

**SKRIPSI**

**PEMROSESAN DAN KLASIFIKASI SINYAL DENGAN  
METODE *ORTHOGONAL MATCHING PURSUIT* DAN  
*CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* TERHADAP SINYAL  
BAHASA ISYARAT PADA RADAR *DOPPLER***



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**CATUR YUDITYA FEBRI ANDHIKA**

**03041381823069**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PEMROSESAN DAN KLASIFIKASI SINYAL DENGAN METODE**  
***ORTHOGONAL MATCHING PURSUIT* DAN *CONVOLUTIONAL***  
***NEURAL NETWORK* TERHADAP SINYAL BAHASA ISYARAT**  
**PADA RADAR *DOPPLER***



**SKRIPSI**

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik**  
**Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**OLEH**

**CATUR YUDITYA FEBRI ANDHIKA**

**030413818230869**

**Palembang, Desember 2023**

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**

**Puspa Kurniasari, S. T., M. T.**

**NIP : 198404162012122002**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**



**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**

**NIP : 197108141999031005**

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Catur Yuditya Febri Andhika

NIM : 03041381823069

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Pemrosesan Dan Klasifikasi Dengan Metode *Orthogonal Matching Pursuit* Dan *Convolutional Neural Network* Terhadap Sinyal Bahasa Isyarat Pada Radar *Doppler*” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.


Palembang, Desember 2023



**Catur Yuditya Febri Andhika**

**NIM. 03041381823069**

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan :  \_\_\_\_\_

Pembimbing Utama : Puspa Kurniasari, S.T., M.T.

Tanggal : 13 / 12 / 2023

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur selalu kita haturkan kepada Allah SWT atas segala karunia serta nikmat yang diberikan-Nya serta shalawat serta salam selalu kita haturkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, karena atas berkat, rahmat, serta karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pemrosesan Dan Klasifikasi Sinyal Dengan Metode *Orthogonal Matching Pursuit* Dan *Convolutional Neural Network* Terhadap Sinyal Bahasa Isyarat Pada Radar *Doppler*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat penulis untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis menyadari banyaknya bantuan serta dukungan yang diberikan oleh banyak pihak. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis berikan kepada:

1. Allah SWT karena atas izin serta kemudahannya dalam menyelesaikan segala urusan selama perkuliahan.
2. Ayah saya Lumarsono, S.E. dan Ibu saya Yani yang senantiasa memberikan do'a serta dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dan mendapatkan gelar sarjana Teknik.
3. Kakak-kakak saya, Novianty Ika Sudyarti, Amd.Keb., Arieanty Dwi Sudyarti, S.Pd., Yuliyanto Tri Widodo, beserta keluarga besar yang senantiasa mendo'akan dan membantu untuk kelancaran dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. selaku Sekretaris Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan pembimbing akademik penulis yang sudah memberikan nasihat selama perkuliahan.
6. Ibu Puspa Kurniasari, S.T., M.T. selaku pembimbing skripsi penulis yang telah memberikan arahan serta nasihat selama proses penyusunan Skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen dari konsentrasi Telekomunikasi dan Informasi, Bapak Dr. Iwan Pahendra Anto Saputra, S.T., M.T., Ibu Desi Windisari, S.T., M.Eng.,

Bapak Abdul Haris Dalimunthe, S.T., M.TI., Ibu Nadia Thereza, S.T., M.T., dan Ibu Melia Sari, S.T., M.T.

8. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu serta nasihat yang bermanfaat untuk penulis.
9. Rekan-rekan satu konsentrasi Teknik Telekomunikasi dan Informasi 2018, Jaka Naufal Semendawai, S.T., Dea Nabila Putri, S.T., Nadiyah Hana Athifah, S.T., dan Wahyu Pratama, S.T. yang telah banyak membantu selama perkuliahan di konsentrasi TTI.
10. Irma Aprilyanti, S.T., Muhammad Rafly, S.T., Dimas Agung H.A.S, S.T., KGS Ahmad Naufal, S.T., dan Ira Latri sudah memberikan bantuan selama perkuliahan dari awal sampai akhir perkuliahan.
11. Pihak-pihak lain yang tidak bisa saya sebut satu per satu yang telah memberikan dukungan selama ini.

Penulis berharap bahwa penulisan Skripsi ini dapat bermanfaat serta memberikan wawasan baru bagi pembaca walaupun penulis sadar bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih banyak kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Terima kasih.

Palembang, Oktober 2023



Penulis

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Catur Yuditya Febri Andhika  
NIM : 03041381823069  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PEMROSESAN DAN KLASIFIKASI SINYAL DENGAN METODE  
ORTHOGONAL MATCHING PURSUIT DAN CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK TERHADAP SINYAL BAHASA ISYARAT PADA RADAR  
DOPPLER**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang

Pada Tanggal: Desember 2023



Catur Yuditya Febri Andhika

## ABSTRAK

### **Pemrosesan Dan Klasifikasi Sinyal Dengan Metode *Orthogonal Matching Pursuit* Dan *Convolutional Neural Network* Terhadap Sinyal Bahasa Isyarat Pada Radar *Doppler***

(Catur Yuditya Febri Andhika, 03041381823069, 2023, 96 Halaman + Lampiran)

---

Pada saat ini, perkembangan teknologi radar telah mengalami perkembangan yang cukup pesat. Penggunaan radar kini mulai dapat digunakan untuk mendeteksi pergerakan anggota tubuh dalam penggunaan bahasa isyarat dan merepresentasikannya dalam bentuk sinyal sehingga dapat dikirimkan melalui jaringan telekomunikasi ke tempat lain. Akan tetapi pada jaringan telekomunikasi terdapat batasan mengenai besar informasi yang dapat dikirim sehingga informasi tersebut harus melalui beberapa tahapan proses seperti kompresi data informasi sehingga perlu proses rekonstruksi untuk memulihkan sinyal. Pada penelitian ini, penulis menggunakan *software* MatLab untuk memproses sinyal data informasi tersebut dengan menggunakan metode OMP yang selanjutnya diklasifikasikan dengan menggunakan metode CNN. Pengujian dilakukan dengan menggunakan radar *Doppler* dengan kondisi terhalang dinding dan tanpa terhalang dinding dan pada jarak yang bervariasi mulai dari 1m, 2m, 3m, 4m, 5m, dan 6m untuk mendapatkan sinyal data informasi dari gerakan bahasa isyarat yang selanjutnya diproses pada *software* MatLab. Dari hasil pengujian pada penelitian ini didapatkan hasil pada parameter kinerja saat pemrosesan dengan metode OMP dengan kondisi tanpa penghalang memiliki hasil yang baik dengan rata-rata nilai SNR sebesar 34 dB dan rata-rata nilai MSE sebesar 0,561%. Selanjutnya pada saat klasifikasi dengan metode CNN didapatkan nilai MSE sebesar 13,89% atau memiliki tingkat keberhasilan klasifikasi sebesar 86,11%.

***Kata kunci: Doppler, Bahasa Isyarat, MatLab, Orthogonal Matching Pursuit, Convolutional Neural Network, SNR, MSE.***



## ABSTRACT

### **Signal Processing And Classification Using Orthogonal Matching Pursuit And Convolutional Neural Network Methods For Sign Language Signals On Doppler Radar**

(Catur Yuditya Febri Andhika, 03041381823069, 2023, 96 Halaman + Lampiran)

---

At this time, the development of radar technology has experienced quite rapid developments. The use of radar can now be used to detect body movement using sign language and represent it in the form of a signal so that it can be sent via telecommunications networks to other places. However, in telecommunications networks there are limitations regarding the amount of information that can be sent so that the information must go through several process stages such as compression of information data so that a reconstruction process is needed to restore the signal. In this research, the author used MatLab software to process the information data signals using the OMP method which was then classified using the CNN method. Tests were carried out using Doppler radar with conditions blocked by walls and without blocked walls and at varying distances ranging from 1m, 2m, 3m, 4m, 5m, and 6m to obtain information data signals from sign language movements which were then processed in MatLab software. From the test results in this research, it was found that the performance parameters when processing using the OMP method in conditions without obstructions had good results with an average SNR value of 34 dB and an average MSE value of 0.561%. Furthermore, when classifying using the CNN method, an MSE value of 13.89% was obtained or a classification success rate of 86.11%.

***Keywords: Doppler, Sign Language, MatLab, Orthogonal Matching Pursuit, Convolutional Neural Network, SNR, MSE.***

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR RUMUS.....	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TEORI DASAR.....	7
2.1 Radar <i>Doppler</i> .....	7
2.2 <i>Orthogonal Matching Pursuit</i> .....	9

2.3 Convolutional Neural Network .....	11
2.4 Sistem Bahasa Isyarat .....	12
2.5 Signal to Noise Ratio (SNR) .....	14
2.6 Mean Square Error (MSE) .....	15
2.6.1 MSE Pada Sistem <i>Orthogonal Matching Pursuit</i> .....	15
2.6.2 MSE Pada <i>Convolutional Neural Network</i> .....	16
2.7 Arduino UNO.....	16
2.8 MatLab .....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Sistem Pemrosesan dan Klasifikasi Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia .....	18
3.2 Persiapan Perangkat Keras Dan Perangkat Lunak .....	18
3.3 Diagram Kerja Penelitian.....	19
3.4 Algoritma Penelitian .....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	25
4.1 Persiapan Gerakan Bahasa Isyarat Dan Radar <i>Doppler</i> .....	25
4.2 Pembacaan Gerakan Bahasa Isyarat Dengan Radar <i>Doppler</i> .....	31
4.3 Pemrosesan hasil pembacaan Radar <i>Doppler</i> Menggunakan Metode OMP <i>Reconstruction</i> .....	34
4.3.1 Hasil Pemrosesan Dengan Metode OMP Dengan Kondisi Tanpa Terhalang.....	35
4.3.2 Hasil Pemrosesan Dengan Metode OMP Dengan Kondisi Terhalang.....	59
4.4 Hasil Parameter <i>Signal to Noise Ratio</i> dan <i>Mean Square Error</i> terhadap Pemrosesan Hasil Pembacaan Gerakan Bahasa Isyarat.....	83
4.5 Persiapan Proses Klasifikasi Menggunakan Metode <i>Convolutional Neural Network</i> .....	86
4.5.1 Proses <i>Cropping Image</i> .....	86

4.5.2 Proses <i>Resize Image</i> .....	87
4.6 Proses Pelatihan Klasifikasi Dengan Metode <i>Convolutional Neural Network</i> .....	88
4.7 Hasil Proses Klasifikasi Dengan Metode <i>Convolutional Neural Network</i> .....	90
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	92
5.1 Kesimpulan.....	92
5.2 Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA .....	94
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Prinsip Kerja Radar <i>Doppler</i> .....	7
Gambar 2.2. Perangkat Dan Diagram Modul Sensor SEN0192.....	8
Gambar 2.3. Pola Pancaran SEN0192.....	9
Gambar 2.4. Konvolusi pada CNN.....	12
Gambar 2.5. Gerakan Bahasa Isyarat.....	13
Gambar 2.6. Abjad dalam SIBI.....	14
Gambar 2.7. Arduino Uno.....	16
Gambar 3.1 Diagram Kerja Penelitian.....	20
Gambar 3.2. Ilustrasi Pembacaan Gerakan Bahasa Isyarat.....	20
Gambar 3.3 Diagram Alir Pemrosesan dan Klasifikasi Sinyal Bahasa Isyarat.....	22
Gambar 4.1. Bahasa Isyarat “Gelas Ada di Atas Meja”.....	26
Gambar 4.2 Bahasa Isyarat “Dimana Kamu Tinggal Selama Ini”.....	27
Gambar 4.3 Bahasa Isyarat “Ana Pulang Kerja Pada Sore Hari”.....	27
Gambar 4.4 Bahasa Isyarat “Kamu Ingin Makan Dan Minum Apa?”.....	28
Gambar 4.5 Bahasa Isyarat “Rumah ANA Ada Di Samping Sekolah BUDI?”....	29
Gambar 4.6 Bahasa Isyarat “Lima Tahun Ini Saya Tinggal Di Perumahan Ini”...	30
Gambar 4.7 Prototipe Radar.....	30
Gambar 4.8 Pembacaan Gerakan Bahasa Isyarat Oleh Radar.....	31
Gambar 4.9 Pembacaan Gerakan Bahasa Isyarat Tanpa Penghalang.....	32
Gambar 4.10 Pembacaan Gerakan Bahasa Isyarat Terhalang Dinding.....	32
Gambar 4.11 Variasi Jarak Radar Objek Terhadap Radar <i>Doppler</i> Kondisi	

	Tanpa Halangan Dan Terhalang Dinding.....	33
Gambar 4.12	Hasil Pembacaan Gerakan “Gelas Ada Di Atas Meja” Jarak 1m	
	Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	35
Gambar 4.13	Hasil Pembacaan Gerakan “Gelas Ada Di Atas Meja” Jarak 2m	
	Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	36
Gambar 4.14	Hasil Pembacaan Gerakan “Gelas Ada Di Atas Meja” Jarak 3m	
	Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	36
Gambar 4.15	Hasil Pembacaan Gerakan “Gelas Ada Di Atas Meja” Jarak 4m	
	Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	37
Gambar 4.16	Hasil Pembacaan Gerakan “Gelas Ada Di Atas Meja” Jarak 5m	
	Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	37
Gambar 4.17	Hasil Pembacaan Gerakan “Gelas Ada Di Atas Meja” Jarak 6m	
	Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	38
Gambar 4.18	Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama ini”	
	Jarak 1m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	39
Gambar 4.19	Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama ini”	
	Jarak 2m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	39
Gambar 4.20	Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama ini”	
	Jarak 3m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	40
Gambar 4.21	Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama ini”	
	Jarak 4m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	40
Gambar 4.22	Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama ini”	
	Jarak 5m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	41

Gambar 4.23 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama ini”	
Jarak 6m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	41
Gambar 4.24 Hasil Pembacaan Gerakan “Ana Pulang Kerja Pada Sore Hari”	
Jarak 1m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	42
Gambar 4.25 Hasil Pembacaan Gerakan “Ana Pulang Kerja Pada Sore Hari”	
Jarak 2m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	43
Gambar 4.26 Hasil Pembacaan Gerakan “Ana Pulang Kerja Pada Sore Hari”	
Jarak 3m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	43
Gambar 4.27 Hasil Pembacaan Gerakan “Ana Pulang Kerja Pada Sore Hari”	
Jarak 4m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	44
Gambar 4.28 Hasil Pembacaan Gerakan “Ana Pulang Kerja Pada Sore Hari”	
Jarak 5m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	44
Gambar 4.29 Hasil Pembacaan Gerakan “Ana Pulang Kerja Pada Sore Hari”	
Jarak 6m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	45
Gambar 4.30 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama Ini”	
Jarak 1m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	46
Gambar 4.31 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama Ini”	
Jarak 2m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	47
Gambar 4.32 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama Ini”	
Jarak 3m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	47
Gambar 4.33 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama Ini”	
Jarak 4m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	48
Gambar 4.34 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama Ini”	

	Jarak 5m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	48
Gambar 4.35	Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama Ini”	
	Jarak 6m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	49
Gambar 4.36	Hasil Pembacaan Gerakan “Rumah Ana Ada Di Samping Sekolah Budi” Jarak 1m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	50
Gambar 4.37	Hasil Pembacaan Gerakan “Rumah Ana Ada Di Samping Sekolah Budi” Jarak 2m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	50
Gambar 4.38	Hasil Pembacaan Gerakan “Rumah Ana Ada Di Samping Sekolah Budi” Jarak 3m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	51
Gambar 4.39	Hasil Pembacaan Gerakan “Rumah Ana Ada Di Samping Sekolah Budi” Jarak 4m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	51
Gambar 4.40	Hasil Pembacaan Gerakan “Rumah Ana Ada Di Samping Sekolah Budi” Jarak 5m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	52
Gambar 4.41	Hasil Pembacaan Gerakan “Rumah Ana Ada Di Samping Sekolah Budi” Jarak 6m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	52
Gambar 4.42	Hasil Pembacaan Gerakan “Lima Tahun Ini Saya Tinggal Di Perumahan Ini” Jarak 1m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	54
Gambar 4.43	Hasil Pembacaan Gerakan “Lima Tahun Ini Saya Tinggal Di Perumahan Ini” Jarak 2m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	54



Gambar 4.44 Hasil Pembacaan Gerakan “Lima Tahun Ini Saya Tinggal Di Perumahan Ini” Jarak 3m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	55
Gambar 4.45 Hasil Pembacaan Gerakan “Lima Tahun Ini Saya Tinggal Di Perumahan Ini” Jarak 4m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	55
Gambar 4.46 Hasil Pembacaan Gerakan “Lima Tahun Ini Saya Tinggal Di Perumahan Ini” Jarak 5m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	56
Gambar 4.47 Hasil Pembacaan Gerakan “Lima Tahun Ini Saya Tinggal Di Perumahan Ini” Jarak 6m Tanpa Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	56
Gambar 4.48 Hasil Pembacaan Gerakan “Gelas Ada Di Atas Meja” Jarak 1m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	59
Gambar 4.49 Hasil Pembacaan Gerakan “Gelas Ada Di Atas Meja” Jarak 2m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	59
Gambar 4.50 Hasil Pembacaan Gerakan “Gelas Ada Di Atas Meja” Jarak 3m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	60
Gambar 4.51 Hasil Pembacaan Gerakan “Gelas Ada Di Atas Meja” Jarak 4m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP. ....	60
Gambar 4.52 Hasil Pembacaan Gerakan “Gelas Ada Di Atas Meja” Jarak 5m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	61
Gambar 4.53 Hasil Pembacaan Gerakan “Gelas Ada Di Atas Meja” Jarak 6m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	61
Gambar 4.54 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama ini” Jarak 1m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	63
Gambar 4.55 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama ini” Jarak 2m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	63

Gambar 4.56 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama ini”	
Jarak 3m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	64
Gambar 4.57 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama ini”	
Jarak 4m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	64
Gambar 4.58 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama ini”	
Jarak 5m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	65
Gambar 4.59 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama ini”	
Jarak 6m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	65
Gambar 4.60 Hasil Pembacaan Gerakan “Ana Pulang Kerja Pada Sore Hari”	
Jarak 1m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	66
Gambar 4.61 Hasil Pembacaan Gerakan “Ana Pulang Kerja Pada Sore Hari”	
Jarak 2m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	67
Gambar 4.62 Hasil Pembacaan Gerakan “Ana Pulang Kerja Pada Sore Hari”	
Jarak 3m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	67
Gambar 4.63 Hasil Pembacaan Gerakan “Ana Pulang Kerja Pada Sore Hari”	
Jarak 4m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP,.....	68
Gambar 4.64 Hasil Pembacaan Gerakan “Ana Pulang Kerja Pada Sore Hari”	
Jarak 5m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	68
Gambar 4.65 Hasil Pembacaan Gerakan “Ana Pulang Kerja Pada Sore Hari”	
Jarak 6m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	69
Gambar 4.66 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama Ini”	
Jarak 1m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	70
Gambar 4.67 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama Ini”	
Jarak 2m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	71
Gambar 4.68 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama Ini”	

Jarak 3m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	71
Gambar 4.69 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama Ini”	
Jarak 4m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	72
Gambar 4.70 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama Ini”	
Jarak 5m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	72
Gambar 4.71 Hasil Pembacaan Gerakan “Dimana Kamu Tinggal Selama Ini”	
Jarak 6m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP.....	73
Gambar 4.72 Hasil Pembacaan Gerakan “Rumah Ana Ada Di Samping Sekolah Budi” Jarak 1m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	74
Gambar 4.73 Hasil Pembacaan Gerakan “Rumah Ana Ada Di Samping Sekolah Budi” Jarak 2m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP...	74
Gambar 4.74 Hasil Pembacaan Gerakan “Rumah Ana Ada Di Samping Sekolah Budi” Jarak 3m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP...	75
Gambar 4.75 Hasil Pembacaan Gerakan “Rumah Ana Ada Di Samping Sekolah Budi” Jarak 4m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	75
Gambar 4.76 Hasil Pembacaan Gerakan “Rumah Ana Ada Di Samping Sekolah Budi” Jarak 5m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	76
Gambar 4.77 Hasil Pembacaan Gerakan “Rumah Ana Ada Di Samping Sekolah Budi” Jarak 6m Terhalang Sebelum Dan Setelah Proses OMP....	76
Gambar 4.78 Hasil Pembacaan Gerakan “Lima Tahun Ini Saya Tinggal Di Perumahan Ini” Jarak 1m Terhalang Sebelum Dan Sesudah Proses OMP.....	78
Gambar 4.79 Hasil Pembacaan Gerakan “Lima Tahun Ini Saya Tinggal Di Perumahan Ini” Jarak 2m Terhalang Sebelum Dan Sesudah Proses OMP.....	78

Gambar 4.80 Hasil Pembacaan Gerakan “Lima Tahun Ini Saya Tinggal Di Perumahan Ini” Jarak 3m Terhalang Sebelum Dan Sesudah Proses OMP.....	79
Gambar 4.81 Hasil Pembacaan Gerakan “Lima Tahun Ini Saya Tinggal Di Perumahan Ini” Jarak 4m Terhalang Sebelum Dan Sesudah Proses OMP.....	79
Gambar 4.82 Hasil Pembacaan Gerakan “Lima Tahun Ini Saya Tinggal Di Perumahan Ini” Jarak 5m Terhalang Sebelum Dan Sesudah Proses OMP.....	80
Gambar 4.83 Hasil Pembacaan Gerakan “Lima Tahun Ini Saya Tinggal Di Perumahan Ini” Jarak 6m Terhalang Sebelum Dan Sesudah Proses OMP.....	80
Gambar 4.84 Grafik Sinyal Hasil Pemrosesan OMP sebelum <i>Cropping</i> .....	86
Gambar 4.85 Grafik Sinyal hasil Pemrosesan OMP Setelah <i>Cropping</i> .....	87
Gambar 4.86 Gambar Grafik Sinyal Hasil <i>Resize</i> .....	88
Gambar 4.87 Grafik Proses <i>Training</i> Menggunakan Metode CNN.....	89
Gambar 4.88 Hasil Uji Klasifikasi Dengan Menggunakan Metode CNN .....	90

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Standar Nilai SNR.....	15
Tabel 3.1 Perangkat Keras dan Spesifikasi.....	19
Tabel 3.2 Perangkat Lunak.....	19
Tabel 4.1 Kalimat bahasa isyarat yang akan digunakan.....	25
Tabel 4.2 Nilai Amplitudo Maksimum dari Hasil Pemrosesan Pembacaan Gerakan Bahasa Isyarat Kondisi Tanpa Terhalang.....	58
Tabel 4.3 Nilai Amplitudo Maksimum dari Hasil Pemrosesan Pembacaan Gerakan Bahasa Isyarat Kondisi Terhalang.....	82
Tabel 4.4 Hasil SNR dan MSE Kondisi Tanpa Halangan.....	83
Tabel 4.5 Hasil SNR dan MSE Kondisi Terhalang.....	84

## DAFTAR RUMUS

	Halaman
Rumus 2.1 Persamaan Objektif OMP.....	10
Rumus 2.2 Persamaan Metode OMP <i>Reconstruction</i> .....	11
Rumus 2.3 Nilai SNR.....	15
Rumus 2.4 Nilai SNR Dalam dB.....	15
Rumus 2.5 Nilai MSE Pada OMP.....	16
Rumus 2.6 Nilai MSE Pada CNN.....	16

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini perkembangan dalam bidang teknologi memiliki kemajuan yang sangat pesat dan merupakan hal yang tidak bisa dihindari. Dengan adanya kemajuan dalam bidang teknologi ini dapat membantu segala aktivitas manusia. Pada beberapa bidang seperti pada bidang otomotif kini banyak sekali digunakan teknologi yang terintegrasi dengan suatu program *Artificial Intelligence* atau yang sering dikenal dengan kecerdasan buatan. Dengan adanya kecerdasan buatan ini, kini banyak pekerjaan yang dapat dikerjakan dengan mesin sehingga dapat diselesaikan dengan lebih cepat, lebih presisi, dan dengan minim kesalahan. Selain pada bidang otomotif, kini kecerdasan buatan mulai digunakan pada *sector* lainnya seperti dalam hal pengenalan objek.

Dalam hal pengenalan dan klasifikasi objek terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, salah satunya adalah metode *Convolution Neural Network* (CNN). Dalam perkembangannya, penerapan metode CNN yang menggunakan gambar sebagai masukan kini tidak hanya terpusat pada hasil kamera saja. Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan penerapan metode CNN dalam pengenalan dan klasifikasi suatu objek telah mulai diterapkan pada beberapa bidang seperti pada radar. Pada penelitian sebelumnya, penggunaan metode CNN diketahui dapat mengenali pola atau ciri khusus dari gambar suatu sinyal sehingga didapatkan hasil klasifikasi sinyal dengan tingkat akurasi klasifikasi hingga mencapai angka 87,5% terhadap sinyal hasil gerakan tangan pada radar *doppler*[1].

Radar *doppler* merupakan jenis radar yang banyak digunakan dalam berbagai bidang. Pada radar jenis ini menggunakan prinsip efek *doppler*. Efek *doppler* adalah perbedaan sinyal yang dikirim dan diterima yang diakibatkan adanya pergeseran sinyal atau frekuensi yang akan mengalami kalkulasi sehingga didapatkan kecepatan pada objek tersebut. Dengan menerapkan efek *doppler*, radar dapat dengan akurat untuk menentukan

jarak dan kecepatan suatu objek[2]. Dikarenakan radar *doppler* dapat mendeteksi suatu objek yang bergerak, maka penggunaan teknologi ini kini mulai digunakan untuk mendeteksi dan merepresentasikan suatu gerakan, mulai dari gerakan yang sederhana hingga gerakan bahasa isyarat.

Penggunaan radar *doppler* dalam pendeteksian gerakan bahasa isyarat ialah dengan mendapatkan sinyal pantulan dari gerakan anggota tubuh yang sesuai dengan gerakan dalam bahasa isyarat. Sinyal pantulan inilah yang nantinya akan digunakan untuk menentukan gerakan bahasa isyarat yang dideteksi. Pada penelitian sebelumnya, dirancang radar *doppler* yang digunakan untuk mendeteksi gerakan tangan dengan tingkat akurasi deteksi yang mencapai 94%[3], selain itu radar *doppler* juga dapat digunakan untuk mendeteksi gerakan anggota tubuh lainnya dengan tingkat akurasi deteksi hingga mencapai 97,3%[4]. Akan tetapi pada penelitian tersebut diketahui bahwa sinyal pantulan yang didapatkan memiliki tambahan sinyal *noise* akibat interferensi dari sekitar objek[5]. Untuk mengatasi gangguan tersebut dibutuhkan suatu proses pengolahan sinyal yang diharapkan dapat mengurangi bahkan menghilangkan *noise* akibat interferensi dari benda-benda disekitar objek.

Dalam proses pengolahan sinyal, terdapat beberapa tahapan penting meliputi *sampling* dan rekonstruksi sinyal. Penerapan metode rekonstruksi sinyal akan mempengaruhi hasil pada pengolahan sinyal. Kinerja pengolahan sinyal dapat diketahui dari melalui parameter *Signal to Noise Ratio*, jika sinyal hasil pengolahan memiliki nilai SNR yang semakin besar maka kinerja sistem tersebut memiliki kinerja yang semakin baik. Oleh karena itu proses rekonstruksi sinyal sangat penting untuk membangkitkan sinyal hasil *sampling* sehingga didapatkan sinyal dengan *noise* sedikit mungkin. Pada penelitian lainnya telah dirancang sistem pemrosesan sinyal untuk mengurangi *noise* pada radar *doppler* dengan menggunakan metode *L<sub>1</sub>-Minimization* dan diketahui dapat mengurangi *noise* dan didapatkan nilai parameter kerja sistem yakni SNR 5,355623 dB[6]. Selain itu pada penelitian yang lain menggunakan metode *Orthogonal Matching Pursuit* (OMP) *Reconstruction* untuk mengolah sinyal *fall detection* dan didapatkan



parameter kerja sistem hingga 35,9961 dB pada parameter SNR[7]. Dari dua penelitian tersebut dapat diketahui bahwa dengan menggunakan metode *Orthogonal Matching Pursuit (OMP) Reconstruction* hasil sinyal yang diproses memiliki nilai SNR yang lebih besar. Maka dari itu penulis dalam penelitian ini akan merancang suatu sistem dengan menggunakan MatLab yang mampu untuk memproses sinyal hasil radar *doppler* dengan menggunakan metode *Orthogonal Matching Pursuit (OMP) Reconstruction* yang diharapkan dapat memiliki parameter kerja yang terbaik sehingga sinyal yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik sehingga akan dengan mudah untuk dikenali pola dan ciri khusus dari sinyal tersebut pada proses selanjutnya dengan menggunakan metode *Convolution Neural Network (CNN)* sehingga didapatkan hasil berupa pengelompokkan atau klasifikasi jenis gerakan bahasa isyarat yang lebih akurat terhadap sinyal hasil gerakan bahasa isyarat yang telah diambil dengan menggunakan radar *doppler*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini:

1. Bagaimana pemrosesan sinyal menggunakan metode *Orthogonal Matching Pursuit (OMP) Reconstruction* pada radar *Doppler*?
2. Bagaimana membangun klasifikasi sinyal bahasa isyarat dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)*?
3. Bagaimana hasil pemrosesan sinyal isyarat Bahasa Indonesia menggunakan *Orthogonal Matching Pursuit (OMP) Reconstruction* dan klasifikasi sinyal melalui *Convolutional Neural Network (CNN)* ditinjau dari faktor *Signal to Noise Ratio (SNR)*, dan *Mean Square Error (MSE)*?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perangkat radar menggunakan modul SEN0192.

2. Metode pemrosesan sinyal terhadap gerakan isyarat menggunakan *Orthogonal Matching Pursuit Reconstruction*.
3. Metode klasifikasi sinyal gerakan isyarat menggunakan *Convolutional Neural Network*.
4. Isyarat bahasa yang digunakan adalah Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI).
5. Gerakan isyarat bahasa terdiri dari gerakan isyarat lima kata, enam kata, tujuh kata, dan delapan kata.
6. Pengujian sinyal terhadap objek dilakukan di dalam ruangan, objek tanpa penghalang dan objek dengan penghalang pada jarak 1 meter, 2 meter, 3 meter, 4 meter, 5 meter, 6 meter.
7. Parameter kinerja yang diukur adalah *Signal to Noise Ratio* (SNR), dan *Mean Square Error* (MSE).
8. Perangkat lunak yang digunakan yaitu MATLAB versi R2019A.
9. Board Sistem menggunakan Arduino Uno dengan spesifikasi ATmega328.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk pemrosesan sinyal isyarat bahasa Indonesia dengan menggunakan *Orthogonal Matching Pursuit* dan mengklasifikasikan sinyal isyarat bahasa Indonesia menggunakan *Convolutional Neural Network*.

#### **1.5 Metode Penelitian**

Dalam penyelesaian penelitian ini terdapat berbagai tahapan-tahapan yang dilakukan, yaitu:

##### **a. Studi Literatur**

Pada tahap ini penulis mencari informasi yang dibutuhkan seperti teori ataupun hasil penelitian yang dapat digunakan sebagai sumber masalah ataupun sumber referensi untuk mendukung tema penelitian yang akan dikerjakan. Informasi yang dibutuhkan pada penelitian ini

didapatkan melalui jurnal-jurnal ilmiah, buku, hasil penelitian skripsi yang masih berkaitan dengan tema penelitian.

#### **b. Perancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak**

Pada tahap ini penulis melakukan perancangan yang meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan pada penelitian ini sesuai dengan yang batasan masalah yang ditetapkan.

#### **c. Pengujian Hasil Perancangan**

Setelah didapatkan perangkat dan sistem yang telah dirancang, maka penulis selanjutnya melakukan pengujian terhadap perancangan perangkat dan sistem yang telah dibuat untuk didapatkan hasilnya.

#### **d. Pengolahan Hasil Pengujian**

Setelah didapatkan hasil pada pengujian hasil perancangan perangkat dan sistem, maka hasil yang didapatkan diolah sesuai dengan tahapan dan metode yang telah ditetapkan sebelumnya.

#### **e. Pembahasan Hasil Perancangan dan Pengujian**

Pada tahap ini penulis membahas serta menganalisis hasil yang didapatkan pada pengujian dan pengolahan hasil perancangan perangkat dan sistem berdasarkan parameter kinerja sistem yang telah ditetapkan sejak awal.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Tujuan digunakannya sistematika penulisan dalam skripsi ini adalah supaya skripsi ini runtut, jelas dan lengkap. Adapun urutan sistematika penulisan yang digunakan adalah:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini terdiri dari pengenalan umum mengenai penelitian yang disusun meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

## **BAB II TEORI DASAR**

Pada bab ini teori dasar berisi mengenai hal-hal yang berkaitan dengan dasar dari teori yang digunakan sebagai fondasi dalam penelitian yang dilakukan.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan mengenai urutan pelaksanaan penelitian sehingga sesuai dengan tahapan pelaksanaan penelitian yang telah ditetapkan.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menjelaskan mengenai hasil yang didapatkan dan analisis dari penelitian yang dilakukan berdasarkan parameter dan tolak ukur yang telah ditentukan

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini merupakan kesimpulan dan saran. Kesimpulan merupakan hasil pembahasan yang terdapat pada bab sebelumnya. Sedangkan saran dapat digunakan sebagai informasi dari penulis mengenai perbaikan atau pengembangan untuk penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Kulhandjian, P. Sharma, M. Kulhandjian, And C. D'amours, "Sign Language Gesture Recognition Using Doppler Radar And Deep Learning," *2019 Ieee Globecom Work. Gc Wkshps 2019 - Proc.*, Pp. 5–10, 2019, Doi: 10.1109/Gcwkshps45667.2019.9024607.
- [2] M. Zikky And Z. F. Akbar, "Kamus Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (Kasibi) Dengan Voice Recognition Sebagai Pendukung Belajar Bahasa Isyarat Berbasis Android," *Jst (Jurnal Sains Ter.*, Vol. 5, No. 2, 2019, Doi: 10.32487/Jst.V5i2.732.
- [3] S. G. And P. P. K. Arthamanolap, "Doppler Radar For Dynamic Hand Gesture Recognition Based On Signal Image Processing," *16th Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Telecommun. Inf. Technol.*, Vol. Doi: 10.11, Pp. 931–934, 2019, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8955217>
- [4] X. Ma, R. Zhao, X. Liu, H. Kuang, And M. A. A. Al-Qaness, "Classification Of Human Motions Using Micro-Doppler Radar In The Environments With Micro-Motion Interference," *Sensors (Switzerland)*, Vol. 19, No. 11, 2019, Doi: 10.3390/S19112598.
- [5] F. Y. Suratman, A. A. Pramudita, And D. Arseno, "Deteksi Sinyal : Overview Model Parametrik Menggunakan Kriteria Neyman-Pearson," *Elkomika J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, Vol. 7, No. 1, P. 14, 2019, Doi: 10.26760/Elkomika.V7i1.14.
- [6] F. Ramadhan, "Perancangan Sistem Pemrosesan Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia Menggunakan Compressive Sampling Pada Radar Doppler X – Band," Sriwijaya University, 2021. [Online]. Available: [Http://Repository.Unsri.Ac.Id/Id/Eprint/58749](http://Repository.Unsri.Ac.Id/Id/Eprint/58749)
- [7] J. M. Charisma, I. Wahidah, I. H. Santoso, And U. Telkom, "Rekonstruksi Sinyal Fall Detection Menggunakan Compressive Sensing Dengan

- Algoritma Orthogonal Matching Pursuit,” Vol. 8, No. 5, Pp. 5465–5473, 2021.
- [8] K. Pasepang And S. Tahcfullloh, “Estimasi Parameter Sistem Radar Multi-Antena Dengan Generalized-Likelihood Ratio Test,” No. November, 2021, Doi: 10.24014/Sitekin.V19i1.15257.
- [9] I. N. Agfah, H. Wijanto, And B. Syihabuddin, “Bandpass Filter Mikrostrip X-Band Untuk Radar Cuaca Dengan Metode Square Ring Resonator X-Band Microstrip Bandpass Filter For Weather Radar With Square Ring Resonator Method,” Vol. 4, No. 2, Pp. 1–7, 2017.
- [10] M. E. Rahmani, A. Amine, And R. M. Hamou, “Sonar Data Classification Using A New Algorithm Inspired From Black Holes Phenomenon,” *Int. J. Inf. Retr. Res.*, Vol. 8, No. 2, P. 15, 2018, Doi: 10.4018/Ijirr.2018040102.
- [11] T. R. Arathi, J. M. Adarsh, V. S. Aparna, C. K. Sreepriya, And L. Thomas, “Virtual Eye For Blind - A Multi Functionality Interactive Aid Using Pi,” No. May, Pp. 5503–5506, 2019.
- [12] Anonim, “Microwave\_Sensor\_Sku\_Sen0192,” 2016. [https://github-wiki-see.page/m/jimaobian/dfrobotwiki/wiki/microwave\\_sensor\\_sku\\_\\_sen0192](https://github-wiki-see.page/m/jimaobian/dfrobotwiki/wiki/microwave_sensor_sku__sen0192)
- [13] E. Ashraf, A. A. M. Khalaf, And S. M. Hassan, “Real Time Fpga Implemnation Of Sar Radar Reconstruction System Based On Adaptive Omp Compressive Sensing,” Vol. 20, No. 1, Pp. 185–196, 2020, Doi: 10.11591/Ijeecs.V20.I1.Pp.
- [14] M. F. Herlambang, A. N. Hermana, K. R. Putra, K. Kunci, And P. Citra, “Systemic: Information System And Informatics Journal Pengenalan Karakter Huruf Braille Dengan Metode Convolutional Neural Network,” Vol. 6, No. 2, Pp. 20–26, 2020.
- [15] A. Abdullah And S. A. Prakoso, “Desain Absensi Mahasiswa Dengan Tanda Tangan Digital Terverifikasi Berbasis Convolutional Neural Network Di,” Vol. 6, No. 1, 2022.

- [16] I. W. S. E. P, A. Y. Wijaya, And R. Soelaiman, “Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network ( Cnn ) Pada Caltech 101,” Vol. 5, No. 1, 2016.
- [17] A. A. Gafar And J. Y. Sari, “Sistem Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia Dengan Menggunakan Metode Fuzzy K-Nearest Neighbor,” *J. Ultim.*, Vol. 9, No. 2, Pp. 122–128, 2018, Doi: 10.31937/Ti.V9i2.671.
- [18] Hanifah, “Belajar 2 Bahasa Isyarat Tangan Di Indonesia. Lengkap Dengan Contoh Kata Yang Umum Digunakan!,” 2022. <https://www.99.co/blog/indonesia/bahasa-isyarat-di-indonesia-contoh-kata/>
- [19] U. Islam, N. Alauddin, And S. I. Bahasa, “Pengenalan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia ( Sibi ) Menggunakan Gradient-Convolutional Neural Network,” Vol. 6, No. April, Pp. 56–65, 2021.
- [20] Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan, “Daftar Isyarat Abjad.” <https://pmpk.kemdikbud.go.id/sibi/kosakata> (Accessed Oct. 27, 2022).
- [21] A. D. Haq, I. Santoso, And Z. A. A. Macrina, “Estimasi Signal To Noise Ratio (Snr) Menggunakan Metode Korelasi,” *Transient*, Vol. 1, No. 4, Pp. 1–8, 2012.
- [22] Jalaluddin, F. Imansyah, And P. W. F. Trias, “Analisis Performansi Jaringan Dan Kualitas Sinyal 4g Lte Telkomsel Di Area Fakultas Teknik Untan Pontianak,” *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, Vol. 2, No. 1, Pp. 1–10, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/42007/75676586702>
- [23] A. M. Khalimi, “Cara Hitung Rmse , Mse, Mape, Dan Mae Dengan Excel,” 2021. <https://www.pengalaman-edukasi.com/2021/01/cara-menghitung-rmse-root-mean-square.html> (Accessed Oct. 27, 2022).
- [24] E. A. Prastyo, “Arduino Uno R3,” 2018. <https://www.arduinoindonesia.id/2018/08/arduino-uno-r3.html>
- [25] A. Tjolleng, *Pengantar Oemrograman Matlab: Panduan Praktis Belajar Matlab*. Jakarta: Pt Elex Media Komputindo, 2017.

- [26] T. Gunantohadi, C. Crysdiyan, M. Informatika, U. Islam, N. Maulana, And I. Malang, “Review Penerapan Metode Klasifikasi Pada Sistem,” *Apl. Teknol. Inf. Dan Manaj.*, Vol. 3, No. 2, Pp. 84–92, 2022, Doi: 10.31102/Jatim.V3i2.1578.