

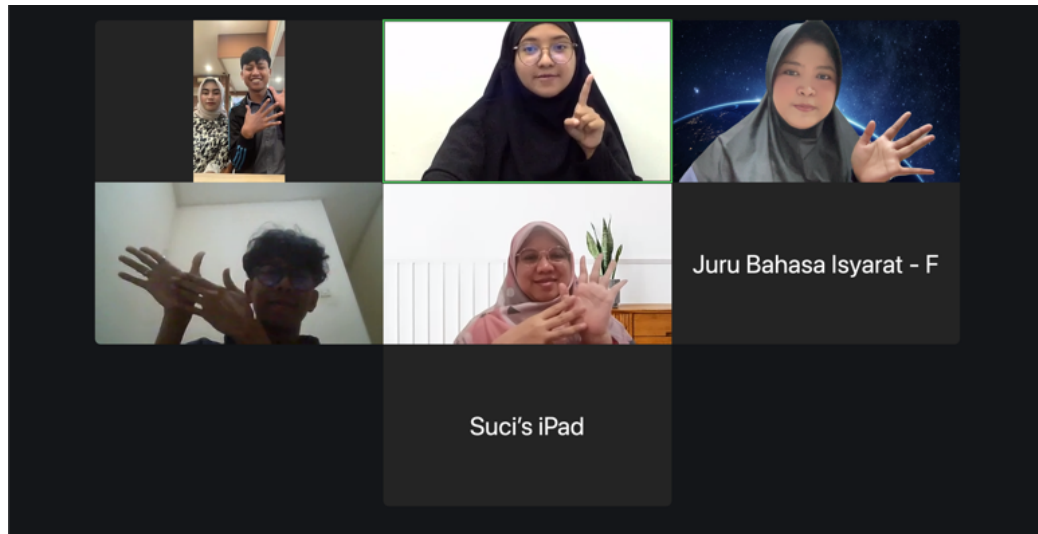
BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada konteks kehidupan bermasyarakat, komunikasi memegang peranan yang sangat fundamental sebagai sarana interaksi antarmanusia [1]. Manusia adalah makhluk sosial yang senantiasa membutuhkan komunikasi untuk membangun relasi, menyampaikan gagasan, dan menciptakan keselarasan dalam kehidupan bersama [2]. Tidak semua individu memiliki kemampuan yang sama dalam berkomunikasi, khususnya penyandang disabilitas tunarungu yang menghadapi tantangan unik dalam berinteraksi dengan masyarakat umum [3]. Di Indonesia, komunitas tunarungu mengenal dua jenis bahasa isyarat yaitu Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) dan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) [4]. Perbedaan utama di antara keduanya terletak pada asal-usulnya. SIBI merupakan sistem isyarat yang dikembangkan oleh pemerintah dengan struktur yang mengikuti tata bahasa lisan Indonesia [5]. Sebaliknya, BISINDO adalah bahasa isyarat alami yang lahir dan berkembang secara organik dari dan oleh komunitas tunarungu itu sendiri [6]. BISINDO lebih umum digunakan sebagai sarana komunikasi utama oleh mayoritas komunitas tunarungu di Indonesia karena tumbuh secara alami dari budaya mereka. Bahasa ini dianggap lebih ekspresif, intuitif, dan sesuai dengan cara mereka berkomunikasi secara natural [4].

Keunikan BISINDO terletak pada perkembangan alaminya yang dipengaruhi oleh budaya dan karakteristik daerah setempat, sehingga menciptakan variasi leksikon dan tata bahasa yang khas di setiap wilayah [7]. BISINDO Bandung, sebagai salah satu varian regional, memiliki karakteristik linguistik unik yang membedakannya dari varian BISINDO lainnya. Kurangnya pemahaman masyarakat umum terhadap bahasa isyarat ini telah menciptakan kesenjangan komunikasi yang signifikan. Berbagai aspek kehidupan sosial, termasuk pendidikan, pekerjaan, dan interaksi sehari-hari, penyandang tunarungu seringkali menghadapi kendala dalam menyampaikan pesan secara efektif [8]. Kondisi ini memaksa mereka untuk bergantung pada metode komunikasi sekunder seperti tulisan atau gerakan tubuh improvisasi yang tidak selalu baik dan akurat. Permasalahan ini semakin terasa dalam lingkungan akademik.

Berdasarkan hasil wawancara mendalam dengan DPC Gerkatin (Gerakan untuk Kesejahteraan Tunarungu Indonesia) Bandung, bahwa salah satu mahasiswa tunarungu di Telkom University mengalami kesulitan dalam memahami materi perkuliahan.

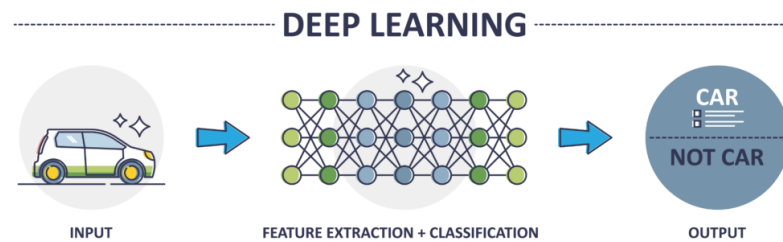


Gambar 1. 1 Wawancara bersama DPC GerkatIn

Kurangnya akademika dalam lingkungan dalam menguasai BISINDO Bandung menyebabkan proses belajar mengajar menjadi tidak optimal. Mahasiswa tunarungu mengandalkan penjelasan dengan gestur tubuh yang dibantu oleh teman mahasiswa dengan dengar lainnya menggunakan penjelasan tertulis yang memakan waktu lebih lama dibandingkan komunikasi langsung melalui bahasa isyarat. Fenomena ini mencerminkan ketimpangan dalam sistem komunikasi dimana penyandang tunarungu selalu diharapkan untuk beradaptasi dengan cara komunikasi masyarakat umum, sementara upaya sebaliknya masih sangat terbatas. Prinsip komunikasi yang ideal seharusnya bersifat timbal balik dan inklusif, memberikan akses yang setara bagi semua pihak. Ketidakseimbangan ini tidak hanya berdampak pada aspek praktis komunikasi sehari-hari, tetapi juga berpotensi menghambat pengembangan potensi akademik dan profesional penyandang tunarungu.

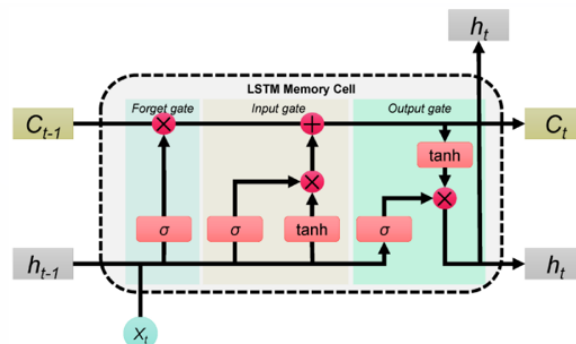
Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh M. Zillan, mengidentifikasi bahwa sistem penerjemahan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) yang ada terbatas pada simulasi di *platform* Google Colab [9]. Sistem ini menggunakan model *deep learning* berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN), yaitu VGG-19, untuk mengenali huruf vokal dari gambar yang diunggah secara manual oleh pengguna. Sistem ini tidak dilengkapi dengan antarmuka pengguna grafis yaitu *platform* seperti *website* ataupun *mobile app*. Selain itu, sistem hanya dapat mengenali huruf vokal. Keterbatasan ini membuat sistem sulit diakses secara luas karena hanya berjalan di Google Colab, yang mengharuskan pengguna memahami cara penggunaan alat tersebut, sehingga tidak baik dalam konteks komunikasi BISINDO yang lebih kompleks.

Solusi untuk permasalahan tersebut adalah pendekatan *deep learning*, yang dipilih karena kemampuannya memproses data seperti video isyarat BISINDO yang bersifat dinamis dan temporal dan kemampuannya dalam mengolah data besar dan kompleks, terutama data sekuensial seperti yang di contohkan Gambar 1. 2 yang menggambarkan arsitektur kerja dalam *deep learning*.



Gambar 1. 2 Deep Learning

Long Short Term of Memory (LSTM) muncul sebagai arsitektur unggulan karena dirancang khusus untuk memodelkan ketergantungan jangka panjang (*long-term dependencies*) dalam data sekuensial, khususnya mampu menangkap konteks gerakan tangan secara berurutan (sekuensial) dan mengingat pola dalam jangka panjang, sehingga cocok untuk mengenali variasi leksikon khas BISINDO Bandung. Dibandingkan metode konvensional, LSTM juga lebih *robust* terhadap perbedaan gaya isyarat individu [10]. Salah satu model yang digunakan adalah LSTM, yang merupakan jenis *Recurrent Neural Network* (RNN). Seperti pada Gambar 1. 3, LSTM dirancang khusus untuk mengatasi masalah pada jaringan syaraf konvensional dalam mengolah data sekuensial panjang [11], seperti video isyarat BISINDO, dengan mengingat informasi penting dalam waktu yang lebih lama.



Gambar 1. 3 Gambar arsitektur LSTM

Adanya teknologi yang dapat menunjang permasalahan bahasa isyarat ini, dilakukan solusi yang diwujudkan dalam bentuk aplikasi *web* agar dapat diakses secara luas (*cross-platform*) oleh masyarakat umum, dosen, dan mahasiswa tunarungu di lingkungan akademik seperti Universitas Telkom.

Pemilihan *platform* berbasis *web* didasarkan pada kemudahan distribusi konten melalui tautan universal yang dapat diakses berbagai pihak baik pengajar, mahasiswa, maupun masyarakat umum tanpa kebutuhan instalasi khusus dan kapabilitas pembaruan terpusat yang memungkinkan penambahan kosakata dan peningkatan sistem tersedia secara *real-time* bagi seluruh pengguna. Oleh karena itu, sistem ini tidak hanya menjembatani kesenjangan komunikasi secara *real-time*, tetapi juga menjadi media preservasi digital untuk BISINDO Bandung.

1.2 Rumusan Masalah dan Solusi

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan utama dalam penelitian ini adalah terbatasnya sistem yang dapat membantu pengguna umum untuk memahami bahasa isyarat, khususnya variasi leksikon BISINDO Bandung. Oleh karena itu, solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah pengembangan sebuah sistem penerjemah kosakata isyarat BISINDO Bandung berbasis *deep learning*. Sistem ini menggunakan arsitektur LSTM yang dioptimasi untuk pemrosesan gerakan secara *real-time* melalui kamera pada platform web.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan yang hendak dicapai adalah perancangan *website* penerjemah kosa kata BISINDO Bandung yang diintegrasikan secara *real-time* menggunakan *deep learning* dengan model LSTM, sehingga pengguna umum dapat memahami dan mempraktikkan bahasa isyarat BISINDO.

1.4 Penjadwalan Kerja

Kegiatan magang dalam *Center of Excellent* (CoE) Greentech dilaksanakan mulai bulan Agustus dengan metode kerja *onsite*, mahasiswa akan terbagi dalam proyek yang disediakan oleh dosen-dosen yang ternaungi oleh CoE Greentech. Setelah pembagian proyek, mahasiswa mengerjakan proyek sesuai dengan arahan proyek masing-masing dosen lapangan yang berada di naungan CoE Greentech. Progres proyek akan disampaikan secara berkala kepada dosen lapangan, dengan menjelaskan atau mempresentasikan pekerjaan yang sudah dilakukan. Proyek yang didapatkan adalah bertopik Bahasa Isyarat, hal yang dilakukan adalah *literature review*, mengumpulkan *dataset*, melakukan simulasi dan integrasi pada *website*. Berikut adalah jadwal pelaksanaan magang yang dilakukan.

Tabel 1. 1 Contoh Tabel Pelaksanaan Kerja

No	Deskripsi Kerja	Januari				Februari				Maret				April			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Diskusi Proyek																
2	Studi literatur																
3	Riset Model																
4	Pengumpulan Data																
5	Latih Model																
6	Pengujian Model																
7	Pengembangan Antarmuka																
8	Integrasi Model																
9	Uji Sistem																

1.5 Batasan Masalah

Beberapa batasan yang ditetapkan dalam penelitian ini agar fokus penelitian lebih terarah dan ruang lingkupnya lebih jelas. Adapun batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Fokus penelitian hanya pada pengenalan gerakan tangan ataupun jari dalam BISINDO tidak mencakup ekspresi wajah atau gerakan tubuh lainnya.
2. Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan DPC Gerkatin, kosa kata yang digunakan adalah kosa kata dasar, dengan hal itu dilakukan identifikasi terhadap kosa kata yang dapat dikembangkan lebih lanjut dalam sistem ini. Pengembangan sistem ini akan terus berlanjut, mengingat penelitian ini masih dalam tahap pengembangan dan akan terus disempurnakan di lingkungan tempat penelitian. Sehingga dataset yang digunakan terbatas kosa kata “Halo”, “Saya”, “Kamu”, “Nama”, “Motor”, “Pesawat”, “Terima kasih”, “Hati-hati”, dan “Kuat”.
3. Sistem tidak dirancang untuk mendeteksi bahasa isyarat lainnya selain BISINDO daerah Jawa Barat, Bandung.

Sistem dioptimalkan untuk kondisi tertentu, seperti pencahayaan yang cukup dan sudut kamera yang statis.

1.6 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk membedah literatur yang relevan mengenai lanskap bahasa isyarat di Indonesia. Fokus utama dari bagian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menjelaskan dualisme sistem isyarat yang ada, yaitu Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) dan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). Pembahasan ini dilanjutkan dengan analisis yang lebih mendalam mengenai BISINDO sebagai bahasa alamiah yang lahir dan berkembang dari komunitas Tuli di Indonesia.

1.6.1 Bahasa Isyarat

Komunitas Tuli di Indonesia menggunakan modalitas visual-gestural untuk berkomunikasi melalui bahasa isyarat [12]. Lanskap bahasa isyarat di tanah air secara umum ditandai oleh keberadaan dua sistem utama yang berbeda, yaitu Sistem Isyarat Bahasa Indonesia atau SIBI, sebuah sistem buatan yang dikembangkan pemerintah untuk merepresentasikan struktur Bahasa Indonesia lisan [13]. Sistem kedua adalah Bahasa Isyarat Indonesia atau BISINDO, yang merupakan bahasa alamiah yang tumbuh secara organik di dalam komunitas Tuli [14]. Perbedaan mendasar keduanya terletak pada asal-usul dan struktur gramatikalnya.

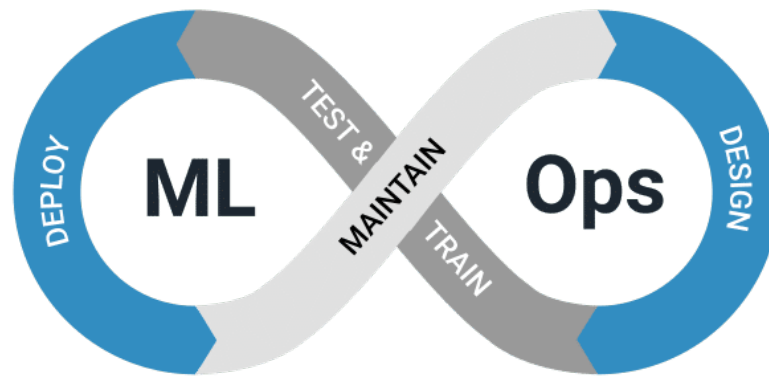
1.6.2 Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO)

Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) merupakan bahasa isyarat alamiah yang menjadi bahasa ibu bagi banyak individu Tuli di Indonesia [15]. Bahasa ini berkembang secara natural di berbagai pusat urban di Indonesia sebagai hasil dari interaksi komunal kaum Tuli itu sendiri [16]. Perkembangan tersebut menjadikannya sebuah bahasa yang hidup dengan beragam variasi regional atau dialek. Perbedaan utama BISINDO dengan SIBI terletak pada sistem gramatikalnya yang unik dan terlepas dari tata bahasa Indonesia lisan [4]. BISINDO memanfaatkan fitur isyarat non-manual seperti ekspresi wajah dan penggunaan ruang, sementara SIBI secara artifisial mengikuti kaidah morfologi bahasa Indonesia lisan [17].

1.7 Metodologi

Metodologi penelitian ini menerapkan MLOps (*Machine Learning Operations*) untuk mengembangkan sistem penerjemah BISINDO berbasis *deep learning* dengan arsitektur LSTM. MLOps dicirikan sebagai kumpulan ide, komponen, peran, dan arsitektur yang memfasilitasi manajemen otomatis dan konsisten produk

pembelajaran mesin, dengan tujuan untuk menjembatani kesenjangan antara pengembangan sistem dan penerapan [9]. Tahapan penelitian meliputi *design*, *test & train model*, *deployment*, dan *maintain*. Berikut adalah gambar alur metodologi MLOps.



Gambar 1. 4 Diagram metodologi MLOps

1.7.1 Desain

Tahap desain merupakan fase awal dalam pengembangan sistem penerjemah Bisindo berbasis LSTM, yang mencakup perancangan komprehensif antarmuka pengguna. Proses desain diawali dengan pembuatan *Low Fidelity* (Lo-Fi) *Prototype* berupa *wireframe* untuk memetakan alur dasar interaksi pengguna. Prototipe ini dirancang menjadi dasar untuk pengembangan antarmuka sistem secara menyeluruh.

1.7.2 Pelatihan dan Pengujian Model

Setelah tahap *design* yang dilakukan adalah pengembangan model *deep learning*, yaitu pelatihan dan pengujian model yang didahului dengan pengambilan data atau pengelolaan data, data yang di dapat melakukan proses melalui model LSTM dilatih menggunakan algoritma optimasi untuk memperbaiki bobot model secara bertahap. Pelatihan ini bertujuan agar model dapat mengenali pola temporal dalam gerakan isyarat dan memetakan gerakan tersebut ke kosa kata BISINDO Bandung dengan akurasi yang tinggi. Setiap iterasi (*epoch*) dilakukan untuk meminimalkan fungsi kerugian, sehingga model semakin mampu memprediksi hasil yang lebih akurat.

Setelah pelatihan, model dievaluasi menggunakan data uji untuk mengukur kinerjanya dengan metrik seperti akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Untuk menghindari *overfitting* yaitu sebuah model menjadi "terlalu pintar" atau terlalu

kompleks sehingga tidak hanya mempelajari pola umum dari data latih (*training data*), tetapi juga menghafal detail-detail spesifik dan *noise* (gangguan) yang hanya ada pada data latih tersebut. Selain itu, model diuji dalam skenario *real-time testing* untuk mengevaluasi kemampuan pengenalan gerakan isyarat secara langsung dengan kamera, memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik di dunia nyata.

1.7.3 Deployment

Setelah model terlatih, tahap selanjutnya adalah *deployment*. Pada tahap ini, model yang telah terlatih diintegrasikan ke dalam sistem *website* penerjemah BISINDO. Sistem ini memungkinkan penerjemahan kosa kata BISINDO menjadi penerjemah gerakan tangan secara *real-time*.

1.7.4 Pemantauan Berkelanjutan

Pemantauan berkelanjutan berfungsi untuk memantau performa model dalam penerjemahan dan mendeteksi jika ada penurunan akurasi. Data baru yang diperoleh selama penggunaan sistem digunakan untuk memperbarui model.