi	kenyang																																																											
makan	minum	halo	nasi	kenyang																																																											
MAKAN	MINUM	HALO	NASI	KENYANG																																																											
MAKAN	MINUM		NASI	KENYANG																																																											
MAKAN	MINUM	HALO	NASI	KENYANG																																																											
Makan	Minum	Halo	Nasi	Kenyang																																																											
Makan	Minum		Nasi	Kenyang																																																											
Makan	Minum	Halo	Nasi	Kenyang																																																											
	Huruf kecil	Huruf besar	Huruf besar di awal kata																																																												
Posisi tombol kembali, kirim, keyboard	<table border="1"> <tr><td></td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td>ke mb ali</td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td>kyt o, rc</td></tr> <tr><td></td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td></td><td colspan="3">send to</td><td></td></tr> </table>		makan	nasi	kenyang		ke mb ali	makan	nasi	kenyang	kyt o, rc		makan	nasi	kenyang			send to				<table border="1"> <tr><td></td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td>se</td></tr> <tr><td>ke mb ali</td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td>ke yb oard</td></tr> <tr><td></td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td></td><td colspan="3">send to</td><td></td></tr> </table>		makan	nasi	kenyang	se	ke mb ali	makan	nasi	kenyang	ke yb oard		makan	nasi	kenyang			send to				<table border="1"> <tr><td>se</td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td>ke mb ali</td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td>ke yb oard</td></tr> <tr><td></td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td></td><td colspan="3">send to</td><td></td></tr> </table>	se	makan	nasi	kenyang		ke mb ali	makan	nasi	kenyang	ke yb oard		makan	nasi	kenyang			send to			
		makan	nasi	kenyang																																																											
	ke mb ali	makan	nasi	kenyang	kyt o, rc																																																										
		makan	nasi	kenyang																																																											
		send to																																																													
		makan	nasi	kenyang	se																																																										
	ke mb ali	makan	nasi	kenyang	ke yb oard																																																										
	makan	nasi	kenyang																																																												
	send to																																																														
se	makan	nasi	kenyang																																																												
ke mb ali	makan	nasi	kenyang	ke yb oard																																																											
	makan	nasi	kenyang																																																												
	send to																																																														
	Model 1	Model 2	Model 3																																																												
	<table border="1"> <tr><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td>ke yb oard</td></tr> <tr><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td>kembali</td><td colspan="2">send to</td><td></td></tr> </table>	makan	nasi	kenyang		makan	nasi	kenyang	ke yb oard	makan	nasi	kenyang		kembali	send to			<table border="1"> <tr><td></td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td>ke mb ali</td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td></td><td colspan="2">send to</td><td>keyboard</td><td></td></tr> </table>		makan	nasi	kenyang		ke mb ali	makan	nasi	kenyang			makan	nasi	kenyang			send to		keyboard		<table border="1"> <tr><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td>send to</td><td>kembali</td><td>keyboard</td><td></td></tr> </table>	makan	nasi	kenyang		makan	nasi	kenyang		makan	nasi	kenyang		send to	kembali	keyboard									
makan	nasi	kenyang																																																													
makan	nasi	kenyang	ke yb oard																																																												
makan	nasi	kenyang																																																													
kembali	send to																																																														
	makan	nasi	kenyang																																																												
ke mb ali	makan	nasi	kenyang																																																												
	makan	nasi	kenyang																																																												
	send to		keyboard																																																												
makan	nasi	kenyang																																																													
makan	nasi	kenyang																																																													
makan	nasi	kenyang																																																													
send to	kembali	keyboard																																																													
	Model 4	Model 5	Model 6																																																												
	<table border="1"> <tr><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td>send to</td></tr> <tr><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td>keyboard</td></tr> <tr><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td><td>kembali</td></tr> </table>	makan	nasi	kenyang	send to	makan	nasi	kenyang	keyboard	makan	nasi	kenyang	kembali																																																		
makan	nasi	kenyang	send to																																																												
makan	nasi	kenyang	keyboard																																																												
makan	nasi	kenyang	kembali																																																												
	Model 7																																																														
Posisi tampilan kata	<table border="1"> <tr><td></td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>ke mb ali</td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td></tr> <tr><td></td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td></tr> <tr><td></td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td></tr> <tr><td></td><td>send to</td><td colspan="2">keyboard</td></tr> </table>					ke mb ali	makan	nasi	kenyang		makan	nasi	kenyang		makan	nasi	kenyang		send to	keyboard		<table border="1"> <tr><td>ke mb ali</td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td></tr> <tr><td></td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td></tr> <tr><td></td><td>makan</td><td>nasi</td><td>kenyang</td></tr> <tr><td></td><td>send to</td><td colspan="2">keyboard</td></tr> <tr><td colspan="4"></td></tr> </table>	ke mb ali	makan	nasi	kenyang		makan	nasi	kenyang		makan	nasi	kenyang		send to	keyboard						<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td>makan</td><td>nasi</td></tr> <tr><td></td><td>ke mb ali</td><td>makan</td><td>nasi</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>makan</td><td>nasi</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>makan</td><td>nasi</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>send to</td><td></td></tr> </table>			makan	nasi		ke mb ali	makan	nasi			makan	nasi			makan	nasi			send to	
	ke mb ali	makan	nasi	kenyang																																																											
	makan	nasi	kenyang																																																												
	makan	nasi	kenyang																																																												
	send to	keyboard																																																													
ke mb ali	makan	nasi	kenyang																																																												
	makan	nasi	kenyang																																																												
	makan	nasi	kenyang																																																												
	send to	keyboard																																																													
		makan	nasi																																																												
	ke mb ali	makan	nasi																																																												
		makan	nasi																																																												
		makan	nasi																																																												
		send to																																																													
	Atas	Bawah	Kiri																																																												
	<table border="1"> <tr><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td>nasi</td><td>kenyang</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>keyboard</td><td></td></tr> </table>	nasi	kenyang		nasi	kenyang		nasi	kenyang			keyboard																																																			
nasi	kenyang																																																														
nasi	kenyang																																																														
nasi	kenyang																																																														
	keyboard																																																														
	Kanan																																																														

Terdapat gambar



Selanjutnya, setiap opsi pada *morphological chart* dipilih oleh responden berdasarkan kriteria berikut:

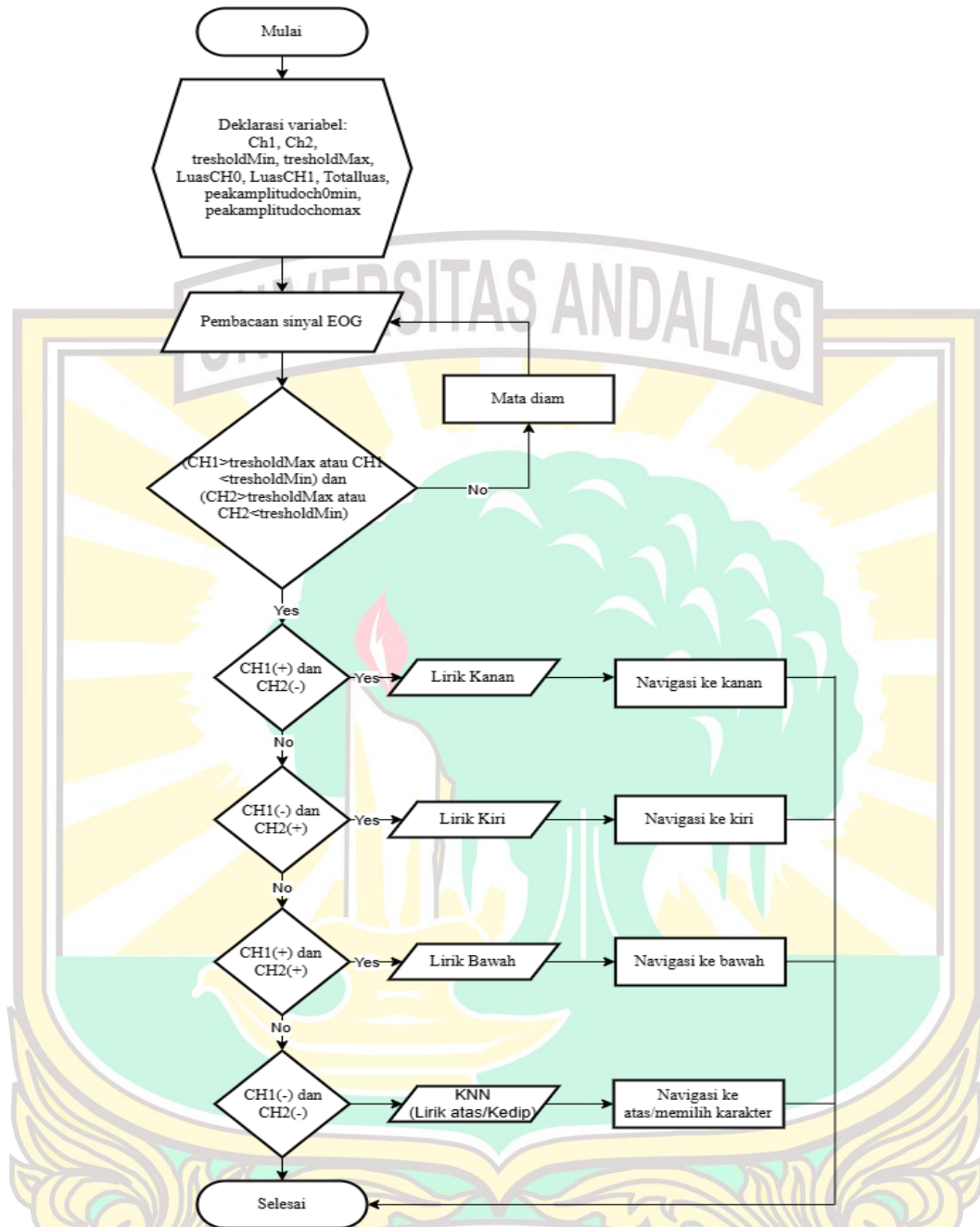
1. Visabilitas: kemudahan dalam melihat dan mengenali tombol.
2. Kenyamanan visual: kenyamanan warna yang digunakan bagi mata.
3. Ergonomis: kenyamanan dalam mencapai tombol yang diinginkan.

Hasil pilihan terbanyak oleh responden ditetapkan sebagai tampilan akhir untuk *virtual keyboard*.

### 3.2.2.2 Klasifikasi Sinyal *Electrooculography*

Perancangan perangkat lunak untuk melakukan klasifikasi sinyal EOG menggunakan fitur polaritas dan metode K- *Nearest Neighbor*. Navigasi pada *virtual keyboard* yaitu navigasi ke kiri, ke kanan, ke atas, ke bawah, dan memilih karakter dilakukan dari aktivitas pergerakan mata yang berbeda. Sinyal EOG yang telah diproses oleh rangkaian EOG dilakukan analisa untuk mengambil fiturnya.

Fitur polaritas dari sinyal digunakan untuk mengklasifikasikan aktivitas gerakan mata lirik bawah, lirik kanan, dan lirik kiri dikarenakan sinyal tersebut memiliki polaritas yang berbeda sehingga dapat dibedakan secara langsung dengan polaritas sinyal. Namun untuk aktivitas lirik atas dan kedipan memiliki polaritas yang sama sehingga untuk membedakannya sinyal tersebut dapat menggunakan metode K- *Nearest Neighbor*. Flowchart penjelasan klasifikasi sinyal dapat dilihat pada Gambar 3.10.



**Gambar 3. 10** Flowchart Klasifikasi Sinyal

Proses pembacaan sinyal EOG dimulai dengan mengidentifikasi ch1 dan ch2 dari elektroda. Sinyal yang diperoleh dari ch1 dan ch2 kemudian diproses melalui filter untuk menghilangkan noise. Setelah melalui proses filter, nilai puncak positif dan negatif ditentukan dari ch1 dan ch2, yang disimpan dalam variabel luasch0, luasch1, total luas, peakamplitudoch0min, dan peakamplitudoch0max.

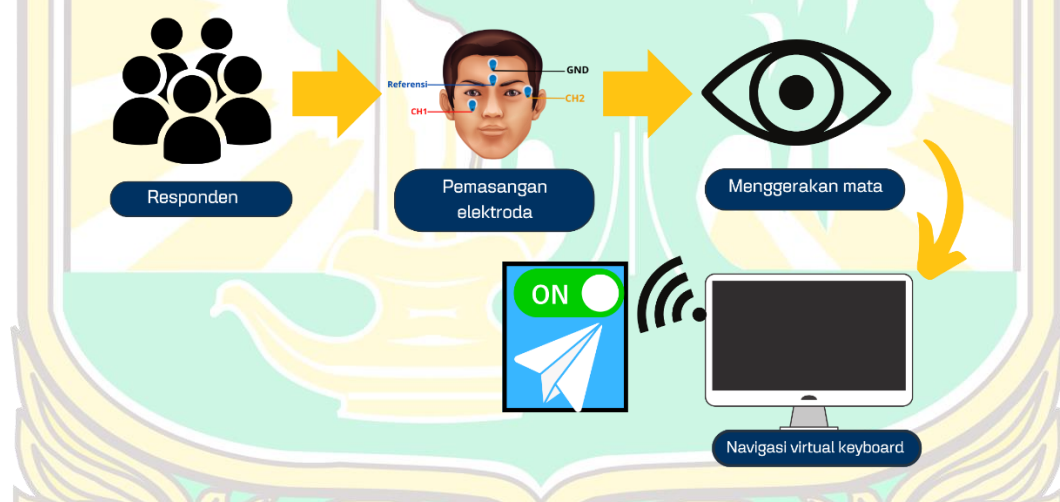
Selanjutnya, nilai *threshold* positif dan negatif dari sinyal ditentukan. Pada program, sinyal EOG yang diinput akan dibaca nilai amplitudonya, jika amplitudo melebihi nilai *threshold*, sinyal tersebut akan diklasifikasikan menggunakan fitur

polaritas untuk mendeteksi lirik kiri, lirik kanan, dan lirik bawah, serta fitur lainnya untuk sinyal yang memiliki polaritas yang sama. Sinyal yang hanya memerlukan fitur polaritas untuk klasifikasi akan langsung diklasifikasikan sehingga dapat melakukan navigasi sesuai dengan gerakan mata. Sedangkan, sinyal dengan polaritas yang sama, seperti lirik atas dan kedipan mata akan diklasifikasikan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN).

Proses pengenalan sinyal dengan polaritas yang sama dilakukan dengan melatih data menggunakan KNN untuk menghasilkan model pelatihan data. Selanjutnya, pengenalan data uji dilakukan menggunakan model pelatihan tersebut, yang mendeteksi jarak tetangga terdekat. Hasil pelatihan dan pengujian data ini akan mengenali aktivitas lirik atas dan kedipan mata sehingga dapat menjalankan fungsi navigasi ke atas dan memilih karakter pada *virtual keyboard*.

### 3.3 Rancangan Percobaan

Percobaan dilakukan secara *realtime* menggunakan elektroda, rangkaian EOG, NI USB-6008, dan komputer untuk melakukan navigasi pada *virtual keyboard*. Tahap rancangan percobaan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut ini.



**Gambar 3. 11** Rancangan Percobaan

Percobaan melibatkan responden untuk mengevaluasi efektivitas *virtual keyboard* multifungsi secara keseluruhan. Penilaian terhadap efektivitas *virtual keyboard* diukur berdasarkan kriteria akurasi, keandalan, dan kemudahan penggunaan melalui uji coba. Uji coba ini mencakup pengujian mengetik pesan, mengirimkan pesan, serta menyalakan dan mematikan peralatan elektronik. Masing-masing kriteria diukur sebagai berikut:

1. Akurasi: Responden diminta untuk mengetik pesan, mengirimkan pesan, dan mengoperasikan peralatan elektronik menggunakan *virtual keyboard*. Jumlah kesalahan yang terjadi selama penggunaan dihitung, termasuk salah

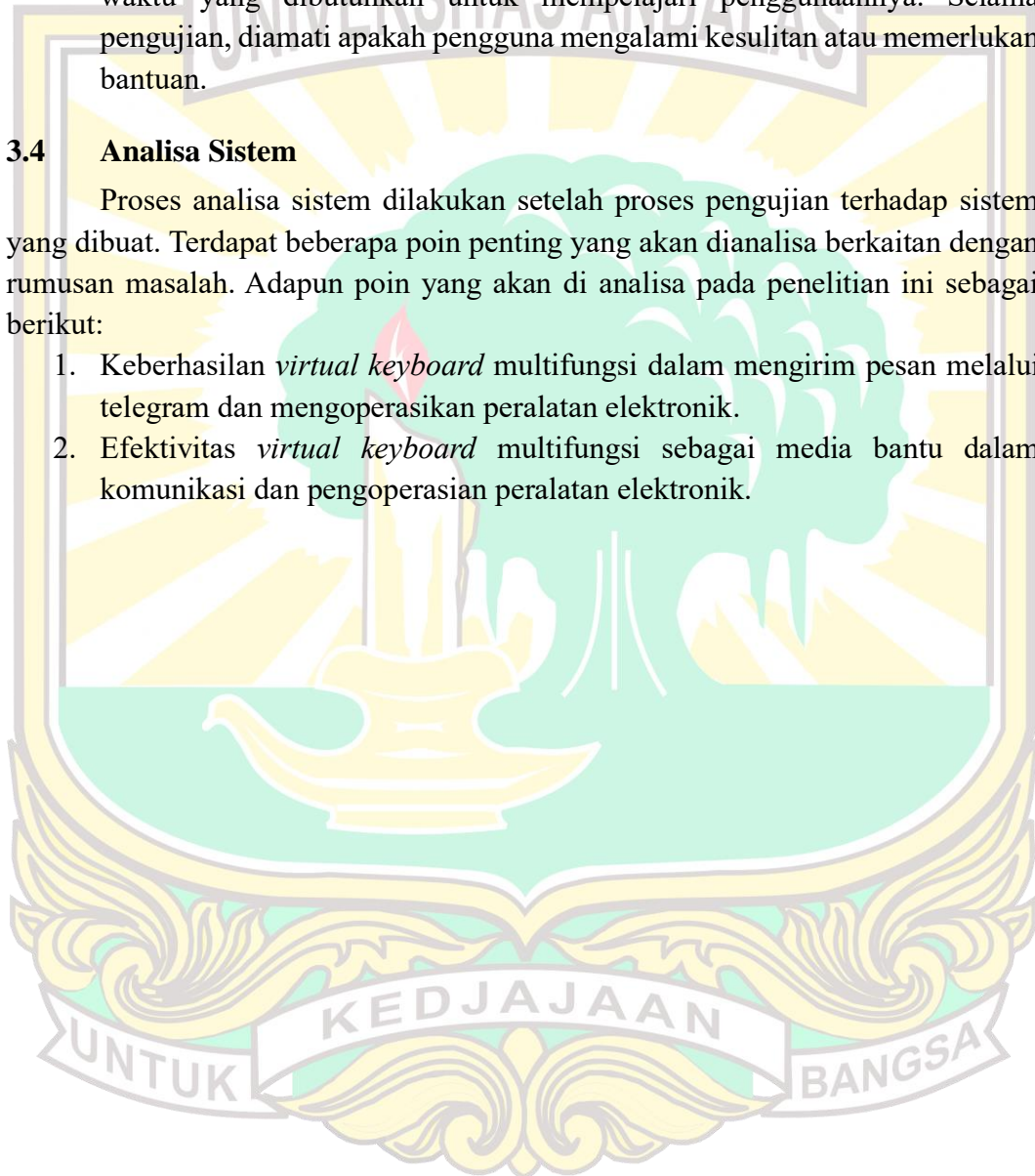
input karakter, kegagalan dalam mengirimkan pesan, dan kegagalan dalam mengoperasikan peralatan elektronik.

2. Keandalan: Melakukan pengujian yang sama dan waktu yang berbeda. Jumlah dan jenis gangguan yang terjadi selama penggunaan dicatat untuk menilai konsistensi kinerja sistem.
3. Kemudahan penggunaan: Sebelum menggunakan *virtual keyboard*, responden diminta mempelajari cara pengoperasiannya dan mengukur waktu yang dibutuhkan untuk mempelajari penggunaannya. Selama pengujian, diamati apakah pengguna mengalami kesulitan atau memerlukan bantuan.

### 3.4 Analisa Sistem

Proses analisa sistem dilakukan setelah proses pengujian terhadap sistem yang dibuat. Terdapat beberapa poin penting yang akan dianalisa berkaitan dengan rumusan masalah. Adapun poin yang akan di analisa pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Keberhasilan *virtual keyboard* multifungsi dalam mengirim pesan melalui telegram dan mengoperasikan peralatan elektronik.
2. Efektivitas *virtual keyboard* multifungsi sebagai media bantu dalam komunikasi dan pengoperasian peralatan elektronik.



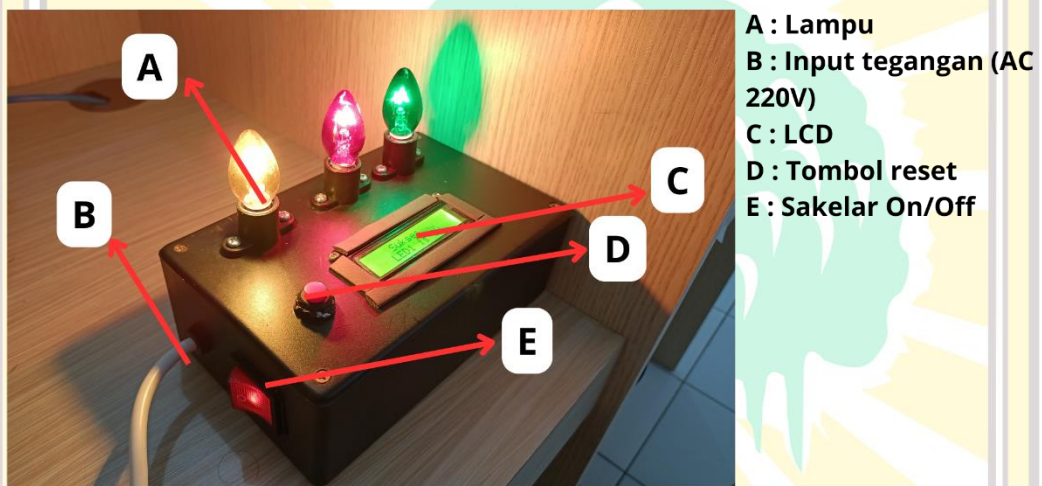
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Implementasi

*Virtual keyboard* multifungsi di implementasikan sesuai pada perancangan sistem. Pada tahap implementasi ini terdiri dari implementasi perangkat keras dan perangkat lunak.

#### 4.1.1 Implementasi Perangkat Keras

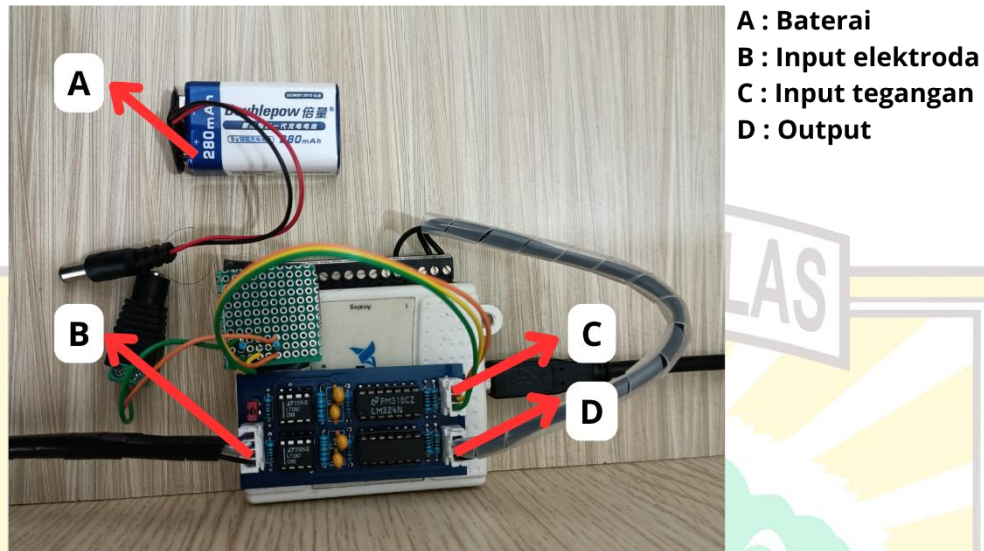
##### 4.1.1.1 Rangkaian pengoperasian peralatan elektronik



**Gambar 4. 1** Implementasi Rangkaian Pengoperasian Peralatan Elektronik

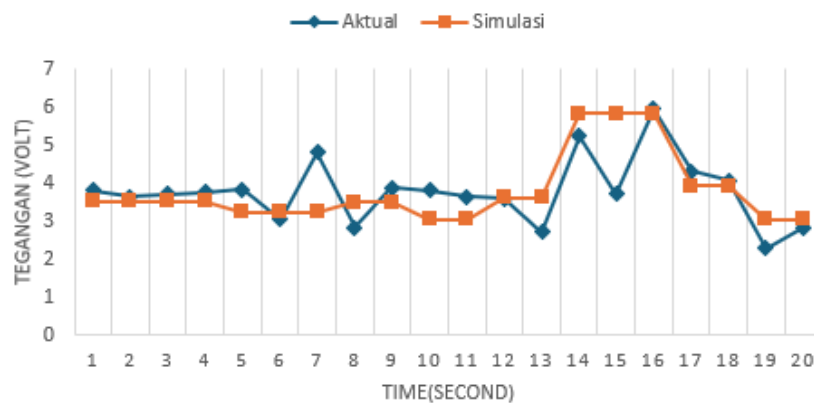
Rangkaian ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dan tiga relay sebagai saklar untuk menyalakan dan mematikan peralatan elektronik. Sumber tegangan yang digunakan adalah 220V AC yang dapat mengoperasikan peralatan elektronik bertegangan AC seperti lampu pijar. Pengoperasian peralatan ini menggunakan *virtual keyboard* dilakukan melalui jaringan WiFi. Pada Gambar 4.1, terlihat rangkaian pengoperasian peralatan elektronik yang terdiri dari tiga lampu sebagai output, LCD untuk menampilkan informasi status lampu dan alamat IP WiFi, dan tombol reset berfungsi untuk mereset program saat ingin mengganti laptop yang terhubung.

#### 4.1.1.2 Rangkaian EOG



**Gambar 4.2** Implementasi Rangkaian EOG

Rangkaian ini dioperasikan dengan menggunakan baterai 9V DC. Pada Gambar 4.2 dapat dilihat implementasi dari rangkaian EOG dimana rangkaian ini terdiri dari konektor input elektroda (channel 1, channel 2, referensi, ground), konektor input tegangan (tegangan positif, tegangan negatif, ground), dan output (analog input 1, analog input 2, ground). Perbandingan keluaran dari rangkaian EOG yang aktual dan simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Grafik Perbandingan Rangkaian EOG Aktual dan Simulasi

Hasil simulasi dan pengukuran aktual Gambar 4.3 cukup konsisten dalam menunjukkan pola tegangan sinyal EOG. Meskipun ada beberapa perbedaan kecil dalam amplitudo dan fluktuasi sinyal, secara keseluruhan simulasi memberikan prediksi yang baik terhadap performa aktual. Perbedaan kecil ini dapat terjadi karena adanya faktor eksternal dalam pengukuran nyata yang sulit disimulasikan dengan presisi.

## 4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak


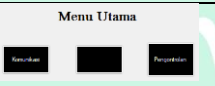


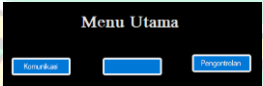
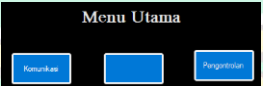

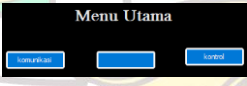
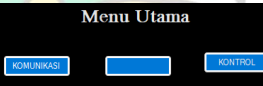
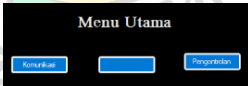
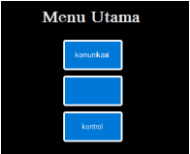

### 4.1.2.1 Tampilan *Virtual Keyboard*

Tampilan *virtual keyboard* dipilih oleh responden berdasarkan kriteria visibilitas, kenyamanan visual, dan ergonomis menggunakan metode *morphological chart*. Tampilan ini terdiri dari lima bagian yaitu tampilan menu utama, kata umum, pengiriman, *keyboard*, dan pengoperasian peralatan elektronik. Pemilihan opsi pada *morphological chart* untuk tampilan *virtual keyboard* ini melibatkan 10 responden. Berikut hasil pemilihan opsi pada *morphological chart* oleh responden.

#### 1. Tampilan menu utama

Hasil pemilihan opsi *morphological chart* tampilan utama oleh responden dapat dilihat pada Tabel 4.1.




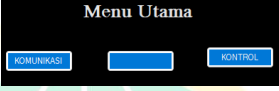


**Tabel 4. 1** Hasil pemilihan tampilan menu utama oleh responden

Sub-fungsi	Pilihan		
Warna background dan tombol	 <p>Kombinasi 1 (1 Responden)</p>	 <p>Kombinasi 2 (2 Responden)</p>	 <p>Kombinasi 3 (6 Responden)</p>
Huruf tebal	 <p>Kombinasi 4 (1 Responden)</p>	<p>Ya (10 Responden)</p> <p>Tidak (0 Responden)</p>	
Ukuran tombol	 <p>95x30 (0 Responden)</p>	 <p>95x50 (6 Responden)</p>	 <p>95x95 (4 Responden)</p>
Desain tulisan	 <p>Huruf kecil (0 Responden)</p>	 <p>Huruf besar (10 Responden)</p>	 <p>Besar diawal kata (0 Responden)</p>
Posisi tombol	 <p>Vertikal</p>	 <p>Horizontal (8 Responden)</p>	

Terdapat gambar	(2 Responden)	(9 Responden)
	Tidak (1 Responden)	Ya

Berdasarkan hasil pemilihan dari masing-masing item sub-fungsi oleh responden, opsi paling banyak dipilih oleh responden dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4. 2** Item terpilih tampilan menu utama

Sub-Fungsi	Pilihan
Warna background dan tombol	 <p>Kombinasi 3</p>
Huruf tebal	 <p>Ya</p>
Ukuran tombol	 <p>95x50</p>
Desain tulisan	 <p>Huruf besar</p>
Posisi tombol	 <p>Horizontal</p>
Terdapat gambar	 <p>Ya</p>

Item yang terpilih :

- Tampilan dengan warna background dan tombol dengan kombinasi 3
- Tampilan menggunakan huruf tebal
- Tampilan menggunakan ukuran tombol 95x50
- Tampilan menggunakan huruf besar untuk semua kata
- Tampilan tombol tersusun secara horizontal

f) Tampilan menggunakan gambar

Berdasarkan hasil pemilihan oleh responden, tampilan menu utama ditetapkan seperti pada Gambar 4.4.



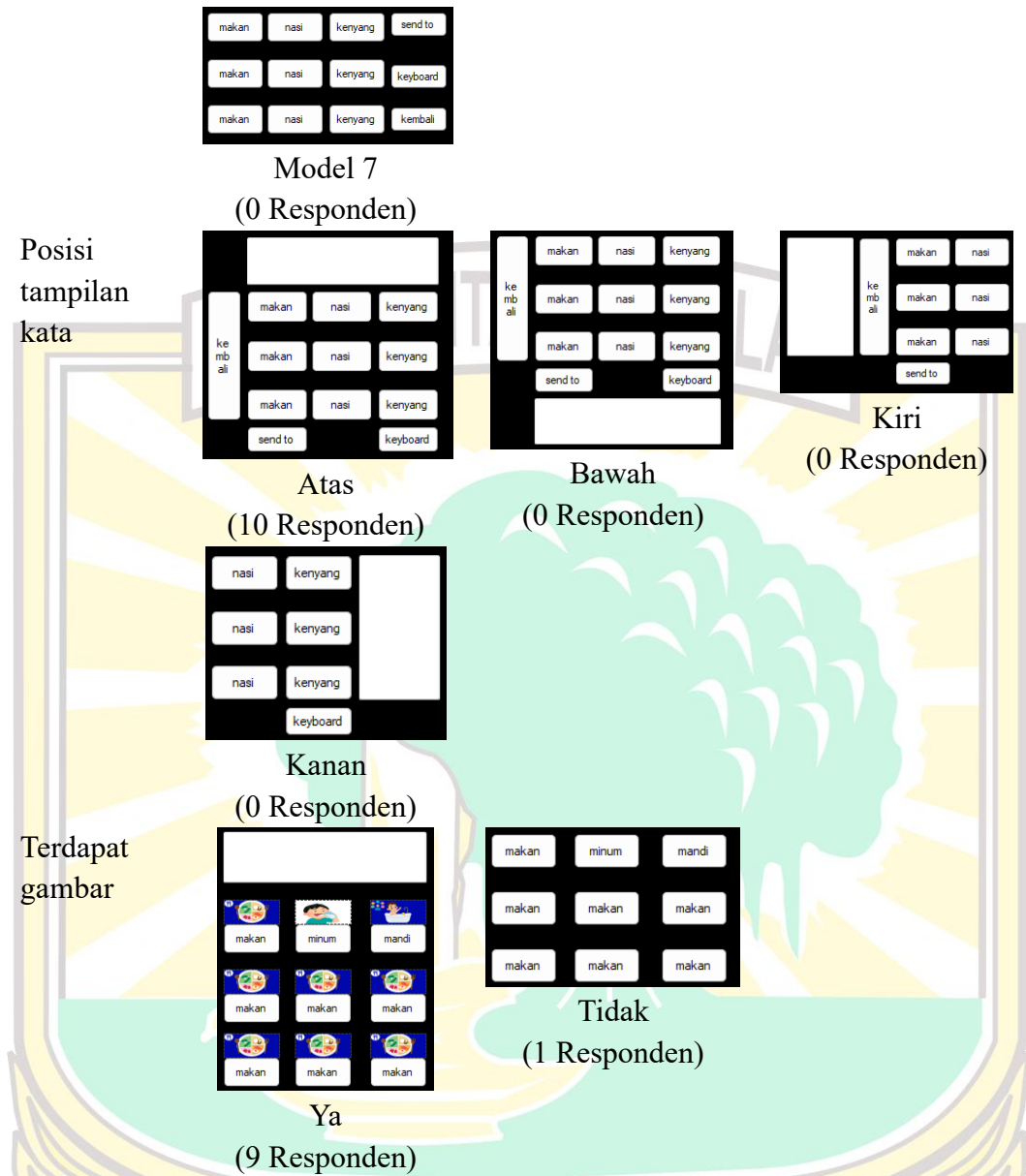
Gambar 4. 4 Tampilan Menu Utama

2. Tampilan kata umum

Hasil pemilihan opsi *morphological chart* kata umum yang dilakukan oleh responden dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil pemilihan kata umum oleh responden

Sub-fungsi	Pilihan		
Desain tulisan	<p>Huruf kecil (0 Responden)</p>	<p>Huruf besar (8 Responden)</p>	<p>Besar di awal kata (2 Responden)</p>
	<p>Model 1 (4 Responden)</p>	<p>Model 2 (1 Responden)</p>	<p>Model 3 (1 Responden)</p>
	<p>Model 4 (1 Responden)</p>	<p>Model 5 (1 Responden)</p>	<p>Model 6 (2 Responden)</p>



Berdasarkan hasil pemilihan dari masing-masing item sub-fungsi oleh responden, opsi paling banyak dipilih oleh responden dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Dua item terpilih tampilan kata umum

**Sub-fungsi**

**Pilihan**

Desain tulisan

MAKAN	MINUM	HALO	NASI	KENYAN
MAKAN	MINUM		NASI	KENYAN
MAKAN	MINUM	HALO	NASI	KENYAN

Huruf besar

	makan	nasi	kenyang	
ke mb ali	makan	nasi	kenyang	ke yb oa rd
	makan	nasi	kenyang	
	send to			

Posisi tombol kembali, kirim, keyboard

Model 1

Posisi tampilan kata



Terdapat gambar

Atas



Ya

Item yang terpilih:

- a) Tampilan tulisan pada tombol menggunakan huruf besar
- b) Tampilan tombol kirim, keyboard, dan kembali masing-masing berada pada bagian kiri, kanan, dan bawah
- c) Tampilan posisi teks berada pada bagian atas
- d) Tampilan menggunakan gambar

Berdasarkan hasil pemilihan oleh responden, tampilan kata umum ditetapkan seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Tampilan Kata Umum

3. Tampilan pengiriman pesan


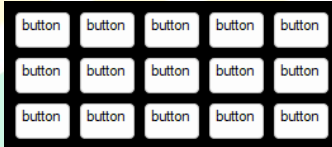

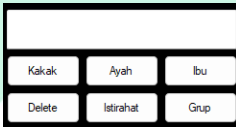

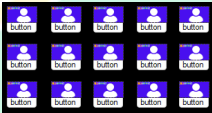
Hasil pemilihan opsi *morphological chart* tampilan pengiriman pesan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4. 5** Hasil pemilihan tampilan pengiriman pesan oleh responden

Sub-fungsi	Pilihan		
Sifat tombol			
Ukuran tombol	<p>Statis (10 Responden)</p> <p>75x20 (0 Responden)</p>	<p>Adaptif (0 Responden)</p> <p>75x35 (7 Responden)</p>	<p>75x75 (3 Responden)</p>
Desain tulisan	<p>Huruf kecil (0 Responden)</p>	<p>Huruf besar (8 Responden)</p>	<p>Besar diawal kata (2 Responden)</p>
Posisi teks pesan	<p>Kiri (0 Responden)</p>	<p>Kanan (0 Responden)</p>	<p>Atas (10 Responden)</p>
Posisi tombol kirim dan kembali	<p>Bawah (0 Responden)</p>	<p>Kiri – Kanan (7 Responden)</p>	<p>Bawah (3 Responden)</p>
Terdapat gambar	<p>Ya (9 Responden)</p>	<p>Tidak (1 Responden)</p>	<p>Atas (0 Responden)</p>

Berdasarkan hasil pemilihan dari masing-masing item sub-fungsi oleh responden, opsi paling banyak dipilih oleh responden dapat dilihat pada Tabel 4.6.

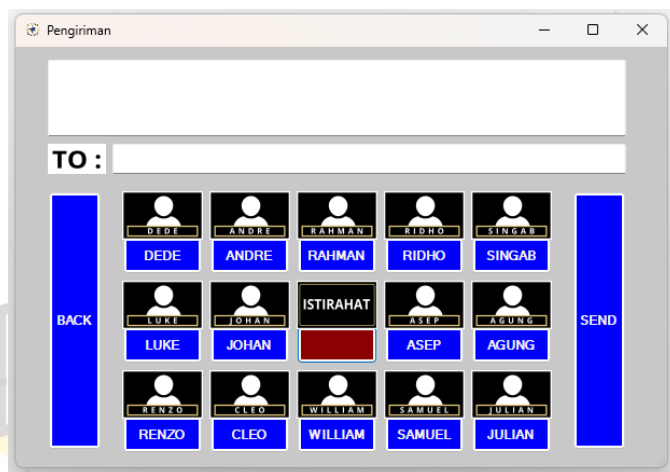
**Tabel 4. 6** Dua item terpilih tampilan pengiriman

Sub-fungsi	Pilihan
Sifat tombol	
Ukuran tombol	<p>Statis</p>  <p>75x35</p>
Desain tulisan	
Posisi teks pesan	<p>Huruf besar</p> 
Posisi tombol kirim dan kembali	<p>Atas</p> 
Terdapat gambar	<p>Kiri – Kanan</p> 

Item yang terpilih:

- Tampilan menggunakan tombol statis
- Tampilan tombol menggunakan ukuran 75x35
- Tampilan tulisan pada tombol menggunakan huruf besar
- Tampilan teks berada pada bagian atas tombol
- Tampilan tombol kirim dan kembali berada pada kiri dan kanan
- Tampilan tombol menggunakan gambar

Berdasarkan hasil pemilihan oleh responden, tampilan pengiriman pesan ditetapkan seperti pada Gambar 4.6.

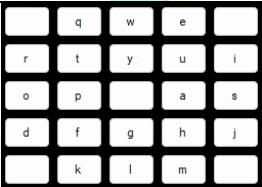
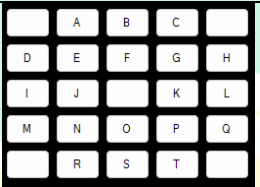
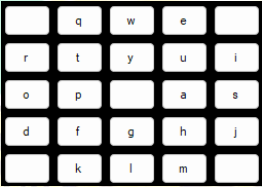
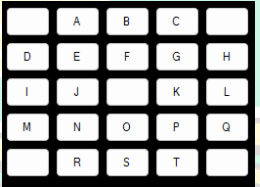
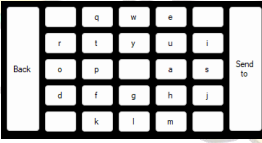
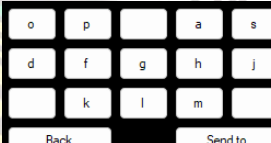
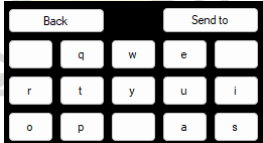


**Gambar 4. 6** Tampilan Pengiriman Pesan

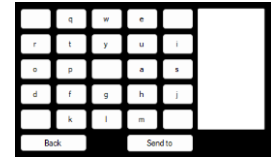
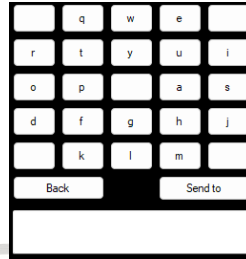
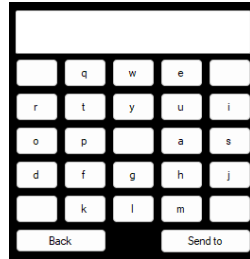
4. Tampilan *keyboard*

Hasil pemilihan opsi *morphological chart* tampilan *keyboard* yang dilakukan oleh responden dapat dilihat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4. 7** Hasil pemilihan tampilan *keyboard* oleh responden

Sub-fungsi	Pilihan		
Jenis <i>keyboard</i>	 <p>Qwerty (3 Responden)</p>	 <p>Alfabet (7 Responden)</p>	
Desain Tulisan	 <p>Huruf kecil (0 Responden)</p>	 <p>Huruf besar (10 Responden)</p>	
Posisi tombol kembali dan kirim	 <p>Kiri-kanan (5 Responden)</p>	 <p>Bawah (4 Responden)</p>	 <p>Atas (1 Responden)</p>

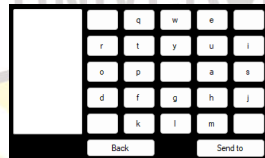
Posisi teks pesan



Kanan  
(0 Responden)

Atas  
(10 Responden)

Bawah  
(0 Responden)



Kiri  
(0 Responden)

Berdasarkan hasil pemilihan dari masing-masing item sub-fungsi oleh responden, opsi paling banyak dipilih oleh responden dapat dilihat pada Tabel 4.8.

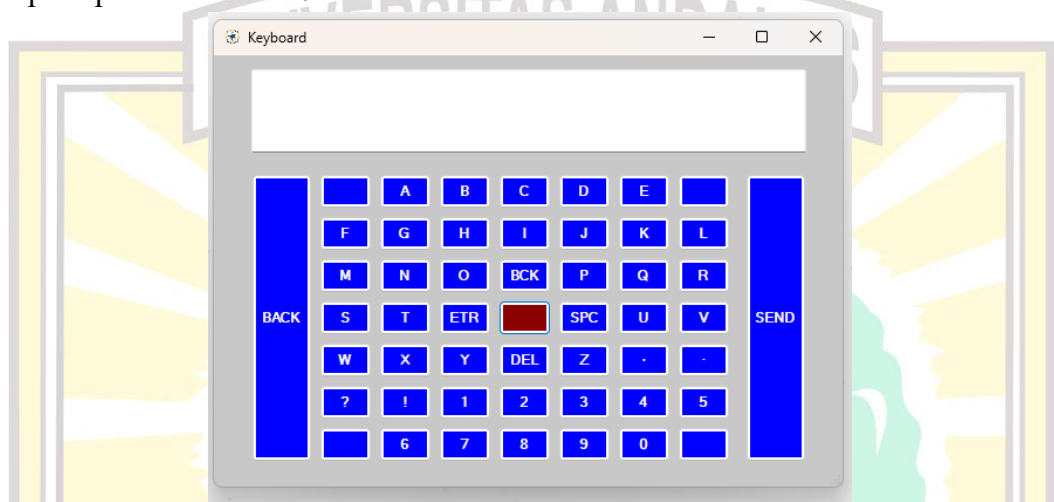
**Tabel 4. 8** Dua item terpilih tampilan *keyboard*

Sub-fungsi	Pilihan
Jenis <i>keyboard</i>	
Desain Tulisan	<p>Alfabet</p>
Posisi tombol kembali dan kirim	<p>Huruf besar</p>
Posisi teks pesan	<p>Kiri-kanan</p>
	<p>Atas</p>

Item yang terpilih:

- a) Tampilan keyboard yang digunakan jenis alfabet
- b) Tampilan tulisan tombol menggunakan huruf besar
- c) Tampilan tombol kembali dan kirim berada pada bagian kiri dan kanan
- d) Tampilan posisi teks pesan berada pada bagian atas

Berdasarkan hasil pemilihan oleh responden, tampilan *keyboard* ditetapkan seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Tampilan *Keyboard*

5. Tampilan pengoperasian peralatan elektronik

Hasil pemilihan opsi *morphological chart* tampilan pengoperasian peralatan elektronik dapat dilihat pada Tabel 4.9.

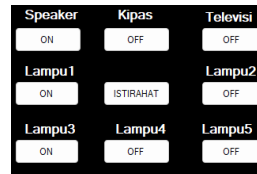
Tabel 4. 9 Hasil pemilihan tampilan pengoperasian peralatan elektronik oleh responden

Sub-fungsi	Pilihan		
Gaya tombol			
Keterangan peralatan	<p>On/off di gabung (9 Responden)</p>	<p>On/off di pisah (1 Responden)</p>	
	<p>Teks (2 Responden)</p>	<p>Gambar (8 Responden)</p>	

Desain tulisan



Huruf kecil  
(0 Responden)



Huruf Besar  
(8 Responden)



Besarnya di awal kata  
(2 Responden)

Posisi tombol kembali



Kiri  
(7 Responden)



Kanan  
(1 Responden)



Bawah  
(2 Responden)



Atas  
(0 Responden)

Berdasarkan hasil pemilihan dari masing-masing item sub-fungsi oleh responden, opsi paling banyak dipilih oleh responden dapat dilihat pada Tabel 4.10.

**Tabel 4. 10** Dua item terpilih tampilan pengoperasian peralatan elektronik

**Sub-fungsi**

**Pilihan**

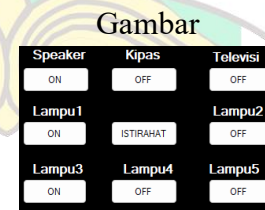
Gaya tombol



Keterangan peralatan



Desain tulisan



Huruf Besar

Posisi tombol kembali



Kiri

Item yang terpilih:

- Tampilan menggunakan tombol on/off yang digabung
- Tampilan keterangan peralatan menggunakan gambar
- Tampilan tombol dengan huruf besar
- Tampilan posisi tombol kembali berada di bagian kiri

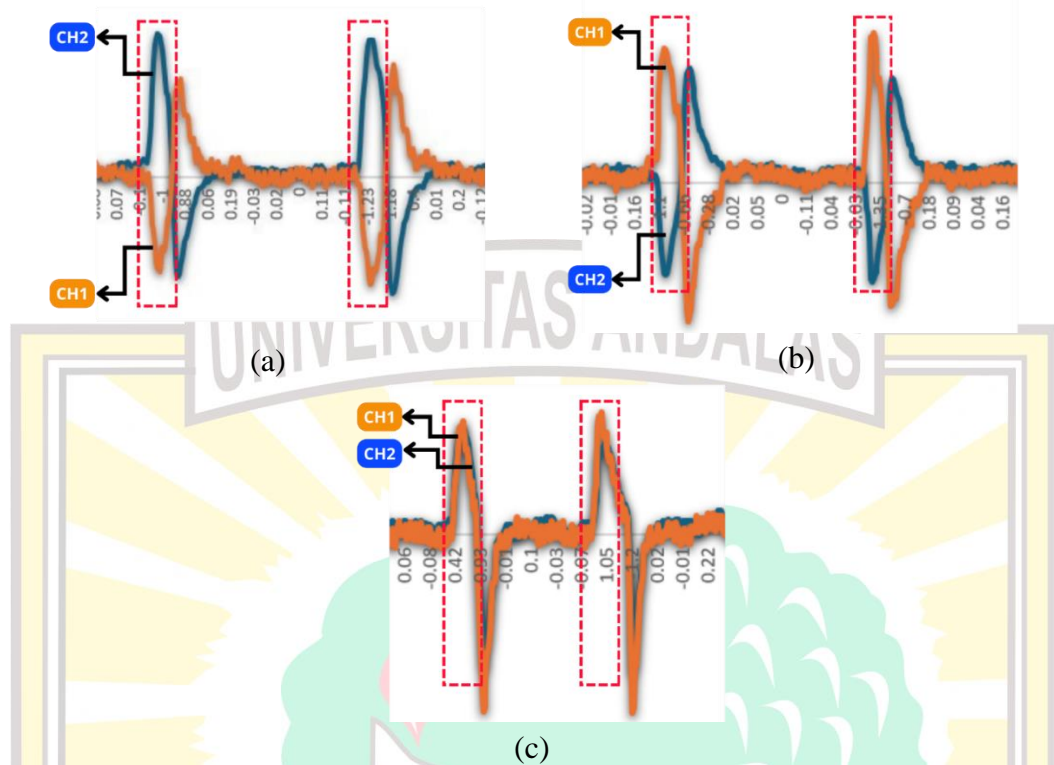
Berdasarkan hasil pemilihan oleh responden, tampilan pengoperasian peralatan elektronik ditetapkan seperti pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Tampilan Pengoperasian Peralatan Elektronik

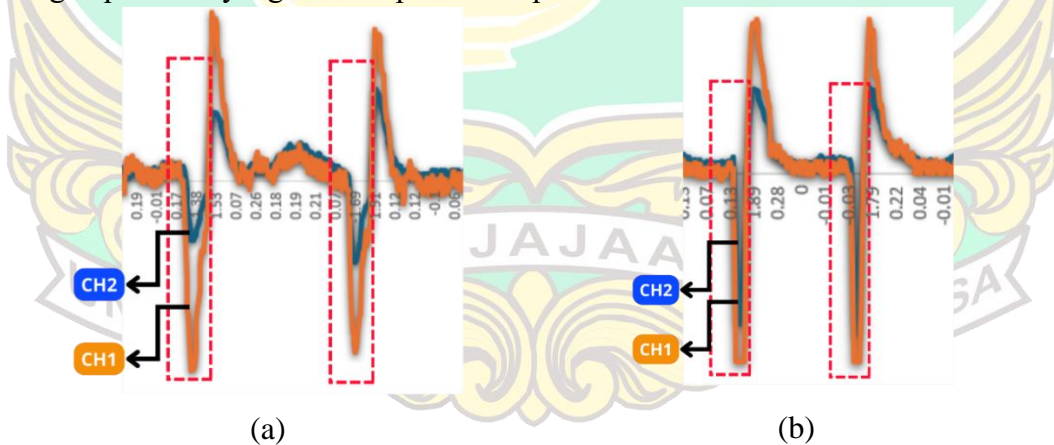
#### 4.1.2.2 Klasifikasi Sinyal

Berdasarkan data yang diambil pada responden mendapatkan nilai *threshold* positif 0.5V dan nilai *threshold* negatif -0.5V berdasarkan data saat responden dalam keadaan diam. Nilai yang melebihi nilai *threshold* akan diklasifikasikan berdasarkan polaritas sinyal untuk sinyal yang berbeda polaritas seperti pada Gambar 4.9.



**Gambar 4. 9** Sinyal dengan Polaritas yang Berbeda; (a) Lirik kiri, (b) Lirik kanan, dan (c) Lirik bawah

Sinyal dengan polaritas yang sama diklasifikasikan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). Proses klasifikasi ini menggunakan 1000 data latih yang terdiri dari 500 data untuk kedipan dan 500 data untuk lirik atas. Sementara itu, data uji terdiri dari 200 data untuk kedipan dan 200 data untuk lirik atas. Sinyal dengan polaritas yang sama dapat dilihat pada Gambar 4.10.



**Gambar 4. 10** Sinyal dengan Polaritas yang Sama; (a) Lirik atas, (b) Kedip

Fitur yang digunakan dalam mengklasifikasikan sinyal lirik atas dan kedip yaitu polaritas sinyal, luas sinyal, dan amplitudo maksimal sinyal. Akurasi algoritma KNN dengan variasi nilai K tetangga dapat dilihat pada Tabel. 4.11.

**Tabel 4. 11** Variasi nilai K tetangga

No	Jumlah K	Jumlah data uji	Akurasi (%)
1	1	400	100
2	2	400	100
3	3	400	99.75
4	4	400	100
5	5	400	99.5

Berdasarkan tabel 4.11, akurasi tertinggi didapatkan saat  $K = 1, 2,$  dan  $4$  yaitu  $100\%$ . Meskipun nilai  $K = 1, 2,$  dan  $4$  menunjukkan akurasi sempurna, hal ini dapat menyebabkan *overfitting*, terutama pada  $K = 1$ , di mana model menjadi terlalu sensitif terhadap data latih dan kurang mampu menggeneralisasi pada data baru. Untuk mencapai keseimbangan antara akurasi tinggi dan kemampuan generalisasi yang baik, nilai  $K = 3$  dipertimbangkan sebagai pilihan karena memberikan kombinasi yang optimal antara akurasi tinggi dan kemampuan generalisasi yang lebih baik dibandingkan nilai  $K$  yang lebih kecil. Rincian data hasil prediksi saat  $K = 1, 2, 3, 4,$  dan  $5$  dapat dilihat pada Tabel 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16.

**Tabel 4. 12** Matriks konfusi pelatihan KNN saat K bernilai 1

Matriks		Aktual	
		Lirik atas	Kedip
Prediksi	Lirik atas	200	
	Kedip		200

Berdasarkan Tabel 4.12, didapatkan bahwa dari 200 data aktual lirik atas, seluruhnya diprediksi dengan benar sebagai lirik atas. Hal yang sama terjadi pada 200 data aktual kedip, yang semuanya diprediksi dengan benar sebagai kedip.

**Tabel 4. 13** Matriks konfusi pelatihan KNN saat K bernilai 2

Matriks		Aktual	
		Lirik atas	Kedip
Prediksi	Lirik atas	200	
	Kedip		200

Berdasarkan Tabel 4.13, didapatkan bahwa dari 200 data aktual lirik atas, seluruhnya diprediksi dengan benar sebagai lirik atas. Hal yang sama terjadi pada 200 data aktual kedip, yang semuanya diprediksi dengan benar sebagai kedip.

**Tabel 4. 14** Matriks konfusi pelatihan KNN saat K bernilai 3

Matriks		Aktual	
		Lirik atas	Kedip
Lirik atas		200	1

Berdasarkan Tabel 4.14, didapatkan bahwa dari 200 data aktual lirik atas, seluruhnya diprediksi dengan benar sebagai lirik atas. Sedangkan dari 200 data aktual kedip, 199 data diprediksi dengan benar sebagai kedip, dan 1 data diprediksi sebagai lirik atas.

**Tabel 4. 15** Matriks konfusi pelatihan KNN saat K bernilai 4

Matriks		Aktual	
		Lirik atas	Kedip
Prediksi	Lirik atas	200	
	Kedip		200

Berdasarkan Tabel 4.15, didapatkan bahwa dari 200 data aktual lirik atas, seluruhnya diprediksi dengan benar sebagai lirik atas. Hal yang sama terjadi pada 200 data aktual kedip, yang semuanya diprediksi dengan benar sebagai kedip.

**Tabel 4. 16** Matriks konfusi pelatihan KNN saat K bernilai 5

Matriks		Aktual	
		Lirik atas	Kedip
Prediksi	Lirik atas	200	2
	Kedip		198

Berdasarkan Tabel 4.16, didapatkan bahwa dari 200 data aktual lirik atas, seluruhnya diprediksi dengan benar sebagai lirik atas. Sedangkan dari 200 data aktual kedip, 198 data diprediksi dengan benar sebagai kedip, dan 2 data diprediksi sebagai lirik atas.

#### 4.2 Pengujian *Virtual Keyboard Multifungsi*

Pengujian *virtual keyboard* multifungsi pada penelitian ini diujikan pada sepuluh responden yang terdiri dari enam responden laki-laki dan empat responden perempuan. Responden tersebut meliputi satu responden perempuan berusia 55 tahun yang mengalami lumpuh dan kesulitan berbicara, satu responden laki-laki berusia 58 tahun yang mengalami kesulitan berjalan, serta delapan responden dengan kondisi normal. Pengukuran efektivitas *virtual keyboard* multifungsi didasarkan pada tiga kriteria yaitu akurasi, keandalan, dan kemudahan penggunaan.

##### 4.2.1 Pengujian dan Analisa Akurasi *Virtual Keyboard Multifungsi*

Pengujian akurasi dilakukan dengan meminta responden untuk mengetik kata “MINUM” yang terdiri dari 5 karakter, lalu mengirimkan pesan, dan menyalakan peralatan elektronik. Masing-masing responden melakukan 3 kali percobaan.

**Tabel 4. 17** Pengujian akurasi mengetik pesan

No	Responden	Umur/Jenis Kelamin	Percobaan			Total inputan karakter	Total inputan benar	Akurasi
			1	2	3			
1	Responden 1	72/Perempu an	1			5	3	66.7%
			2			5	4	
			3			5	3	
2	Responden 2	58/Laki- laki	1			5	4	86.7%
			2			5	5	
			3			5	4	
3	Responden 3	55/Perempu an	1			5	4	80%
			2			5	3	
			3			5	5	
4	Responden 4	24/Perempu an	1			5	4	86.7%
			2			5	5	
			3			5	4	
5	Responden 5	32/Laki- laki	1			5	5	100%
			2			5	5	
			3			5	5	
6	Responden 6	27/Laki- laki	1			5	3	86.7%
			2			5	5	
			3			5	5	
7	Responden 7	30/Perempu an	1			5	5	93.3%
			2			5	4	
			3			5	5	
8	Responden 8	22/Laki- laki	1			5	5	100%
			2			5	5	
			3			5	5	
9	Responden 9	23/Laki- laki	1			5	5	100%
			2			5	5	
			3			5	5	
10	Responden 10	20/Laki- laki	1			5	5	93.3%
			2			5	4	
			3			5	5	
Rata-rata akurasi							88%	

Berdasarkan hasil pengujian akurasi yang dilakukan, aktivitas mengetik pesan, rata-rata akurasi sebesar 88%.

**Tabel 4. 18** Pengujian akurasi pengiriman pesan

No	Responden	Umur/Jenis Kelamin	Percobaan			Akurasi
			1	2	3	

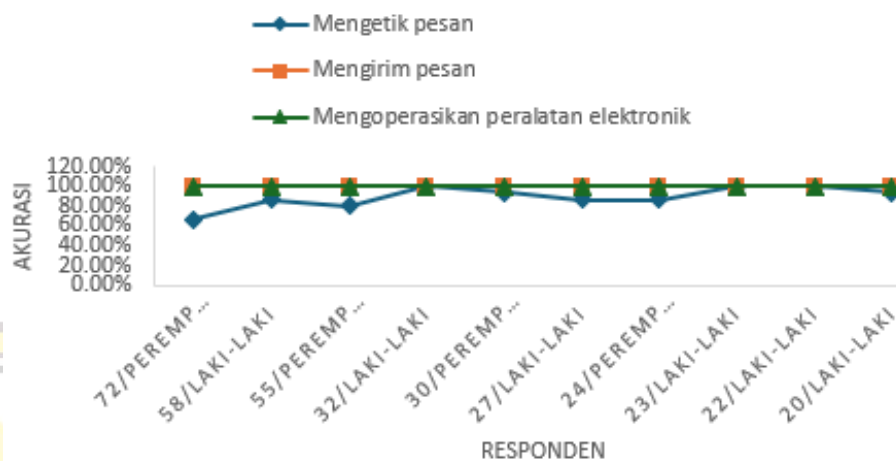
1	Responden 1	72/Perempuan	B	B	B	100%
2	Responden 2	58/Laki-laki	B	B	B	100%
3	Responden 3	55/Perempuan	B	B	B	100%
4	Responden 4	24/Perempuan	B	B	B	100%
5	Responden 5	32/Laki-laki	B	B	B	100%
6	Responden 6	27/Laki-laki	B	B	B	100%
7	Responden 7	30/Perempuan	B	B	B	100%
8	Responden 8	22/Laki-laki	B	B	B	100%
9	Responden 9	23/Laki-laki	B	B	B	100%
10	Responden 10	20/Laki-laki	B	B	B	100%
Rata-rata akurasi						100%

Berdasarkan pengujian aktivitas pengiriman pesan diperoleh rata-rata akurasi adalah 100%.

**Tabel 4. 19** Pengujian akurasi mengoperasikan peralatan elektronik

No	Responden	Umur/Jenis Kelamin	Percobaan			Akurasi
			1	2	3	
1	Responden 1	72/Perempuan	B	B	B	100%
2	Responden 2	58/Laki-laki	B	B	B	100%
3	Responden 3	55/Perempuan	B	B	B	100%
4	Responden 4	24/Perempuan	B	B	B	100%
5	Responden 5	32/Laki-laki	B	B	B	100%
6	Responden 6	27/Laki-laki	B	B	B	100%
7	Responden 7	30/Perempuan	B	B	B	100%
8	Responden 8	22/Laki-laki	B	B	B	100%
9	Responden 9	23/Laki-laki	B	B	B	100%
10	Responden 10	20/Laki-laki	B	B	B	100%
Rata-rata akurasi						100%

Berdasarkan pengujian aktivitas pengoperasian peralatan elektronik rata-rata akurasi sebesar 100%.



**Gambar 4. 11** Grafik Pengujian Akurasi *Virtual Keyboard* Multifungsi

Gambar 4.11 menampilkan grafik pengujian akurasi dari *virtual keyboard* multifungsi, pada grafik dapat dilihat akurasi untuk mengirim pesan dan mengoperasikan peralatan elektronik sebesar 100%. Data ini menunjukkan keberhasilan *virtual keyboard* multifungsi dalam proses pengiriman pesan dan mengoperasikan peralatan elektronik. Sedangkan pada aktivitas mengetik pesan pada grafik dapat dilihat bahwa nilai akurasi berkisar dari 66.7% hingga 100%, responden dengan usia 72 tahun memiliki keberhasilan terendah (66.7%), sementara yang lain mencapai akurasi yang lebih tinggi. Rentang usia yang bervariasi dari responden yang lebih mudah (20-32 tahun) hingga yang lebih tua (55-72 tahun). Responden yang lebih mudah cenderung memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi (86.7% ke atas), sedangkan pada responden yang lebih tua ada yang lebih rendah, seperti perempuan berusia 72 tahun dengan 66.7%, hal ini disebabkan karena responden tidak terbiasa dengan teknologi dan kurang responsif sehingga sulit dalam menggunakan *virtual keyboard*.

Penelitian ini menunjukkan akurasi sebesar 88% dalam kondisi *real-time* dengan variasi responden, yang mencerminkan tantangan yang lebih realistis dan kondisi penggunaan yang mendekati aplikasi sesungguhnya. Meskipun akurasi ini sedikit lebih rendah dibandingkan penelitian sebelumnya yang mencapai 90.7% dalam kondisi *non-real-time*[15], pengujian secara *real-time* memberikan keunggulan dalam hal validitas, sehingga hasil penelitian ini lebih representatif terhadap efektivitas sistem dalam penggunaan nyata. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan pada pengembangan metode yang dapat diimplementasikan langsung untuk mendukung kebutuhan pengguna di dunia nyata.

#### 4.2.2 Pengujian dan Analisa Keandalan *Virtual Keyboard Multifungsi*

Pengujian keandalan dari *virtual keyboard* multifungsi dilakukan dengan mencatat jumlah gangguan dan jenis gangguan yang terjadi selama penggunaan pada responden.

**Tabel 4. 20** Pengujian keandalan *virtual keyboard* multifungsi

No	Responden	Umur/Jenis Kelamin	Percobaan	Durasi Penggunaan (Menit)	Terdapat gangguan	Jenis gangguan
1	Responden 1	72/Perempuan	1	102	Ya	<i>Keyboard</i> berhenti merespon
			2	65		
2	Responden 2	58/Laki-laki	1	57	Tidak	
			2	50		
3	Responden 3	55/Perempuan	1	71	Ya	<i>Keyboard</i> berhenti merespon
			2	55		
4	Responden 4	24/Perempuan	1	50	Tidak	
			2	44		
5	Responden 5	32/Laki-laki	1	23	Tidak	
			2	35		
6	Responden 6	27/Laki-laki	1	33	Tidak	
			2	38		
7	Responden 7	30/Perempuan	1	30	Tidak	
			2	38		
8	Responden 8	22/Laki-laki	1	27	Ya	<i>Keyboard</i> berhenti merespon
			2	34		
9	Responden 9	23/Laki-laki	1	25	Tidak	
			2	32		
10	Responden 10	20/Laki-laki	1	30	Tidak	
			2	37		
		Total		876		



**Gambar 4.12** Grafik Pengujian Keandalan *Virtual Keyboard* Multifungsi

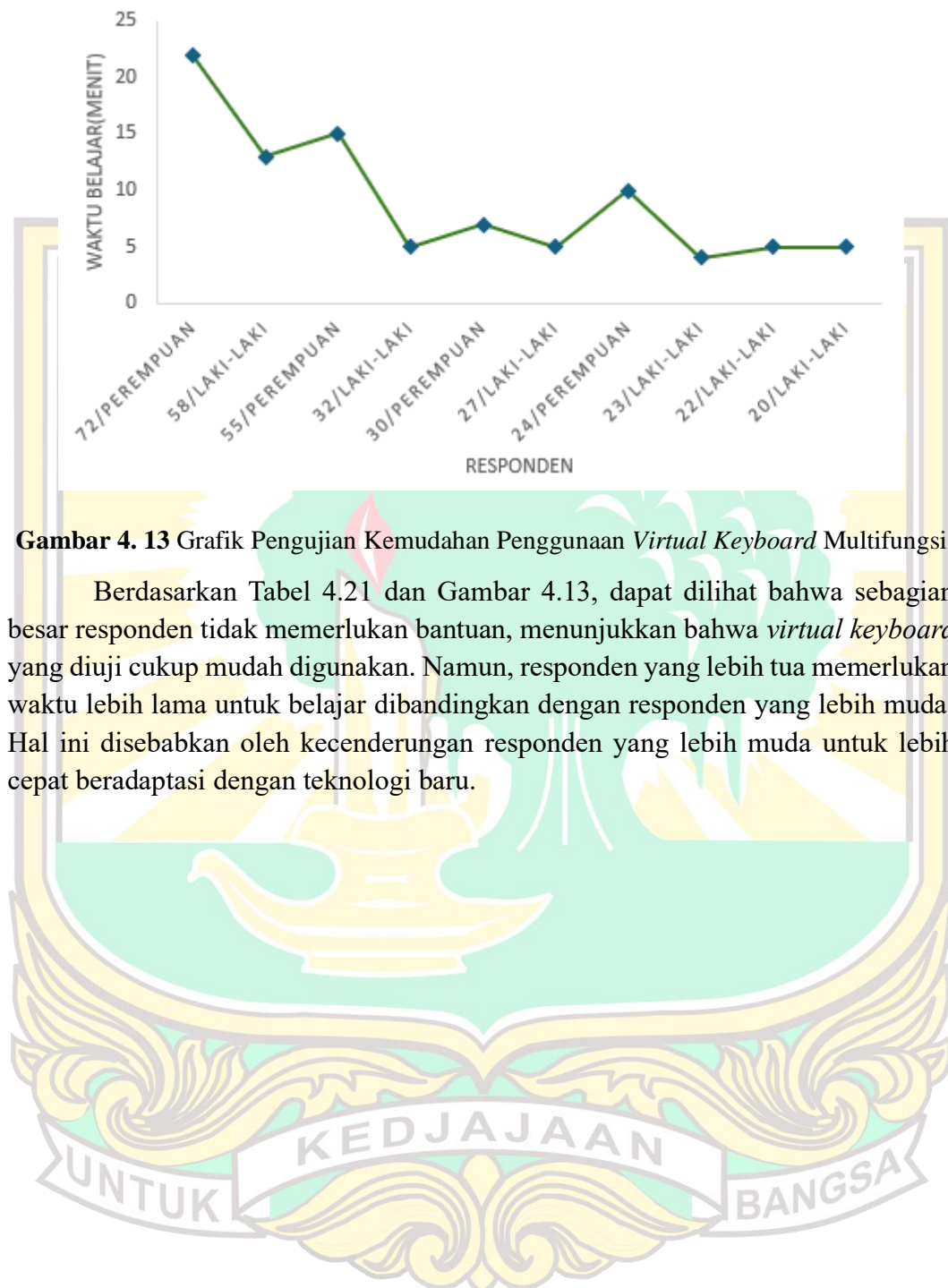
Bedasarkan Tabel 4.20 dan ditampilkan pada Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa gangguan yang terjadi selama penggunaan *virtual keyboard* oleh responden adalah kejadian di mana *virtual keyboard* berhenti merespon perintah. Percobaan dilakukan sebanyak 20 kali dengan total waktu operasional *virtual keyboard* mencapai 14 jam 36 menit. Dari seluruh percobaan tersebut, hanya terdapat tiga gangguan yang tercatat. Ini menunjukkan bahwa *virtual keyboard* memiliki tingkat keandalan yang cukup baik dengan tingkat keberhasilan sebesar 85% (17 dari 20 percobaan) yang berhasil dilakukan tanpa gangguan.

#### 4.2.3 Pengujian dan Analisa Kemudahan Penggunaan *Virtual Keyboard* Multifungsi

Pengujian kemudahan penggunaan *virtual keyboard* multifungsi dilakukan dengan meminta responden baru untuk mempelajari cara mengoperasikannya.

**Tabel 4.21** Pengujian kemudahan penggunaan

No	Responden	Umur/Jenis Kelamin	Waktu belajar (menit)	Tugas	Kebutuhan bantuan
1	Responden 1	72/Perempuan	22	Mengetik pesan	Ya
2	Responden 2	58/Laki-laki	13	Mengetik pesan	Tidak
3	Responden 3	55/Perempuan	15	Mengetik pesan	Ya
4	Responden 4	24/Perempuan	10	Mengetik pesan	Tidak
5	Responden 5	32/Laki-laki	5	Mengetik pesan	Tidak
6	Responden 6	27/Laki-laki	5	Mengetik pesan	Tidak
7	Responden 7	30/Perempuan	7	Mengetik pesan	Tidak
8	Responden 8	22/Laki-laki	5	Mengetik pesan	Tidak
9	Responden 9	23/Laki-laki	4	Mengetik pesan	Tidak



**Gambar 4. 13** Grafik Pengujian Kemudahan Penggunaan *Virtual Keyboard* Multifungsi

Berdasarkan Tabel 4.21 dan Gambar 4.13, dapat dilihat bahwa sebagian besar responden tidak memerlukan bantuan, menunjukkan bahwa *virtual keyboard* yang diuji cukup mudah digunakan. Namun, responden yang lebih tua memerlukan waktu lebih lama untuk belajar dibandingkan dengan responden yang lebih muda. Hal ini disebabkan oleh kecenderungan responden yang lebih muda untuk lebih cepat beradaptasi dengan teknologi baru.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Penelitian efektivitas *virtual keyboard* multifungsi dengan menggunakan sinyal EOG ini memiliki hasil yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Virtual keyboard* multifungsi menunjukkan akurasi yang sangat baik dalam mengirim pesan dan mengoperasikan peralatan elektronik dengan akurasi mencapai 100%.
2. Aktivitas mengetik pesan menunjukkan rentang akurasi antara 66.7% hingga 100%. Responden berusia lebih tua memiliki akurasi terendah dan responden yang lebih muda cenderung memiliki akurasi yang lebih tinggi.
3. *Virtual keyboard* multifungsi menunjukkan tingkat keandalan cukup baik selama pengujian. Dari 20 percobaan yang dilakukan dengan total waktu operasional 14 jam 36 menit, hanya terdapat tiga gangguan yang terjadi.
4. Mayoritas responden tidak memerlukan bantuan saat menggunakan *virtual keyboard* multifungsi, menunjukkan bahwa antarmuka cukup mudah digunakan. Namun, responden yang lebih tua memerlukan waktu belajar lebih lama dibandingkan responden yang lebih muda.
5. Penelitian ini menunjukkan akurasi 88% dalam kondisi *real-time* dengan variasi responden yang mendekati aplikasi nyata dan lebih valid dibandingkan penelitian sebelumnya yang mencapai 90.7% dalam kondisi *non-real-time*.

### 5.2 Saran

Penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran untuk keberlanjutan penelitian ini sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat meningkatkan akurasi, terutama bagi pengguna yang lebih tua dengan memperbaiki interval pembacaan sinyal EOG atau menggunakan metode klasifikasi khusus untuk kelompok usia ini. Hal ini penting karena pengguna yang lebih tua terkadang melakukan gerakan tambahan yang dapat menghasilkan inputan yang salah.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat membangun monitor khusus dengan ketinggian yang dapat disesuaikan untuk kenyamanan pengguna serta memudahkan pengujian pada berbagai kondisi pengguna.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Sasaki, M. S. A. Bin Suhaimi, K. Matsushita, S. Ito, dan M. I. Rusydi, "Robot Control System Based on Electrooculography and Electromyogram," *J. Comput. Commun.*, vol. 03, no. 11, hal. 113–120, 2015, doi: 10.4236/jcc.2015.311018.
- [2] J. P. A. Ogenga, W. Njeri, dan J. Muguro, "Development of a Virtual Environment-Based Electrooculogram Control System for Safe Electric Wheelchair Mobility for Individuals with Severe Physical Disabilities," *J. Robot. Control*, vol. 4, no. 2, hal. 165–178, 2023, doi: 10.18196/jrc.v4i2.17165.
- [3] A. R. Nanda dan R. Herawati, "Kendala Dan Solusi Bagi Penyandang Disabilitas Kota Semarang Dalam Mengakses Pekerjaan," *J. Pembang. Huk. Indones.*, vol. 3, no. 3, hal. 325–336, 2021, doi: 10.14710/jphi.v3i3.325-336.
- [4] G. Muthiasari dan A. Ernawati, "Perancangan Panti Sosial untuk Penyandang Tunaganda dengan Pendekatan Arsitektur Perilaku," *J. Desain*, vol. 5, no. 03, hal. 189, 2018, doi: 10.30998/jurnaldesain.v5i03.2392.
- [5] M. Siyaranamual, "Analisa Situasi Penyandang Disabilitas di Indonesia : Tantang dan Hambatan," hal. 1–16, 2020.
- [6] S. Pathirana, D. Asirvatham, dan M. G. M. Johar, "Designing virtual keyboards for brain-computer interfaces," *IEEE Reg. 10 Humanit. Technol. Conf. R10-HTC*, vol. 2018-Decem, hal. 1–6, 2018, doi: 10.1109/R10-HTC.2018.8629827.
- [7] M. I. Rusydi, M. Sasaki, dan S. Ito, "Affine transform to reform pixel coordinates of EOG signals for controlling robot manipulators using gaze motions," *Sensors (Switzerland)*, vol. 14, no. 6, hal. 10107–10123, 2014, doi: 10.3390/s140610107.
- [8] A. J. P. L. Tobing, A. Bhawiyuga, dan D. P. Kartikasari, "Implementasi Akuisisi Data Biosignal Manusia dengan Mekanisme Store-Forward Pada Perangkat Smartwatch Berbasis Wear Os Menggunakan Protokol Komunikasi Bluetooth Low Energy," vol. 4, no. 2, hal. 428–436, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [9] M. A. Ahamed, M. Asraf-Ul-Ahad, M. H. A. Sohag, dan M. Ahmad, "Development of Low Cost Wireless Biosignal Acquisition System for ECG EMG and EOG," *Proc. 2015 3rd Int. Conf. Adv. Electr. Eng. ICAEE 2015*, no. Eict, hal. 72–75, 2016, doi: 10.1109/ICAEE.2015.7506799.
- [10] A. ANANDIKA, "ANALISIS EFEKTIVITAS VIRTUAL KEYBOARD ADAPTIF BERDASARKAN KENDALI SINYAL ELECTROOCULOGRAPHY," Universitas Andalas, 2021.
- [11] N. Putri, "DETEKSI GERAKAN KEDIPAN MATA SEBAGAI PEMILIHAN KARAKTER DAN PENDETEKSIAN ERROR PADA VIRTUAL KEYBOARD MENGGUNAKAN SENSOR ELECTROOCULOGRAPHY DENGAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR UNTUK PENYANDANG DISABILITAS," 2021.
- [12] P. Zhang, M. Ito, S. I. Ito, dan M. Fukumi, "Implementation of EOG mouse

- using learning vector quantization and EOG-feature based methods,” *Proc. - 2013 IEEE Conf. Syst. Process Control. ICSPC 2013*, no. December, hal. 88–92, 2013, doi: 10.1109/SPC.2013.6735109.
- [13] S. F. Lau dan H. C. B. Chan, “A Special Virtual Keyboard for Disabled Computer Users,” *Eng. Comput. Sci.*, vol. I, hal. 6, 2017.
- [14] H. S. Dhillon, R. Singla, N. S. Rekhi, dan R. Jha, “EOG and EMG based virtual keyboard: A brain-computer interface,” *Proc. - 2009 2nd IEEE Int. Conf. Comput. Sci. Inf. Technol. ICCSIT 2009*, hal. 259–262, 2009, doi: 10.1109/ICCSIT.2009.5234951.
- [15] J. Chaerani, “RANCANGAN VIRTUAL KEYBOARD DENGAN LIRIKAN MATA UNTUK PENYANDANG DISABILITAS MENGGUNAKAN SENSOR ELECTROOCULOGRAPHY DAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR SEBAGAI PENGAMBILAN KEPUTUSAN,” Universitas Andalas, 2021.
- [16] P. P. Utami, “Pengendalian Virtual Keyboard untuk Penyandang Disabilitas Tanpa Jari Tangan dengan Pengenalan Pola Gesture Berdasarkan Jaringan Saraf Tiruan Menggunakan Sensor Leap Motion,” Universitas Andalas, 2020.
- [17] B. A. Laksono, “PERANCANGAN ALAT BANTU ON/OFF PERALATAN ELEKTRONIK BAGI PENYANDANG DISABILITAS MENGGUNAKAN ARDUINO UNO 328 DAN ANDROID,” 2020. [Daring]. Tersedia pada: Universitas Muhammadiyah Palembang
- [18] D. Utomo, S. Indriyanto, dan P. Yuliantoro, “Sistem Otomatisasi Peralatan Rumah Tangga Bagi Penyandang Disabilitas Menggunakan Google Assistant,” *J. SINTA Sist. Inf. dan Teknol. Komputasi*, vol. 1, no. 2, hal. 98–105, 2024, doi: 10.61124/sinta.v1i2.19.
- [19] United Nations, *Convention on the Right of Persons with Disabilities and Operational Protocol*. 2006.
- [20] J. Yuliyanto, “Disabilitas dan Ruang Teknologi,” *Geotimes*, 2021. <https://geotimes.id/opini/disabilitas-dan-ruang-teknologi/> (diakses 2 September 2024).
- [21] D. A. Zaelani, D. S. Yusuf, A. Y. Mafruhah, dan W. Y. Essa, “Tantangan dan Peluang Penyandang Disabilitas Fisik di Kota Bandung dalam Memperoleh Pekerjaan di Masa Covid-19,” *J. Sos. Hum.*, vol. 15, no. 1, hal. 16, 2022, doi: 10.12962/j24433527.v15i1.13133.
- [22] J. Ilmu dan K. Sosial, “Penyandang Disabilitas Di Indonesia: Perkembangan Istilah Dan Definisi,” *Jilid*, vol. 20, hal. 127–142, 2019.
- [23] R. Murni dan M. Astuti, “Rehabilitasi Sosial bagi Penyandang Disabilitas Mental Melalui Unit Informasi dan Layanan Sosial Rumah Kita (Social Rehabilitation for Persons with Mental Disabilities Through Unit Information and Social Services Rumah Kita),” *Sosio Inf.*, vol. 1, no. 03, hal. 278–292, 2015, [Daring]. Tersedia pada: <https://e-journal.kemensos.go.id/index.php/Sosioinforma/article/download/170/112>
- [24] V. S. Radissa, H. Wibowo, S. Humaedi, dan M. Irfan, “Pemenuhan Kebutuhan Dasar Penyandang Disabilitas Pada Masa Pandemi Covid-19,” *Focus J. Pekerj. Sos.*, vol. 3, no. 1, hal. 61, 2020, doi: 10.24198/focus.v3i1.28735.
- [25] E. Kambey, “Efektivitas Penggunaan Dana Desa Dalam Pelaksanaan

- Pembangunan Di Desa Karegesan Kecamatan Kautidan Kabupaten Minahasa Utara,” *J. Eksek. J. Jur. Ilmu Pemerintah.*, vol. 1, no. 1, hal. 11, 2017.
- [26] D. S. Aminartha dan M. Akmal, “Pengaruh Teamwork dan Profesionalitas individu terhadap Efektivitas Kinerja Karyawan pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Parepare,” ... *J. Manag.*, vol. 4, no. 2, hal. 128–137, 2021, doi: 10.37531/yume.vvix.xxx.
- [27] C. Sa dan M. Perdana, “Analisis Efektivitas Aplikasi My Inspection pada Kegiatan Inspeksi di Bandar Udara Internasional Syamsudin Noor Banjarbaru,” vol. 1, no. 2, hal. 466–478, 2024.
- [28] T. S. Andre, R. C. Williges, dan H. R. Hartson, “The Effectiveness of Usability Evaluation Methods: Determining the Appropriate Criteria,” *Proc. Hum. Factors Ergon. Soc. Annu. Meet.*, vol. 43, no. 20, hal. 1090–1094, 1999, doi: 10.1177/154193129904302007.
- [29] M. I. Rusydi *et al.*, “The Use of Two Fingers to Control Virtual Keyboards with Leap Motion Sensor,” *Proc. 2017 5th Int. Conf. Instrumentation, Commun. Inf. Technol. Biomed. Eng. ICICI-BME 2017*, no. November, hal. 255–260, 2018, doi: 10.1109/ICICI-BME.2017.8537763.
- [30] V. I. Saraswati, R. Sigit, dan T. Harsono, “Eye gaze system to operate virtual keyboard,” *Proc. - 2016 Int. Electron. Symp. IES 2016*, hal. 175–179, 2017, doi: 10.1109/ELECSYM.2016.7860997.
- [31] N. Naseeb, M. Alam, O. Bin Samin, M. Omar, S. S. Khushbakht, dan S. A. Shah, “RGB based EEG Controlled Virtual Keyboard for Physically Challenged People,” *2020 3rd Int. Conf. Comput. Math. Eng. Technol. Idea to Innov. Build. Knowl. Econ. iCoMET 2020*, 2020, doi: 10.1109/iCoMET48670.2020.9073847.
- [32] S. S. S. Teja, S. S. Embrandiri, N. Chandrachoodan, dan R. Reddy M., “EOG based virtual keyboard,” *2015 41st Annu. Northeast Biomed. Eng. Conf. NEBEC 2015*, hal. 1–2, 2015, doi: 10.1109/NEBEC.2015.7117201.
- [33] M. I. Rusydi, A. Anandika, R. Adnan, K. Matsuhita, dan M. Sasaki, “Adaptive Symmetrical Virtual Keyboard Based on EOG Signal,” *2019 4th Asia-Pacific Conf. Intell. Robot Syst. ACIRS 2019*, hal. 22–26, 2019, doi: 10.1109/ACIRS.2019.8935956.
- [34] L. J. Qi dan N. Alias, “Comparison of ANN and SVM for classification of eye movements in EOG signals,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 971, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/971/1/012012.
- [35] A. López, F. Ferrero, J. R. Villar, dan O. Postolache, “High-performance analog front-end (AFE) for EOG systems,” *Electron.*, vol. 9, no. 6, hal. 1–15, 2020, doi: 10.3390/electronics9060970.
- [36] F. Fang dan T. Shinozaki, “Electrooculography-based continuous eye-writing recognition system for efficient assistive communication systems,” *PLoS One*, vol. 2, hal. 13, 2018.
- [37] A. Rizal, H. F. Perdana, dan F. Y. Suratman, “Pengembangan Sistem Pengendali Cursor Menggunakan Sinyal Elektrokulogram (EOG),” *JTIM J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 1, no. 2, hal. 143–149, 2019, doi: 10.35746/jtim.v1i2.19.
- [38] Ambu, “Ambu Blue Sensor VL,” *Data Sheet*, hal. 2, 2009, [Daring]. Tersedia pada:

[http://media.supplychain.nhs.uk/media/documents/FDK587/Marketing/24343\\_FDK587.pdf](http://media.supplychain.nhs.uk/media/documents/FDK587/Marketing/24343_FDK587.pdf)

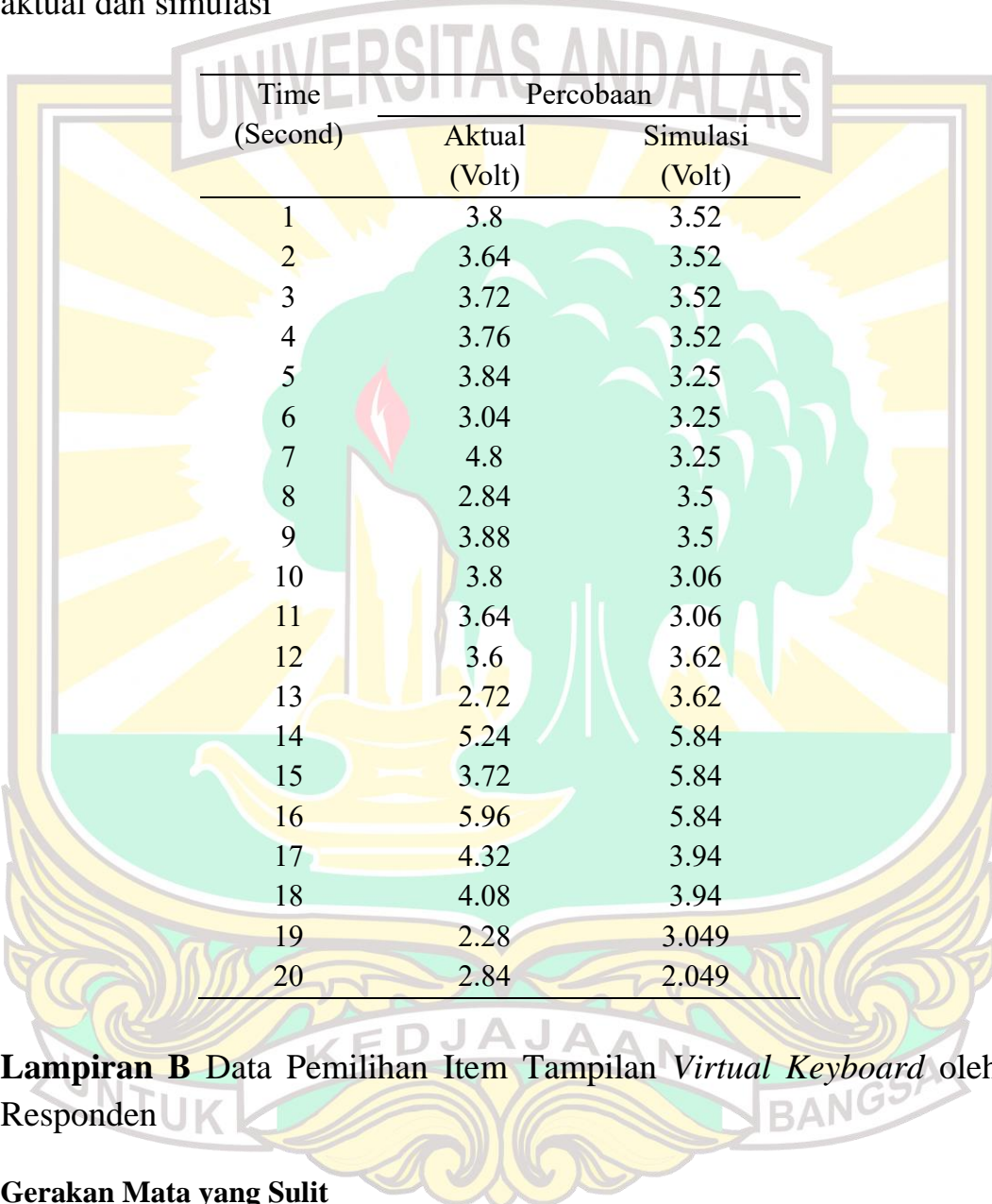
- [39] N. M. M. Noor dan M. Q. Bin Kamarudin, "Study the different level of eye movement based on electrooculography (EOG) technique," *IECBES 2016 - IEEE-EMBS Conf. Biomed. Eng. Sci.*, hal. 792–796, 2016, doi: 10.1109/IECBES.2016.7843559.
- [40] A. López, F. J. Ferrero, M. Valledor, J. C. Campo, dan O. Postolache, "A study on electrode placement in EOG systems for medical applications," *2016 IEEE Int. Symp. Med. Meas. Appl. MeMeA 2016 - Proc.*, hal. 6–10, 2016, doi: 10.1109/MeMeA.2016.7533703.
- [41] M. I. Rusydi, T. Okamoto, S. Ito, dan M. Sasaki, "Rotation matrix to operate a robot manipulator for 2D analog tracking objects using electrooculography," *Robotics*, vol. 3, no. 3, hal. 289–309, 2014, doi: 10.3390/robotics3030289.
- [42] M. A. Rahman, "Perancangan Sistem On/Off Kursi Roda menggunakan Sensor Electrooculography untuk Menghindari Kelelahan pada Mata dengan Metode Support Vector Machine," 2022.
- [43] M. S. A. Bin Suhaimi, K. Matsushita, M. Sasaki, dan W. Njeri, "24-Gaze-Point Calibration Method for Improving the Precision of Ac-Eog Gaze Estimation," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 17, 2019, doi: 10.3390/s19173650.
- [44] E. Tutorials, "Passive Low Pass Filter," *E. Tutorials*, 2014. [https://www.electronicstutorials.ws/filter/filter\\_2.html](https://www.electronicstutorials.ws/filter/filter_2.html) (diakses 14 Agustus 2024).
- [45] R. Boylestad dan L. Nashelsky, *Electronic Devices and Circuit Theory*, 11th ed. United States: Pearson Education Limited, 2014.
- [46] ONSEMI, "Single Supply Quad Operational Amplifiers," *Onsemi.com*, 2016. <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/lm324-d.pdf>
- [47] W. L. Zheng *et al.*, "Vigilance Estimation Using a Wearable EOG Device in Real Driving Environment," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 21, no. 1, hal. 170–184, 2020, doi: 10.1109/TITS.2018.2889962.
- [48] S. Shustak *et al.*, "Home monitoring of sleep with a temporary-tattoo EEG, EOG and EMG electrode array: A feasibility study," *J. Neural Eng.*, hal. 0–68, 2018, doi: <https://doi.org/10.1088/1741-2552/aafa05>.
- [49] M. I. Rusydi, M. Sasaki, S. Ito, K. Takeda, dan T. Okamoto, "Developing a twolink robot arm controller using voluntary blink," vol. 22, no. 4, hal. 475–481, 2014.
- [50] H. Sato, K. Abe, S. Ohi, dan M. Ohyama, "An Automatic Classification Method for Involuntary and Two Types of Voluntary Blinks," *Electron. Commun. Japan*, vol. 100, no. 10, hal. 48–58, 2017, doi: 10.1002/ecj.11986.
- [51] M. I. Rusydi, M. Bahri, R. S. Ryaldi, F. Akbar, K. Matsuhita, dan M. Sasaki, "Recognition of horizontal gaze motion based on electrooculography using tsugenno fuzzy logic," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 602, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/602/1/012029.
- [52] A. Anandika, P. D. Laksono, M. S. A. bin Suhaimi, J. Muguro, dan M. I. Rusydi, "Enhancing Interface Efficiency: Adaptive Virtual Keyboard Minimizing Keystrokes in Electrooculography-Based Control," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 3, hal. 64–72, 2023, doi: 10.25077/jnte.v12n3.1160.2023.

- [53] National Instruments, “USB-6008,” *National Instruments*, 2008. <https://www.ni.com/enid/support/model.usb-6008.html> (diakses 13 Agustus 2024).
- [54] Q. Start dan E. Schritte, “Ni usb-6008/6009,” 2012, hal. 1–26.
- [55] F. B. Aulia dan Krismadinata, “Rancang Bangun Instrumentasi Konverter Boost dengan Graphical User Interface,” vol. 03, no. 03, 2022.
- [56] A. Miftahuluddin, “Rancang Bangun Alat Sistem Keamanan Sensor Pada Rumah/Bangunan Dengan Menggunakan Metode Kansei Engineering Dan Morphological Chart,” vol. 11, no. 2, hal. 10–14, 2011.
- [57] B. B. Wahyujati, “Aplikasi metode Morphological Chart pada perancangan Robot Belajar Baca (ROBOCA) untuk anak usia dini,” *Prod. J. Desain Prod. (Pengetahuan dan Peranc. Produk)*, vol. 5, no. 2, hal. 67–74, 2022, doi: 10.24821/productum.v5i2.6917.
- [58] M. Jawaharlal, S. N. Ellingwood, dan K. Thokchom, “LIFE CENTERED DESIGN USING MORPHOLOGICAL CHART,” hal. 1–5, 2017, doi: <https://doi.org/10.1115/IMECE2016-65121>.
- [59] H. P. Herlambang, F. Saputra, M. H. Prasetyo, D. Puspitasari, dan D. Nurlaela, “Perbandingan Klasifikasi Tingkat Penjualan Buah di Supermarket dengan Pendekatan Algoritma Decision Tree, Naive Bayes dan K-Nearest Neighbor,” *J. Insa. - J. Inf. Syst. Manag. Innov.*, vol. 3, no. 1, hal. 21–28, 2023, doi: 10.31294/jinsan.v3i1.2097.
- [60] P. Cunningham dan S. J. Delany, “k-Nearest Neighbour Classifiers: 2nd Edition (with Python examples),” no. 1, hal. 1–22, 2020, doi: 10.1145/3459665.
- [61] H. Leidiyana, “Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Untuk Penentuan Resiko Kredit Kepemilikan Kendaraan Bermotor,” *J. Penelit. Ilmu Komputer, Syst. Embed. Log.*, vol. 1, no. 1, hal. 65–76, 2013.
- [62] Z. Zhang, “Introduction to machine learning: K-nearest neighbors,” *Ann. Transl. Med.*, vol. 4, no. 11, hal. 1–7, 2016, doi: 10.21037/atm.2016.03.37.
- [63] M. Murat, “A complete Guide to K-Nearest Neighbors with Applications in Python,” *MMA*, 2019. <https://mmuratarat.github.io/2019-07-12/k-nn-from-scratch> (diakses 14 Agustus 2024).
- [64] Q. A. A’yuniyah dan M. Reza, “Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Jurusan Siswa Di Sma Negeri 15 Pekanbaru,” *Indones. J. Inform. Res. Softw. Eng.*, vol. 3, no. 1, hal. 39–45, 2023, doi: 10.57152/ijirse.v3i1.484.
- [65] M. L. Zhang dan Z. H. Zhou, “ML-KNN: A lazy learning approach to multi-label learning,” *Pattern Recognit.*, vol. 40, no. 7, hal. 2038–2048, 2007, doi: 10.1016/j.patcog.2006.12.019.
- [66] A. Imran dan M. Rasul, “Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32,” *J. Media Elektr.*, vol. 17, no. 2, hal. 2721–9100, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>
- [67] A. Purnama dan S. Sitohang, “RANCANGAN BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS IOT,” *Comasie*, vol. 3, no. 3, hal. 21–30, 2020.
- [68] M. N. Nizam, Haris Yuana, dan Zunita Wulansari, “Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek.*



## LAMPIRAN

**Lampiran A** Data percobaan perbandingan antara rangkaian EOG aktual dan simulasi



Time (Second)	Percobaan	
	Aktual (Volt)	Simulasi (Volt)
1	3.8	3.52
2	3.64	3.52
3	3.72	3.52
4	3.76	3.52
5	3.84	3.25
6	3.04	3.25
7	4.8	3.25
8	2.84	3.5
9	3.88	3.5
10	3.8	3.06
11	3.64	3.06
12	3.6	3.62
13	2.72	3.62
14	5.24	5.84
15	3.72	5.84
16	5.96	5.84
17	4.32	3.94
18	4.08	3.94
19	2.28	3.049
20	2.84	2.049

**Lampiran B** Data Pemilihan Item Tampilan *Virtual Keyboard* oleh Responden

### Gerakan Mata yang Sulit

No	Nama responden	Gerakan mata
1	Responden 1	lirik atas, lirik kanan
2	Responden 2	lirik bawah
3	Responden 3	lirik bawah

4	Responden 4	lirik atas
5	Responden 5	lirik kanan
6	Responden 6	lirik bawah
7	Responden 7	lirik kanan, lirik kiri
8	Responden 8	lirik atas
9	Responden 9	lirik atas
10	Responden 10	lirik bawah

#### Tampilan Menu Utama

No	Nama responden	Warna background dan tombol	Huruf tebal	Ukuran tombol	Desain tulisan	Posisi tombol	Terdapat gambar
1	Responden 1	Kombinasi 3	Ya	95 X 95	Huruf Besar	Horizontal	Ya
2	Responden 2	Kombinasi 1	Ya	95 X 50	Huruf Besar	Horizontal	Tidak
3	Responden 3	Kombinasi 3	Ya	95 X 50	Huruf Besar	Horizontal	Ya
4	Responden 4	Kombinasi 3	Ya	95 X 50	Huruf Besar	Horizontal	Ya
5	Responden 5	Kombinasi 2	Ya	95 X 50	Huruf Besar	Horizontal	Ya
6	Responden 6	Kombinasi 3	Ya	95 X 95	Huruf Besar	Horizontal	Ya
7	Responden 7	Kombinasi 3	Ya	95 X 95	Huruf Besar	Vertikal	Ya
8	Responden 8	Kombinasi 3	Ya	95 X 50	Huruf Besar	Horizontal	Ya
9	Responden 9	Kombinasi 2	Ya	95 X 50	Huruf Besar	Horizontal	Ya
10	Responden 10	Kombinasi 4	Ya	95 X 95	Huruf Besar	Vertikal	Ya

#### Tampilan Pengiriman Pesan

No	Nama responden	Sifat tombol	Ukuran Tombol	Desain Tulisan	Posisi teks pesan	Posisi tombol kirim dan kembali	Terdapat gambar
1	Responden 1	Statis	75 x 35	Huruf Besar	Atas	Bawah	Ya
2	Responden 2	Statis	75 x 35	setiap awal kata	Huruf besar di Atas	Kiri - Kanan	Tidak
3	Responden 3	Statis	75 x 35	Huruf Besar	Atas	Kiri - Kanan	Ya
4	Responden 4	Statis	75 x 35	Besar diawal kata	Atas	Kiri - Kanan	Ya
5	Responden 5	Statis	75 x 35	Huruf Besar	Atas	Kiri - Kanan	Ya
6	Responden 6	Statis	75 x 75	Huruf Besar	Atas	Bawah	Ya
7	Responden 7	Statis	75 x 75	Huruf Besar	Atas	Kiri - Kanan	Ya
8	Responden 8	Statis	75 x 35	Huruf Besar	Atas	Bawah	Ya
9	Responden 9	Statis	75 x 35	Huruf Besar	Atas	Kiri - Kanan	Ya
10	Responden 10	Statis	75 x 75	Huruf Besar	Atas	Kiri - Kanan	Ya

#### Tampilan Pengoperasian Peralatan Elektronik

No	Nama responden	Gaya tombol	Keterangan peralatan	Desain Tulisan	Posisi tombol kembali
----	----------------	-------------	----------------------	----------------	-----------------------

1	Responden 1	On/Off digabung	Gambar	Huruf Besar	Kiri
2	Responden 2	On/Off digabung	Teks	Huruf Besar	Bawah
3	Responden 3	On/Off digabung	Gambar	Huruf Besar	Kiri
4	Responden 4	On/off di pisah	Gambar	Huruf Besar	Bawah
5	Responden 5	On/Off digabung	Gambar	Huruf Besar	Kanan
6	Responden 6	On/Off digabung	Gambar	Huruf Besar	Kiri
7	Responden 7	On/Off digabung	Teks	Huruf Besar	Kiri
8	Responden 8	On/Off digabung	Gambar	Huruf Besar	Kiri
9	Responden 9	On/Off digabung	Gambar	Huruf Besar	Kiri
10	Responden 10	On/Off digabung	Gambar	Huruf Besar	Bawah

### **Tampilan Keyboard**

No	Nama responden	Jenis keyboard	Desain tulisan	Posisi tombol kembali dan kirim	Posisi teks pesan
1	Responden 1	Alfabet	Huruf Besar	Bawah	Atas
2	Responden 2	Qwerty	Huruf Besar	Atas	Atas
3	Responden 3	Qwerty	Huruf Besar	Kiri - Kanan	Atas
4	Responden 4	Alfabet	Huruf Besar	Bawah	Atas
5	Responden 5	Alfabet	Huruf Besar	Bawah	Atas
6	Responden 6	Qwerty	Huruf Besar	Kiri - Kanan	Atas
7	Responden 7	Alfabet	Huruf Besar	Kiri - Kanan	Atas
8	Responden 8	Alfabet	Huruf Besar	Bawah	Atas
9	Responden 9	Alfabet	Huruf Besar	Kiri - Kanan	Atas
10	Responden 10	Alfabet	Huruf Besar	Bawah	Atas

### **Tampilan kata umum**

No	Nama responden	Desain tulisan	Posisi tombol kembali, kirim, keyboard	Posisi tampilan kata	Terdapat gambar
1	Responden 1	Huruf Besar	Model 1	Atas	Ya
2	Responden 2	Huruf Besar	Model 1	Atas	Ya
3	Responden 3	Huruf besar di awal kalimat	Model 1	Atas	Ya
4	Responden 4	Huruf Besar	Model 6	Atas	Ya
5	Responden 5	Huruf Besar	Model 1	Atas	Tidak
6	Responden 6	Huruf Besar	Model 5	Atas	Ya
7	Responden 7	Huruf Besar	Model 3	Atas	Ya
8	Responden 8	Besar di awal kata	Model 4	Atas	Ya
9	Responden 9	Huruf Besar	Model 2	Atas	Ya
10	Responden 10	Huruf Besar	Model 6	Atas	Ya

## Lampiran C Data Latih

amplitu docho	ampltu doch1	luasC H0	luasC H1	TotalLu as	peakam plitudoc h1min	label
-2,40	-2,52	0,38	0,32	0,70	-2,52	Kedip
-2,38	-2,24	0,48	0,36	0,84	-2,24	Kedip
-2,35	-2,56	0,36	0,31	0,67	-2,56	Kedip
-2,33	-2,02	0,54	0,46	1,00	-2,02	Kedip
-2,32	-2,95	0,46	0,43	0,90	-2,95	Kedip
-2,29	-2,08	0,56	0,47	1,03	-2,08	Kedip
-2,27	-2,40	0,46	0,43	0,89	-2,40	Kedip
-2,26	-2,31	0,51	0,48	1,00	-2,31	Kedip
-2,25	-2,87	0,42	0,37	0,79	-2,87	Kedip
-2,24	-2,03	0,45	0,47	0,92	-2,03	Kedip
-2,23	-2,41	0,45	0,42	0,87	-2,41	Kedip
-2,22	-2,70	0,45	0,40	0,85	-2,70	Kedip
-1,83	-1,01	0,48	0,36	0,85	-1,01	Kedip
-2,21	-2,24	0,44	0,46	0,90	-2,24	Kedip
-2,21	-1,95	0,44	0,44	0,89	-1,95	Kedip
-2,21	-1,24	0,58	0,40	0,98	-1,24	Kedip
-2,20	-2,90	0,44	0,42	0,86	-2,90	Kedip
-2,20	-2,52	0,39	0,32	0,71	-2,52	Kedip
-2,20	-2,59	0,44	0,45	0,89	-2,59	Kedip
-2,19	-2,22	0,44	0,45	0,89	-2,22	Kedip
-2,19	-2,03	0,44	0,45	0,88	-2,03	Kedip
-2,18	-2,62	0,39	0,33	0,72	-2,62	Kedip
-2,18	-2,42	0,44	0,47	0,91	-2,42	Kedip
-1,51	-0,87	0,50	0,36	0,85	-0,87	Kedip
-2,18	-2,79	0,44	0,40	0,84	-2,79	Kedip
-2,18	-1,52	0,51	0,40	0,91	-1,52	Kedip
-2,18	-2,78	0,41	0,37	0,78	-2,78	Kedip
-2,17	-2,57	0,44	0,45	0,88	-2,57	Kedip
-2,17	-1,69	0,43	0,42	0,86	-1,69	Kedip
-2,17	-1,49	0,43	0,39	0,83	-1,49	Kedip
-2,17	-1,24	0,43	0,34	0,78	-1,24	Kedip
-2,17	-1,75	0,43	0,43	0,86	-1,75	Kedip
-2,26	-1,79	0,45	0,40	0,85	-1,79	Kedip
-2,25	-1,66	0,45	0,40	0,85	-1,66	Kedip
-2,25	-2,19	0,45	0,39	0,85	-2,19	Kedip
-2,24	-1,27	0,52	0,39	0,91	-1,27	Kedip

-2,23	-2,49	0,37	0,31	0,67	-2,49	Kedip
-2,01	-1,13	0,48	0,39	0,86	-1,13	Kedip
-2,21	-2,46	0,44	0,45	0,89	-2,46	Kedip
-2,21	-2,40	0,44	0,39	0,84	-2,40	Kedip
-2,03	-1,20	0,42	0,38	0,80	-1,20	Kedip
-2,10	-2,63	0,42	0,38	0,80	-2,63	Kedip
-2,10	-2,82	0,42	0,47	0,89	-2,82	Kedip
-2,11	-2,79	0,42	0,43	0,85	-2,79	Kedip
-2,10	-2,19	0,42	0,45	0,87	-2,19	Kedip
-2,11	-2,78	0,39	0,36	0,75	-2,78	Kedip
-2,11	-1,47	0,57	0,43	0,99	-1,47	Kedip
-2,11	-1,67	0,42	0,43	0,85	-1,67	Kedip
-2,10	-2,60	0,42	0,42	0,84	-2,60	Kedip
-2,11	-1,86	0,42	0,40	0,83	-1,86	Kedip
-2,10	-2,37	0,42	0,40	0,82	-2,37	Kedip
-2,11	-2,37	0,42	0,39	0,81	-2,37	Kedip
-2,10	-2,15	0,42	0,38	0,80	-2,15	Kedip
-2,10	-2,61	0,35	0,32	0,67	-2,61	Kedip
-1,04	-0,58	0,31	0,29	0,61	-0,58	Kedip
-1,10	-0,58	0,41	0,30	0,71	-0,58	Kedip
-1,48	-0,90	0,42	0,35	0,77	-0,90	Kedip
-2,10	-2,23	0,42	0,39	0,81	-2,23	Kedip
-2,10	-2,27	0,42	0,39	0,81	-2,27	Kedip
-2,11	-1,30	0,48	0,40	0,87	-1,30	Kedip
-2,10	-1,51	0,42	0,42	0,84	-1,51	Kedip
-2,10	-2,60	0,39	0,34	0,73	-2,60	Kedip
-1,44	-0,78	0,40	0,34	0,74	-0,78	Kedip
-2,10	-1,88	0,42	0,37	0,80	-1,88	Kedip
-1,21	-0,70	0,42	0,32	0,73	-0,70	Kedip
-2,10	-2,33	0,42	0,34	0,77	-2,33	Kedip
-2,11	-1,80	0,42	0,36	0,78	-1,80	Kedip
-1,88	-0,99	0,47	0,35	0,82	-0,99	Kedip
-2,10	-2,21	0,42	0,32	0,73	-2,21	Kedip
-1,21	-0,72	0,38	0,33	0,72	-0,72	Kedip
-2,10	-2,16	0,37	0,28	0,66	-2,16	Kedip
-2,11	-1,19	0,42	0,37	0,80	-1,19	Kedip
-2,10	-1,80	0,42	0,38	0,80	-1,80	Kedip
-2,10	-2,58	0,42	0,38	0,80	-2,58	Kedip
-2,10	-2,49	0,39	0,32	0,71	-2,49	Kedip
-2,10	-2,17	0,42	0,36	0,78	-2,17	Kedip
-2,10	-2,48	0,35	0,30	0,65	-2,48	Kedip

-2,10	-2,33	0,42	0,39	0,81	-2,33	Kedip
-1,14	-0,68	0,45	0,33	0,78	-0,68	Kedip
-2,10	-1,71	0,42	0,42	0,84	-1,71	Kedip
-0,91	-0,56	0,42	0,32	0,73	-0,56	Kedip
-2,10	-1,34	0,42	0,37	0,79	-1,34	Kedip
-2,11	-1,55	0,42	0,36	0,78	-1,55	Kedip
-2,10	-2,42	0,38	0,31	0,69	-2,42	Kedip
-2,10	-2,72	0,42	0,40	0,82	-2,72	Kedip
-2,10	-2,01	0,42	0,43	0,85	-2,01	Kedip
-1,87	-1,06	0,40	0,35	0,74	-1,06	Kedip
-2,10	-2,01	0,47	0,46	0,93	-2,01	Kedip
-2,10	-1,28	0,50	0,42	0,91	-1,28	Kedip
-2,10	-1,67	0,42	0,35	0,77	-1,67	Kedip
-1,24	-0,73	0,39	0,33	0,72	-0,73	Kedip
-1,05	-0,61	0,41	0,33	0,73	-0,61	Kedip
-2,10	-1,63	0,42	0,41	0,83	-1,63	Kedip
-2,08	-2,55	0,38	0,33	0,71	-2,55	Kedip
-2,07	-1,92	0,48	0,38	0,86	-1,92	Kedip
-2,07	-1,57	0,56	0,31	0,87	-1,57	Kedip
-2,08	-1,84	0,42	0,38	0,79	-1,84	Kedip
-2,08	-2,63	0,42	0,39	0,81	-2,63	Kedip
-2,08	-2,51	0,42	0,46	0,88	-2,51	Kedip
-1,45	-0,82	0,47	0,31	0,78	-0,82	Kedip
-2,08	-2,20	0,42	0,35	0,77	-2,20	Kedip
-1,32	-0,74	0,42	0,33	0,75	-0,74	Kedip
-2,08	-2,05	0,42	0,41	0,82	-2,05	Kedip
-2,08	-2,49	0,42	0,35	0,76	-2,49	Kedip
-1,06	-0,56	0,44	0,31	0,75	-0,56	Kedip
-2,08	-2,03	0,42	0,39	0,80	-2,03	Kedip
-1,03	-0,63	0,43	0,33	0,76	-0,63	Kedip
-2,07	-2,14	0,41	0,40	0,81	-2,14	Kedip
-2,07	-2,47	0,42	0,39	0,80	-2,47	Kedip
-2,08	-2,67	0,42	0,36	0,78	-2,67	Kedip
-2,08	-2,73	0,38	0,35	0,73	-2,73	Kedip
-2,08	-2,27	0,42	0,39	0,81	-2,27	Kedip
-1,78	-1,06	0,39	0,37	0,75	-1,06	Kedip
-2,08	-1,64	0,42	0,34	0,76	-1,64	Kedip
-2,15	-3,09	0,43	0,65	1,08	-3,09	Kedip
-2,15	-3,52	0,43	0,70	1,13	-3,52	Kedip
-2,15	-4,15	0,41	0,55	0,96	-4,15	Kedip
-2,15	-3,72	0,36	0,46	0,82	-3,72	Kedip

-2,14	-3,61	0,43	0,68	1,11	-3,61	Kedip
-2,15	-3,80	0,48	0,63	1,11	-3,80	Kedip
-2,14	-3,76	0,43	0,65	1,08	-3,76	Kedip
-2,14	-3,90	0,43	0,56	0,99	-3,90	Kedip
-2,14	-3,49	0,43	0,51	0,94	-3,49	Kedip
-2,14	-3,84	0,33	0,46	0,78	-3,84	Kedip
-2,14	-3,57	0,49	0,71	1,20	-3,57	Kedip
-2,14	-3,71	0,43	0,62	1,05	-3,71	Kedip
-2,14	-3,60	0,43	0,62	1,05	-3,60	Kedip
-2,14	-3,92	0,39	0,51	0,90	-3,92	Kedip
-2,14	-3,83	0,40	0,51	0,92	-3,83	Kedip
-2,14	-3,15	0,43	0,64	1,07	-3,15	Kedip
-2,14	-3,97	0,36	0,49	0,86	-3,97	Kedip
-2,14	-3,67	0,43	0,61	1,04	-3,67	Kedip
-2,14	-3,72	0,33	0,44	0,76	-3,72	Kedip
-2,14	-3,88	0,34	0,47	0,81	-3,88	Kedip
-2,14	-2,48	0,51	0,63	1,14	-2,48	Kedip
-2,14	-3,67	0,43	0,64	1,07	-3,67	Kedip
-2,14	-3,70	0,33	0,45	0,78	-3,70	Kedip
-2,14	-3,30	0,43	0,69	1,12	-3,30	Kedip
-2,14	-2,94	0,51	0,57	1,09	-2,94	Kedip
-2,14	-3,37	0,43	0,61	1,04	-3,37	Kedip
-2,14	-4,16	0,43	0,68	1,11	-4,16	Kedip
-2,14	-3,70	0,31	0,43	0,73	-3,70	Kedip
-2,14	-3,32	0,43	0,61	1,04	-3,32	Kedip
-2,14	-3,26	0,43	0,65	1,08	-3,26	Kedip
-2,14	-3,81	0,34	0,45	0,79	-3,81	Kedip
-2,14	-3,40	0,43	0,64	1,06	-3,40	Kedip
-2,14	-3,31	0,43	0,64	1,07	-3,31	Kedip
-2,13	-3,87	0,43	0,58	1,01	-3,87	Kedip
-2,14	-2,59	0,49	0,60	1,09	-2,59	Kedip
-2,14	-2,11	0,50	0,56	1,05	-2,11	Kedip
-2,13	-3,39	0,43	0,70	1,13	-3,39	Kedip
-2,13	-3,63	0,38	0,47	0,85	-3,63	Kedip
-2,13	-3,70	0,39	0,49	0,88	-3,70	Kedip
-2,13	-3,77	0,33	0,44	0,77	-3,77	Kedip
-2,13	-3,88	0,43	0,53	0,96	-3,88	Kedip
-2,13	-3,41	0,43	0,57	1,00	-3,41	Kedip
-2,13	-2,50	0,43	0,60	1,03	-2,50	Kedip
-2,14	-3,11	0,43	0,60	1,03	-3,11	Kedip
-2,13	-3,88	0,37	0,49	0,86	-3,88	Kedip

-2,13	-2,26	0,49	0,57	1,07	-2,26	Kedip
-2,13	-3,73	0,43	0,70	1,13	-3,73	Kedip
-2,13	-3,99	0,31	0,46	0,77	-3,99	Kedip
-2,18	-2,52	0,44	0,45	0,89	-2,52	Kedip
-1,87	-1,34	0,47	0,45	0,92	-1,34	Kedip
-2,17	-2,70	0,44	0,55	0,99	-2,70	Kedip
-2,17	-2,11	0,43	0,51	0,95	-2,11	Kedip
-2,17	-3,31	0,39	0,44	0,83	-3,31	Kedip
-2,17	-2,25	0,43	0,52	0,95	-2,25	Kedip
-2,16	-2,27	0,43	0,54	0,98	-2,27	Kedip
-2,15	-2,59	0,43	0,48	0,91	-2,59	Kedip
-2,16	-2,56	0,43	0,49	0,92	-2,56	Kedip
-2,15	-2,22	0,43	0,50	0,93	-2,22	Kedip
-2,15	-2,55	0,43	0,51	0,94	-2,55	Kedip
-2,15	-2,78	0,43	0,53	0,96	-2,78	Kedip
-2,14	-3,11	0,43	0,54	0,97	-3,11	Kedip
-2,14	-3,15	0,31	0,37	0,68	-3,15	Kedip
-2,14	-3,41	0,43	0,53	0,96	-3,41	Kedip
-2,14	-2,56	0,43	0,55	0,98	-2,56	Kedip
-2,13	-3,25	0,43	0,47	0,90	-3,25	Kedip
-2,13	-3,47	0,40	0,48	0,88	-3,47	Kedip
-2,13	-3,31	0,42	0,46	0,88	-3,31	Kedip
-2,13	-2,67	0,43	0,53	0,96	-2,67	Kedip
-2,13	-2,06	0,43	0,50	0,93	-2,06	Kedip
-1,66	-1,18	0,45	0,43	0,88	-1,18	Kedip
-2,13	-2,33	0,43	0,54	0,96	-2,33	Kedip
-2,13	-3,02	0,36	0,39	0,75	-3,02	Kedip
-2,13	-2,07	0,43	0,48	0,90	-2,07	Kedip
-2,13	-1,93	0,50	0,51	1,01	-1,93	Kedip
-2,13	-2,46	0,43	0,48	0,90	-2,46	Kedip
-2,13	-1,76	0,43	0,49	0,92	-1,76	Kedip
-2,13	-2,42	0,43	0,48	0,91	-2,42	Kedip
-2,12	-2,56	0,43	0,48	0,91	-2,56	Kedip
-2,12	-2,72	0,42	0,42	0,85	-2,72	Kedip
-2,12	-2,02	0,43	0,47	0,90	-2,02	Kedip
-2,12	-2,02	0,42	0,48	0,90	-2,02	Kedip
-2,11	-1,67	0,42	0,45	0,88	-1,67	Kedip
-2,12	-3,03	0,42	0,45	0,87	-3,03	Kedip
-2,12	-2,21	0,42	0,51	0,93	-2,21	Kedip
-2,11	-2,79	0,42	0,50	0,92	-2,79	Kedip
-2,11	-2,83	0,42	0,49	0,92	-2,83	Kedip

-2,11	-3,00	0,42	0,45	0,88	-3,00	Kedip
-2,11	-2,07	0,42	0,51	0,93	-2,07	Kedip
-2,11	-2,44	0,42	0,43	0,85	-2,44	Kedip
-1,91	-1,36	0,47	0,45	0,92	-1,36	Kedip
-2,06	-3,07	0,40	0,44	0,85	-3,07	Kedip
-1,64	-1,16	0,49	0,48	0,97	-2,96	Kedip
-2,06	-3,17	0,34	0,40	0,75	-3,17	Kedip
-0,92	-0,75	0,50	0,60	1,10	-3,01	Kedip
-2,05	-3,12	0,35	0,41	0,76	-3,12	Kedip
-1,17	-0,79	0,52	0,52	1,04	-2,96	Kedip
-2,06	-2,67	0,36	0,37	0,73	-2,67	Kedip
-1,06	-0,74	0,51	0,49	1,00	-2,83	Kedip
-2,05	-3,03	0,37	0,41	0,78	-3,03	Kedip
-0,92	-0,62	0,50	0,59	1,09	-2,89	Kedip
-2,10	-2,45	0,31	0,30	0,62	-2,45	Kedip
-2,09	-3,33	0,57	0,81	1,38	-3,92	Kedip
-2,09	-3,76	0,38	0,47	0,85	-3,76	Kedip
-2,09	-2,58	0,63	0,81	1,44	-3,76	Kedip
-2,09	-3,37	0,51	0,69	1,20	-3,37	Kedip
-2,09	-3,26	0,55	0,75	1,30	-3,59	Kedip
-2,09	-3,63	0,61	0,84	1,44	-3,72	Kedip
-1,77	-1,19	0,99	1,18	2,17	-3,72	Kedip
-2,09	-3,83	0,42	0,63	1,05	-3,83	Kedip
-2,09	-1,86	0,84	1,13	1,96	-3,83	Kedip
-2,09	-3,89	0,42	0,64	1,06	-3,89	Kedip
-1,70	-1,12	0,80	1,07	1,86	-3,89	Kedip
-2,09	-3,12	0,42	0,54	0,96	-3,12	Kedip
-2,09	-2,07	0,84	1,02	1,85	-3,12	Kedip
-2,09	-2,92	0,63	0,85	1,47	-3,73	Kedip
-2,09	-2,70	0,63	0,88	1,51	-3,36	Kedip
-2,09	-3,46	0,55	0,80	1,35	-3,85	Kedip
-0,88	-0,69	0,84	1,10	1,95	-3,85	Kedip
-2,09	-3,69	0,42	0,70	1,12	-3,69	Kedip
-2,09	-3,66	0,52	0,79	1,31	-3,62	Kedip
-2,09	-2,52	0,63	0,88	1,50	-3,51	Kedip
-2,08	-3,07	0,61	0,79	1,40	-3,66	Kedip
-2,09	-3,05	0,63	0,83	1,46	-3,66	Kedip
-2,09	-3,08	0,63	0,90	1,53	-3,79	Kedip
-2,09	-3,47	0,59	0,83	1,42	-3,83	Kedip
-2,09	-1,89	0,63	0,75	1,38	-3,48	Kedip
-2,09	-3,62	0,32	0,42	0,74	-3,62	Kedip

-0,99	-0,53	0,63	0,79	1,41	-3,62	Kedip
-2,09	-3,82	0,42	0,74	1,16	-3,82	Kedip
-2,09	-2,83	0,63	0,92	1,54	-3,58	Kedip
-2,09	-3,50	0,59	0,81	1,40	-3,69	Kedip
-0,94	-0,78	0,90	1,16	2,06	-3,69	Kedip
-2,09	-4,00	0,42	0,68	1,10	-4,00	Kedip
-1,09	-0,76	0,74	1,06	1,79	-4,00	Kedip
-2,09	-3,71	0,42	0,57	0,99	-3,71	Kedip
-2,09	-1,95	0,84	1,10	1,94	-3,71	Kedip
-2,09	-3,99	0,42	0,66	1,08	-3,99	Kedip
-2,00	-1,91	0,83	1,16	1,99	-3,99	Kedip
-2,09	-3,86	0,32	0,44	0,75	-3,86	Kedip
-2,09	-2,46	0,73	1,06	1,79	-3,86	Kedip
-2,09	-3,36	0,52	0,69	1,21	-3,36	Kedip
-2,09	-2,43	0,61	0,71	1,32	-3,53	Kedip
-2,08	-4,07	0,48	0,75	1,23	-4,07	Kedip
-1,61	-1,11	0,85	1,17	2,02	-4,07	Kedip
-2,09	-3,59	0,42	0,56	0,98	-3,59	Kedip
-1,80	-1,28	0,81	0,99	1,80	-3,59	Kedip
-2,09	-3,79	0,42	0,50	0,92	-3,79	Kedip
-2,09	-1,87	0,84	1,00	1,83	-3,79	Kedip
-2,09	-3,63	0,42	0,61	1,02	-3,63	Kedip
-0,59	-0,55	0,69	0,95	1,64	-3,63	Kedip
-2,09	-2,03	0,42	0,48	0,90	-2,03	Kedip
-2,14	-2,62	0,43	0,44	0,87	-2,62	Kedip
-1,65	-0,75	0,48	0,35	0,84	-2,06	Kedip
-2,14	-2,22	0,40	0,35	0,75	-2,22	Kedip
-1,15	-0,55	0,48	0,35	0,83	-1,99	Kedip
-2,14	-2,02	0,43	0,38	0,81	-2,02	Kedip
-2,13	-1,93	0,43	0,41	0,84	-1,93	Kedip
-2,14	-1,77	0,48	0,46	0,94	-1,77	Kedip
-2,14	-2,29	0,32	0,30	0,62	-2,29	Kedip
-2,00	-0,98	0,62	0,47	1,09	-2,23	Kedip
-2,14	-2,41	0,29	0,29	0,59	-2,41	Kedip
-2,11	-1,02	0,52	0,38	0,90	-2,26	Kedip
-2,13	-2,34	0,43	0,50	0,92	-2,34	Kedip
-1,81	-1,04	0,45	0,38	0,83	-1,04	Kedip
-2,13	-2,06	0,43	0,42	0,85	-2,06	Kedip
-2,27	-2,89	0,46	0,42	0,88	-2,89	Kedip
-1,47	-0,81	0,60	0,58	1,18	-2,77	Kedip
-2,26	-2,22	0,45	0,44	0,89	-2,22	Kedip

-2,26	-1,52	0,68	0,62	1,30	-2,69	Kedip
-2,26	-2,60	0,45	0,43	0,89	-2,60	Kedip
-1,94	-1,08	0,65	0,55	1,20	-3,01	Kedip
-2,25	-2,34	0,53	0,50	1,03	-2,34	Kedip
-2,25	-1,33	0,68	0,56	1,23	-2,90	Kedip
-2,25	-2,87	0,45	0,43	0,88	-2,87	Kedip
-1,70	-0,88	0,62	0,56	1,18	-2,57	Kedip
-2,24	-2,84	0,42	0,38	0,81	-2,84	Kedip
-2,24	-1,79	0,67	0,59	1,27	-2,36	Kedip
-2,24	-2,96	0,42	0,39	0,81	-2,96	Kedip
-1,18	-0,77	0,63	0,59	1,22	-2,51	Kedip
-2,24	-2,83	0,45	0,42	0,87	-2,83	Kedip
-1,02	-0,61	0,55	0,56	1,11	-2,70	Kedip
-2,23	-2,66	0,45	0,45	0,90	-2,66	Kedip
-1,54	-0,89	0,60	0,52	1,12	-2,66	Kedip
-2,22	-2,72	0,34	0,32	0,67	-2,72	Kedip
-2,22	-1,46	0,67	0,57	1,24	-2,35	Kedip
-2,22	-2,62	0,44	0,47	0,92	-2,62	Kedip
-2,22	-1,36	0,64	0,51	1,15	-2,82	Kedip
-2,21	-2,71	0,44	0,46	0,91	-2,71	Kedip
-1,54	-0,84	0,60	0,57	1,17	-2,76	Kedip
-2,20	-1,83	0,52	0,47	1,00	-1,83	Kedip
-2,20	-2,42	0,44	0,44	0,88	-2,42	Kedip
-2,20	-2,77	0,44	0,42	0,86	-2,77	Kedip
-2,00	-1,03	0,64	0,54	1,18	-2,80	Kedip
-2,19	-2,85	0,44	0,40	0,84	-2,85	Kedip
-2,19	-2,35	0,65	0,61	1,26	-2,73	Kedip
-2,19	-2,42	0,44	0,48	0,92	-2,42	Kedip
-2,19	-1,27	0,57	0,47	1,05	-2,82	Kedip
-2,19	-2,44	0,44	0,48	0,92	-2,44	Kedip
-2,19	-2,69	0,44	0,49	0,93	-2,69	Kedip
-2,19	-2,07	0,66	0,63	1,29	-2,88	Kedip
-2,19	-2,84	0,35	0,35	0,69	-2,84	Kedip
-2,18	-1,64	0,61	0,54	1,16	-2,95	Kedip
-2,18	-2,55	0,44	0,49	0,93	-2,55	Kedip
-2,18	-2,62	0,44	0,50	0,93	-2,62	Kedip
-1,64	-0,92	0,60	0,51	1,12	-2,93	Kedip
-2,18	-2,85	0,36	0,35	0,71	-2,85	Kedip
-2,18	-1,33	0,65	0,58	1,24	-2,95	Kedip
-2,18	-2,53	0,44	0,43	0,87	-2,53	Kedip
-2,18	-1,61	0,58	0,47	1,06	-2,46	Kedip

-2,17	-3,04	0,36	0,37	0,72	-3,04	Kedip
-2,17	-2,58	0,36	0,32	0,67	-2,58	Kedip
-1,12	-0,67	0,55	0,52	1,07	-2,91	Kedip
-2,17	-2,34	0,44	0,43	0,87	-2,34	Kedip
-2,17	-2,81	0,44	0,43	0,87	-2,81	Kedip
-1,22	-0,77	0,56	0,49	1,04	-2,70	Kedip
-2,17	-2,67	0,44	0,39	0,82	-2,67	Kedip
-2,17	-2,37	0,44	0,37	0,80	-2,37	Kedip
-1,44	-1,18	0,65	0,50	1,15	-1,92	Kedip
-2,16	-2,92	0,43	0,46	0,89	-2,92	Kedip
-1,30	-0,82	0,56	0,50	1,06	-2,89	Kedip
-2,16	-2,93	0,37	0,36	0,73	-2,93	Kedip
-0,94	-0,72	0,53	0,59	1,11	-2,47	Kedip
-2,15	-2,20	0,43	0,48	0,91	-2,20	Kedip
-2,15	-2,33	0,43	0,49	0,92	-2,33	Kedip
-2,15	-2,60	0,39	0,33	0,72	-2,60	Kedip
-1,82	-1,01	0,52	0,44	0,96	-2,86	Kedip
-2,15	-1,65	0,43	0,45	0,88	-1,65	Kedip
-2,15	-2,78	0,37	0,35	0,72	-2,78	Kedip
-2,15	-1,25	0,64	0,51	1,15	-2,78	Kedip
-2,15	-2,87	0,40	0,37	0,77	-2,87	Kedip
-1,62	-0,86	0,59	0,54	1,13	-2,65	Kedip
-2,14	-1,71	0,43	0,40	0,83	-1,71	Kedip
-2,14	-2,72	0,43	0,48	0,91	-2,72	Kedip
-2,14	-1,73	0,43	0,45	0,88	-1,73	Kedip
-2,13	-1,42	0,63	0,53	1,16	-2,87	Kedip
-2,13	-2,00	0,43	0,47	0,90	-2,00	Kedip
-2,13	-2,81	0,43	0,40	0,83	-2,81	Kedip
-2,13	-2,16	0,49	0,49	0,99	-2,16	Kedip
-2,13	-2,50	0,43	0,46	0,89	-2,50	Kedip
-2,13	-2,54	0,43	0,50	0,92	-2,54	Kedip
-1,23	-0,75	0,55	0,46	1,01	-2,68	Kedip
-2,13	-2,74	0,43	0,39	0,81	-2,74	Kedip
-2,13	-1,16	0,64	0,52	1,16	-2,88	Kedip
-2,12	-2,01	0,43	0,42	0,85	-2,01	Kedip
-2,12	-2,05	0,42	0,51	0,93	-2,05	Kedip
-2,13	-2,34	0,43	0,44	0,87	-2,34	Kedip
-2,11	-2,02	0,64	0,56	1,19	-2,19	Kedip
-2,10	-2,19	0,56	0,44	1,00	-2,19	Kedip
-2,09	-1,29	0,63	0,41	1,04	-1,54	Kedip
-2,08	-1,47	0,63	0,61	1,23	-2,27	Kedip

-2,07	-2,21	0,48	0,43	0,91	-2,21	Kedip
-2,07	-1,24	0,62	0,59	1,21	-2,27	Kedip
-2,06	-2,41	0,41	0,34	0,74	-2,41	Kedip
-1,17	-0,80	0,73	0,64	1,37	-2,41	Kedip
-2,06	-2,24	0,41	0,45	0,86	-2,24	Kedip
-2,05	-1,84	0,62	0,62	1,24	-2,35	Kedip
-2,05	-2,38	0,41	0,48	0,89	-2,38	Kedip
-2,05	-1,26	0,62	0,59	1,21	-2,39	Kedip
-2,05	-2,22	0,49	0,46	0,95	-2,22	Kedip
-2,04	-1,88	0,61	0,64	1,25	-2,27	Kedip
-2,04	-2,10	0,41	0,43	0,84	-2,10	Kedip
-2,04	-1,97	0,61	0,62	1,23	-2,47	Kedip
-2,04	-2,22	0,53	0,46	0,99	-2,22	Kedip
-2,03	-2,08	0,61	0,63	1,24	-2,56	Kedip
-2,04	-2,54	0,41	0,44	0,85	-2,54	Kedip
-1,02	-0,66	0,71	0,71	1,43	-2,54	Kedip
-2,04	-1,92	0,51	0,42	0,93	-1,92	Kedip
-2,04	-1,66	0,57	0,43	1,00	-2,05	Kedip
-2,03	-1,61	0,61	0,54	1,14	-2,06	Kedip
-2,03	-2,12	0,41	0,33	0,74	-2,12	Kedip
-2,03	-1,17	0,81	0,61	1,42	-2,12	Kedip
-2,03	-2,26	0,41	0,43	0,83	-2,26	Kedip
-2,03	-1,83	0,61	0,56	1,17	-2,19	Kedip
-2,03	-1,78	0,61	0,52	1,13	-2,05	Kedip
-2,03	-1,89	0,61	0,53	1,14	-2,28	Kedip
-2,03	-1,65	0,51	0,35	0,87	-1,65	Kedip
-2,02	-1,39	0,61	0,58	1,18	-2,03	Kedip
-2,02	-1,94	0,46	0,41	0,87	-1,94	Kedip
-2,02	-1,49	0,70	0,57	1,26	-2,14	Kedip
-2,02	-1,73	0,50	0,39	0,89	-1,73	Kedip
-2,02	-1,93	0,59	0,52	1,11	-2,40	Kedip
-2,02	-2,15	0,54	0,52	1,05	-2,44	Kedip
-2,02	-1,44	0,66	0,52	1,18	-1,75	Kedip
-2,02	-1,53	0,61	0,47	1,07	-2,02	Kedip
-2,02	-1,98	0,53	0,46	0,99	-2,15	Kedip
-2,02	-1,55	0,61	0,51	1,12	-1,88	Kedip
-2,02	-2,51	0,40	0,39	0,80	-2,51	Kedip
-2,01	-1,32	0,81	0,72	1,53	-2,51	Kedip
-2,02	-2,20	0,40	0,43	0,84	-2,20	Kedip
-2,01	-1,52	0,72	0,52	1,24	-1,84	Kedip
-2,01	-2,24	0,40	0,44	0,84	-2,24	Kedip

-2,01	-1,26	0,61	0,43	1,03	-2,04	Kedip
-2,02	-1,80	0,49	0,39	0,88	-1,80	Kedip
-2,01	-1,46	0,60	0,53	1,14	-2,28	Kedip
-2,01	-1,87	0,40	0,33	0,73	-1,87	Kedip
-2,01	-1,60	0,60	0,52	1,12	-2,02	Kedip
-2,01	-2,20	0,40	0,33	0,74	-2,20	Kedip
-1,34	-0,99	0,64	0,55	1,19	-2,29	Kedip
-2,01	-1,88	0,50	0,41	0,91	-1,88	Kedip
-2,01	-1,44	0,60	0,51	1,12	-2,08	Kedip
-2,01	-2,17	0,48	0,45	0,93	-2,17	Kedip
-2,01	-1,35	0,60	0,51	1,11	-2,11	Kedip
-2,01	-2,33	0,46	0,49	0,94	-2,33	Kedip
-2,01	-1,10	0,60	0,51	1,12	-2,39	Kedip
-2,01	-2,34	0,40	0,37	0,77	-2,34	Kedip
-1,04	-0,90	0,60	0,49	1,10	-1,92	Kedip
-2,01	-1,88	0,51	0,42	0,93	-1,88	Kedip
-2,00	-2,00	0,60	0,58	1,18	-2,59	Kedip
-1,72	-1,02	0,57	0,51	1,08	-2,53	Kedip
-2,00	-2,65	0,40	0,42	0,82	-2,65	Kedip
-2,00	-1,91	0,54	0,49	1,03	-2,45	Kedip
-2,00	-1,54	0,60	0,65	1,25	-2,56	Kedip
-2,01	-2,27	0,37	0,30	0,67	-2,27	Kedip
-1,08	-0,64	0,68	0,55	1,23	-2,27	Kedip
-2,00	-2,53	0,40	0,35	0,76	-2,53	Kedip
-1,84	-1,15	0,79	0,70	1,49	-2,53	Kedip
-2,00	-2,24	0,40	0,46	0,86	-2,24	Kedip
-2,00	-2,14	0,60	0,65	1,25	-2,72	Kedip
-2,01	-2,28	0,33	0,28	0,61	-2,28	Kedip
-2,00	-1,37	0,73	0,61	1,33	-2,28	Kedip
-2,00	-2,26	0,47	0,46	0,93	-2,26	Kedip
-2,00	-1,66	0,60	0,56	1,16	-2,59	Kedip
-2,00	-1,99	0,40	0,38	0,78	-1,99	Kedip
-2,00	-1,39	0,69	0,54	1,23	-1,91	Kedip
-2,00	-2,37	0,40	0,39	0,79	-2,37	Kedip
-1,03	-0,69	0,70	0,66	1,36	-2,37	Kedip
-2,00	-2,47	0,39	0,33	0,72	-2,47	Kedip
-1,41	-0,92	0,73	0,63	1,36	-2,47	Kedip
-2,00	-1,73	0,40	0,30	0,70	-1,73	Kedip
-1,49	-0,76	0,75	0,50	1,25	-1,73	Kedip
-2,00	-2,11	0,51	0,44	0,94	-2,11	Kedip
-1,99	-1,78	0,60	0,59	1,19	-2,18	Kedip

-2,00	-2,33	0,40	0,33	0,73	-2,33	Kedip
-1,99	-1,62	0,60	0,54	1,14	-1,95	Kedip
-2,00	-2,21	0,40	0,38	0,78	-2,21	Kedip
-1,99	-1,75	0,60	0,61	1,20	-2,12	Kedip
-1,99	-1,37	0,60	0,56	1,16	-2,14	Kedip
-2,00	-2,49	0,40	0,39	0,79	-2,49	Kedip
-1,99	-1,92	0,60	0,60	1,20	-2,46	Kedip
-1,99	-2,05	0,53	0,48	1,01	-2,24	Kedip
-1,99	-1,12	0,70	0,57	1,27	-2,15	Kedip
-1,99	-2,25	0,40	0,38	0,78	-2,25	Kedip
-1,55	-0,92	0,55	0,50	1,05	-1,89	Kedip
-2,00	-2,51	0,36	0,31	0,67	-2,51	Kedip
-1,74	-0,93	0,73	0,62	1,35	-2,51	Kedip
-1,99	-2,40	0,40	0,36	0,76	-2,40	Kedip
-1,41	-0,81	0,74	0,62	1,35	-2,40	Kedip
-1,99	-1,73	0,49	0,44	0,93	-1,73	Kedip
-2,00	-2,04	0,46	0,39	0,85	-2,04	Kedip
-1,99	-1,23	0,68	0,51	1,19	-1,69	Kedip
-2,00	-2,56	0,40	0,36	0,77	-2,56	Kedip
-1,99	-2,13	0,60	0,67	1,27	-2,87	Kedip
-1,99	-1,90	0,48	0,39	0,87	-1,90	Kedip
-2,00	-1,14	0,70	0,56	1,26	-2,10	Kedip
-1,99	-2,27	0,40	0,45	0,85	-2,27	Kedip
-1,49	-0,85	0,63	0,52	1,15	-1,99	Kedip
-2,00	-2,14	0,37	0,29	0,66	-2,14	Kedip
-1,13	-0,86	0,68	0,55	1,23	-2,14	Kedip
-1,99	-1,61	0,47	0,35	0,82	-1,61	Kedip
-1,99	-1,46	0,60	0,57	1,17	-2,02	Kedip
-1,99	-1,83	0,52	0,38	0,90	-1,83	Kedip
-1,99	-1,42	0,69	0,54	1,23	-1,89	Kedip
-1,99	-2,44	0,40	0,39	0,79	-2,44	Kedip
-1,99	-1,70	0,60	0,57	1,17	-2,24	Kedip
-1,99	-2,01	0,60	0,62	1,22	-2,63	Kedip
-1,99	-1,51	0,60	0,45	1,05	-1,90	Kedip
-1,99	-1,96	0,50	0,41	0,91	-1,96	Kedip
-1,99	-1,66	0,60	0,56	1,16	-2,43	Kedip
-2,16	-2,54	0,41	0,34	0,75	-2,54	Kedip
-2,14	-1,60	0,64	0,59	1,24	-2,25	Kedip
-2,13	-2,38	0,43	0,36	0,79	-2,38	Kedip
-2,12	-1,41	0,64	0,58	1,21	-2,51	Kedip
-2,11	-2,90	0,42	0,53	0,95	-2,90	Kedip

-2,10	-1,43	0,63	0,64	1,27	-2,67	Kedip
-2,09	-2,60	0,42	0,47	0,89	-2,60	Kedip
-1,65	-1,10	0,58	0,59	1,17	-2,37	Kedip
-2,09	-2,32	0,42	0,38	0,80	-2,32	Kedip
-2,08	-1,83	0,63	0,62	1,24	-2,35	Kedip
-2,07	-2,51	0,42	0,38	0,79	-2,51	Kedip
-2,07	-1,46	0,62	0,60	1,22	-2,58	Kedip
-2,07	-2,45	0,37	0,32	0,69	-2,45	Kedip
-2,06	-1,76	0,62	0,56	1,18	-2,55	Kedip
-2,06	-2,49	0,41	0,45	0,86	-2,49	Kedip
-2,06	-1,84	0,62	0,58	1,20	-2,85	Kedip
-2,05	-2,71	0,41	0,44	0,85	-2,71	Kedip
-2,05	-2,33	0,54	0,57	1,11	-2,76	Kedip
-2,10	-1,20	0,35	0,17	0,52	-1,20	Lirik Atas
-2,10	-0,79	0,40	0,13	0,53	-0,79	Lirik Atas
-2,09	-0,96	0,54	0,21	0,75	-0,96	Lirik Atas
-2,09	-0,78	0,42	0,15	0,57	-0,78	Lirik Atas
-2,09	-1,16	0,42	0,20	0,62	-1,16	Lirik Atas
-2,09	-1,19	0,42	0,21	0,63	-1,19	Lirik Atas
-2,09	-1,21	0,42	0,22	0,64	-1,21	Lirik Atas
-2,09	-1,27	0,51	0,24	0,75	-1,27	Lirik Atas
-2,09	-1,03	0,42	0,20	0,62	-1,03	Lirik Atas
-2,09	-0,60	0,46	0,12	0,59	-0,60	Lirik Atas
-2,09	-0,99	0,41	0,17	0,58	-0,99	Lirik Atas
-2,09	-1,05	0,52	0,20	0,72	-1,05	Lirik Atas
-2,13	-1,19	0,43	0,26	0,69	-1,19	Lirik Atas
-2,12	-1,26	0,36	0,19	0,54	-1,26	Lirik Atas
-2,12	-1,12	0,49	0,22	0,71	-1,12	Lirik Atas
-2,11	-1,00	0,53	0,18	0,71	-1,00	Lirik Atas
-2,11	-1,03	0,52	0,19	0,71	-1,03	Lirik Atas
-2,10	-1,08	0,54	0,21	0,75	-1,08	Lirik Atas
-2,10	-1,12	0,50	0,22	0,72	-1,12	Lirik Atas
-2,10	-1,19	0,51	0,21	0,72	-1,19	Lirik Atas
-2,10	-1,05	0,42	0,18	0,60	-1,05	Lirik Atas
-2,10	-1,15	0,54	0,21	0,75	-1,15	Lirik Atas
-2,10	-1,10	0,51	0,21	0,73	-1,10	Lirik Atas
-2,10	-1,12	0,53	0,20	0,73	-1,12	Lirik Atas
-2,10	-1,06	0,49	0,21	0,70	-1,06	Lirik Atas
-2,09	-1,08	0,53	0,22	0,74	-1,08	Lirik Atas
-2,09	-1,20	0,57	0,24	0,80	-1,20	Lirik Atas
-2,09	-1,16	0,48	0,21	0,69	-1,16	Lirik Atas

-2,10	-1,09	0,35	0,16	0,51	-1,09	Lirik Atas
-2,09	-1,11	0,42	0,20	0,62	-1,11	Lirik Atas
-2,09	-1,11	0,53	0,24	0,76	-1,11	Lirik Atas
-2,09	-1,05	0,38	0,17	0,55	-1,05	Lirik Atas
-2,09	-1,19	0,51	0,22	0,73	-1,19	Lirik Atas
-2,09	-1,14	0,32	0,17	0,49	-1,14	Lirik Atas
-2,09	-1,14	0,40	0,19	0,59	-1,14	Lirik Atas
-2,09	-1,14	0,39	0,18	0,57	-1,14	Lirik Atas
-2,09	-1,34	0,36	0,22	0,58	-1,34	Lirik Atas
-2,08	-1,20	0,52	0,25	0,77	-1,20	Lirik Atas
-2,09	-1,25	0,47	0,24	0,71	-1,25	Lirik Atas
-2,09	-1,36	0,33	0,19	0,52	-1,36	Lirik Atas
-2,09	-1,61	0,37	0,25	0,63	-1,61	Lirik Atas
-2,09	-1,14	0,41	0,18	0,59	-1,14	Lirik Atas
-2,08	-1,24	0,40	0,20	0,60	-1,24	Lirik Atas
-2,14	-1,19	0,58	0,27	0,85	-1,19	Lirik Atas
-2,14	-1,13	0,39	0,18	0,57	-1,13	Lirik Atas
-2,13	-1,36	0,43	0,23	0,66	-1,36	Lirik Atas
-2,13	-1,15	0,42	0,19	0,61	-1,15	Lirik Atas
-2,13	-1,23	0,34	0,18	0,52	-1,23	Lirik Atas
-2,12	-1,25	0,48	0,23	0,71	-1,25	Lirik Atas
-2,12	-1,14	0,39	0,18	0,56	-1,14	Lirik Atas
-2,12	-1,22	0,51	0,24	0,75	-1,22	Lirik Atas
-2,12	-1,14	0,35	0,17	0,52	-1,14	Lirik Atas
-2,11	-1,25	0,40	0,21	0,61	-1,25	Lirik Atas
-2,11	-1,01	0,38	0,16	0,54	-1,01	Lirik Atas
-2,11	-1,22	0,42	0,22	0,64	-1,22	Lirik Atas
-2,11	-1,18	0,47	0,23	0,70	-1,18	Lirik Atas
-2,11	-1,15	0,34	0,18	0,52	-1,15	Lirik Atas
-2,10	-1,11	0,53	0,22	0,75	-1,11	Lirik Atas
-2,10	-1,32	0,40	0,22	0,61	-1,32	Lirik Atas
-2,10	-1,19	0,50	0,23	0,73	-1,19	Lirik Atas
-2,09	-1,33	0,37	0,22	0,59	-1,33	Lirik Atas
-2,09	-1,42	0,36	0,21	0,57	-1,42	Lirik Atas
-2,09	-1,30	0,38	0,21	0,59	-1,30	Lirik Atas
-2,08	-1,51	0,42	0,26	0,68	-1,51	Lirik Atas
-2,09	-1,22	0,33	0,17	0,51	-1,22	Lirik Atas
-2,09	-1,31	0,48	0,25	0,73	-1,31	Lirik Atas
-2,08	-1,10	0,42	0,18	0,60	-1,10	Lirik Atas
-2,08	-1,39	0,38	0,22	0,61	-1,39	Lirik Atas
-2,08	-1,30	0,51	0,26	0,77	-1,30	Lirik Atas

-2,08	-1,13	0,57	0,21	0,78	-1,13	Lirik Atas
-2,08	-1,25	0,37	0,18	0,55	-1,25	Lirik Atas
-2,08	-1,22	0,42	0,22	0,64	-1,22	Lirik Atas
-2,08	-1,35	0,38	0,22	0,60	-1,35	Lirik Atas
-2,08	-1,31	0,37	0,21	0,58	-1,31	Lirik Atas
-2,08	-1,18	0,41	0,21	0,63	-1,18	Lirik Atas
-2,08	-1,12	0,49	0,19	0,69	-1,12	Lirik Atas
-2,08	-1,16	0,42	0,20	0,62	-1,16	Lirik Atas
-2,07	-1,41	0,42	0,24	0,66	-1,41	Lirik Atas
-2,08	-1,35	0,37	0,22	0,60	-1,35	Lirik Atas
-2,08	-1,35	0,42	0,24	0,66	-1,35	Lirik Atas
-2,08	-1,30	0,50	0,26	0,77	-1,30	Lirik Atas
-2,08	-1,30	0,38	0,23	0,61	-1,30	Lirik Atas
-2,08	-1,07	0,42	0,18	0,59	-1,07	Lirik Atas
-2,19	-1,17	0,44	0,22	0,66	-1,17	Lirik Atas
-2,17	-0,96	0,59	0,20	0,78	-0,96	Lirik Atas
-2,17	-1,10	0,49	0,22	0,72	-1,10	Lirik Atas
-2,16	-1,06	0,54	0,19	0,73	-1,06	Lirik Atas
-2,15	-1,28	0,43	0,23	0,66	-1,28	Lirik Atas
-2,15	-1,15	0,39	0,19	0,58	-1,15	Lirik Atas
-2,14	-1,22	0,35	0,18	0,53	-1,22	Lirik Atas
-2,14	-1,05	0,54	0,21	0,75	-1,05	Lirik Atas
-2,13	-1,11	0,48	0,21	0,69	-1,11	Lirik Atas
-2,13	-1,05	0,54	0,22	0,75	-1,05	Lirik Atas
-2,13	-0,92	0,51	0,19	0,70	-0,92	Lirik Atas
-2,13	-1,14	0,36	0,17	0,53	-1,14	Lirik Atas
-2,12	-1,07	0,53	0,21	0,74	-1,07	Lirik Atas
-2,12	-1,18	0,39	0,19	0,57	-1,18	Lirik Atas
-2,12	-1,11	0,37	0,17	0,54	-1,11	Lirik Atas
-2,12	-1,11	0,37	0,18	0,55	-1,11	Lirik Atas
-2,11	-1,22	0,32	0,17	0,50	-1,22	Lirik Atas
-2,11	-1,05	0,54	0,21	0,75	-1,05	Lirik Atas
-2,11	-1,15	0,42	0,20	0,62	-1,15	Lirik Atas
-2,10	-1,16	0,42	0,22	0,64	-1,16	Lirik Atas
-2,11	-1,06	0,37	0,17	0,54	-1,06	Lirik Atas
-2,10	-1,07	0,42	0,18	0,59	-1,07	Lirik Atas
-2,10	-1,26	0,50	0,24	0,75	-1,26	Lirik Atas
-2,10	-1,15	0,52	0,23	0,75	-1,15	Lirik Atas
-2,10	-1,14	0,36	0,18	0,54	-1,14	Lirik Atas
-2,10	-1,17	0,42	0,21	0,63	-1,17	Lirik Atas
-2,10	-1,11	0,42	0,18	0,60	-1,11	Lirik Atas

-2,09	-1,15	0,49	0,22	0,71	-1,15	Lirik Atas
-2,09	-1,10	0,47	0,22	0,70	-1,10	Lirik Atas
-2,10	-1,24	0,40	0,20	0,60	-1,24	Lirik Atas
-2,09	-1,19	0,48	0,23	0,71	-1,19	Lirik Atas
-2,26	-1,30	0,43	0,25	0,68	-1,30	Lirik Atas
-2,25	-1,35	0,50	0,25	0,75	-1,35	Lirik Atas
-2,19	-1,15	0,38	0,20	0,58	-1,15	Lirik Atas
-2,23	-1,38	0,41	0,25	0,66	-1,38	Lirik Atas
-2,23	-1,19	0,39	0,20	0,60	-1,19	Lirik Atas
-2,22	-1,24	0,34	0,18	0,51	-1,24	Lirik Atas
-2,22	-1,18	0,35	0,18	0,53	-1,18	Lirik Atas
-2,21	-1,24	0,47	0,22	0,69	-1,24	Lirik Atas
-2,20	-1,23	0,50	0,24	0,74	-1,23	Lirik Atas
-2,20	-1,16	0,38	0,18	0,56	-1,16	Lirik Atas
-2,19	-1,27	0,51	0,24	0,74	-1,27	Lirik Atas
-2,19	-1,19	0,34	0,17	0,51	-1,19	Lirik Atas
-2,18	-1,29	0,51	0,25	0,76	-1,29	Lirik Atas
-2,18	-1,23	0,55	0,25	0,79	-1,23	Lirik Atas
-2,18	-1,35	0,42	0,25	0,67	-1,35	Lirik Atas
-2,18	-1,08	0,48	0,20	0,69	-1,08	Lirik Atas
-2,18	-0,99	0,36	0,15	0,51	-0,99	Lirik Atas
-2,17	-1,14	0,49	0,22	0,71	-1,14	Lirik Atas
-2,17	-1,26	0,51	0,22	0,73	-1,26	Lirik Atas
-2,17	-1,26	0,36	0,21	0,57	-1,26	Lirik Atas
-2,17	-1,09	0,41	0,18	0,58	-1,09	Lirik Atas
-2,16	-1,45	0,43	0,27	0,71	-1,45	Lirik Atas
-2,16	-1,21	0,46	0,22	0,69	-1,21	Lirik Atas
-2,16	-1,13	0,36	0,19	0,55	-1,13	Lirik Atas
-2,16	-1,06	0,38	0,18	0,56	-1,06	Lirik Atas
-2,15	-1,19	0,52	0,23	0,75	-1,19	Lirik Atas
-2,13	-1,13	0,36	0,19	0,55	-1,13	Lirik Atas
-2,13	-1,11	0,51	0,23	0,74	-1,11	Lirik Atas
-2,13	-1,12	0,42	0,21	0,63	-1,12	Lirik Atas
-2,12	-1,20	0,52	0,24	0,77	-1,20	Lirik Atas
-2,12	-1,25	0,42	0,21	0,63	-1,25	Lirik Atas
-2,13	-1,25	0,37	0,21	0,58	-1,25	Lirik Atas
-2,12	-1,29	0,48	0,24	0,72	-1,29	Lirik Atas
-2,12	-1,41	0,36	0,22	0,58	-1,41	Lirik Atas
-2,12	-1,16	0,46	0,21	0,66	-1,16	Lirik Atas
-2,13	-1,15	0,35	0,17	0,52	-1,15	Lirik Atas
-2,12	-1,26	0,54	0,24	0,78	-1,26	Lirik Atas

-2,12	-1,27	0,42	0,22	0,64	-1,27	Lirik Atas
-2,12	-1,17	0,49	0,22	0,71	-1,17	Lirik Atas
-2,12	-1,07	0,40	0,16	0,56	-1,07	Lirik Atas
-2,19	-1,44	0,31	0,20	0,51	-1,44	Lirik Atas
-1,67	-0,97	0,69	0,30	0,99	-1,08	Lirik Atas
-1,98	-1,12	0,60	0,30	0,90	-1,16	Lirik Atas
-2,02	-1,18	0,54	0,23	0,77	-1,18	Lirik Atas
-2,15	-1,00	0,41	0,16	0,57	-1,00	Lirik Atas
-2,14	-1,25	0,52	0,24	0,76	-1,25	Lirik Atas
-2,13	-1,18	0,62	0,34	0,96	-1,28	Lirik Atas
-2,14	-1,27	0,42	0,23	0,65	-1,27	Lirik Atas
-2,13	-1,42	0,40	0,26	0,66	-1,42	Lirik Atas
-1,64	-1,19	0,66	0,37	1,03	-1,32	Lirik Atas
-2,06	-1,20	0,32	0,18	0,50	-1,20	Lirik Atas
-1,51	-0,90	0,66	0,38	1,04	-1,20	Lirik Atas
-0,99	-0,54	0,87	0,51	1,39	-1,20	Lirik Atas
-2,06	-1,27	0,37	0,22	0,59	-1,27	Lirik Atas
-1,64	-1,19	0,73	0,47	1,20	-1,27	Lirik Atas
-0,75	-0,62	0,93	0,62	1,56	-1,27	Lirik Atas
-1,89	-1,24	0,34	0,21	0,54	-1,24	Lirik Atas
-1,44	-0,94	0,65	0,42	1,07	-1,24	Lirik Atas
-1,87	-1,13	0,60	0,35	0,95	-1,26	Lirik Atas
-1,02	-0,56	0,84	0,49	1,33	-1,26	Lirik Atas
-2,06	-1,41	0,40	0,26	0,66	-1,41	Lirik Atas
-1,35	-0,99	0,73	0,48	1,21	-1,41	Lirik Atas
-2,05	-1,38	0,55	0,34	0,89	-1,34	Lirik Atas
-1,25	-0,94	0,85	0,56	1,40	-1,34	Lirik Atas
-2,02	-1,19	0,67	0,35	1,02	-1,35	Lirik Atas
-1,06	-0,70	0,92	0,52	1,43	-1,35	Lirik Atas
-2,06	-1,30	0,30	0,18	0,48	-1,30	Lirik Atas
-1,78	-1,20	0,68	0,43	1,11	-1,30	Lirik Atas
-1,06	-0,63	0,94	0,59	1,52	-1,30	Lirik Atas
-2,06	-1,34	0,34	0,20	0,54	-1,34	Lirik Atas
-1,64	-0,97	0,71	0,43	1,14	-1,34	Lirik Atas
-2,05	-1,24	0,58	0,33	0,91	-1,23	Lirik Atas
-1,30	-0,76	0,88	0,52	1,40	-1,23	Lirik Atas
-2,06	-1,30	0,36	0,22	0,58	-1,30	Lirik Atas
-1,84	-1,18	0,75	0,47	1,22	-1,30	Lirik Atas
-0,89	-0,52	0,96	0,60	1,57	-1,30	Lirik Atas
-2,06	-1,27	0,33	0,19	0,52	-1,27	Lirik Atas
-1,66	-1,10	0,70	0,43	1,13	-1,27	Lirik Atas

-2,03	-1,24	0,60	0,33	0,92	-1,22	Lirik Atas
-1,14	-0,74	0,87	0,51	1,38	-1,22	Lirik Atas
-2,06	-1,29	0,33	0,20	0,53	-1,29	Lirik Atas
-1,75	-1,09	0,71	0,44	1,16	-1,29	Lirik Atas
-1,98	-1,25	0,51	0,32	0,84	-1,29	Lirik Atas
-1,05	-0,56	0,77	0,46	1,23	-1,29	Lirik Atas
-2,02	-1,13	0,34	0,19	0,53	-1,13	Lirik Atas
-1,77	-1,00	0,68	0,36	1,04	-1,29	Lirik Atas
-2,05	-1,26	0,56	0,33	0,90	-1,33	Lirik Atas
-1,17	-0,64	0,85	0,49	1,34	-1,33	Lirik Atas
-2,06	-1,54	0,47	0,27	0,74	-1,54	Lirik Atas
-1,39	-0,94	0,81	0,50	1,31	-1,54	Lirik Atas
-1,67	-0,96	0,64	0,34	0,99	-1,26	Lirik Atas
-0,94	-0,56	0,87	0,48	1,34	-1,26	Lirik Atas
-2,05	-1,17	0,51	0,23	0,74	-1,17	Lirik Atas
-1,08	-0,66	0,77	0,39	1,16	-1,17	Lirik Atas
-2,05	-1,28	0,50	0,26	0,76	-1,28	Lirik Atas
-1,15	-0,68	0,77	0,42	1,20	-1,28	Lirik Atas
-1,93	-1,14	0,39	0,21	0,61	-1,14	Lirik Atas
-1,12	-0,77	0,66	0,38	1,04	-1,14	Lirik Atas
-1,61	-1,03	0,49	0,32	0,81	-1,24	Lirik Atas
-1,03	-0,61	0,73	0,46	1,19	-1,24	Lirik Atas
-1,99	-1,07	0,40	0,23	0,63	-1,07	Lirik Atas
-2,12	-1,24	0,41	0,23	0,64	-1,24	Lirik Atas
-1,51	-0,67	0,44	0,21	0,65	-0,67	Lirik Atas
-1,34	-0,62	0,42	0,20	0,63	-0,62	Lirik Atas
-1,63	-0,59	0,38	0,19	0,57	-0,59	Lirik Atas
-1,62	-0,75	0,37	0,20	0,57	-0,75	Lirik Atas
-1,69	-0,65	0,36	0,15	0,51	-0,65	Lirik Atas
-2,12	-1,24	0,36	0,22	0,57	-1,24	Lirik Atas
-2,12	-1,17	0,38	0,21	0,59	-1,17	Lirik Atas
-1,47	-0,64	0,36	0,18	0,54	-0,64	Lirik Atas
-1,66	-0,74	0,34	0,16	0,51	-0,74	Lirik Atas
-2,12	-0,99	0,41	0,21	0,62	-0,99	Lirik Atas
-2,12	-1,01	0,42	0,20	0,62	-1,01	Lirik Atas
-1,92	-1,07	0,36	0,20	0,56	-1,07	Lirik Atas
-1,92	-1,07	0,36	0,20	0,56	-1,07	Lirik Atas
-2,12	-0,94	0,43	0,20	0,63	-0,94	Lirik Atas
-1,99	-0,89	0,40	0,20	0,60	-0,89	Lirik Atas
-2,10	-0,94	0,42	0,21	0,64	-0,94	Lirik Atas
-1,48	-0,58	0,41	0,18	0,59	-0,58	Lirik Atas

-1,36	-0,54	0,47	0,25	0,72	-1,35	Lirik Atas
-1,35	-0,52	0,44	0,19	0,63	-0,52	Lirik Atas
-1,57	-0,63	0,42	0,19	0,61	-0,63	Lirik Atas
-1,56	-0,64	0,34	0,15	0,49	-0,64	Lirik Atas
-2,12	-1,19	0,36	0,19	0,54	-1,19	Lirik Atas
-1,38	-0,51	0,47	0,23	0,70	-1,15	Lirik Atas
-2,11	-1,05	0,40	0,20	0,59	-1,05	Lirik Atas
-1,46	-0,56	0,36	0,17	0,53	-0,56	Lirik Atas
-2,12	-0,92	0,37	0,17	0,54	-0,92	Lirik Atas
-2,12	-1,07	0,42	0,23	0,66	-1,07	Lirik Atas
-2,04	-0,79	0,40	0,17	0,57	-0,79	Lirik Atas
-1,42	-0,58	0,34	0,16	0,49	-0,58	Lirik Atas
-2,08	-0,88	0,42	0,19	0,61	-0,88	Lirik Atas
-1,73	-0,65	0,37	0,16	0,53	-0,65	Lirik Atas
-1,69	-0,68	0,38	0,18	0,56	-0,68	Lirik Atas
-2,12	-1,07	0,40	0,20	0,60	-1,07	Lirik Atas
-2,11	-0,99	0,42	0,21	0,63	-0,99	Lirik Atas
-1,92	-0,71	0,40	0,18	0,58	-0,71	Lirik Atas
-2,12	-1,03	0,35	0,16	0,51	-1,03	Lirik Atas
-2,11	-1,03	0,42	0,22	0,65	-1,03	Lirik Atas
-1,71	-0,67	0,38	0,18	0,56	-0,67	Lirik Atas
-1,49	-0,58	0,54	0,23	0,77	-0,93	Lirik Atas
-2,07	-0,90	0,42	0,21	0,63	-0,90	Lirik Atas
-2,11	-1,03	0,40	0,19	0,59	-1,03	Lirik Atas
-1,51	-0,57	0,42	0,17	0,59	-0,57	Lirik Atas
-1,93	-0,73	0,40	0,19	0,59	-0,73	Lirik Atas
-2,06	-0,81	0,42	0,18	0,60	-0,81	Lirik Atas
-1,90	-0,78	0,40	0,21	0,61	-0,78	Lirik Atas
-2,11	-1,07	0,33	0,16	0,49	-1,07	Lirik Atas
-2,11	-0,87	0,41	0,17	0,58	-0,87	Lirik Atas
-2,11	-0,97	0,41	0,20	0,60	-0,97	Lirik Atas
-2,11	-0,99	0,42	0,21	0,64	-0,99	Lirik Atas
-1,78	-0,74	0,39	0,20	0,59	-0,74	Lirik Atas
-2,08	-0,91	0,42	0,22	0,64	-0,91	Lirik Atas
-1,84	-0,75	0,39	0,17	0,55	-0,75	Lirik Atas
-1,86	-0,77	0,40	0,22	0,61	-0,77	Lirik Atas
-1,74	-0,66	0,39	0,18	0,57	-0,66	Lirik Atas
-2,11	-1,17	0,37	0,20	0,57	-1,17	Lirik Atas
-2,12	-0,96	0,37	0,17	0,54	-0,96	Lirik Atas
-2,12	-1,07	0,36	0,19	0,54	-1,07	Lirik Atas
-2,06	-0,79	0,39	0,16	0,55	-0,79	Lirik Atas

-2,11	-1,23	0,36	0,19	0,55	-1,23	Lirik Atas
-2,09	-0,75	0,42	0,20	0,62	-0,75	Lirik Atas
-1,43	-0,60	0,43	0,19	0,62	-0,60	Lirik Atas
-2,11	-1,02	0,38	0,18	0,56	-1,02	Lirik Atas
-2,00	-0,82	0,41	0,20	0,61	-0,82	Lirik Atas
-2,24	-1,21	0,36	0,18	0,55	-1,21	Lirik Atas
-2,22	-1,13	0,81	0,41	1,22	-1,21	Lirik Atas
-1,44	-0,69	1,15	0,58	1,73	-1,21	Lirik Atas
-2,22	-1,06	0,35	0,16	0,51	-1,06	Lirik Atas
-2,21	-1,10	0,80	0,38	1,17	-1,06	Lirik Atas
-1,48	-0,68	1,14	0,54	1,68	-1,06	Lirik Atas
-2,21	-1,24	0,35	0,18	0,53	-1,24	Lirik Atas
-2,20	-1,11	0,79	0,42	1,21	-1,24	Lirik Atas
-1,31	-0,71	1,10	0,58	1,68	-1,24	Lirik Atas
-2,19	-1,14	0,53	0,21	0,74	-1,14	Lirik Atas
-1,83	-0,86	0,93	0,41	1,34	-1,14	Lirik Atas
-2,18	-1,11	0,65	0,31	0,96	-1,17	Lirik Atas
-1,66	-0,66	1,03	0,47	1,50	-1,17	Lirik Atas
-2,18	-1,33	0,43	0,24	0,67	-1,33	Lirik Atas
-1,94	-0,82	0,84	0,43	1,27	-1,33	Lirik Atas
-2,17	-1,14	0,71	0,35	1,06	-1,24	Lirik Atas
-1,57	-0,72	1,05	0,52	1,57	-1,24	Lirik Atas
-2,17	-1,37	0,44	0,25	0,69	-1,37	Lirik Atas
-2,13	-1,12	0,87	0,49	1,36	-1,37	Lirik Atas
-2,16	-1,19	0,63	0,31	0,93	-1,18	Lirik Atas
-1,67	-0,86	1,01	0,50	1,51	-1,18	Lirik Atas
-2,16	-1,18	0,37	0,18	0,55	-1,18	Lirik Atas
-2,15	-0,99	0,80	0,40	1,20	-1,18	Lirik Atas
-2,16	-1,09	0,65	0,32	0,97	-1,17	Lirik Atas
-1,60	-0,60	1,02	0,47	1,49	-1,17	Lirik Atas
-2,16	-1,23	0,39	0,20	0,59	-1,23	Lirik Atas
-2,15	-1,03	0,82	0,42	1,24	-1,23	Lirik Atas
-2,15	-1,21	0,56	0,29	0,84	-1,14	Lirik Atas
-1,84	-0,80	0,96	0,47	1,43	-1,14	Lirik Atas
-2,15	-1,17	0,43	0,23	0,66	-1,17	Lirik Atas
-1,97	-0,74	0,84	0,40	1,25	-1,17	Lirik Atas
-2,15	-1,35	0,63	0,37	0,99	-1,41	Lirik Atas
-1,86	-0,58	1,03	0,53	1,56	-1,41	Lirik Atas
-2,14	-1,27	0,49	0,24	0,73	-1,27	Lirik Atas
-2,10	-0,96	0,92	0,46	1,37	-1,27	Lirik Atas
-2,14	-1,10	0,73	0,34	1,08	-1,22	Lirik Atas

-1,43	-0,55	1,07	0,49	1,56	-1,22	Lirik Atas
-2,14	-1,23	0,54	0,25	0,78	-1,23	Lirik Atas
-1,79	-0,67	0,93	0,41	1,34	-1,23	Lirik Atas
-2,14	-1,12	0,36	0,17	0,53	-1,12	Lirik Atas
-2,14	-0,96	0,79	0,38	1,17	-1,12	Lirik Atas
-1,16	-0,52	1,08	0,51	1,58	-1,12	Lirik Atas
-2,14	-1,37	0,43	0,25	0,68	-1,37	Lirik Atas
-2,14	-0,90	0,86	0,46	1,32	-1,37	Lirik Atas
-2,13	-1,08	0,61	0,29	0,90	-1,11	Lirik Atas
-1,72	-0,74	1,00	0,46	1,46	-1,11	Lirik Atas
-2,14	-1,20	0,40	0,20	0,61	-1,20	Lirik Atas
-2,13	-0,89	0,83	0,40	1,23	-1,20	Lirik Atas
-2,13	-1,11	0,62	0,32	0,94	-1,20	Lirik Atas
-1,54	-0,78	0,98	0,49	1,47	-1,20	Lirik Atas
-2,13	-1,21	0,56	0,32	0,88	-1,28	Lirik Atas
-1,57	-0,71	0,93	0,49	1,43	-1,28	Lirik Atas
-2,13	-1,33	0,43	0,25	0,68	-1,33	Lirik Atas
-2,12	-0,94	0,85	0,47	1,32	-1,33	Lirik Atas
-2,13	-1,27	0,64	0,38	1,03	-1,47	Lirik Atas
-1,55	-0,71	1,00	0,56	1,56	-1,47	Lirik Atas
-2,13	-1,35	0,40	0,23	0,63	-1,35	Lirik Atas
-2,13	-0,97	0,82	0,45	1,28	-1,35	Lirik Atas
-2,13	-1,13	0,61	0,35	0,96	-1,44	Lirik Atas
-2,13	-1,20	0,57	0,31	0,88	-1,23	Lirik Atas
-1,81	-0,74	0,97	0,48	1,45	-1,23	Lirik Atas
-2,13	-1,21	0,51	0,23	0,74	-1,21	Lirik Atas
-1,84	-0,62	0,90	0,39	1,29	-1,21	Lirik Atas
-2,13	-1,30	0,36	0,20	0,56	-1,30	Lirik Atas
-2,12	-0,87	0,79	0,41	1,20	-1,30	Lirik Atas
-2,12	-1,42	0,43	0,26	0,68	-1,42	Lirik Atas
-2,12	-0,86	0,85	0,46	1,31	-1,42	Lirik Atas
-2,12	-1,15	0,59	0,32	0,91	-1,25	Lirik Atas
-1,82	-0,61	0,99	0,47	1,46	-1,25	Lirik Atas
-2,12	-1,15	0,53	0,25	0,77	-1,15	Lirik Atas
-1,83	-0,74	0,92	0,41	1,34	-1,15	Lirik Atas
-2,12	-1,25	0,48	0,24	0,71	-1,25	Lirik Atas
-1,96	-0,83	0,88	0,43	1,32	-1,25	Lirik Atas
-2,12	-1,44	0,43	0,25	0,68	-1,44	Lirik Atas
-2,05	-0,83	0,84	0,45	1,30	-1,44	Lirik Atas
-2,12	-1,13	0,51	0,22	0,73	-1,13	Lirik Atas
-1,91	-0,68	0,91	0,39	1,30	-1,13	Lirik Atas

-2,12	-1,52	0,43	0,26	0,69	-1,52	Lirik Atas
-2,03	-0,79	0,84	0,46	1,30	-1,52	Lirik Atas
-2,11	-1,45	0,53	0,27	0,80	-1,45	Lirik Atas
-2,09	-1,07	0,42	0,21	0,63	-1,07	Lirik Atas
-2,08	-0,78	0,72	0,30	1,02	-1,08	Lirik Atas
-2,08	-0,88	0,60	0,27	0,87	-1,05	Lirik Atas
-1,98	-0,74	0,68	0,25	0,93	-0,98	Lirik Atas
-2,07	-0,97	0,38	0,17	0,55	-0,97	Lirik Atas
-2,06	-0,91	0,56	0,26	0,82	-1,07	Lirik Atas
-1,99	-0,55	0,72	0,24	0,97	-0,87	Lirik Atas
-2,06	-0,74	0,49	0,16	0,66	-0,74	Lirik Atas
-2,05	-1,12	0,41	0,20	0,61	-1,12	Lirik Atas
-1,50	-0,51	0,76	0,34	1,10	-1,12	Lirik Atas
-2,05	-0,74	0,46	0,16	0,62	-0,74	Lirik Atas
-2,05	-0,80	0,36	0,13	0,50	-0,80	Lirik Atas
-1,97	-0,57	0,77	0,26	1,03	-0,80	Lirik Atas
-2,04	-0,86	0,48	0,18	0,66	-0,86	Lirik Atas
-2,03	-0,93	0,61	0,31	0,91	-1,17	Lirik Atas
-2,04	-1,14	0,33	0,16	0,49	-1,14	Lirik Atas
-1,95	-0,67	0,73	0,33	1,06	-1,14	Lirik Atas
-2,04	-0,94	0,54	0,19	0,73	-0,94	Lirik Atas
-2,03	-0,71	0,67	0,23	0,90	-0,85	Lirik Atas
-2,04	-0,97	0,47	0,20	0,66	-0,97	Lirik Atas
-1,91	-0,77	0,71	0,28	0,99	-0,96	Lirik Atas
-2,03	-0,84	0,56	0,26	0,82	-1,05	Lirik Atas
-1,84	-0,70	0,69	0,27	0,96	-0,93	Lirik Atas
-2,03	-0,87	0,40	0,15	0,56	-0,87	Lirik Atas
-1,74	-0,56	0,78	0,28	1,06	-0,87	Lirik Atas
-2,03	-0,99	0,38	0,18	0,56	-0,99	Lirik Atas
-1,98	-0,74	0,69	0,27	0,97	-0,99	Lirik Atas
-2,02	-0,79	0,67	0,27	0,94	-1,00	Lirik Atas
-2,02	-0,67	0,61	0,22	0,83	-0,80	Lirik Atas
-2,02	-0,89	0,49	0,18	0,67	-0,89	Lirik Atas
-2,02	-0,72	0,59	0,20	0,79	-0,72	Lirik Atas
-1,88	-0,64	0,72	0,24	0,96	-0,91	Lirik Atas
-2,03	-0,86	0,37	0,14	0,51	-0,86	Lirik Atas
-1,79	-0,61	0,75	0,28	1,03	-0,86	Lirik Atas
-2,02	-0,83	0,50	0,17	0,67	-0,83	Lirik Atas
-2,02	-0,66	0,67	0,25	0,92	-0,88	Lirik Atas
-2,02	-0,76	0,40	0,14	0,54	-0,76	Lirik Atas
-1,75	-0,63	0,78	0,27	1,05	-0,76	Lirik Atas

-2,02	-0,96	0,51	0,19	0,70	-0,96	Lirik Atas
-2,02	-0,72	0,61	0,28	0,89	-1,09	Lirik Atas
-2,02	-0,81	0,52	0,18	0,70	-0,81	Lirik Atas
-2,02	-0,90	0,48	0,18	0,66	-0,90	Lirik Atas
-1,51	-0,54	0,83	0,31	1,14	-0,90	Lirik Atas
-2,02	-0,88	0,40	0,16	0,56	-0,88	Lirik Atas
-1,75	-0,52	0,78	0,28	1,06	-0,88	Lirik Atas
-2,01	-0,74	0,55	0,16	0,71	-0,74	Lirik Atas
-2,01	-0,55	0,71	0,22	0,94	-0,81	Lirik Atas
-2,01	-0,92	0,53	0,18	0,71	-0,92	Lirik Atas
-2,14	-0,82	0,43	0,20	0,63	-0,82	Lirik Atas
-2,13	-0,91	0,38	0,15	0,53	-0,91	Lirik Atas
-2,11	-0,78	0,59	0,21	0,80	-0,80	Lirik Atas
-2,11	-1,06	0,39	0,18	0,57	-1,06	Lirik Atas
-2,09	-0,53	0,63	0,19	0,82	-0,66	Lirik Atas
-2,09	-0,59	0,58	0,11	0,69	-0,59	Lirik Atas
-1,67	-0,60	0,96	0,24	1,20	-0,59	Lirik Atas
-2,08	-0,89	0,47	0,18	0,64	-0,89	Lirik Atas
-2,07	-0,68	0,73	0,23	0,95	-0,81	Lirik Atas
-2,07	-0,57	0,42	0,11	0,52	-0,57	Lirik Atas
-2,06	-0,67	0,83	0,24	1,06	-0,57	Lirik Atas
-2,06	-0,56	0,77	0,17	0,94	-0,55	Lirik Atas
-2,06	-0,93	0,36	0,15	0,52	-0,93	Lirik Atas
-2,05	-0,68	0,77	0,31	1,08	-0,93	Lirik Atas
-2,06	-0,85	0,39	0,14	0,53	-0,85	Lirik Atas
-2,05	-0,52	0,80	0,26	1,07	-0,85	Lirik Atas
-2,05	-1,01	0,39	0,17	0,57	-1,01	Lirik Atas
-2,05	-0,94	0,70	0,25	0,95	-0,84	Lirik Atas
-0,73	-0,57	0,92	0,39	1,31	-0,84	Lirik Atas
-2,05	-0,61	0,41	0,13	0,54	-0,61	Lirik Atas
-2,04	-0,67	0,54	0,14	0,68	-0,67	Lirik Atas
-2,04	-0,97	0,61	0,29	0,91	-1,08	Lirik Atas
-1,51	-0,90	0,97	0,48	1,44	-1,08	Lirik Atas
-2,04	-1,02	0,61	0,32	0,94	-1,16	Lirik Atas
-1,57	-0,52	0,97	0,45	1,42	-1,16	Lirik Atas
-2,04	-1,14	0,53	0,23	0,76	-1,14	Lirik Atas
-1,58	-0,63	0,89	0,39	1,28	-1,14	Lirik Atas
-2,04	-1,02	0,36	0,17	0,52	-1,02	Lirik Atas
-2,04	-0,69	0,77	0,32	1,09	-1,02	Lirik Atas
-2,03	-0,96	0,47	0,20	0,67	-0,96	Lirik Atas
-1,84	-0,63	0,85	0,34	1,20	-0,96	Lirik Atas

-2,04	-1,31	0,41	0,22	0,63	-1,31	Lirik Atas
-2,03	-0,84	0,81	0,42	1,23	-1,31	Lirik Atas
-2,03	-1,07	0,66	0,31	0,97	-1,13	Lirik Atas
-2,03	-0,82	0,71	0,33	1,04	-1,19	Lirik Atas
-2,03	-1,20	0,50	0,22	0,73	-1,20	Lirik Atas
-1,75	-0,72	0,88	0,40	1,28	-1,20	Lirik Atas
-2,03	-0,78	0,50	0,16	0,66	-0,78	Lirik Atas
-1,73	-0,64	0,88	0,30	1,17	-0,78	Lirik Atas
-2,03	-0,97	0,50	0,20	0,70	-0,97	Lirik Atas
-1,67	-0,57	0,87	0,34	1,21	-0,97	Lirik Atas
-2,03	-0,73	0,41	0,14	0,55	-0,73	Lirik Atas
-1,83	-0,92	0,79	0,31	1,11	-0,73	Lirik Atas
-2,01	-0,57	0,58	0,21	0,79	-0,86	Lirik Atas
-2,02	-1,04	0,36	0,16	0,52	-1,04	Lirik Atas
-2,01	-0,76	0,76	0,33	1,09	-1,04	Lirik Atas
-2,01	-1,09	0,60	0,33	0,93	-1,25	Lirik Atas
-1,56	-0,56	0,96	0,47	1,43	-1,25	Lirik Atas
-2,01	-1,19	0,40	0,22	0,62	-1,19	Lirik Atas
-1,89	-0,72	0,79	0,39	1,18	-1,19	Lirik Atas
-2,01	-1,17	0,40	0,21	0,61	-1,17	Lirik Atas
-1,84	-0,76	0,79	0,39	1,17	-1,17	Lirik Atas
-2,01	-1,00	0,51	0,20	0,71	-1,00	Lirik Atas
-1,89	-0,54	0,89	0,33	1,23	-1,00	Lirik Atas
-2,01	-0,98	0,49	0,20	0,69	-0,98	Lirik Atas
-1,77	-0,64	0,86	0,35	1,21	-0,98	Lirik Atas
-2,00	-0,86	0,60	0,29	0,89	-1,10	Lirik Atas
-2,01	-1,09	0,60	0,33	0,93	-1,25	Lirik Atas
-1,26	-0,66	0,91	0,48	1,39	-1,25	Lirik Atas
-2,01	-0,92	0,70	0,34	1,04	-1,28	Lirik Atas
-2,01	-1,07	0,57	0,29	0,86	-1,13	Lirik Atas
-1,46	-0,64	0,91	0,44	1,35	-1,13	Lirik Atas
-2,00	-1,11	0,46	0,21	0,66	-1,11	Lirik Atas
-1,77	-0,80	0,83	0,38	1,22	-1,11	Lirik Atas
-2,01	-1,02	0,55	0,26	0,81	-1,03	Lirik Atas
-1,37	-0,84	0,88	0,44	1,32	-1,03	Lirik Atas
-2,00	-1,22	0,56	0,33	0,89	-1,33	Lirik Atas
-1,27	-0,54	0,89	0,48	1,36	-1,33	Lirik Atas
-2,01	-1,18	0,45	0,22	0,67	-1,18	Lirik Atas
-1,57	-0,80	0,81	0,40	1,21	-1,18	Lirik Atas
-2,00	-0,89	0,67	0,27	0,95	-0,99	Lirik Atas
-2,00	-1,26	0,60	0,37	0,98	-1,41	Lirik Atas

-1,11	-0,63	0,86	0,54	1,40	-1,41	Lirik Atas
-2,01	-1,33	0,40	0,24	0,65	-1,33	Lirik Atas
-1,65	-0,70	0,77	0,43	1,19	-1,33	Lirik Atas
-2,01	-1,29	0,35	0,20	0,55	-1,29	Lirik Atas
-1,73	-1,05	0,73	0,42	1,15	-1,29	Lirik Atas
-2,12	-1,18	0,37	0,20	0,56	-1,18	Lirik Atas
-1,31	-0,51	0,69	0,33	1,02	-1,18	Lirik Atas
-2,11	-1,21	0,42	0,23	0,65	-1,21	Lirik Atas
-2,10	-0,87	0,61	0,29	0,90	-1,15	Lirik Atas
-2,09	-0,74	0,61	0,25	0,86	-1,01	Lirik Atas
-2,09	-1,11	0,41	0,21	0,62	-1,11	Lirik Atas
-2,08	-0,74	0,73	0,26	0,99	-0,89	Lirik Atas
-2,07	-0,63	0,62	0,22	0,84	-0,82	Lirik Atas
-2,07	-0,92	0,41	0,19	0,61	-0,92	Lirik Atas
-2,06	-0,86	0,49	0,18	0,67	-0,86	Lirik Atas
-1,94	-0,79	0,89	0,34	1,23	-0,86	Lirik Atas
-0,83	-0,60	1,11	0,47	1,59	-0,86	Lirik Atas
-2,05	-1,26	0,47	0,24	0,71	-1,26	Lirik Atas
-1,99	-0,55	0,88	0,39	1,27	-1,26	Lirik Atas
-2,05	-1,09	0,40	0,19	0,59	-1,09	Lirik Atas
-2,04	-0,79	0,81	0,37	1,18	-1,09	Lirik Atas

### Lampiran D Data Uji

amplitudocho	amplitudoch1	luasCH0	luasCH1	TotalLuas	peakamplitudoch1min	label
-2,19	-2,71	0,44	0,39	0,83	-2,71	Kedip
-2,18	-1,44	0,44	0,42	0,85	-1,44	Kedip
-2,17	-2,80	0,39	0,35	0,74	-2,80	Kedip
-2,16	-2,53	0,43	0,54	0,97	-2,53	Kedip
-2,16	-1,33	0,49	0,41	0,90	-1,33	Kedip
-2,15	-2,54	0,43	0,51	0,94	-2,54	Kedip
-2,14	-2,29	0,43	0,49	0,92	-2,29	Kedip
-2,14	-2,34	0,43	0,50	0,93	-2,34	Kedip
-2,14	-2,23	0,48	0,51	1,00	-2,23	Kedip
-2,14	-1,92	0,43	0,45	0,88	-1,92	Kedip
-2,13	-1,60	0,50	0,44	0,94	-1,60	Kedip
-2,13	-2,50	0,43	0,40	0,83	-2,50	Kedip
-2,13	-2,00	0,43	0,46	0,89	-2,00	Kedip
-2,12	-1,92	0,43	0,43	0,86	-1,92	Kedip
-2,12	-2,35	0,48	0,47	0,94	-2,35	Kedip

-2,12	-1,80	0,43	0,39	0,82	-1,80	Kedip
-2,11	-2,85	0,37	0,35	0,72	-2,85	Kedip
-2,11	-2,79	0,41	0,37	0,77	-2,79	Kedip
-2,11	-1,56	0,55	0,44	0,99	-1,56	Kedip
-2,19	-2,05	0,44	0,40	0,84	-2,05	Kedip
-1,55	-0,87	0,51	0,35	0,86	-0,87	Kedip
-2,03	-1,19	0,47	0,38	0,85	-1,19	Kedip
-1,76	-0,99	0,50	0,37	0,87	-0,99	Kedip
-2,16	-2,65	0,43	0,44	0,88	-2,65	Kedip
-2,04	-2,28	0,41	0,46	0,87	-2,28	Kedip
-2,03	-2,89	0,41	0,53	0,93	-2,89	Kedip
-2,04	-3,15	0,41	0,49	0,89	-3,15	Kedip
-2,04	-1,87	0,54	0,58	1,12	-3,24	Kedip
-2,04	-2,41	0,41	0,56	0,97	-2,41	Kedip
-2,03	-3,28	0,32	0,40	0,72	-3,28	Kedip
-2,04	-1,49	0,52	0,55	1,07	-3,28	Kedip
-2,03	-2,29	0,41	0,51	0,91	-2,29	Kedip
-2,03	-3,12	0,40	0,43	0,83	-3,12	Kedip
-1,69	-1,19	0,58	0,66	1,24	-3,27	Kedip
-2,03	-2,52	0,41	0,48	0,89	-2,52	Kedip
-1,91	-1,27	0,49	0,44	0,94	-1,27	Kedip
-2,04	-1,34	0,47	0,43	0,90	-1,34	Kedip
-2,04	-3,34	0,35	0,42	0,77	-3,34	Kedip
-1,33	-1,05	0,54	0,55	1,09	-2,76	Kedip
-2,04	-2,19	0,41	0,52	0,93	-2,19	Kedip
-2,03	-2,06	0,41	0,47	0,88	-2,06	Kedip
-2,03	-2,79	0,41	0,44	0,85	-2,79	Kedip
-2,03	-1,76	0,51	0,55	1,06	-3,19	Kedip
-2,03	-3,08	0,32	0,38	0,70	-3,08	Kedip
-1,84	-1,29	0,50	0,52	1,02	-3,24	Kedip
-2,03	-2,79	0,41	0,44	0,85	-2,79	Kedip
-2,03	-1,76	0,51	0,55	1,06	-3,19	Kedip
-2,03	-3,08	0,32	0,38	0,70	-3,08	Kedip
-1,84	-1,29	0,50	0,52	1,02	-3,24	Kedip
-2,03	-3,26	0,41	0,51	0,92	-3,26	Kedip
-2,03	-1,70	0,61	0,63	1,24	-3,25	Kedip
-2,03	-1,64	0,49	0,49	0,98	-1,64	Kedip
-2,03	-2,82	0,41	0,51	0,91	-2,82	Kedip
-2,03	-1,91	0,41	0,49	0,90	-1,91	Kedip
-2,03	-2,17	0,41	0,49	0,90	-2,17	Kedip
-2,03	-3,25	0,41	0,46	0,87	-3,25	Kedip
-2,13	-2,19	0,43	0,47	0,90	-2,19	Kedip
-2,13	-2,36	0,30	0,29	0,59	-2,36	Kedip
-2,13	-0,79	0,64	0,55	1,18	-2,56	Kedip
-2,13	-2,36	0,37	0,34	0,71	-2,36	Kedip

-2,13	-1,10	0,64	0,57	1,21	-2,53	Kedip
-2,13	-2,16	0,40	0,34	0,75	-2,16	Kedip
-2,13	-1,11	0,64	0,56	1,20	-2,58	Kedip
-2,13	-1,97	0,43	0,41	0,84	-1,97	Kedip
-2,13	-1,99	0,41	0,35	0,76	-1,99	Kedip
-2,13	-1,34	0,62	0,56	1,18	-2,79	Kedip
-2,13	-2,95	0,27	0,35	0,62	-2,95	Kedip
-2,13	-1,14	0,64	0,59	1,22	-2,60	Kedip
-2,12	-3,15	0,43	0,60	1,02	-3,15	Kedip
-1,93	-1,10	0,62	0,56	1,18	-2,54	Kedip
-2,13	-2,82	0,39	0,42	0,81	-2,82	Kedip
-2,13	-1,49	0,51	0,46	0,97	-2,41	Kedip
-2,13	-2,41	0,43	0,49	0,92	-2,41	Kedip
-2,12	-2,08	0,54	0,56	1,11	-2,66	Kedip
-2,13	-2,49	0,43	0,57	1,00	-2,49	Kedip
-1,56	-0,61	0,58	0,53	1,12	-2,40	Kedip
-2,13	-1,99	0,43	0,35	0,78	-1,99	Kedip
-1,43	-0,62	0,57	0,50	1,07	-2,36	Kedip
-2,12	-3,18	0,43	0,58	1,01	-3,18	Kedip
-2,13	-0,90	0,63	0,47	1,11	-2,39	Kedip
-2,13	-2,53	0,42	0,39	0,81	-2,53	Kedip
-1,69	-0,69	0,53	0,42	0,95	-2,46	Kedip
-2,13	-1,90	0,43	0,35	0,78	-1,90	Kedip
-2,13	-2,36	0,34	0,32	0,66	-2,36	Kedip
-1,73	-0,78	0,52	0,37	0,89	-2,06	Kedip
-2,13	-1,23	0,48	0,32	0,81	-1,23	Kedip
-2,13	-1,67	0,43	0,36	0,79	-1,67	Kedip
-2,13	-1,55	0,43	0,38	0,81	-1,55	Kedip
-2,13	-2,33	0,34	0,31	0,64	-2,33	Kedip
-1,58	-0,72	0,59	0,47	1,06	-2,33	Kedip
-2,13	-1,33	0,43	0,35	0,78	-1,33	Kedip
-2,13	-1,75	0,43	0,34	0,76	-1,75	Kedip
-2,13	-3,07	0,43	0,51	0,94	-3,07	Kedip
-2,13	-1,50	0,54	0,45	0,99	-2,21	Kedip
-2,13	-2,53	0,43	0,41	0,84	-2,53	Kedip
-2,10	-2,28	0,42	0,39	0,81	-2,28	Kedip
-2,09	-1,76	0,63	0,56	1,19	-2,10	Kedip
-2,08	-2,02	0,42	0,33	0,75	-2,02	Kedip
-0,95	-0,90	0,72	0,60	1,32	-2,02	Kedip
-2,08	-2,18	0,42	0,39	0,80	-2,18	Kedip
-2,07	-1,51	0,62	0,52	1,14	-2,03	Kedip
-2,06	-2,53	0,37	0,31	0,67	-2,53	Kedip
-0,63	-0,54	0,64	0,57	1,21	-2,53	Kedip
-2,06	-1,99	0,41	0,37	0,78	-1,99	Kedip
-2,13	-2,53	0,42	0,39	0,81	-2,53	Kedip

-2,05	-2,04	0,41	0,39	0,80	-2,04	Kedip
-2,04	-0,84	0,66	0,47	1,13	-1,90	Kedip
-2,04	-2,14	0,41	0,32	0,73	-2,14	Kedip
-2,03	-2,15	0,61	0,54	1,16	-2,44	Kedip
-2,03	-2,13	0,41	0,43	0,84	-2,13	Kedip
-1,60	-0,96	0,65	0,54	1,19	-2,11	Kedip
-2,03	-2,03	0,41	0,41	0,81	-2,03	Kedip
-2,03	-1,63	0,61	0,53	1,14	-2,02	Kedip
-2,02	-1,77	0,61	0,49	1,10	-2,17	Kedip
-2,02	-1,84	0,61	0,50	1,10	-2,06	Kedip
-2,03	-1,76	0,51	0,55	1,06	-3,19	Kedip
-2,02	-1,30	0,61	0,55	1,16	-2,13	Kedip
-2,02	-2,16	0,41	0,31	0,71	-2,16	Kedip
-2,02	-2,19	0,61	0,60	1,21	-2,55	Kedip
-2,02	-2,29	0,40	0,38	0,78	-2,29	Kedip
-0,81	-0,57	0,48	0,44	0,93	-1,78	Kedip
-2,02	-1,95	0,37	0,25	0,61	-1,95	Kedip
-0,79	-0,62	0,65	0,49	1,14	-1,95	Kedip
-2,01	-1,67	0,40	0,34	0,75	-1,67	Kedip
-2,01	-1,26	0,69	0,46	1,15	-1,60	Kedip
-2,01	-2,20	0,40	0,37	0,77	-2,20	Kedip
-0,63	-0,54	0,64	0,57	1,21	-2,53	Kedip
-2,01	-1,94	0,52	0,40	0,92	-1,94	Kedip
-2,14	-2,29	0,43	0,49	0,92	-2,29	Kedip
-2,01	-1,80	0,46	0,37	0,83	-1,80	Kedip
-2,13	-3,07	0,43	0,51	0,94	-3,07	Kedip
-2,01	-1,73	0,40	0,29	0,69	-1,73	Kedip
-2,00	-2,17	0,60	0,57	1,17	-2,55	Kedip
-2,00	-1,27	0,60	0,49	1,09	-1,94	Kedip
-2,01	-1,83	0,40	0,27	0,67	-1,83	Kedip
-1,01	-0,71	0,70	0,49	1,20	-1,83	Kedip
-2,00	-2,13	0,40	0,41	0,81	-2,13	Kedip
-1,34	-0,96	0,59	0,45	1,04	-1,93	Kedip
-1,88	-1,07	0,48	0,35	0,83	-1,07	Kedip
-2,00	-2,25	0,40	0,42	0,82	-2,25	Kedip
-2,00	-1,45	0,58	0,45	1,03	-2,22	Kedip
-2,00	-2,13	0,40	0,41	0,81	-2,13	Kedip
-2,00	-1,08	0,60	0,42	1,02	-1,77	Kedip
-2,00	-2,12	0,39	0,31	0,70	-2,12	Kedip
-2,00	-1,48	0,60	0,48	1,08	-2,02	Kedip
-2,00	-1,99	0,45	0,40	0,85	-1,99	Kedip
-2,00	-1,59	0,60	0,47	1,07	-2,11	Kedip
-2,00	-1,62	0,40	0,31	0,71	-1,62	Kedip
-2,09	-2,50	0,40	0,32	0,72	-2,50	Kedip
-1,26	-0,93	0,61	0,57	1,17	-2,40	Kedip

-2,08	-1,96	0,47	0,44	0,91	-1,96	Kedip
-2,07	-2,18	0,48	0,42	0,91	-2,18	Kedip
-2,07	-2,20	0,56	0,54	1,10	-2,52	Kedip
-2,06	-2,43	0,41	0,44	0,85	-2,43	Kedip
-2,06	-1,86	0,62	0,62	1,24	-2,31	Kedip
-2,06	-2,38	0,41	0,44	0,85	-2,38	Kedip
-2,05	-1,90	0,62	0,61	1,22	-2,26	Kedip
-2,05	-2,23	0,41	0,43	0,84	-2,23	Kedip
-0,68	-0,60	0,57	0,54	1,11	-2,27	Kedip
-2,05	-2,38	0,41	0,46	0,87	-2,38	Kedip
-2,05	-1,76	0,61	0,57	1,18	-2,08	Kedip
-2,04	-2,26	0,41	0,42	0,83	-2,26	Kedip
-2,03	-1,59	0,61	0,51	1,12	-2,40	Kedip
-2,04	-2,36	0,41	0,36	0,77	-2,36	Kedip
-2,02	-1,05	0,61	0,54	1,15	-2,09	Kedip
-2,04	-2,28	0,41	0,35	0,76	-2,28	Kedip
-2,03	-1,60	0,61	0,48	1,09	-2,03	Kedip
-2,03	-2,39	0,41	0,38	0,79	-2,39	Kedip
-2,03	-2,16	0,53	0,52	1,04	-2,47	Kedip
-0,64	-0,55	0,58	0,48	1,06	-2,05	Kedip
-2,03	-2,25	0,41	0,36	0,77	-2,25	Kedip
-2,03	-1,29	0,61	0,55	1,16	-2,52	Kedip
-2,03	-2,17	0,41	0,35	0,76	-2,17	Kedip
-1,41	-0,86	0,70	0,51	1,21	-2,01	Kedip
-2,02	-1,89	0,49	0,40	0,89	-1,89	Kedip
-2,02	-1,72	0,61	0,51	1,12	-1,81	Kedip
-2,02	-2,34	0,38	0,31	0,69	-2,34	Kedip
-1,83	-0,99	0,77	0,62	1,39	-2,34	Kedip
-2,02	-2,43	0,40	0,33	0,74	-2,43	Kedip
-2,02	-1,11	0,81	0,65	1,46	-2,43	Kedip
-2,02	-2,16	0,37	0,28	0,65	-2,16	Kedip
-2,02	-1,35	0,77	0,62	1,40	-2,16	Kedip
-2,02	-1,91	0,47	0,40	0,87	-1,91	Kedip
-2,02	-0,88	0,66	0,46	1,12	-1,78	Kedip
-2,02	-1,75	0,40	0,28	0,68	-1,75	Kedip
-1,71	-1,00	0,65	0,52	1,17	-2,06	Kedip
-2,13	-2,53	0,42	0,39	0,81	-2,53	Kedip
-2,01	-1,73	0,60	0,54	1,14	-2,18	Kedip
-2,02	-1,82	0,60	0,49	1,09	-2,26	Kedip
-2,01	-1,20	0,60	0,40	1,00	-2,04	Kedip
-2,01	-2,15	0,40	0,33	0,73	-2,15	Kedip
-2,01	-1,56	0,60	0,50	1,11	-2,34	Kedip
-2,01	-2,17	0,40	0,39	0,80	-2,17	Kedip
-1,33	-0,79	0,59	0,50	1,08	-2,44	Kedip
-2,01	-1,93	0,48	0,41	0,88	-1,93	Kedip

-0,90	-0,72	0,49	0,49	0,98	-2,19	Kedip
-2,01	-2,31	0,40	0,34	0,75	-2,31	Kedip
-2,00	-1,24	0,60	0,52	1,12	-2,26	Kedip
-2,00	-2,08	0,40	0,41	0,81	-2,08	Kedip
-2,00	-2,04	0,40	0,32	0,72	-2,04	Kedip
-2,06	-0,91	0,53	0,21	0,74	-0,91	Lirik Atas
-2,06	-1,04	0,40	0,18	0,59	-1,04	Lirik Atas
-2,06	-1,08	0,41	0,19	0,61	-1,08	Lirik Atas
-2,06	-1,11	0,39	0,17	0,56	-1,11	Lirik Atas
-2,06	-1,06	0,38	0,16	0,54	-1,06	Lirik Atas
-2,06	-1,16	0,41	0,21	0,62	-1,16	Lirik Atas
-2,06	-1,25	0,41	0,23	0,65	-1,25	Lirik Atas
-2,06	-1,03	0,35	0,15	0,50	-1,03	Lirik Atas
-2,06	-0,99	0,39	0,16	0,55	-0,99	Lirik Atas
-2,06	-1,12	0,41	0,20	0,61	-1,12	Lirik Atas
-2,06	-0,83	0,48	0,15	0,62	-0,83	Lirik Atas
-2,06	-1,06	0,34	0,16	0,49	-1,06	Lirik Atas
-2,06	-1,13	0,49	0,22	0,71	-1,13	Lirik Atas
-2,06	-1,14	0,41	0,20	0,61	-1,14	Lirik Atas
-2,06	-1,09	0,41	0,19	0,60	-1,09	Lirik Atas
-2,06	-1,08	0,53	0,21	0,73	-1,08	Lirik Atas
-2,06	-1,00	0,48	0,18	0,66	-1,00	Lirik Atas
-2,06	-1,08	0,41	0,21	0,63	-1,08	Lirik Atas
-2,06	-1,03	0,41	0,18	0,59	-1,03	Lirik Atas
-2,06	-1,06	0,39	0,18	0,57	-1,06	Lirik Atas
-2,06	-1,09	0,39	0,18	0,56	-1,09	Lirik Atas
-2,06	-1,08	0,37	0,17	0,55	-1,08	Lirik Atas
-2,06	-1,15	0,41	0,20	0,62	-1,15	Lirik Atas
-2,06	-0,99	0,38	0,16	0,53	-0,99	Lirik Atas
-2,03	-1,42	0,38	0,25	0,64	-1,42	Lirik Atas
-1,45	-0,99	0,72	0,47	1,19	-1,42	Lirik Atas
-2,04	-1,30	0,53	0,31	0,84	-1,21	Lirik Atas
-1,26	-0,84	0,82	0,51	1,33	-1,21	Lirik Atas
-2,02	-1,26	0,56	0,34	0,90	-1,31	Lirik Atas
-1,12	-0,77	0,83	0,52	1,35	-1,31	Lirik Atas
-2,04	-1,37	0,38	0,24	0,63	-1,37	Lirik Atas
-1,46	-1,03	0,72	0,47	1,19	-1,37	Lirik Atas
-1,97	-1,13	0,56	0,31	0,87	-1,19	Lirik Atas
-1,10	-0,58	0,82	0,47	1,29	-1,19	Lirik Atas
-2,04	-1,43	0,31	0,20	0,51	-1,43	Lirik Atas
-1,68	-1,12	0,69	0,45	1,13	-1,43	Lirik Atas
-2,03	-1,15	0,58	0,35	0,93	-1,37	Lirik Atas
-1,00	-0,59	0,82	0,50	1,32	-1,37	Lirik Atas
-2,04	-1,14	0,34	0,17	0,51	-1,14	Lirik Atas
-1,66	-1,03	0,71	0,39	1,10	-1,14	Lirik Atas

-0,85	-0,64	0,91	0,54	1,45	-1,14	Lirik Atas
-2,00	-1,29	0,46	0,27	0,73	-1,29	Lirik Atas
-1,22	-0,68	0,75	0,44	1,20	-1,29	Lirik Atas
-2,04	-1,23	0,33	0,18	0,50	-1,23	Lirik Atas
-2,03	-1,43	0,41	0,26	0,66	-1,43	Lirik Atas
-2,03	-1,42	0,38	0,25	0,64	-1,42	Lirik Atas
-1,45	-0,99	0,72	0,47	1,19	-1,42	Lirik Atas
-2,04	-1,30	0,53	0,31	0,84	-1,21	Lirik Atas
-1,26	-0,84	0,82	0,51	1,33	-1,21	Lirik Atas
-2,02	-1,26	0,56	0,34	0,90	-1,31	Lirik Atas
-1,12	-0,77	0,83	0,52	1,35	-1,31	Lirik Atas
-2,04	-1,37	0,38	0,24	0,63	-1,37	Lirik Atas
-1,46	-1,03	0,72	0,47	1,19	-1,37	Lirik Atas
-1,97	-1,13	0,56	0,31	0,87	-1,19	Lirik Atas
-1,10	-0,58	0,82	0,47	1,29	-1,19	Lirik Atas
-2,04	-1,43	0,31	0,20	0,51	-1,43	Lirik Atas
-1,68	-1,12	0,69	0,45	1,13	-1,43	Lirik Atas
-2,03	-1,15	0,58	0,35	0,93	-1,37	Lirik Atas
-1,00	-0,59	0,82	0,50	1,32	-1,37	Lirik Atas
-2,04	-1,14	0,34	0,17	0,51	-1,14	Lirik Atas
-1,66	-1,03	0,71	0,39	1,10	-1,14	Lirik Atas
-0,85	-0,64	0,91	0,54	1,45	-1,14	Lirik Atas
-2,00	-1,29	0,46	0,27	0,73	-1,29	Lirik Atas
-1,22	-0,68	0,75	0,44	1,20	-1,29	Lirik Atas
-2,04	-1,23	0,33	0,18	0,50	-1,23	Lirik Atas
-1,71	-1,15	0,70	0,43	1,13	-1,23	Lirik Atas
-0,88	-0,54	0,91	0,57	1,48	-1,23	Lirik Atas
-2,03	-1,43	0,41	0,26	0,66	-1,43	Lirik Atas
-1,19	-0,90	0,71	0,47	1,18	-1,43	Lirik Atas
-2,03	-1,28	0,40	0,23	0,63	-1,28	Lirik Atas
-1,54	-1,11	0,75	0,47	1,23	-1,28	Lirik Atas
-1,76	-1,13	0,68	0,33	1,01	-1,16	Lirik Atas
-1,02	-0,63	0,91	0,48	1,39	-1,16	Lirik Atas
-2,04	-1,22	0,32	0,18	0,50	-1,22	Lirik Atas
-1,70	-1,29	0,70	0,45	1,14	-1,22	Lirik Atas
-1,03	-0,68	0,93	0,62	1,54	-1,22	Lirik Atas
-2,05	-1,11	0,33	0,17	0,50	-1,11	Lirik Atas
-1,70	-1,03	0,70	0,39	1,09	-1,11	Lirik Atas
-0,84	-0,58	0,91	0,53	1,44	-1,11	Lirik Atas
-2,03	-1,25	0,41	0,25	0,66	-1,25	Lirik Atas
-1,13	-0,73	0,69	0,42	1,11	-1,25	Lirik Atas
-2,02	-1,12	0,60	0,33	0,93	-1,29	Lirik Atas
-1,11	-0,70	0,87	0,50	1,37	-1,29	Lirik Atas
-2,04	-1,19	0,34	0,18	0,53	-1,19	Lirik Atas
-1,62	-1,09	0,70	0,41	1,11	-1,19	Lirik Atas

-0,86	-0,63	0,91	0,56	1,47	-1,19	Lirik Atas
-2,03	-1,34	0,51	0,26	0,77	-1,34	Lirik Atas
-1,29	-0,87	0,83	0,46	1,29	-1,34	Lirik Atas
-1,80	-0,99	0,54	0,32	0,86	-1,23	Lirik Atas
-1,12	-0,58	0,80	0,46	1,26	-1,23	Lirik Atas
-1,86	-0,77	0,40	0,22	0,61	-0,77	Lirik Atas
-1,74	-0,66	0,39	0,18	0,57	-0,66	Lirik Atas
-2,11	-1,17	0,37	0,20	0,57	-1,17	Lirik Atas
-2,12	-0,96	0,37	0,17	0,54	-0,96	Lirik Atas
-2,12	-1,07	0,36	0,19	0,54	-1,07	Lirik Atas
-2,04	-0,76	0,73	0,22	0,95	-0,79	Lirik Atas
-2,04	-0,82	0,55	0,15	0,69	-0,82	Lirik Atas
-1,62	-0,89	0,91	0,33	1,24	-0,82	Lirik Atas
-2,04	-0,70	0,73	0,21	0,93	-0,70	Lirik Atas
-1,14	-0,64	1,01	0,35	1,36	-0,70	Lirik Atas
-2,04	-0,68	0,61	0,13	0,74	-0,68	Lirik Atas
-1,49	-1,04	0,96	0,32	1,28	-0,68	Lirik Atas
-0,99	-0,66	0,99	0,13	1,12	-0,66	Lirik Atas
-2,04	-0,78	0,41	0,14	0,55	-0,78	Lirik Atas
-1,99	-0,78	0,81	0,30	1,11	-0,78	Lirik Atas
-2,03	-0,65	0,41	0,13	0,54	-0,65	Lirik Atas
-2,03	-0,90	0,49	0,17	0,66	-0,90	Lirik Atas
-1,97	-0,90	0,81	0,22	1,03	-0,72	Lirik Atas
-2,03	-0,76	0,74	0,23	0,98	-0,79	Lirik Atas
-2,03	-0,77	0,67	0,24	0,92	-0,89	Lirik Atas
-2,03	-0,73	0,75	0,21	0,97	-0,71	Lirik Atas
-1,26	-0,88	0,96	0,23	1,19	-0,82	Lirik Atas
-2,02	-1,30	0,60	0,36	0,96	-1,36	Lirik Atas
-1,37	-0,64	0,93	0,53	1,46	-1,36	Lirik Atas
-2,02	-1,27	0,40	0,21	0,61	-1,27	Lirik Atas
-2,02	-0,86	0,80	0,41	1,22	-1,27	Lirik Atas
-2,02	-0,85	0,68	0,30	0,98	-1,07	Lirik Atas
-2,02	-1,03	0,59	0,31	0,90	-1,21	Lirik Atas
-1,50	-0,54	0,95	0,44	1,38	-1,21	Lirik Atas
-2,03	-1,26	0,33	0,18	0,51	-1,26	Lirik Atas
-2,02	-0,83	0,74	0,38	1,12	-1,26	Lirik Atas
-2,02	-0,97	0,59	0,25	0,85	-0,98	Lirik Atas
-2,00	-1,20	0,37	0,21	0,58	-1,20	Lirik Atas
-2,02	-1,07	0,46	0,20	0,66	-1,07	Lirik Atas
-1,80	-0,99	0,54	0,32	0,86	-1,23	Lirik Atas
-2,00	-1,08	0,46	0,21	0,67	-1,08	Lirik Atas
-1,13	-0,67	0,74	0,37	1,11	-1,08	Lirik Atas
-2,01	-0,97	0,32	0,15	0,46	-0,97	Lirik Atas
-2,00	-1,10	0,57	0,28	0,84	-1,00	Lirik Atas
-1,23	-0,78	0,87	0,46	1,33	-1,00	Lirik Atas

-2,00	-0,98	0,40	0,19	0,58	-0,98	Lirik Atas
-1,59	-0,60	0,75	0,33	1,07	-0,98	Lirik Atas
-2,00	-1,07	0,36	0,18	0,54	-1,07	Lirik Atas
-1,75	-0,82	0,74	0,36	1,10	-1,07	Lirik Atas
-1,69	-0,91	0,67	0,30	0,97	-1,05	Lirik Atas
-0,64	-0,51	0,85	0,42	1,27	-1,05	Lirik Atas
-2,00	-0,93	0,46	0,19	0,65	-0,93	Lirik Atas
-1,25	-0,54	0,75	0,32	1,07	-0,93	Lirik Atas
-2,00	-0,97	0,47	0,19	0,66	-0,97	Lirik Atas
-1,60	-0,89	0,71	0,26	0,97	-0,87	Lirik Atas
-2,00	-0,92	0,54	0,27	0,81	-1,09	Lirik Atas
-1,30	-0,64	0,85	0,41	1,25	-1,09	Lirik Atas
-2,00	-0,92	0,54	0,24	0,78	-0,94	Lirik Atas
-1,19	-0,64	0,82	0,39	1,21	-0,94	Lirik Atas
-2,00	-0,92	0,47	0,18	0,65	-0,92	Lirik Atas
-1,35	-0,61	0,80	0,31	1,11	-0,92	Lirik Atas
-2,00	-1,00	0,46	0,19	0,65	-1,00	Lirik Atas
-1,46	-0,66	0,79	0,35	1,14	-1,00	Lirik Atas
-2,00	-1,14	0,40	0,21	0,61	-1,14	Lirik Atas
-1,46	-0,82	0,75	0,40	1,15	-1,14	Lirik Atas
-2,00	-1,01	0,51	0,21	0,72	-1,01	Lirik Atas
-1,27	-0,53	0,82	0,34	1,16	-1,01	Lirik Atas
-2,00	-1,22	0,31	0,18	0,49	-1,22	Lirik Atas
-1,73	-0,90	0,68	0,38	1,06	-1,22	Lirik Atas
-2,00	-1,02	0,56	0,30	0,86	-1,17	Lirik Atas
-2,00	-1,11	0,51	0,28	0,79	-1,17	Lirik Atas
-1,38	-0,52	0,84	0,42	1,26	-1,17	Lirik Atas
-2,00	-1,50	0,32	0,21	0,53	-1,50	Lirik Atas
-1,83	-0,84	0,70	0,42	1,13	-1,50	Lirik Atas
-2,00	-1,31	0,34	0,20	0,54	-1,31	Lirik Atas
-1,75	-0,74	0,71	0,39	1,10	-1,31	Lirik Atas
-2,00	-1,27	0,38	0,21	0,59	-1,27	Lirik Atas
-1,54	-0,56	0,74	0,35	1,09	-1,27	Lirik Atas
-2,00	-1,20	0,37	0,21	0,58	-1,20	Lirik Atas
-1,77	-0,71	0,74	0,39	1,13	-1,20	Lirik Atas
-2,00	-1,05	0,37	0,18	0,55	-1,05	Lirik Atas
-1,57	-0,60	0,72	0,32	1,05	-1,05	Lirik Atas
-2,00	-0,67	0,50	0,12	0,62	-0,67	Lirik Atas
-1,38	-0,52	0,82	0,23	1,06	-0,67	Lirik Atas
-2,00	-0,81	0,48	0,15	0,63	-0,81	Lirik Atas
-1,99	-0,92	0,60	0,30	0,89	-1,10	Lirik Atas
-2,00	-1,00	0,52	0,28	0,80	-1,18	Lirik Atas
-1,99	-0,81	0,56	0,22	0,78	-0,87	Lirik Atas
-2,18	-1,05	0,40	0,19	0,59	-1,05	Lirik Atas
-2,15	-0,81	0,61	0,25	0,87	-0,96	Lirik Atas

-2,13	-1,09	0,43	0,22	0,64	-1,09	Lirik Atas
-2,02	-0,84	0,71	0,27	0,98	-0,93	Lirik Atas
-2,11	-1,15	0,40	0,19	0,59	-1,15	Lirik Atas
-2,00	-0,75	0,81	0,36	1,17	-1,15	Lirik Atas
-2,10	-0,74	0,52	0,15	0,68	-0,74	Lirik Atas
-2,09	-1,06	0,63	0,30	0,93	-1,11	Lirik Atas
-2,08	-0,72	0,68	0,26	0,95	-0,96	Lirik Atas
-2,07	-0,88	0,51	0,18	0,69	-0,88	Lirik Atas
-2,06	-0,86	0,70	0,28	0,98	-0,99	Lirik Atas
-2,06	-0,83	0,59	0,25	0,84	-1,03	Lirik Atas
-2,06	-0,60	0,41	0,12	0,54	-0,60	Lirik Atas
-1,35	-0,70	0,92	0,13	1,05	-0,70	Lirik Atas
-2,05	-0,96	0,68	0,24	0,93	-0,79	Lirik Atas
-0,71	-1,11	0,90	0,47	1,37	-0,79	Lirik Atas
-2,05	-1,23	0,41	0,22	0,63	-1,23	Lirik Atas
-1,87	-0,73	0,80	0,40	1,20	-1,23	Lirik Atas
-2,05	-0,91	0,41	0,17	0,58	-0,91	Lirik Atas
-2,04	-0,72	0,67	0,27	0,93	-0,99	Lirik Atas
-2,04	-0,96	0,41	0,19	0,60	-0,96	Lirik Atas
-1,46	-0,75	0,76	0,35	1,11	-0,96	Lirik Atas
-2,04	-0,87	0,55	0,18	0,73	-0,87	Lirik Atas
-1,19	-0,88	0,86	0,36	1,22	-0,87	Lirik Atas
-2,03	-1,02	0,58	0,29	0,87	-1,13	Lirik Atas
-1,22	-0,59	0,87	0,43	1,30	-1,13	Lirik Atas
-2,04	-1,24	0,39	0,21	0,59	-1,24	Lirik Atas

## Lampiran E Program Pengoperasian Peralatan Elektronik

```
#include <WiFi.h>
#include <WebServer.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
const char* ssid = "Tugas Akhir";
const char* password = "123";
WebServer server(80);
const int ledPin1 = 5; // Pin untuk LED pertama
const int ledPin2 = 18; // Pin untuk LED kedua
const int ledPin3 = 19;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(ledPin1, OUTPUT);
  pinMode(ledPin2, OUTPUT);
  pinMode(ledPin3, OUTPUT);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
```

```

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Connecting...");
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(1000);
  Serial.println("Connecting to WiFi...");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Connecting...");
}
Serial.println("Connected to WiFi");
Serial.println(WiFi.localIP());
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("IP: ");
String ipAddress = WiFi.localIP().toString();
displayIPOnTwoLines(ipAddress);
server.on("/on1", HTTP_GET, [](){
  digitalWrite(ledPin1, HIGH); // Nyalakan LED pertama
  Serial.println("LED1 is ON");
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("  Sukses");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("  LED1 is ON"); // Tampilkan di LCD
  server.send(200, "text/plain", "LED1 is ON");
});
server.on("/off1", HTTP_GET, [](){
  digitalWrite(ledPin1, LOW); // Matikan LED pertama
  Serial.println("LED1 is OFF");
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("  Sukses");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("  LED1 is OFF"); // Tampilkan di LCD
  server.send(200, "text/plain", " LED1 is OFF");
});
server.on("/on2", HTTP_GET, [](){
  digitalWrite(ledPin2, HIGH); // Nyalakan LED kedua
  Serial.println("LED2 is ON");
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("  Sukses");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("  LED2 is ON"); // Tampilkan di LCD
  server.send(200, "text/plain", " LED2 is ON");
});

```

```

});
server.on("/off2", HTTP_GET, [](){
    digitalWrite(ledPin2, LOW); // Matikan LED kedua
    Serial.println("LED2 is OFF");
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("  Sukses");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("  LED2 is OFF"); // Tampilkan di LCD
    server.send(200, "text/plain", "  LED2 is OFF");
});
server.on("/on3", HTTP_GET, [](){
    digitalWrite(ledPin3, HIGH); // Nyalakan LED kedua
    Serial.println("LED3 is ON");
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("  Sukses");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("  LED3 is ON"); // Tampilkan di LCD
    server.send(200, "text/plain", "  LED3 is ON");
});
server.on("/off3", HTTP_GET, [](){
    digitalWrite(ledPin3, LOW); // Matikan LED kedua
    Serial.println("LED3 is OFF");
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("  Sukses");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("  LED3 is OFF"); // Tampilkan di LCD
    server.send(200, "text/plain", "  LED3 is OFF");
});
server.begin();
}
void loop() {
    server.handleClient();
}
void displayIPOnTwoLines(String ip) {
    lcd.setCursor(4, 0);
    lcd.print(ip.substring(0, 12));
    if (ip.length() > 12) {
        lcd.setCursor(0, 1); // Baris kedua, mulai dari kolom 0
        lcd.print(ip.substring(12)); // Sisa IP ditampilkan
    }
}
}

```

## Lampiran F Program Navigasi *Virtual Keyboard*

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using NationalInstruments.DAQmx; // Tambahkan ini untuk menggunakan NI-
DAQmx
using System.Diagnostics; // Untuk timer interval 1 detik
using ExcelDataReader;
using System.IO;
using System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting;
using System.Reflection.Emit;
namespace ImplementasiKNNPOL
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        private List<DataPoint> dataPoints;
        private NationalInstruments.DAQmx.Task myTask;
        private AnalogMultiChannelReader reader;
        private Timer timer;
        private Stopwatch movementTimer;
        private const double thresholdMin = -0.4;
        private const double thresholdMax = 0.5;
        private double[] lastData = new double[2];
        private double luasCH0 = 0;
        private double luasCH1 = 0;
        private double deltaT = 0.01; // Interval waktu 10 milidetik
        private double TotalLuas = 0;
        private double peakamplitudoch0min = double.MaxValue;
        private double peakamplitudoch0max = double.MinValue;
        private double peakamplitudoch1min = double.MaxValue;
        private double peakamplitudoch1max = double.MinValue;
        private int thresholdpas = 0;
        private double thirdPeakAmplitudoCH1 = 0;
        private int countBelowThresholdCH1 = 0;
        public Form1()
    }
}
```

```

{
    InitializeComponent();
    ConfigureChart();
    dataPoints = new List<DataPoint>();
}
private DataTable ReadExcelFile(string filePath)
{
    Encoding.RegisterProvider(CodePagesEncodingProvider.Instance);
    using (var stream = File.Open(filePath, FileMode.Open, FileAccess.Read))
    {
        using (var reader = ExcelReaderFactory.CreateReader(stream))
        {
            var result = reader.AsDataSet(new ExcelDataSetConfiguration()
            {
                ConfigureDataTable = (_) => new ExcelDataTableConfiguration()
                {
                    UseHeaderRow = true
                }
            });
            return result.Tables[0];
        }
    }
}
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
    InitializeDAQ();
    InitializeTimer();
    movementTimer = new Stopwatch();
    string filePath = @" "; // Sesuaikan dengan lokasi file Excel Anda
    DataTable excelTable = ReadExcelFile(filePath);
    foreach (DataRow row in excelTable.Rows)
    {
        double[] features = new double[]
        {
            Convert.ToDouble(row["amplitudocho"]),
            Convert.ToDouble(row["amplitudoch1"]),
            Convert.ToDouble(row["peakamplitudoch0min"]),
            Convert.ToDouble(row["thirdPeakAmplitudoCH1"])
        };
        int label = Convert.ToInt32(row["label"]);
        dataPoints.Add(new DataPoint(features, label));
    }
}

```

```

    }
}
private int KNN(double[] newPoint, int k)
{
    var distances = dataPoints.Select(dp => new
    {
        Point = dp,
        Distance = EuclideanDistance(dp.Features, newPoint)
    })
    .OrderBy(d => d.Distance)
    .Take(k)
    .ToList();
    var labelCount = distances.GroupBy(d => d.Point.Label)
        .OrderByDescending(g => g.Count())
        .First().Key;
    return labelCount;
}
private double EuclideanDistance(double[] point1, double[] point2)
{
    double sum = 0;
    for (int i = 0; i < point1.Length; i++)
    {
        sum += Math.Pow(point1[i] - point2[i], 2);
    }
    return Math.Sqrt(sum);
}
public class DataPoint
{
    public double[] Features { get; }
    public int Label { get; }
    public DataPoint(double[] features, int label)
    {
        Features = features;
        Label = label;
    }
}
private void InitializeDAQ()
{
    try
    {
        myTask = new NationalInstruments.DAQmx.Task();
    }
}

```

```

myTask.AIChannels.CreateVoltageChannel("Dev2/ai0", "",
    AITerminalConfiguration.Rse, -10.0, 10.0, AIVoltageUnits.Volts);
myTask.AIChannels.CreateVoltageChannel("Dev2/ai1", "",
    AITerminalConfiguration.Rse, -10.0, 10.0, AIVoltageUnits.Volts);
reader = new AnalogMultiChannelReader(myTask.Stream);
myTask.Start();
}
catch (DaqException ex)
{
    MessageBox.Show(ex.Message);
    myTask?.Dispose();
}
}
private void InitializeTimer()
{
    timer = new Timer();
    timer.Interval = 50; // Tetap membaca setiap 10 milidetik
    timer.Tick += Timer_Tick;
    timer.Start(); // Mulai timer
}
private void Timer_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    ReadDAQData(); // Panggil method untuk membaca data pada setiap tick
timer (setiap 10 milidetik)
}
private void ConfigureChart()
{
    chart1.ChartAreas[0].AxisY.Minimum = -5; // Batas bawah
    chart1.ChartAreas[0].AxisY.Maximum = 5; // Batas atas
    chart1.ChartAreas[0].AxisY.Interval = 1;
    chart1.ChartAreas[0].AxisY.MajorGrid.LineDashStyle
System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.ChartDashStyle.Dash;
}
private void ReadDAQData()
{
    try
    {
        if (myTask != null)
        {
            double[] data = reader.ReadSingleSample(); // Membaca data dari dua
channel

```

```

string displayText = $"CH0: {data[0]:F2} V, CH1: {data[1]:F2} V";
chart1.Series["CH0"].Points.AddY(data[0]);
chart1.Series["CH1"].Points.AddY(data[1]);

if (chart1.Series["CH0"].Points.Count > 100)
{
    chart1.Series["CH0"].Points.RemoveAt(0);
    chart1.Series["CH1"].Points.RemoveAt(0);
}
if (data[0] < thresholdMin || data[0] > thresholdMax)
{
    luasCH0 += Math.Abs(data[0]) * deltaT;
    if (data[0] < peakamplitudoch0min) peakamplitudoch0min =
data[0];
    if (data[0] > peakamplitudoch0max) peakamplitudoch0max =
data[0];
}
else
{
    luasCH0 = 0;
    peakamplitudoch0min = 0;
    peakamplitudoch0max = 0;
}
if (data[1] < thresholdMin || data[1] > thresholdMax)
{
    luasCH1 += Math.Abs(data[1]) * deltaT;
    countBelowThresholdCH1++;
    if (countBelowThresholdCH1 == 2)
    {
        thirdPeakAmplitudoCH1 = data[1]; // Ambil nilai ke-3 langsung
    }
}
else
{
    luasCH1 = 0;
    peakamplitudoch1min = 0;
    peakamplitudoch1max = 0;
    countBelowThresholdCH1 = 0; // Reset counter
    thirdPeakAmplitudoCH1 = 0; // Reset third peak
}
TotalLuas = luasCH0 + luasCH1;

```

```

        NavigateBasedOnSignal(data[0], data[1]);
    }
}
catch (DaqException ex)
{
    MessageBox.Show(ex.Message);
}
}
private bool messageDisplayed = false;
private void NavigateBasedOnSignal(double ch0, double ch1)
{
    if (movementTimer.IsRunning && movementTimer.ElapsedMilliseconds
< 1000)
    {
        return;
    }
    if (ch0 < thresholdMin && ch1 < thresholdMin) // Lirik Atas atau Kedip
(CH0 dan CH1 negatif)
    {
        thresholdpas++;
        if (thresholdpas == 2)
        {
            double[] features = new double[] { ch0, ch1, peakamplitudoCH0min,
thirdPeakAmplitudoCH1 };
            int label = KNN(features, 3); // Gunakan k = 3 sebagai contoh
            if (label == 2) // Jika hasil KNN adalah kedipan
            {
                listBox1.Items.Add("Kedip");
                messageDisplayed = true;
                movementTimer.Restart();
                thresholdpas = 0;
            }
            else if (label == 1) // Jika hasil KNN adalah lirik atas
            {
                listBox1.Items.Add("Lirik Atas");
                messageDisplayed = true;
                movementTimer.Restart();
                thresholdpas = 0;
            }
        }
    }
}
}
}

```

```

else if (ch0 < thresholdMin && ch1 > thresholdMax) // Lirik Kiri (CH0
negatif, CH1 positif)
{
    if (!messageDisplayed)
    {
        listBox1.Items.Add("Lirik Kiri");
        messageDisplayed = true;
        movementTimer.Restart(); // Restart stopwatch
    }
}
else if (ch0 > thresholdMax && ch1 < thresholdMin) // Lirik Kanan (CH0
positif, CH1 negatif)
{
    if (!messageDisplayed)
    {
        listBox1.Items.Add("Lirik Kanan");
        messageDisplayed = true;
        movementTimer.Restart();
    }
}
else if (ch0 > thresholdMax && ch1 > thresholdMax) // Lirik Kanan (CH0
positif, CH1 negatif)
{
    if (!messageDisplayed)
    {
        listBox1.Items.Add("Lirik Bawah");
        messageDisplayed = true;
        movementTimer.Restart();
    }
}
if (movementTimer.ElapsedMilliseconds >= 1000)
{
    messageDisplayed = false; // Reset flag setelah 1 detik
}
}
}
}

```