

LAPORAN PENELITIAN



**PENGOLAHAN DATA DARI PEMANFAATAN PERANGKAT *VIRTUAL REALITY*
UNTUK ISYARAT TANGAN**

TIM PENELITIAN

Ketua : Teja Endra Eng Tju, S.T., M.Kom. (190046)

Anggota : Jeremy Jonathan, S.Kom., M.Kom. (170086)

**FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS BUDI LUHUR**

Februari 2024

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN**

Judul Penelitian : Pengolahan Data dari Pemanfaatan Perangkat Virtual Reality untuk Isyarat Tangan

Bidang Penelitian : ICT

Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Teja Endra Eng Tju, S.T., M.Kom.
- b. NIP/NIDN/ID-SINTA : 190046/0407127201/6713276
- c. Jabatan Fungsional : Lektor
- d. Program Studi : Sistem Informasi
- e. Nomor HP : +628998909707
- f. Alamat e-mail : teja.endraengtju@budiluhur.ac.id

Anggota Peneliti

- a. Nama Lengkap : Jeremy Jonathan, S.Kom., M.Kom.
- b. NIP/NIDN/ID-SINTA : 170086/0312069205/6693652

Mahasiswa (1)

- a. Nama Lengkap : Muhammad Umar Shalih
- b. NIM : 2011501091

Mahasiswa (2)

- a. Nama Lengkap : Fakhrel Raihan Hermawan
- b. NIM : 2052500044

Lama Penelitian : 6 bulan

Biaya Penelitian

- a. Sumber Universitas Budi Luhur : Rp. 13.300.000,00
- b. Sumber lain (sebutkan jika ada) : Rp. -

Jakarta, 12 Februari 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Informasi

Ketua Pelaksana



(Dr. Achmad Solichin, S.Kom., M.T.I.)
NIP 050023

(Teja Endra Eng Tju, S.T., M.Kom.)
NIP 190046

Menyetujui,
Direktur Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat



(Dr. Ir. Prudensius Maring, M.A.)
NIP 190043

No. Registrasi	:	0	0	1	0	1	LPJ	0	2	2	4
Tanggal	:	1	6	0	2	2	4	Paraf	[Signature]		

RINGKASAN

Perkembangan teknologi *Virtual Reality* (VR) mengubah interaksi manusia dengan dunia digital, relevan dalam berbagai aspek, termasuk pendidikan, kedokteran, dan penelitian. Pemanfaatan data VR memiliki potensi besar dalam berbagai aplikasi serius. Penelitian ini mengeksplorasi strategi optimal dalam pengumpulan data isyarat tangan dari perangkat VR Meta Quest 2, serta penerapan teknik *machine learning* untuk mengklasifikasikan isyarat tangan dengan akurasi tinggi, berkontribusi pada pengembangan aplikasi VR yang lebih efisien. **Urgensi** penelitian ini menjadi dasar untuk penelitian lanjutan dalam pengembangan perangkat VR atau *wearable gadget* yang dapat berfungsi sebagai bahasa isyarat, dengan tujuan menciptakan perangkat dan aplikasi sistem cerdas yang mampu mengonversi bahasa isyarat menjadi ucapan. **Tujuan** penelitian ini untuk menginvestigasi dan mengevaluasi kemampuan perangkat Meta Quest 2 dalam mengumpulkan data primer isyarat tangan, serta menerapkan teknik *machine learning* untuk mengklasifikasikan *dataset* isyarat tangan tersebut, sehingga hasil penelitian dapat digunakan untuk menyimpulkan kemampuan perangkat tersebut dalam mengenali dan menginterpretasikan isyarat tangan. **Hasil** pengumpulan data isyarat tangan sebanyak 1000 data, dari sepuluh isyarat tangan berbeda, dikumpulkan menggunakan aplikasi sederhana di Unity Editor. Setiap data mencakup 14 parameter dari kedua tangan, untuk menjaga keselarasan dengan headset dan mencegah gerakan tangan memengaruhi rotasi tubuh, mencerminkan arah wajah pengguna secara akurat. Pengolahan data melibatkan teknik padding untuk menstandarkan panjang data yang bervariasi karena periode perekaman yang berbeda. Pengembangan Algoritma Interpretasi menggunakan RNN yang disesuaikan dengan karakteristik data. Metrik evaluasi melibatkan Akurasi, Akurasi Validasi, Kerugian, Kerugian Validasi, dan Matriks Kebingungan. Selama 15 epoch, akurasi validasi stabil pada 0.9951, menunjukkan kinerja yang konsisten pada data yang tidak terlihat. Implikasi dari penelitian ini menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam pengembangan perangkat VR atau *gadget wearable* lainnya yang dapat berfungsi sebagai penerjemah bahasa isyarat.

Kata Kunci: Realitas_virtual; pembelajaran_mesin; data_isyarat_tangan; *padding*.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, petunjuk, dan karunia-Nya yang telah melimpah pada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini. Prakata ini dituliskan sebagai ungkapan terima kasih dan refleksi singkat mengenai perjalanan penelitian yang telah dilakukan.

Penelitian ini merupakan bagian dari upaya penulis untuk menjelajahi potensi pengembangan teknologi Virtual Reality (VR) dalam pengenalan dan interpretasi isyarat tangan. Pemanfaatan perangkat VR, khususnya Meta Quest 2, sebagai alat pengumpulan data isyarat tangan memberikan dimensi baru pada penelitian ini.

Penulis ingin menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam kelancaran penelitian ini. Terima kasih khususnya kepada Universitas Budi Luhur, rekan penelitian, dan semua pihak yang telah memberikan dukungan baik secara moril maupun materiil.

Proses penelitian ini tidak lepas dari berbagai tantangan dan hambatan yang dihadapi. Namun, dengan semangat pantang menyerah dan kerjasama tim yang baik, segala hambatan dapat diatasi dan penelitian ini dapat diselesaikan dengan hasil yang memuaskan.

Melalui penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan kontribusi kecil pada pengembangan teknologi VR, khususnya dalam aplikasi pengenalan isyarat tangan. Semoga hasil penelitian ini dapat menjadi landasan bagi penelitian-penelitian berikutnya dalam memanfaatkan potensi teknologi VR untuk keperluan yang lebih luas.

Terakhir, penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada semua pihak yang telah ikut serta dalam perjalanan penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi pembaca serta menjadi pijakan untuk pengembangan pengetahuan dan teknologi di masa depan.

Jakarta, 12 Februari 2024

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Rumusan Permasalahan	1
1.2. Pendekatan Pemecahan Masalah.....	1
1.3. State of The Art dan Kebaruan.....	2
1.4. Peta Jalan (<i>Road Map</i>) Penelitian	2
BAB 2. METODE.....	4
BAB 3. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN.....	7
BAB 4. KESIMPULAN DAN SARAN	15
DAFTAR PUSTAKA	16
LAMPIRAN.....	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Jalan Penelitian.....	3
Gambar 2. Tahapan penelitian	4
Gambar 3. Perangkat Meta Quest 2	4
Gambar 4. Gerakan Isyarat Tangan [37], [38], [39], [40].....	5
Gambar 5. Perekaman Data	5
Gambar 6. Contoh Data Isyarat Tangan	6
Gambar 7. Kode untuk Penyesuaian <i>Headset</i> dalam <i>Unity Editor</i>	7
Gambar 8. Sampel data <i>Non Padded</i> dari Sepuluh Isyarat Tangan.....	9
Gambar 9. Sampel data <i>Padded</i> dari Sepuluh Isyarat Tangan.....	11
Gambar 10. Lapisan dan Koneksi Model RNN	12
Gambar 11. Progres Akurasi Model RNN	13
Gambar 12. Progres <i>Loss</i> Model RNN	13
Gambar 13. <i>Confusion Matrix</i> Kinerja Model Klasifikasi.....	14

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Realisasi Penggunaan Anggaran	20
Lampiran 2. Biodata Ketua dan Anggota Tim Peneliti.....	21
Lampiran 3. Surat Perjanjian Kontrak Penelitian	25
Lampiran 4. Catatan Harian.....	28
Lampiran 5. Artikel Ilmiah (draft/submitted/reviewed/accepted/published).....	29
Lampiran 6. HKI.....	30

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Rumusan Permasalahan

Perkembangan teknologi *Virtual Reality* (VR) telah mendobrak konsep interaksi manusia dengan dunia digital [1]. VR telah menunjukkan relevansinya yang semakin luas, meresap ke berbagai aspek kehidupan, termasuk penelitian dalam bidang pendidikan, pelatihan, kedokteran, hiburan, seni, dan berbagai aplikasi lainnya [2], [3].

Sejalan dengan percepatan kemajuan teknologi VR, muncul potensi besar dalam memanfaatkan data yang dihasilkan oleh perangkat VR. Data ini mencakup beragam informasi, mulai dari pola perilaku dan pergerakan pengguna dalam lingkungan virtual, preferensi individu, respon fisiologis, hingga berbagai aspek penting lainnya yang memberikan wawasan yang sangat berharga. Penting untuk diakui bahwa pemanfaatan data yang dihasilkan dalam konteks VR tidak sekadar terbatas pada penggunaan hiburan atau permainan semata. VR juga telah menunjukkan manfaatnya dalam aplikasi serius, seperti pengembangan pelatihan pekerjaan yang lebih realistis, terapi medis yang inovatif, simulasi lingkungan untuk mendukung pengambilan keputusan yang penting, dan dukungan bagi penelitian ilmiah di berbagai bidang ilmu.

Oleh karena itu, penelitian yang memfokuskan pada strategi optimal untuk memanfaatkan data yang dihasilkan dalam lingkungan VR menjadi semakin mendesak dan relevan. Ini membuka peluang untuk memperdalam pemahaman tentang potensi aplikasi VR serta berkontribusi pada pengembangan teknologi yang lebih canggih dan bermanfaat dalam berbagai sektor kehidupan. Dalam penelitian ini ditunjukkan bagaimana pengumpulan data penggunaan perangkat VR dalam konteks isyarat tangan, serta bagaimana penggunaan teknik *machine learning* untuk mengklasifikasikan isyarat tangan yang dihasilkan dari perangkat VR dapat menghasilkan akurasi yang tinggi sehingga berkontribusi pada pengembangan berbagai aplikasi yang lebih efisien.

1.2. Pendekatan Pemecahan Masalah

Dalam penelitian dilakukan pengumpulan data primer dengan menggunakan perangkat VR Meta Quest 2 [4]. Perangkat ini dilengkapi sensor tangan yang memiliki presisi tinggi untuk mengukur gerakan tangan dengan akurasi yang baik [5], [6]. Dengan menyesuaikan kemampuan perangkat, dipilih sepuluh isyarat tangan berupa gerakan yang umum digunakan yaitu "*Hello*", "*Bye*", "*Thanks*", "*Sorry*", "*Me*", "*You*", "*Good*", "*Help*", "*Bad*", "*Tired*". Sesuai fitur perangkat VR, pada setiap gerakan tangan dilakukan perekaman data yang terdiri dari 14 parameter masukan untuk setiap tangan yang terdiri dari *Trigger Touch*, *Trigger Pressed*, *Grip Pressed*, *Thumb Touch*, *Position (X, Y, Z)*, *Velocity (X, Y, Z)*, *Quaternion (W, X, Y, Z)* [7]. Setiap data isyarat tangan berupa 28 grafik hasil rekaman dari total 28 parameter masukan yaitu dari tangan kanan dan kiri.

Pengolahan data dari perangkat VR ini melibatkan pengembangan model *machine learning* yang mampu memahami data isyarat tangan dan mengklasifikasikannya dengan akurasi tinggi. Penerapan teknik *machine learning* dalam pengklasifikasian digunakan jaringan *deep learning*, *Convolutional Neural Networks* (CNN) atau *Recurrent Neural Networks* (RNN).

1.3. State of The Art dan Kebaruan

Penelitian aplikasi penggunaan teknologi VR Meta Quest 2 di berbagai bidang telah mencapai kemajuan yang mengesankan. Di sektor pendidikan dan kebudayaan, VR telah diteliti sebagai alat bantu belajar yang sangat penting selama masa pandemi, dengan pendekatan pendidikan yang semakin interaktif dan efektif [8]. Hasil penelitian VR juga telah memungkinkan simulasi kerusakan bendungan [9], materi pelestarian benda bersejarah [10], promosi budaya dan turis [11], bahkan pelestarian musik gamelan [12]. Dalam pembelajaran kedokteran gigi, VR telah menjadi alat pelatihan yang inovatif [13], [14]. Di bidang kesehatan dan keperawatan, VR digunakan untuk mengurangi sakit paska operasi [15], pelatihan penderita sklerosis [16], [17], dan bahkan sebagai alat bantu untuk robot bedah [18]. VR juga memberikan manfaat pada kesejahteraan tenaga medis dengan memberikan relaksasi di masa pandemi [19]. Penggunaan hasil penelitian VR juga meluas ke bidang pelatihan kesehatan mental [20], evaluasi daya ingat [21], terapi vertigo [22], pemantauan rehabilitasi pundak [23], pemeriksaan gangguan syaraf [24], pemeriksaan pergerakan leher [25].

Di sisi lain, penelitian VR masuk ke bidang industri dalam pengembangan untuk robot interaktif [26]. Di bidang hiburan, VR memainkan peran penting dalam pengembangan permainan dan pengalaman di Metaverse [27]. Penelitian dalam bidang komunikasi, VR digunakan untuk konferensi video [28]. Bahkan di bidang arsitektur, VR digunakan untuk pemetaan dan visualisasi ruangan, mendukung perancangan proyek-proyek arsitektur [29],

Selain itu, Meta Quest 2, salah satu perangkat VR terkemuka, mendapat perhatian untuk dilakukan penelitian dan pengembangan lebih jauh. Upaya telah dilakukan untuk mengukur presisi *controller* [6] dan akurasi pergerakan tangan [30], evaluasi *tracking* mata [31], penambahan fitur haptik [32], [33], pembuatan aplikasi 3D Avatar [34].

Kebaruan dalam penelitian ini, sebagai bentuk penelitian pemanfaatan perangkat Meta Quest 2, yang digunakan untuk mengumpulkan data primer isyarat tangan, selanjutnya diklasifikasi dengan *Machine Learning* sehingga dapat disimpulkan kemampuan perangkat tersebut untuk isyarat tangan. **Urgensi** dalam penelitian ini sebagai dasar penelitian-penelitian selanjutnya untuk pengembangan perangkat VR atau *wearable gadget* lainnya yang bisa digunakan sebagai bahasa isyarat sehingga memungkinkan terciptanya suatu perangkat dan aplikasi sistem cerdas yang mengubah bahasa isyarat menjadi ucapan.

1.4. Peta Jalan (*Road Map*) Penelitian

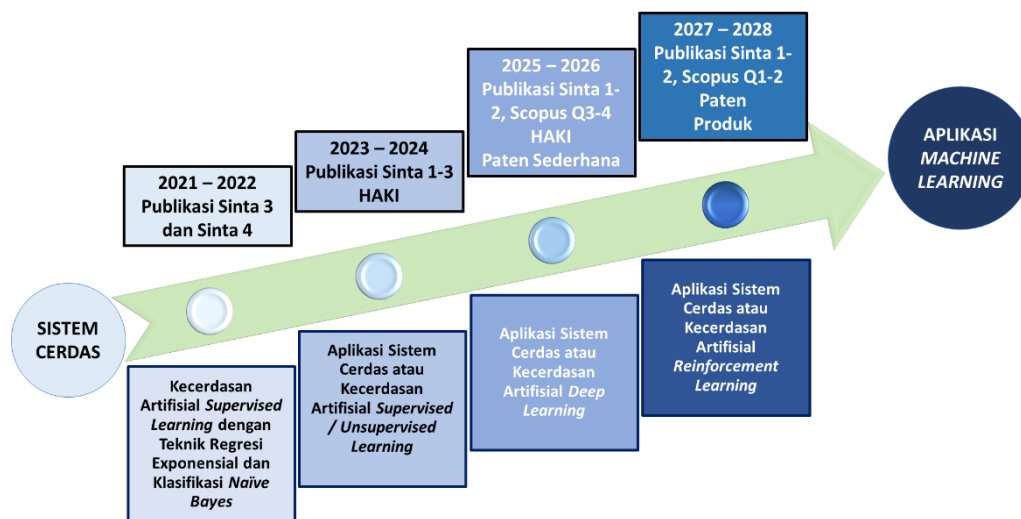
Beberapa penelitian telah dilakukan mulai tahun 2021 dan berikut ini adalah peta jalan penelitian hingga lima tahun ke depan (2028), seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

2021-2022 – Kecerdasan Artifisial Supervised Learning dengan teknik Regresi Eksponensial (publikasi pada jurnal Sinta 4) [35] dan dengan teknik Klasifikasi Naïve Bayes (publikasi pada jurnal terindeks Sinta 3) [36].

2023-2024 – (Rencana) Aplikasi Sistem Cerdas atau Kecerdasan Artifisial Supervised / Unsupervised Learning dengan hasil luaran publikasi pada jurnal Sinta 1, 2, atau 3.

2025-2026 – (Rencana) Aplikasi Sistem Cerdas atau Kecerdasan Artifisial Deep Learning dengan hasil luaran publikasi pada jurnal Sinta 1, 2, atau Scopus Q3, Q4.

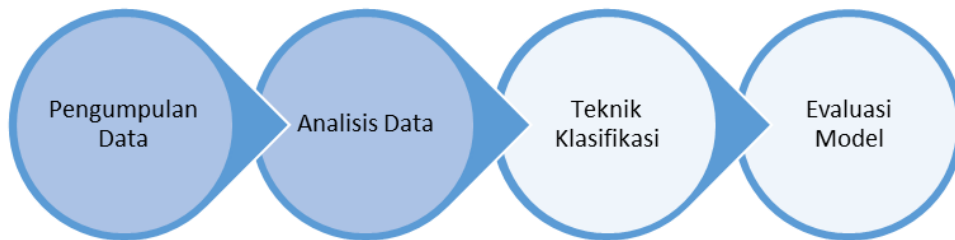
2027-2028– (Rencana) Aplikasi Sistem Cerdas atau Kecerdasan Artifisial Reinforcement Learning dengan hasil luaran publikasi pada jurnal Sinta 1, 2, atau Scopus Q1, Q2.



Gambar 1. Peta Jalan Penelitian

BAB 2. METODE

Untuk mencapai tujuan penelitian, diterapkan metode yang tercakup ke dalam tahapan pengumpulan data, analisis data, teknik klasifikasi, dan evaluasi model, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Sampai saat ini sebagian data dan analisis data telah dilakukan, yang akan dilengkapi setelah proposal disetujui dan dilanjutkan dengan teknik klasifikasi dan evaluasi model.



Gambar 2. Tahapan penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan perangkat VR Meta Quest 2 yang ditunjukkan pada Gambar 3. Perangkat terdiri dari VR *Headset* dan *Touch Controller* yang dipegang di kedua tangan pengguna [4], [5].



Gambar 3. Perangkat Meta Quest 2

Gerakan 10 macam isyarat tangan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4, dilakukan dengan perangkat VR sebanyak total minimal 1000 data.



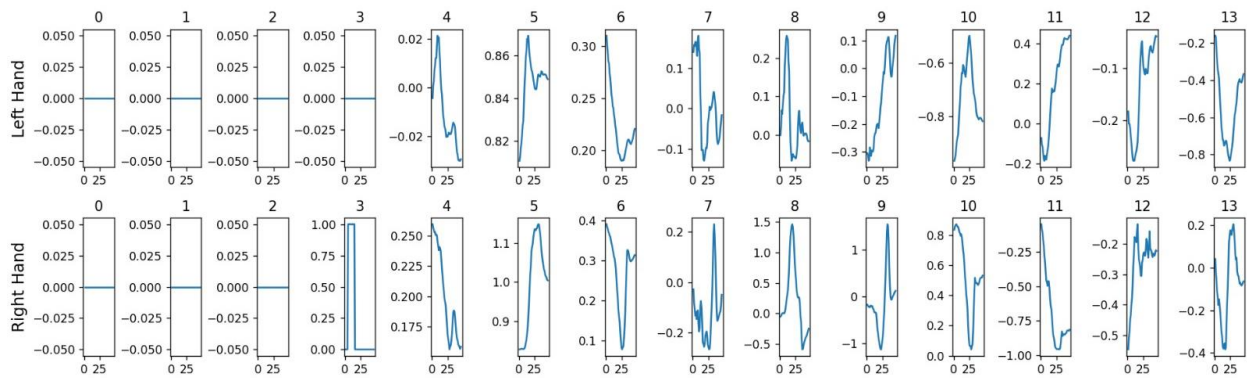
Gambar 4. Gerakan Isyarat Tangan [37], [38], [39], [40]

Perekaman data dilakukan dengan aplikasi sederhana yang dibangun dengan Unity Editor [41], seperti disajikan pada Gambar 5. Tampak 28 parameter masukan (tangan kiri dan kanan) yang berubah-ubah pada saat dilakukan gerakan isyarat tangan.



Gambar 5. Perekaman Data

Analisis data dilakukan pada hasil perekaman data yang berupa grafik seperti contoh pada Gambar 6. Setiap data terdiri dari 14 parameter dari tangan kiri dan 14 parameter lagi dari tangan kanan dengan parameter *Trigger Touch*, *Trigger Pressed*, *Grip Pressed*, *Thumb Touch*, *Position (X, Y, Z)*, *Velocity (X, Y, Z)*, *Quaternion (W, X, Y, Z)*.



Gambar 6. Contoh Data Isyarat Tangan

Dalam memproses data, dipastikan bahwa data yang terkumpul bersifat relatif terhadap headset. Pemadanan ini bertujuan untuk mencegah gerakan tangan memengaruhi rotasi tubuh, dengan jelas mencerminkan arah wajah pengguna tanpa menyebabkan interferensi. Proses ini melibatkan modifikasi lokasi titik pusat dan rotasi global berdasarkan orientasi headset. Pada saat pengambilan data setiap jenis isyarat tangan sebanyak 100 kali, memungkinkan terjadinya panjang data yang berbeda-beda (periode waktu perekaman) untuk itu diperlukan penyeragaman dengan metode *padding* [42], [43]. Jika diperlukan dilakukan *preprocessing* untuk membersihkan data dan menghilangkan noise atau gangguan yang mungkin muncul selama pengumpulan data, mencakup *filtering* dan normalisasi data.

Teknik klasifikasi adalah model atau teknik *machine learning* yang sesuai untuk klasifikasi isyarat tangan. Teknik klasifikasi *Recurrent Neural Networks* (RNN) [44], [45] dipilih berdasarkan karakteristik data dan tujuan penelitian. *Layer-layer* yang digunakan melibatkan *Masking Layer*, *Long Short-Term Memory* (LSTM) Layer, *Dropout Layer* untuk Regularisasi, *Batch Normalization Layer*, dan *Dense Layer*.

Evaluasi model dilakukan menggunakan berbagai metrik seperti Akurasi, Akurasi Validasi, *Loss*, *Loss Validasi*, dan *Confusion Matrix*. Fase pelatihan melibatkan 80% (800 data) dari *dataset* isyarat tangan, menyisakan 20% (200 data) untuk validasi. Peran set validasi sangat penting dalam menilai kinerja model pada sampel yang tidak terlihat, memastikan efektivitasnya di luar data pelatihan.

Dengan mengikuti tahapan ini, penelitian akan dapat mengumpulkan data isyarat tangan dari perangkat VR, menganalisis data, memilih teknik klasifikasi yang sesuai, dan mengevaluasi model untuk mengembangkan perangkat VR yang dapat mengakomodasi isyarat tangan dengan akurasi tinggi. Luaran yang dihasilkan berupa publikasi pada jurnal terakreditasi Sinta 2 dan sertifikat HAKI untuk dataset atau aplikasi perekaman data.

BAB 3. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN

Pengumpulan dan analisis data dilakukan dengan pemrosesan awal data memastikan penyesuaian dengan headset untuk representasi gerakan tangan yang akurat tanpa memengaruhi rotasi tubuh. Penyesuaian terhadap titik pusat dan rotasi global berdasarkan orientasi headset dilakukan, dibantu oleh pengkodean tambahan yang ditunjukkan dalam Gambar 7 pada aplikasi *Unity Editor* yang digunakan untuk perekaman data.

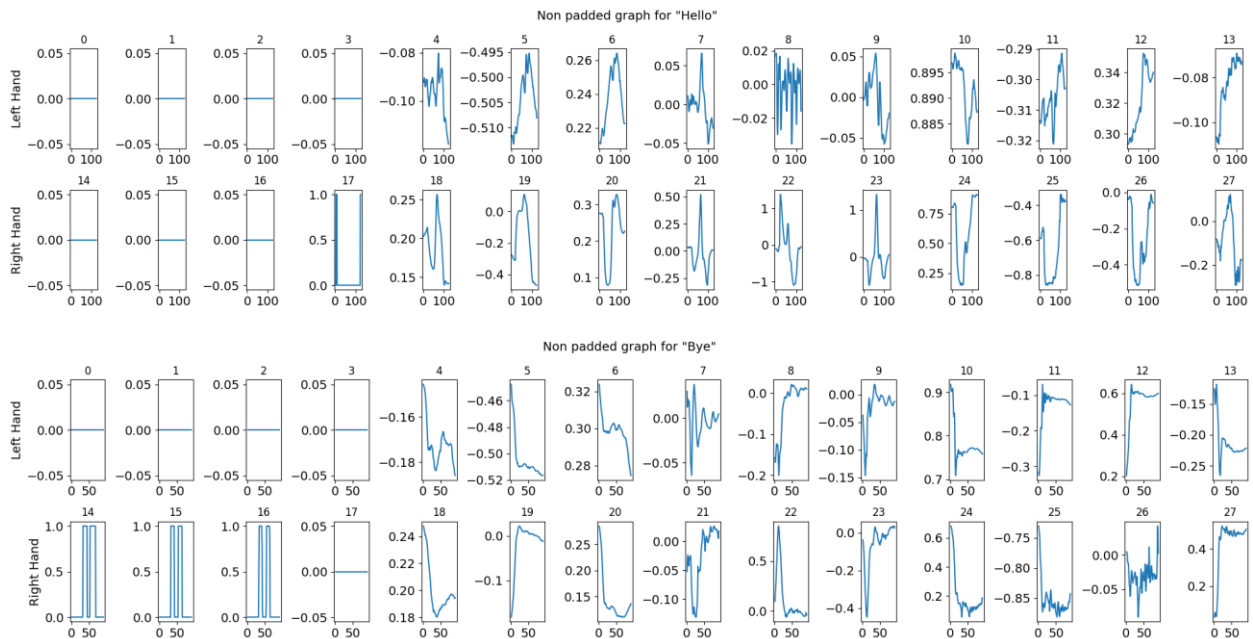
```
// Transform controller data relative to headset
Vector3 transformedLeftPosition = headsetRotation * (leftPosition - headsetPosition);
Vector3 transformedRightPosition = headsetRotation * (rightPosition - headsetPosition);

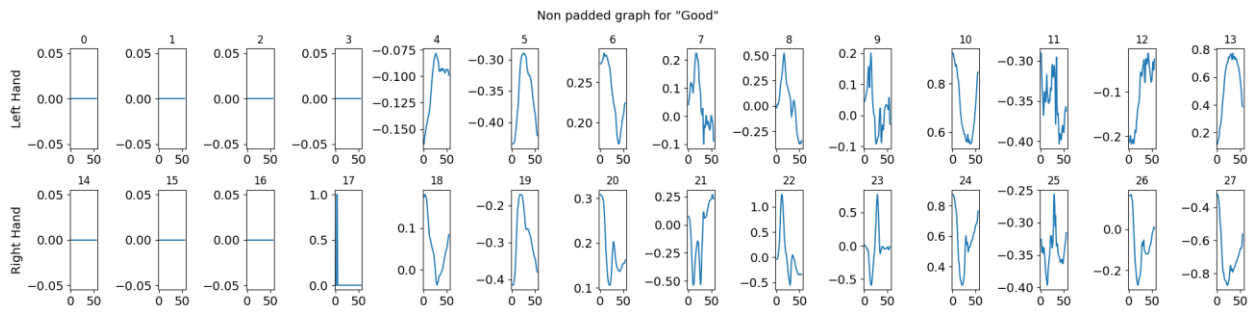
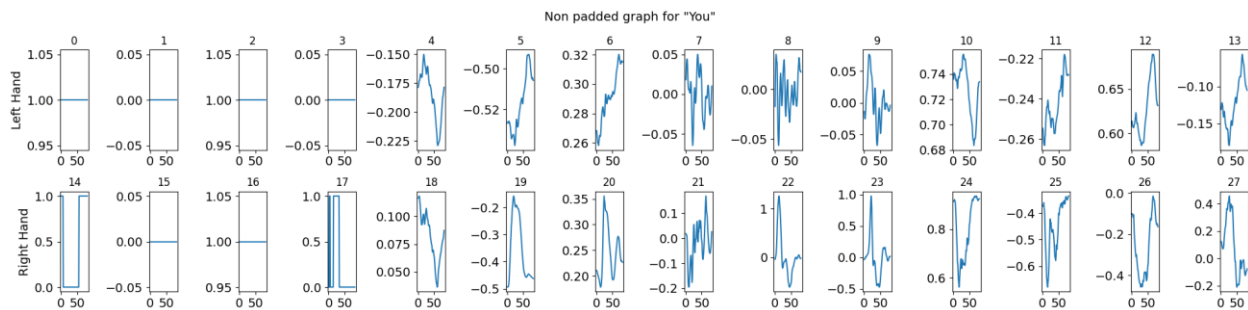
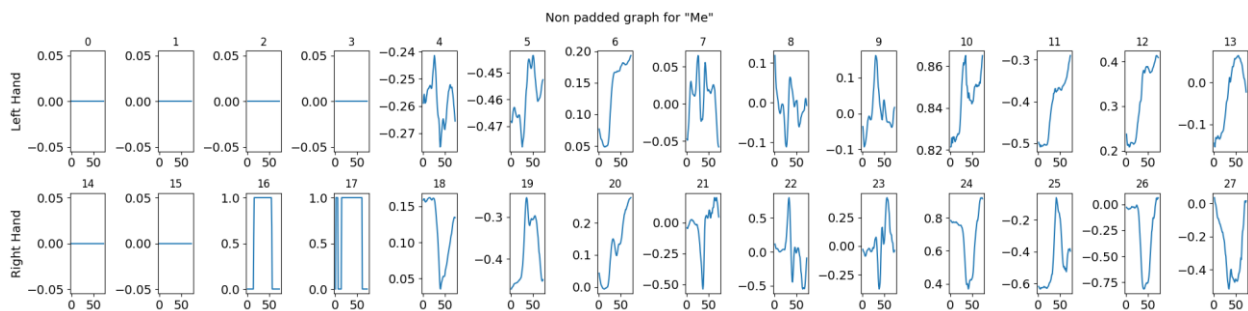
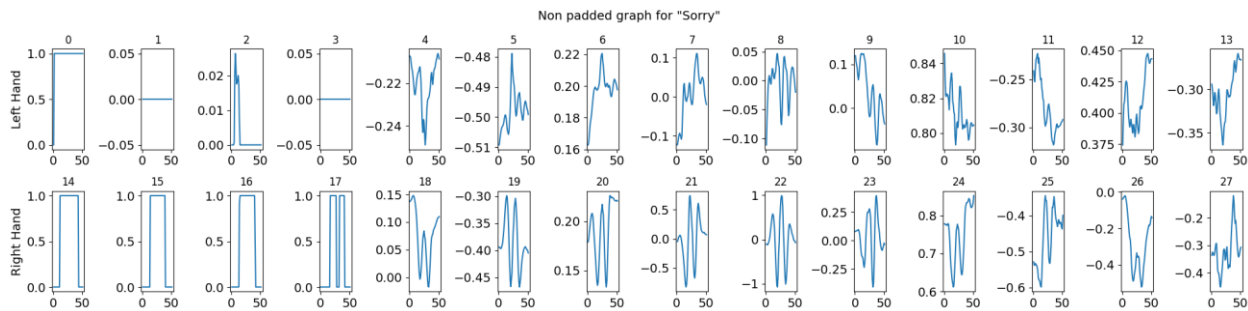
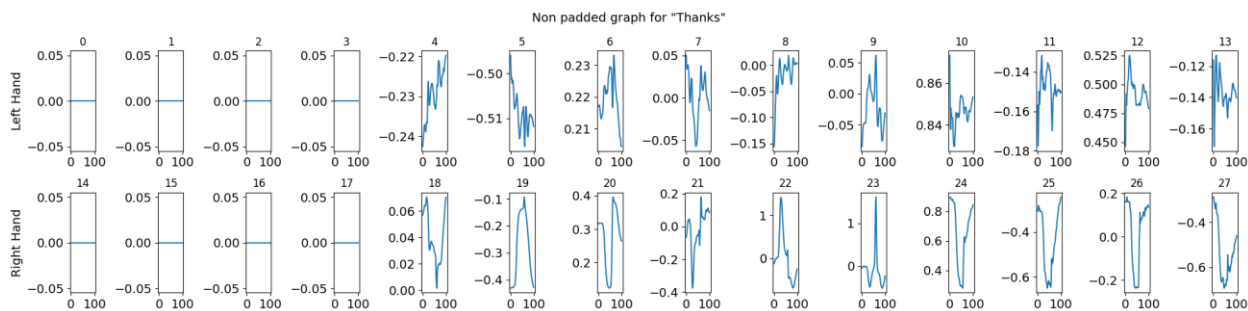
Quaternion transformedLeftRotation = Quaternion.Inverse(headsetRotation) * leftQuaternion;
Quaternion transformedRightRotation = Quaternion.Inverse(headsetRotation) * rightQuaternion;

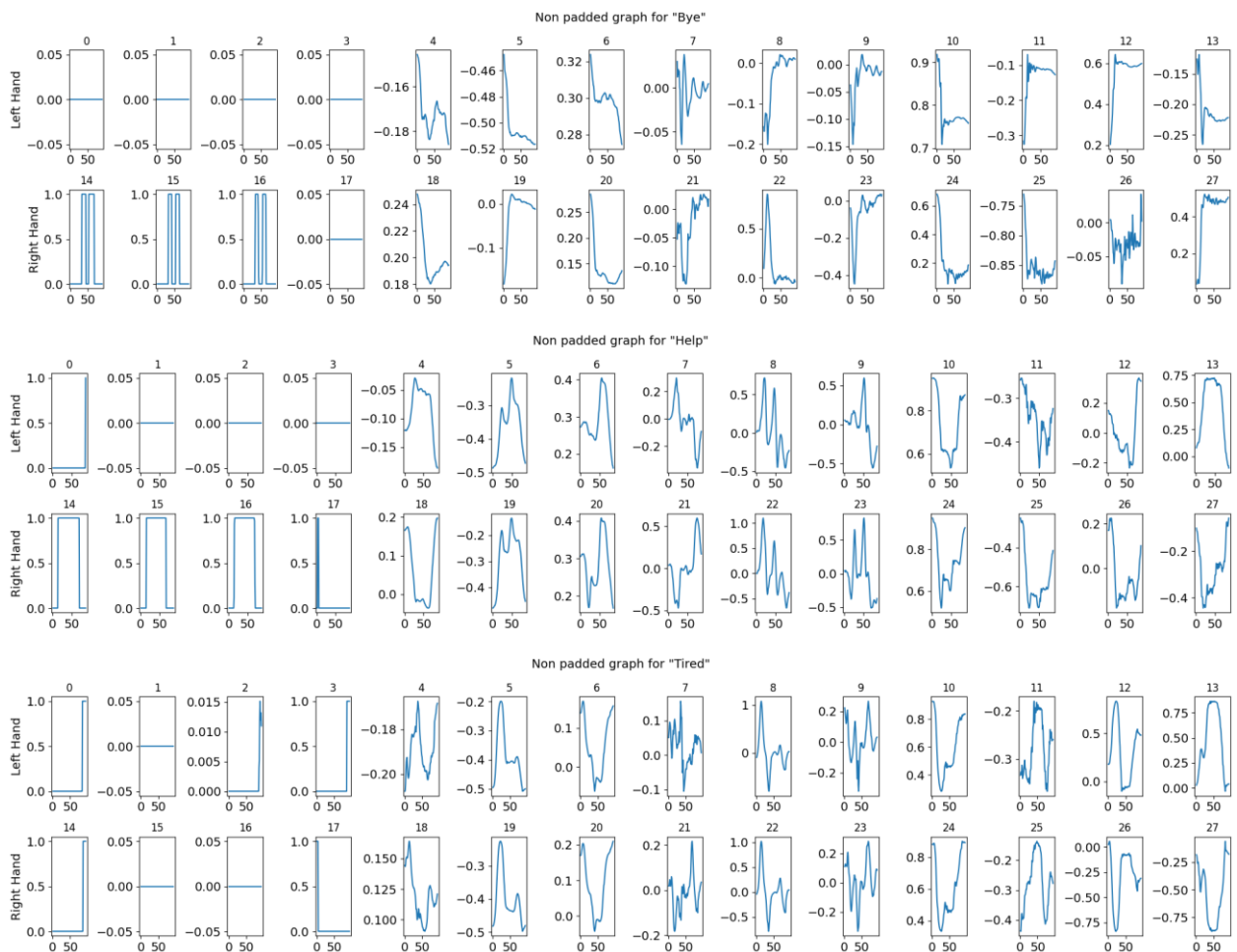
Vector3 transformedLeftVelocity = leftVelocity - headsetVelocity;
Vector3 transformedRightVelocity = rightVelocity - headsetVelocity;
```

Gambar 7. Kode untuk Penyesuaian *Headset* dalam *Unity Editor*

Proses pengumpulan data sebanyak total 1000 data dari sepuluh isyarat tangan yang berbeda. Gambar 8 menggambarkan sampel dari dataset ini, menunjukkan 28 parameter dalam setiap titik data, termasuk 14 dari tangan kiri dan kanan masing-masing.

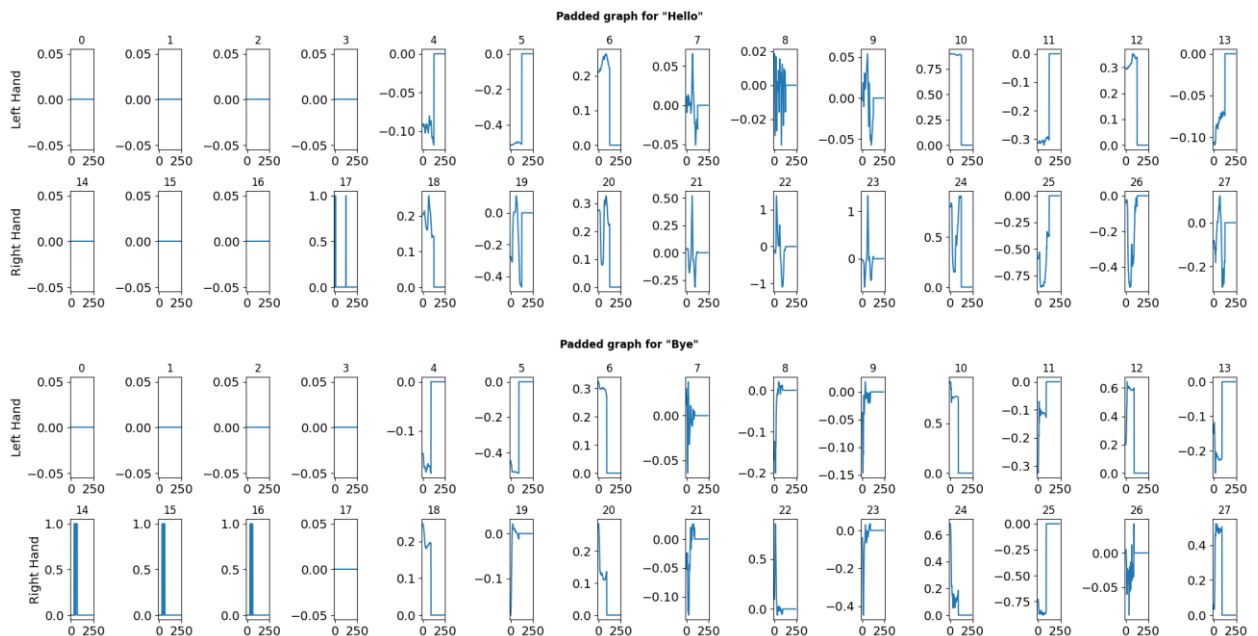


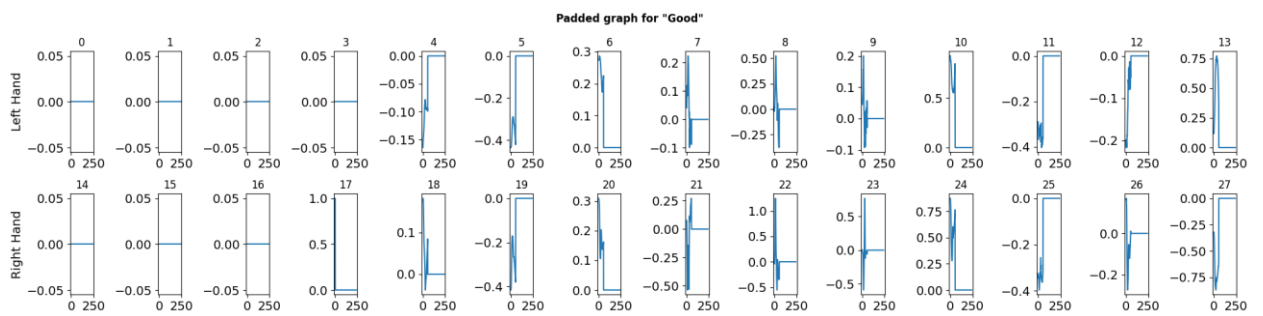
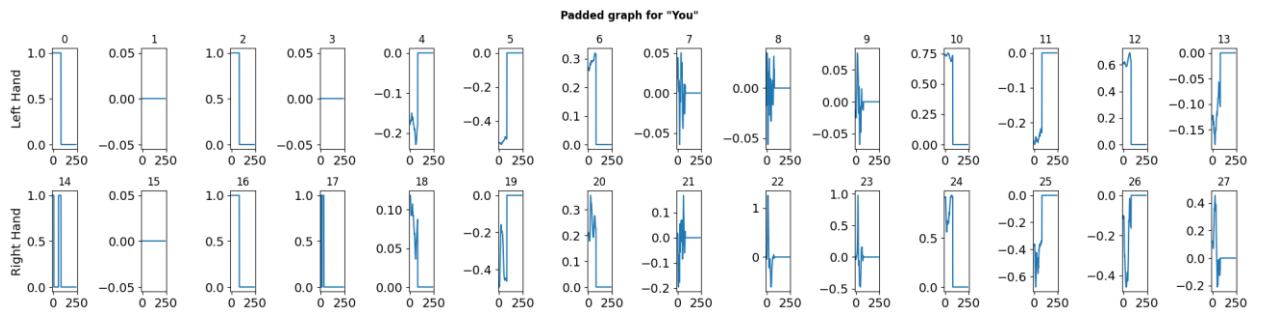
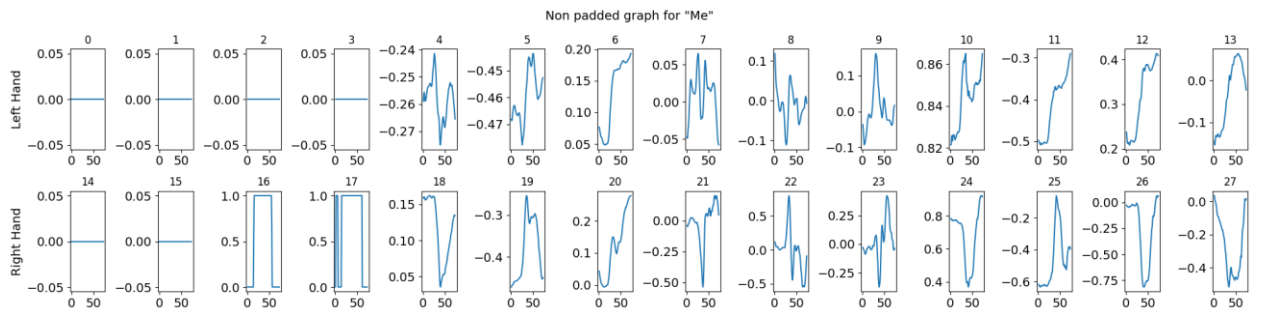
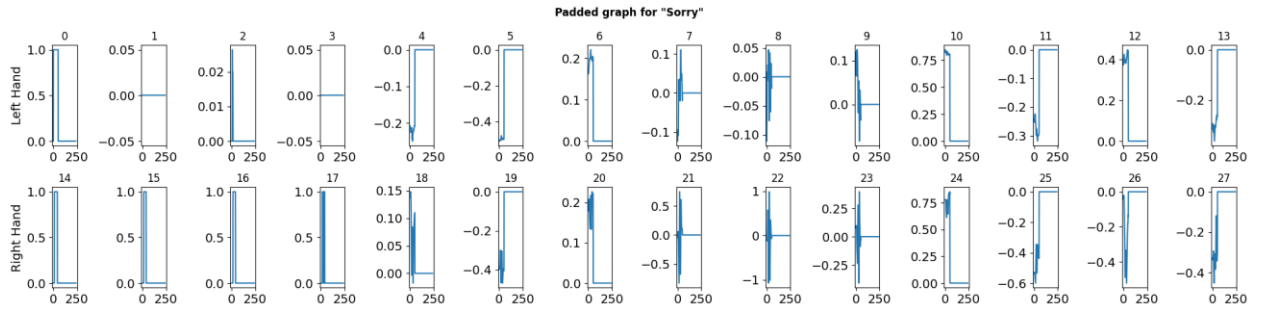
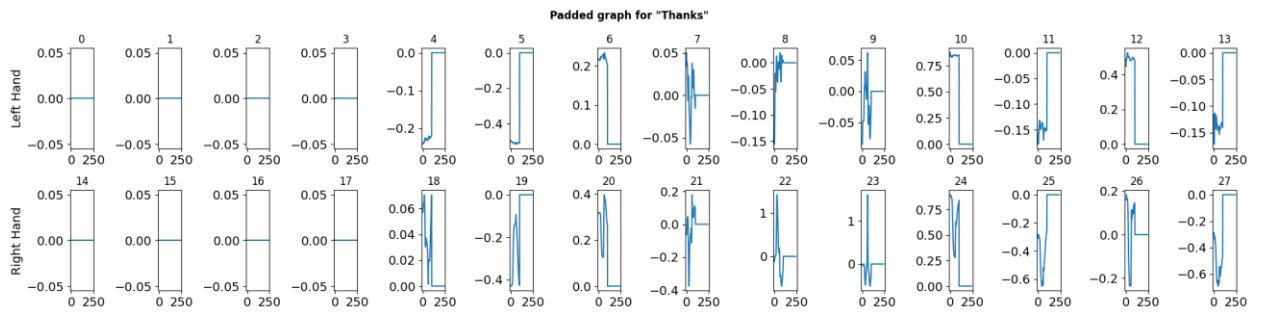


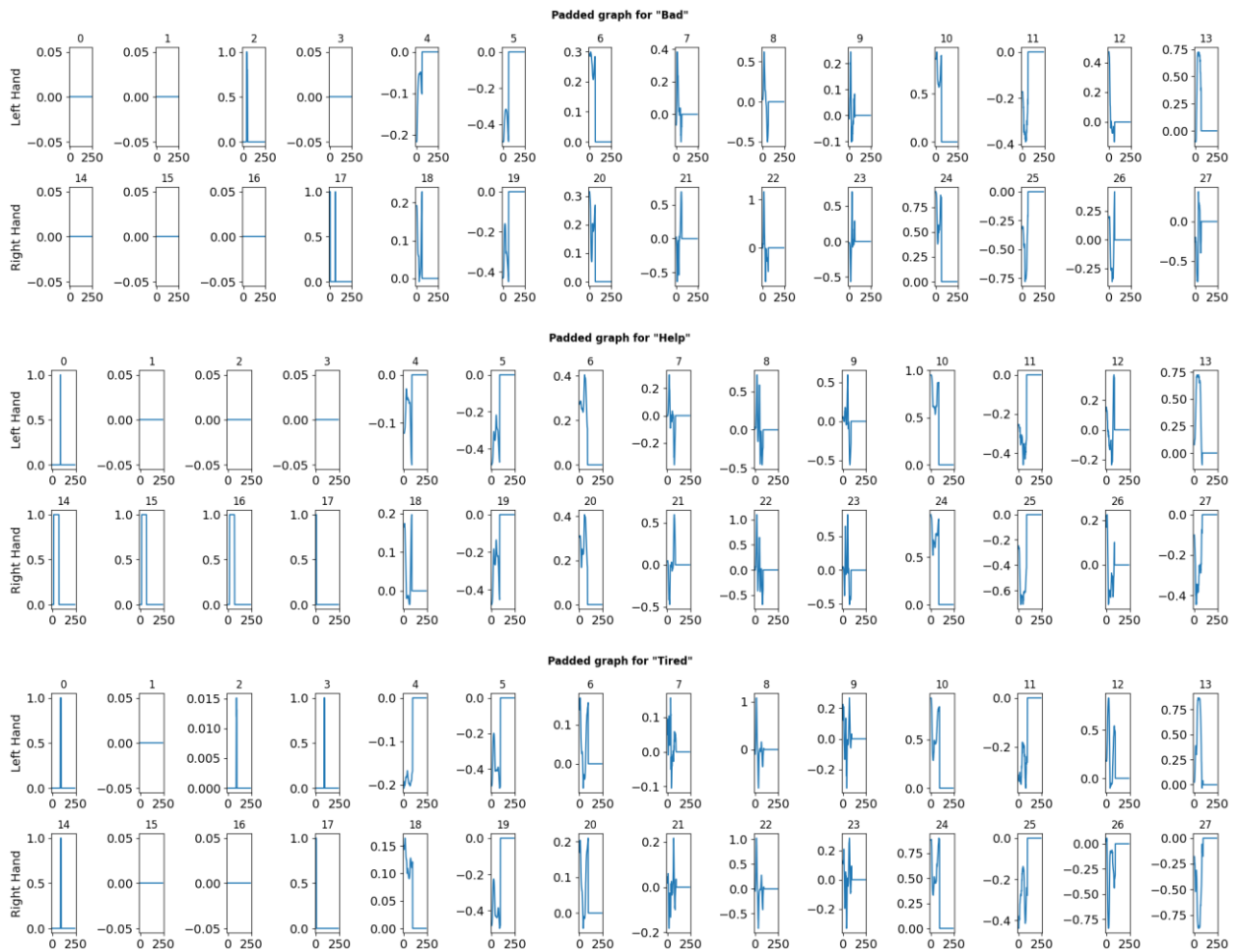


Gambar 8. Sampel data *Non Padded* dari Sepuluh Isyarat Tangan

Pemrosesan data melibatkan pembuatan grafik dan representasi visual yang menggambarkan data isyarat tangan yang telah diproses. Terutama, selama pengumpulan setiap isyarat tangan, direkam sebanyak 100 kali, panjang data yang bervariasi muncul karena periode perekaman yang berbeda-beda. Untuk menstandarisasi variasi ini, teknik padding diterapkan, seperti yang digambarkan dalam Gambar 9.



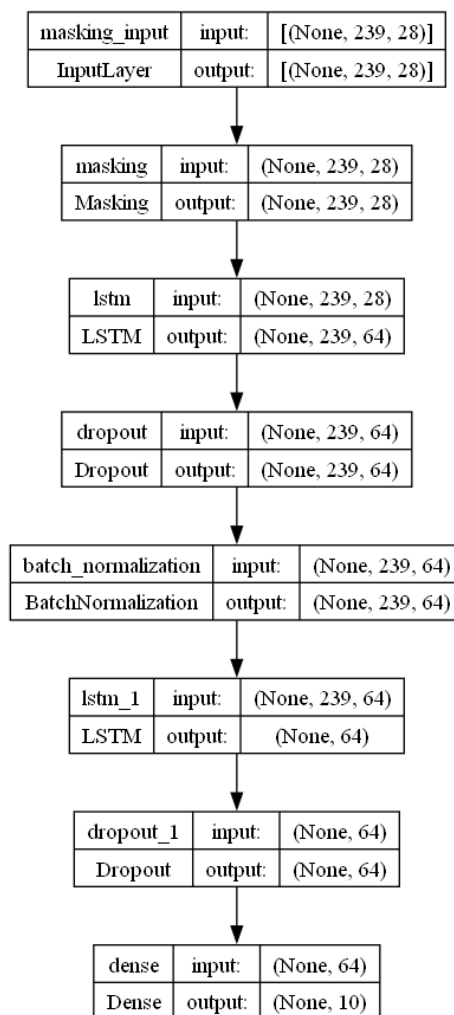




Gambar 9. Sampel data *Padded* dari Sepuluh Isyarat Tangan

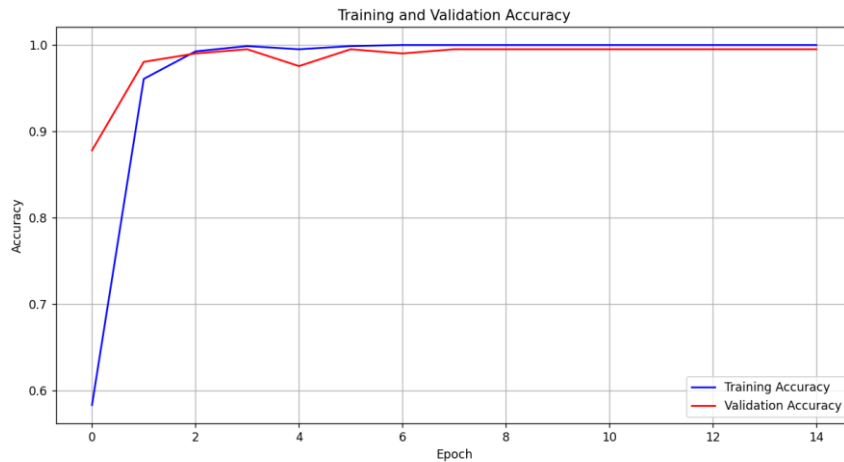
Teknik klasifikasi dengan model RNN untuk melatih *dataset* terstruktur dengan beberapa komponen esensial. Dimulai dengan lapisan *Masking*, yang terampil dalam menangani urutan berbagai panjang, menggunakan nilai *masker* yang ditentukan sebesar 0 dan bentuk input yang ditunjukkan sebagai $(\text{maxlen}, 28)$, di mana "maxlen" menunjukkan panjang urutan maksimum, dan 28 melambangkan dimensionalitas input. Selanjutnya, model mengintegrasikan dua lapisan LSTM, masing-masing terdiri dari 64 unit. Terutama, lapisan LSTM pertama dikonfigurasi untuk mengembalikan urutan, memungkinkannya menghasilkan output untuk setiap langkah waktu input, sedangkan lapisan LSTM berikutnya mengkonsolidasikan informasi temporal tanpa mengembalikan urutan. Untuk mencegah *overfitting*, dua lapisan *Dropout* diikutsertakan, masing-masing beroperasi dengan tingkat dropout sebesar 20%, sehingga secara acak menetapkan sebagian unit input menjadi 0 selama pelatihan. Penggunaan *Batch Normalization* berfungsi untuk menormalkan aktivasi lapisan sebelumnya dalam setiap *batch*, sehingga berkontribusi pada stabilitas dan kecepatan proses pelatihan model. Akhirnya, model diakhiri dengan lapisan *Dense* yang menggunakan fungsi aktivasi *softmax*, menghasilkan distribusi probabilitas kelas untuk tugas klasifikasi multi-kelas, dengan jumlah unit dalam lapisan ini sesuai dengan kelas-kelas dalam label *encoder*. Model dikompilasi menggunakan pengoptimal Adam dengan tingkat pembelajaran diatur pada 0,001, bertujuan untuk meminimalkan kerugian entropi silang kategorikal dan memonitor akurasi sebagai metrik evaluasi. Arsitektur komprehensif ini sengaja dirancang untuk efektif memproses data sekuensial, memanfaatkan unit LSTM untuk menangkap dependensi temporal sambil mengintegrasikan teknik regularisasi seperti dropout dan normalisasi batch untuk meningkatkan generalisasi dan mengurangi *overfitting*. Arsitektur model dan komponennya

diilustrasikan dalam Gambar 10, menggambarkan lapisan-lapisan terperinci dan hubungan antar lapisan.



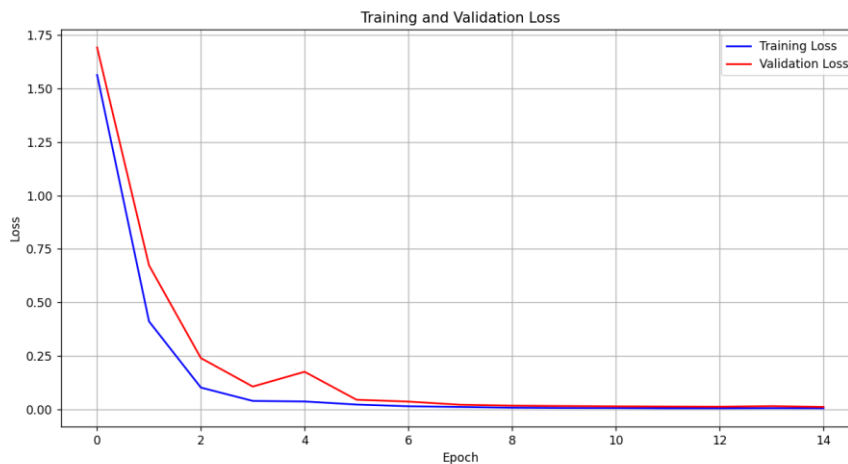
Gambar 10. Lapisan dan Koneksi Model RNN

Sepanjang proses pelatihan, model RNN mengalami 15 epoch, mengungkap wawasan substansial tentang kinerjanya. Data akurasi menunjukkan perkembangan, dimulai dari 0.5833 dan secara stabil mencapai nilai sempurna 1.0000 pada *epoch* ke-7, mempertahankan akurasi tinggi ini hingga akhir pelatihan. Representasi grafis tren akurasi selama *epoch* ditampilkan pada Gambar 11, memperlihatkan perbaikan berkelanjutan model selama periode pelatihan. Secara bersamaan, akurasi validasi dimulai dari 0.8780, stabil secara mengesankan pada 0.9951 pada epoch ke-8, menunjukkan kinerja model yang konsisten pada data yang tidak terlihat.



Gambar 11. Progres Akurasi Model RNN

Metrik *loss model* menunjukkan tren yang sama, dimulai dari 1.5642, kerugian tersebut terus menurun, mencapai titik rendah yang mengesankan sebesar 0.0046 pada akhir pelatihan. Representasi visual dari tren kehilangan selama beberapa epoch disajikan dalam Gambar 12. Representasi grafis ini menawarkan visualisasi yang jelas tentang dinamika pembelajaran model dan kemampuannya untuk meminimalkan kehilangan sambil memaksimalkan akurasi selama *epoch* berturut-turut, menunjukkan kekokohan dalam mempelajari pola dalam data.



Gambar 12. Progres *Loss* Model RNN

Evaluasi model dengan *Confusion Matrix*, yang terdapat dalam Gambar 13, menunjukkan metrik evaluasi yang sangat menjanjikan untuk model klasifikasi. Dengan skor akurasi sebesar 0.9951, model ini menampilkan nilai *presisi*, *recall*, dan F1 yang luar biasa di berbagai kelas. Presisi berkisar antara 0.9500 hingga 1.0000, menandakan ketepatan model dalam mengidentifikasi sampel positif, sementara *recall* secara konsisten berkisar antara 0.9231 hingga 1.0000, menunjukkan kehandalan model dalam menangkap sampel positif. Skor F1, yang mewakili rata-rata harmonik presisi dan recall, mencapai rentang yang mengesankan antara 0.9600 hingga 1.0000, menunjukkan kinerja seimbang dan efektif dari model dalam menjaga presisi dan recall di berbagai kelas.

	precision	recall	f1-score	support
bad	0.95000	1.00000	0.97436	19
bye	1.00000	0.92308	0.96000	13
good	1.00000	1.00000	1.00000	23
hello	1.00000	1.00000	1.00000	22
help	1.00000	1.00000	1.00000	22
me	1.00000	1.00000	1.00000	18
sorry	1.00000	1.00000	1.00000	20
thanks	1.00000	1.00000	1.00000	22
tired	1.00000	1.00000	1.00000	17
you	1.00000	1.00000	1.00000	29
accuracy			0.99512	205

Gambar 13. *Confusion Matrix* Kinerja Model Klasifikasi

Temuan dari penelitian ini menunjukkan model klasifikasi yang kuat dan sangat akurat dalam menginterpretasikan isyarat tangan. Hasil ini memiliki implikasi signifikan untuk aplikasi dunia nyata, terutama dalam sistem yang melibatkan pengenalan isyarat tangan, antarmuka realitas virtual, atau interaksi manusia-dengan-komputer. Akurasi yang luar biasa, keandalan dalam mengidentifikasi isyarat tertentu, dan kekokohan dalam menangkap ketergantungan temporal menjadikannya aset berharga dalam berbagai domain yang membutuhkan interpretasi isyarat tangan yang akurat.

BAB 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil menggali potensi pemanfaatan perangkat *Virtual Reality* (VR), khususnya Meta Quest 2, dalam pengumpulan dan interpretasi data isyarat tangan. Penggunaan algoritma machine learning, terutama *Recurrent Neural Networks* (RNN), membuktikan tingkat akurasi yang tinggi dalam mengklasifikasikan isyarat tangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat Meta Quest 2 mampu mengenali dan menginterpretasikan isyarat tangan dengan baik. Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan aplikasi VR yang efisien, terutama dalam konteks interpretasi isyarat tangan. Proses pengolahan data yang melibatkan penyesuaian terhadap orientasi headset berhasil menciptakan representasi gerakan tangan yang akurat tanpa mempengaruhi rotasi tubuh pengguna.

Pengembangan lebih lanjut pada algoritma interpretasi dapat dilakukan dengan mempertimbangkan penambahan fitur atau teknik baru guna meningkatkan akurasi dan efisiensi proses. Hal ini dapat membuka peluang untuk mengatasi situasi atau kondisi tertentu yang mungkin belum tercakup dalam model saat ini. Selanjutnya, dalam upaya menjadikan aplikasi VR lebih ramah pengguna, perlu dipertimbangkan untuk menyusun antarmuka yang lebih intuitif dan dapat diakses oleh berbagai kalangan pengguna, termasuk yang memiliki keterbatasan fisik atau sensorik. Eksplorasi potensi data primer isyarat tangan juga dapat diperluas ke dalam konteks lain, seperti interaksi manusia dan komputer atau pengendalian perangkat elektronik. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat lebih bersifat multifungsi dan mendukung berbagai aplikasi. Selanjutnya, penting untuk melakukan pengumpulan data lebih lanjut dengan melibatkan partisipasi pengguna yang lebih luas agar model *machine learning* dapat lebih baik menanggapi variasi dalam isyarat tangan. Evaluasi terhadap kemampuan perangkat VR lainnya dalam mengumpulkan data isyarat tangan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terkait keunggulan dan kelemahan masing-masing perangkat. Hal ini dapat menjadi landasan untuk pengembangan teknologi VR yang lebih holistik dan relevan dengan kebutuhan pengguna. Dengan menerapkan saran-saran ini, diharapkan penelitian ini dapat menjadi pijakan bagi penelitian lebih lanjut dan pengembangan teknologi VR yang semakin inovatif dan inklusif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Hou, “Development of Virtual Reality and Computer Technology Application,” in *Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol. 827 LNEE, 2022, pp. 196–204. doi: 10.1007/978-981-16-8052-6_22.
- [2] S. D. Sulistyaningrum, R. S. Putri, A. Herawati, and S. Irianto, “Trends of virtual reality for learning empirical evidence from different fields,” *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, vol. 16, no. 4, pp. 531–541, Nov. 2022, doi: 10.11591/edulearn.v16i4.20648.
- [3] L. Muñoz-Saavedra, L. Miró-Amarante, and M. Domínguez-Morales, “Augmented and virtual reality evolution and future tendency,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.3390/app10010322.
- [4] “Meta Quest 2: Immersive All-In-One VR Headset | Meta Store | Meta Store.” Accessed: Oct. 28, 2023. [Online]. Available: <https://www.meta.com/quest/products/quest-2/#overview>
- [5] “Meta Quest 2: Our Most Advanced New All-in-One VR Headset | Oculus | Meta Store.” Accessed: Oct. 28, 2023. [Online]. Available: <https://www.meta.com/quest/products/quest-2/tech-specs/#tech-specs>
- [6] D. Pereira, V. Oliveira, J. L. Vilaça, V. Carvalho, and D. Duque, “Measuring the Precision of the Oculus Quest 2’s Handheld Controllers,” *Actuators*, vol. 12, no. 6, 2023, doi: 10.3390/act12060257.
- [7] “Unity - Scripting API: CommonUsages.” Accessed: Nov. 03, 2023. [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/XR.CommonUsages.html>
- [8] M. Alizadeh and N. Cowie, “Self-directed learning using VR,” *Pacific Journal of Technology Enhanced Learning*, vol. 4, no. 1, pp. 10–11, Feb. 2022, doi: 10.24135/pjtel.v4i1.130.
- [9] H. R. Spero, I. Vazquez-Lopez, K. Miller, R. Joshaghani, S. Cutchin, and J. Enterkine, “Drones, virtual reality, and modeling: communicating catastrophic dam failure,” *Int J Digit Earth*, vol. 15, no. 1, pp. 585–605, Dec. 2022, doi: 10.1080/17538947.2022.2041116.
- [10] N. Albertini, J. Baldini, A. Dal Pino, F. Lazzari, S. Legnaioli, and V. Barone, “PROTEUS: an immersive tool for exploring the world of cultural heritage across space and time scales,” *Herit Sci*, vol. 10, no. 1, 2022, doi: 10.1186/s40494-022-00708-3.
- [11] A. Martí-Testón, A. Muñoz, L. Gracia, and J. E. Solanes, “Using WebXR Metaverse Platforms to Create Touristic Services and Cultural Promotion,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 14, 2023, doi: 10.3390/app13148544.
- [12] A. Syukur, P. N. Andono, K. Hastuti, and A. M. Syarif, “Immersive and Challenging Experiences through A Virtual Reality Musical Instruments Game: An Approach to Gamelan Preservation,” *Journal of Metaverse*, vol. 3, no. 1, 2023, doi: 10.57019/jmv.1172928.

- [13] A. Liebermann, I. Lente, K. C. Huth, and K. Erdelt, “Impact of a virtual prosthetic case planning environment on perceived immersion, cognitive load, authenticity and learning motivation in dental students,” *European Journal of Dental Education*, Apr. 2023, doi: 10.1111/eje.12910.
- [14] A. Liebermann, J. K. Seefelder, K. C. Huth, and K. Erdelt, “Mobile virtual tooth morphology teaching environment for preclinical dental students,” *J Dent Educ*, vol. 87, no. 1, pp. 130–138, Jan. 2023, doi: 10.1002/jdd.13098.
- [15] G. E. Lysenko, A. V. Shchegolev, B. N. Bogomolov, and D. P. Meshakov, “Virtual reality therapy in patients after trauma surgery: prospective clinical trial,” *Annals of Critical Care*, vol. 2023, no. 3, 2023, doi: 10.21320/1818-474X-2023-3-58-65.
- [16] C. P. Kamm, R. Blättler, R. Kueng, and T. Vanbellingen, “Feasibility and usability of a new home-based immersive virtual reality headset-based dexterity training in multiple sclerosis,” *Mult Scler Relat Disord*, vol. 71, p. 104525, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.msard.2023.104525.
- [17] C. P. Kamm, R. Kueng, and R. Blättler, “Development of a new immersive virtual reality (VR) headset-based dexterity training for patients with multiple sclerosis: Clinical and technical aspects,” *Technology and Health Care*, pp. 1–12, Aug. 2023, doi: 10.3233/THC-230541.
- [18] C. Portalés, J. Gimeno, A. Salvador, A. García-Fadrique, and S. Casas-Yrurzum, “Mixed Reality Annotation of Robotic-Assisted Surgery videos with real-time tracking and stereo matching,” *Comput Graph*, vol. 110, pp. 125–140, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.cag.2022.12.006.
- [19] F. Pallavicini *et al.*, “A virtual reality home-based training for the management of stress and anxiety among healthcare workers during the COVID-19 pandemic: study protocol for a randomized controlled trial,” *Trials*, vol. 23, no. 1, 2022, doi: 10.1186/s13063-022-06337-2.
- [20] S. O. Ose *et al.*, “Development of a social skills training programme to target social isolation using virtual reality technology in primary mental health care,” *J Rehabil Assist Technol Eng*, vol. 10, Jan. 2023, doi: 10.1177/20556683231187545.
- [21] J. Varela-Aldás, J. Buele, I. López, and G. Palacios-Navarro, “Influence of Hand Tracking in Immersive Virtual Reality for Memory Assessment,” *Int J Environ Res Public Health*, vol. 20, no. 5, p. 4609, Mar. 2023, doi: 10.3390/ijerph20054609.
- [22] S. Jachak and R. Raghuveer, “Therapeutic effectiveness of virtual reality-based exercise through Oculus Quest 2 on balance, dizziness, nystagmus, and quality of life in patients with posterior canal benign paroxysmal positional vertigo - a randomized control trial protocol,” *F1000Res*, vol. 12, p. 1109, Sep. 2023, doi: 10.12688/f1000research.139954.1.
- [23] A. Carnevale *et al.*, “Virtual Reality for Shoulder Rehabilitation: Accuracy Evaluation of Oculus Quest 2,” *Sensors*, vol. 22, no. 15, 2022, doi: 10.3390/s22155511.

- [24] A. Jaiswal, A. Hebri, H. R. Pavel, M. Z. Zadeh, and F. Makedon, “SmartFunction: An Immersive Vr System To Assess Attention Using Embodied Cognition,” in *ACM International Conference Proceeding Series*, 2023. doi: 10.1145/3594806.3596559.
- [25] M. Trinidad-Fernández, B. Bossavit, J. Salgado-Fernández, S. Abbate-Chica, A. J. Fernández-Leiva, and A. I. Cuesta-Vargas, “Head-Mounted Display for Clinical Evaluation of Neck Movement Validation with Meta Quest 2,” *Sensors*, vol. 23, no. 6, p. 3077, Mar. 2023, doi: 10.3390/s23063077.
- [26] M. Ostanin, S. Zaitsev, A. Sabirova, and A. Klimchik, “Interactive Industrial Robot Programming based on Mixed Reality and Full Hand Tracking,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 55, no. 10, pp. 2791–2796, 2022, doi: 10.1016/j.ifacol.2022.10.153.
- [27] S. Rostami and M. Maier, “The Metaverse and Beyond: Implementing Advanced Multiverse Realms With Smart Wearables,” *IEEE Access*, vol. 10, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3215736.
- [28] D. Yoon and A. Oh, “Design of Metaverse for Two-Way Video Conferencing Platform Based on Virtual Reality,” *Journal of information and communication convergence engineering*, vol. 20, no. 3, pp. 189–194, Sep. 2022, doi: 10.56977/jicce.2022.20.3.189.
- [29] D. J. Kim and W. Li, “A View Direction-Driven Approach for Automatic Room Mapping in Mixed Reality,” in *Proceedings of the 2023 5th International Conference on Image Processing and Machine Vision*, New York, NY, USA: ACM, Jan. 2023, pp. 29–33. doi: 10.1145/3582177.3582183.
- [30] D. Abdulkarim *et al.*, “A methodological framework to assess the accuracy of virtual reality hand-tracking systems: A case study with the Meta Quest 2,” *Behavior Research Methods*. 2023. doi: 10.3758/s13428-022-02051-8.
- [31] A. S. Fernandes, T. S. Murdison, and M. J. Proulx, “Leveling the Playing Field: A Comparative Reevaluation of Unmodified Eye Tracking as an Input and Interaction Modality for VR,” *IEEE Trans Vis Comput Graph*, vol. 29, no. 5, pp. 2269–2279, May 2023, doi: 10.1109/TVCG.2023.3247058.
- [32] P. Kudry and M. Cohen, “Enhanced Wearable Force-Feedback Mechanism for Free-Range Haptic Experience Extended by Pass-Through Mixed Reality,” *Electronics (Basel)*, vol. 12, no. 17, p. 3659, Aug. 2023, doi: 10.3390/electronics12173659.
- [33] P. Kudry and M. Cohen, “Development of a wearable force-feedback mechanism for free-range haptic immersive experience,” *Front Virtual Real*, vol. 3, Dec. 2022, doi: 10.3389/frvir.2022.824886.
- [34] S. Ramos-cosi, L. Cardenás-Pineda, D. Llulluy-Nuñez, and A. Alva-Mantari, “Development of 3D Avatars for Inclusive Metaverse: Impact on Student Identity and Satisfaction using Agile Methodology, VRChat Platform, and Oculus Quest 2,” *International Journal of Engineering Trends and Technology*, vol. 71, no. 7, pp. 1–14, Jul. 2023, doi: 10.14445/22315381/IJETT-V71I7P201.
- [35] T. E. E. Tju, D. S. Maylawati, G. Munawar, and S. Utomo, “Prediction of the COVID-19 Vaccination Target Achievement with Exponential Regression,” *JISA(Jurnal*

- Informatika dan Sains*), vol. 4, no. 2, pp. 179–182, Dec. 2021, doi: 10.31326/jisa.v4i2.1051.
- [36] M. K. Suryadewiansyah and T. E. E. Tju, “Naïve Bayes dan Confusion Matrix untuk Efisiensi Analisa Intrusion Detection System Alert,” *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 81–88, 2022, doi: 10.25077/teknosi.v8i2.2022.81-88.
- [37] “‘you’ ASL American Sign Language.” Accessed: Nov. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.lifeprint.com/asl101/pages-signs/y/you.htm>
- [38] “‘help’ American Sign Language (ASL).” Accessed: Nov. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.lifeprint.com/asl101/pages-signs/h/help.htm>
- [39] “Top 10 & 25 American Sign Language Signs for Beginners – The Most Known Top 10 & 25 ASL Signs to Learn First | Start ASL.” Accessed: Nov. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.startasl.com/top-10-25-american-sign-language-signs-for-beginners-the-most-know-top-10-25-asl-signs-to-learn-first/>
- [40] “‘me’ American Sign Language (ASL).” Accessed: Nov. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.lifeprint.com/asl101/pages-signs/m/me.htm>
- [41] “Unity - Manual: Unity User Manual 2022.3 (LTS).” Accessed: Nov. 03, 2023. [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
- [42] “Padding in Neural Networks: Why and How? | by Ashish Sanjay Raut | GoPenAI.” Accessed: Nov. 03, 2023. [Online]. Available: <https://blog.gopenai.com/padding-in-neural-networks-why-and-how-b076ab0a4fc2>
- [43] “What is Padding in Neural Network? - GeeksforGeeks.” Accessed: Nov. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-padding-in-neural-network/>
- [44] “CS 230 - Recurrent Neural Networks Cheatsheet.” Accessed: Nov. 03, 2023. [Online]. Available: <https://stanford.edu/~shervine/teaching/cs-230/cheatsheet-recurrent-neural-networks>
- [45] “What are Recurrent Neural Networks? | IBM.” Accessed: Nov. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/topics/recurrent-neural-networks>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Realisasi Penggunaan Anggaran

Dana Disetujui: Rp. 13.300.000,00

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Kuantitas	Biaya Satuan	Total
Belanja Bahan	ATK	- Spidol	6	12.000	72.000
		- Kertas A4	1	43.000	43.000
		- Pena	6	5.000	30.000
		- Materai	6	10.000	60.000
Belanja Bahan	Bahan penelitian (habis pakai)	- Pulsa u/ 3 org, 6 bulan	18	100.000	1.800.000
		- <i>Flashdisk</i>	3	225.000	675.000
Pengumpulan Data	Honor pembantu peneliti	- 2 org, 16 jam	32	25.000	800.000
Pengumpulan Data	FGD	- 3 org, 2 bln	6	200.000	1.200.000
Pengumpulan Data	Transport	- 3 org, 8x	24	50.000	1.200.000
Pengumpulan Data	Konsumsi	- 3 org, 8x	24	75.000	1.800.000
Analisis Data	Konsumsi	- 3 org, 8x	24	75.000	1.800.000
Analisis Data	Honor pengolah data	- 1 org, 8x	8	40.000	320.000
Analisis Data	Honor narasumber	- konsultasi	2	900.000	1.800.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	- 3 laptop	3	200.000	600.000
		- Perangkat VR	1	400.000	400.000
Pelaporan penelitian	Honor administrasi peneliti	- 2 org, 2 bln	4	100.000	400.000
Lainnya	Biaya Luaran	- HKI	1	300.000	300.000

Lampiran 2. Biodata Ketua dan Anggota Tim Peneliti

Ketua Tim Peneliti

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap (dengan gelar) : Teja Endra Eng Tju, S.T., M.Kom.
2. Jenis Kelamin : Pria
3. Jabatan Fungsional : Lektor
4. NIP/NIDN/ID-SINTA : 190046/0407127201/6713276
5. Tempat, Tanggal Lahir : Malang, 07 Desember 1972
6. E-mail : teja.endraengtju@budiluhur.ac.id
7. Nomor Handphone : +628998909707
8. Alamat : Alam Sutera, Tangerang Selatan

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2
Nama Perguruan Tinggi	ITS Surabaya	Universitas Budi Luhur
Bidang Ilmu	Teknik Telekomunikasi	Ilmu Komputer
Tahun Masuk-Lulus	1991 - 1996	2003 - 2009

C. Pengalaman Penelitian (5 Tahun Terakhir)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Rp)
1.	2023	Sistem Cerdas pada Aplikasi Pengenalan Bangun Datar untuk Siswa Taman Kanak-Kanak	Dikti	18.900.000,00
2.	2023	Identifikasi Cerdas Hoaks dengan Metode Naive Bayes dan Decision Tree	UBL	5.000.000,00

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari Universitas Budi Luhur maupun dari sumber lainnya.

D. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal (5 Tahun Terakhir)

No.	Judul Artikel Ilmiah*	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/ Tahun
1.	Rancang Bangun Sistem Pelaporan Pemilihan Kepala Desa di Kementerian Dalam Negeri Indonesia	Kresna	3/1/2023
2.	Creation of Questionnaire Keywords with The CISE Method for KMS User Satisfaction Evaluation	Methomika	6/2/2022
3.	Naive Bayes dan Confusion Matrix untuk Efisiensi Analisa Intrusion Detection System Alert	Teknosi	8/2/2022
4.	Prediction of the COVID-19 Vaccination Target Achievement with Exponential Regression	JISA	4/2/2021

* Artikel ilmiah sebagai luaran dari kegiatan penelitian

E. Pemakalah Seminar Ilmiah (5 Tahun Terakhir)

No.	Nama Temu Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah*	Waktu dan Tempat
-	-	-	-

* Artikel ilmiah sebagai luaran dari kegiatan penelitian

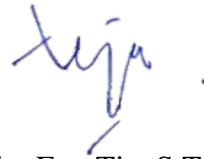
F. Perolehan HKI (5 Tahun Terakhir)

No.	Judul/Tema HKI*	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.	Motion Translator	2024	Program Komputer	EC00202411536/000586907
2.	"BENTUK BENDA" (BANGUN DATAR) Versi 1.0	2023	Program Komputer	EC00202382016/000514969

* HKI sebagai luaran dari kegiatan penelitian

Jakarta, 12 Februari 2024

Pengusul,



(Teja Endra Eng Tju, S.T., M.Kom.)

Anggota Tim Peneliti

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap (dengan gelar) : Jeremy Jonathan, S.Kom., M.Kom.
2. Jenis Kelamin : Pria
3. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
4. NIP/NIDN/ID-SINTA : 170086/0312069205/6693652
5. Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 12 Juni 1992
6. E-mail : jeremy.jonathan@budiluhur.ac.id
7. Nomor Handphone : +6281287194423
8. Alamat : Perum Aster, Kota Tangerang

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Bunda Mulia	Universitas Budi Luhur
Bidang Ilmu	Sistem Informasi	Ilmu Komputer
Tahun Masuk-Lulus	2010-2014	2015-2017

C. Pengalaman Penelitian (5 Tahun Terakhir)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Rp)
-	-	-	-	-

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari Universitas Budi Luhur maupun dari sumber lainnya.

D. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal (5 Tahun Terakhir)

No.	Judul Artikel Ilmiah*	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/ Tahun
1.	Perancangan Sistem Informasi Berbasis Website pada PD Sinar Surya	TICOM	10/2/2022
2.	Implementasi Kriptografi Dengan Menggunakan Algoritma 3Des dan Algoritma RC4 Serta Kompresi Huffman Untuk Keamanan File	TICOM	10/3/2022
3.	Implementasi Website e-Commerce Berbasis CMS (Content Management System) pada Toko Olahraga XYZ	JSI STMIK Antar Bangsa	12/1/2023
4.	Analysis and Implementation of Ecommerce Website Based On CMS	JSI STMIK Antar Bangsa	13/2/2023

* Artikel ilmiah sebagai luaran dari kegiatan penelitian

E. Pemakalah Seminar Ilmiah (5 Tahun Terakhir)

No.	Nama Temu Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah*	Waktu dan Tempat
-	-	-	-

* Artikel ilmiah sebagai luaran dari kegiatan penelitian

F. Perolehan HKI (5 Tahun Terakhir)

No.	Judul/Tema HKI*	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.	Pelatihan Komputer Dengan Memanfaatkan Aplikasi Microsoft Word Bagi PKBM Bina Bangsa Tangerang	2020	Karya Tulis	EC00202007573
2.	Pelatihan Microsoft Excel Guna Meningkatkan Ketrampilan Di Bidang TIK Bagi Siswa Yayasan Panti Asuhan Media Kasih	2023	Karya Tulis	EC00202320099
3.	Motion Translator	2024	Program Komputer	EC00202411536

* HKI sebagai luaran dari kegiatan penelitian


Jakarta, 12 Februari 2024

Pengusul,



(Jeremy Jonathan, S.Kom., M.Kom.)

Lampiran 3. Surat Perjanjian Kontrak Penelitian

	UNIVERSITAS BUDI LUHUR FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI FAKULTAS EKONOMI & BISNIS FAKULTAS ILMU SOSIAL & ILMU POLITIK FAKULTAS TEKNIK FAKULTAS ILMU KOMUNIKASI Kampus Pusat : Jl. Raya Ciledug - Pekayongan Utara - Jakarta Selatan 12260 Telp : 021-5853753 (hunting), Fax : 021-5853489, http://www.budiluhur.ac.id
SURAT PERJANJIAN KONTRAK PENELITIAN Nomor A/UBL/DRPM/000/086/12/23	
<p>Pada hari ini, Senin 11 Desember 2023 Semester Gasal Tahun Ajaran 2023/2024, kami yang bertandatangan di bawah ini:</p> <ol style="list-style-type: none">Dr. Krisna Adiyarta M., S.Kom, M.Sc., selaku Direktur Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Budi Luhur, selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA.Teja Endra Eng Tju, S.T., M.Kom., selaku Peneliti selanjutnya disebut PIHAK KEDUA. <p>Kedua belah pihak menyatakan bersepakat untuk membuat perjanjian kontrak penelitian sebagai berikut:</p>	
Pasal 1 Judul Penelitian	
<p>PIHAK PERTAMA dalam jabatannya tersebut di atas, memberikan tugas kepada PIHAK KEDUA untuk melaksanakan penelitian yang berjudul: Pengolahan Data dari Pemanfaatan Perangkat Virtual Reality untuk Isyarat Tangan</p>	
Pasal 2 Personalia Penelitian	
<p>Peneliti Utama : Teja Endra Eng Tju, S.T., M.Kom Anggota Peneliti : Jeremy Jonathan, S.Kom., M.Kom.</p>	
Pasal 3 Waktu dan Biaya Penelitian	
<ol style="list-style-type: none">Waktu penelitian adalah 4 bulan, terhitung sejak tanggal 06 November 2023 sampai dengan 06 Maret 2024.Biaya pelaksanaan penelitian ini dibebankan pada Yayasan Pendidikan Budi Luhur Cakri Tahun 2023 dengan nilai kontrak sebesar Rp 13,300,000.00 (tiga belas juta tiga ratus ribu rupiah)	
Pasal 4 Cara Pembayaran	
<p>Pembayaran biaya penelitian diberikan secara bertahap, sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none">Tahap pertama sebesar 50% dari nilai kontrak, setelah surat perjanjian kontrak penelitian ini ditandatangani oleh kedua belah pihak.Tahap kedua sebesar 50% dari nilai kontrak, setelah PIHAK KEDUA menyerahkan Laporan Hasil Penelitian kepada PIHAK PERTAMA.	
Pasal 5 Keaslian Penelitian dan Ketidakterikatan dengan Pihak Lain	
<ol style="list-style-type: none">PIHAK KEDUA bertanggungjawab atas keaslian judul penelitian sebagaimana disebutkan dalam Pasal 1 Surat Perjanjian Kontrak Penelitian ini (bukan duplikat/plagiat) dari penelitian orang lain.PIHAK KEDUA menjamin bahwa judul penelitian tersebut bebas dari ikatan dengan pihak lain atau tidak sedang didanai oleh pihak lain.	
<small>KAMPUS BOKY : Pusat Niaga Raya Mas Blok E 2 No. 38-39 Telp : 021-6328709 - 6328710, Fax : 021-6322672 KAMPUS SALEMBA : Sentra Salemba Mas Blok S-T, Telp : 021-3928688 - 3928689, Fax : 021-3161636</small>	



3. PIHAK KEDUA menjamin bahwa judul penelitian tersebut bukan merupakan penelitian yang SEDANG ATAU SUDAH selesai dikerjakan, baik didanai oleh pihak lain maupun oleh sendiri.
4. PIHAK PERTAMA tidak bertanggungjawab terhadap tindakan plagiat yang dilakukan oleh PIHAK KEDUA.
5. Apabila dikemudian hari diketahui ketidakbenaran pernyataan ini, maka kontrak penelitian DINYATAKAN BATAL, dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana yang telah diterima kepada Yayasan Pendidikan Budi Luhur Cakti sebagai pemberi dana.

Pasal 6 Monitoring Penelitian

1. PIHAK PERTAMA berhak untuk:
 - a. Melakukan pengawasan administrasi, monitoring, dan evaluasi terhadap pelaksanaan penelitian.
 - b. Memberikan sanksi jika dalam pelaksanaan penelitian terjadi pelanggaran terhadap isi perjanjian oleh peneliti.
 - c. Bentuk sanksi disesuaikan dengan tingkat pelanggaran yang dilakukan.
2. Pemantauan kemajuan penelitian dikoordinasikan oleh PIHAK PERTAMA.
3. Pelaksanaan kemajuan penelitian dilaksanakan pada tanggal 12 Januari 2024.
4. Format Laporan Kemajuan dan teknis pelaksanaannya diatur oleh PIHAK PERTAMA.

Pasal 7 Laporan Akhir Penelitian

PIHAK KEDUA wajib menyerahkan laporan akhir dalam bentuk softcopy, paling lambat tanggal 16 Februari 2024.

Pasal 8 Sanksi

Segala kelalaian baik disengaja maupun tidak, sehingga menyebabkan keterlambatan menyerahkan laporan hasil penelitian dengan batas waktu yang telah ditentukan akan mendapatkan sanksi sebagai berikut:

1. Tidak diperbolehkan mengajukan usulan penelitian pada semester berikutnya bagi ketua dan anggota peneliti.
2. PIHAK KEDUA diberikan kesempatan perpanjangan waktu penelitian selama 2 (dua) minggu sampai dengan tanggal 01 Maret 2024.
3. Jika setelah masa perpanjangan tersebut PIHAK KEDUA tidak dapat menyelesaikan penelitiannya, PIHAK KEDUA diwajibkan mengembalikan dana yang sudah diterima kepada Yayasan Pendidikan Budi Luhur Cakti dengan cara mengembalikan tunai kepada PIHAK PERTAMA.



UNIVERSITAS BUDI LUHUR

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI | FAKULTAS EKONOMI & BISNIS | FAKULTAS ILMU SOSIAL & ILMU POLITIK
FAKULTAS TEKNIK | FAKULTAS ILMU KOMUNIKASI

Kampus Pusat : Jl. Raya Ciledug - Pekalongan Utara - Jakarta Selatan 12260
Telp : 021-5853753 (hunting), Fax : 021-5853489, <http://www.budiluhur.ac.id>

Pasal 9 Penutup

Perjanjian ini berlaku sejak ditandatangani dan disetujui oleh PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA.

Jakarta, 11 Desember 2023

PIHAK PERTAMA

PIHAK KEDUA

Dr. Krisna Adiyarta M., S.Kom, M.Sc
NIP. 890001

Teja Endra Eng Tju, S.T., M.Kom
NIP. 190046

Lampiran 4. Catatan Harian

No	Tanggal	Kegiatan
1.	05/10/2023	Catatan : Perencanaan awal dan pembagian tugas penelitian
2.	06/10/2023	Catatan : Penyusunan konsep dan topik penelitian
3.	09/10/2023	Catatan : Mitigasi kendala dan hambatan dalam pelaksanaan penelitian
4.	12/10/2023	Catatan : Pembuatan API untuk perekaman data
5.	13/10/2023	Catatan : Pengumpulan informasi produk perangkat VR Meta Quest 2
6.	16/10/2023	Catatan : Aplikasi Motion Translator selesai dibuat untuk perekaman data
8.	05/10/2023	Catatan : Perencanaan dan pembagian tugas penelitian
9.	06/10/2023	Catatan : Penyusunan konsep dan topik penelitian
10.	26/10/2023	Catatan : Pengumpulan data dengan VR Headset dimulai
11.	29/10/2023	Catatan : Pencarian dan pengumpulan referensi penelitian
12.	02/11/2023	Catatan : Penyusunan proposal penelitian
13.	07/12/2023	Catatan : 1000 data berhasil direkam dengan Motion Translator
14.	15/12/2023	Catatan : Analisa data penelitian
15.	23/12/2023	Catatan : Pemodelan dengan teknik klasifikasi
16.	25/12/2023	Catatan : Evaluasi hasil pemodelan
17.	27/12/2023	Catatan : Submit artikel ke Jurnal JIKI Sinta 2
18.	15/01/2024	Catatan : Unggah laporan kemajuan di sistem DRPM Universitas Budi Luhur
19.	01/02/2024	Catatan : Pendaftaran ciptaan program komputer Motion Translator
20.	12/02/2024	Catatan : Unggah laporan akhir di sistem DRPM Universitas Budi Luhur

Lampiran 5. Artikel Ilmiah (~~draft~~/~~submitted~~/~~reviewed~~/~~accepted~~/~~published~~)

Submissions

[My Queue](#) [Archives](#) [Help](#)

My Assigned

 [New Submission](#)

1280 **Teja Endra Eng Tju, Muhammad Umar Shalih** Review

Hand Sign Interpretation through Virtual Reality Data Proce... 3/3

3/3	Assigned reviews completed
0	Revisions submitted
0	Open discussions

Last activity recorded on 12/27/2023

Hand Sign Interpretation through Virtual Reality Data Processing

Teja Endra Eng Tju, Muhammad Umar Shalih

[Submission](#) [Review](#) [Copyediting](#) [Production](#)

Round 1

Round 1 Status

All reviewers have responded and a decision is needed.

Review Discussions

[Add discussion](#)

Lampiran 6. HKI


REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202411536, 1 Februari 2024

Pencipta

Nama : Muhammad Umar Shalih, Jeremy Jonathan dkk
Alamat : Jl. Pondok Hijau VI/23, RT006 RW013, Pondok Pinang, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, 12310

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : Muhammad Umar Shalih, Jeremy Jonathan dkk
Alamat : Jl. Pondok Hijau VI/23, RT006 RW013, Pondok Pinang, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, 12310

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : Program Komputer

Judul Ciptaan : MOTION TRANSLATOR

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 1 Februari 2024, di Jakarta Selatan

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman

Nomor pencatatan : 000586907

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri


Agus Setiawan
NIP. 196412051991031602

Disclaimer
Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

30