PERANCANGAN SISTEM PEMROSESAN SINYAL ISYARAT BAHASA INDONESIA MENGGUNAKAN *COMPRESSIVE SAMPLING* PADA RADAR *DOPPLER X - BAND*

SKRIPSI

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

Oleh:

FANY RAMADHAN

03041281722041

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN SISTEM PEMROSESAN SINYAL ISYARAT BAHASA INDONESIA MENGGUNAKAN *COMPRESSIVE SAMPLING* PADA RADAR *DOPPLER X - BAND*

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :
FANY RAMADHAN
03041281722041

Indralaya, 19 November 2021

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Menyetujui,
Pembimbing Utama

Puspa Kurniasari S.T., M.T.
NIP : 198404162012122002

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 I : Puspa Kurniasari S.T., M.T.

Tanggal : 19 / 11 / 2021

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Fany Ramadhan
NIM	: 03041281722041
Fakultas	: Teknik
Jurusan /Prodi	: Teknik Elektro
Universitas	: Sriwijaya
Judul Skripsi	: Perancangan Sistem Pemrosesan Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia menggunakan *Compressive Sampling* pada Radar *Doppler X - Band*

Hasil Pengecekan

Software iThenticate/Turnitin: 3%

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul "Perancangan Sistem Pemrosesan Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia menggunakan *Compressive Sampling* pada Radar *Doppler X - Band*" 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 surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Indralaya, 19 November 2021

Fany Ramadhan

NIM. 03041281722041

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Fany Ramadhan
NIM : 03041281722041
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:

PERANCANGAN SISTEM PEMROSESAN SINYAL ISYARAT BAHASA INDONESIA MENGGUNAKAN COMPRESSIVE SAMPLING PADA RADAR DOPPLER X – BAND

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 Indralaya
Pada tanggal: 19 November 2021

Fany Ramadhan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridhonya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Perancangan Sistem Pemrosesan Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia menggunakan *Compressive Sampling* pada Radar *Doppler X - Band*". Pembuatan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak mungkin dapat terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan serta nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan tugas akhir ini. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Papa saya Ahyar dan mama saya Zainab yang selama ini selalu memberikan kasih sayang, doa, dukungan, nasihat dan semuanya bagi penulis baik di masa lalu, masa kini maupun di masa yang akan datang.
2. Kedua kakak saya Yudi Isvara dan Ferdian yang telah membagikan ilmu tentang banyak hal mengenai pembuatan tugas akhir ini hingga selesai serta adik saya Evandary yang saya sayangi.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph,D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya
4. Ibu Puspa Kurniasari, S.T,. M.T. sebagai Pembimbing tugas akhir saya yang telah bersedia membimbing saya dengan sabar, tulus dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya dalam membimbing penulis.
5. 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.
6. Segenap dosen pengajar Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya, penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama proses perkuliahan.

7. Seluruh staf dan jajaran Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membantu selama proses perkuliahan.
8. Muhammad Fakhri dan Benhart Nobel sebagai teman yang saling mendukung dan membantu banyak hal yang tidak dapat disebutkan satu persatu selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
9. Teman – teman dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan.

Indralaya, 19 November 2021

Penulis

ABSTRAK

PERANCANGAN SISTEM PEMROSESAN SINYAL ISYARAT BAHASA INDONESIA MENGGUNAKAN *COMPRESSIVE SAMPLING* PADA RADAR *DOPPLER X - BAND*

(Fany Ramadhan, 03041281722041, 2021, 120 halaman + lampiran)

Bahasa isyarat merupakan metode komunikasi bagi penderita tunarungu dan tunawicara yang berfokus pada orientasi gerakan tangan, bentuk tangan serta ekspresi wajah. Namun bahasa isyarat ini sendiri memiliki keunikan berupa gerakan tubuh dan postur tubuh yang sering kali tidak diperhatikan dalam pembacaannya, oleh karena itu dibutuhkan sistem yang dapat memproses bahasa isyarat dan keunikannya menjadi sesuatu yang dapat dipahami oleh seluruh masyarakat. Pada penelitian ini dirancang sistem pemrosesan sinyal bahasa isyarat Indonesia dengan pembacaan bahasa isyarat menggunakan radar *Doppler X – Band* yang memiliki kelebihan yakni, dapat memperoleh representasi visual dari pola gerak kinematik dengan efek *Doppler* seakurat dalam pengukuran kecepatan dan jarak selanjutnya diproses menggunakan metode *compressive sampling* agar didapatkan sinyal bahasa isyarat akhir tanpa adanya *noise*. Pembacaan bahasa isyarat ini dilakukan di luar ruangan dan di dalam ruangan, lalu digunakan variasi jarak di 50cm, 1m, 1.5m, 2m, 3m, 4m dan 5m, serta jumlah kata dalam bahasa isyarat yang digunakan terdiri dari 1 kata, 2 kata, 3 kata dan 1 kalimat. Selanjutnya pemrosesan sinyal bahsasa isyarat yang telah didapatkan diproses menggunakan bahasa pemrogaman MATLAB. .Berdasarkan hasil pengujian sistem dengan menggunakan parameter kinerja PSNR, SNR dan MSE didapartkan bahwa secara rata – rata nilai parameter kinerja di dalam ruangan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan di luar ruangan dengan nilai PSNR 33,73936 dB, SNR 5,355623 dB dan MSE 0,639152 %.

Kata kunci: Bahasa Isyarat Indonesia, Compressive Sampling, Radar Doppler X – Band, Noise, PSNR, SNR, MSE

Indralaya, 19 November 2021

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Menyetujui,
Pembimbing Utama

Puspa Kurniasari S.T., M.T.
NIP : 198404162012122002

ABSTRACT

THE DESIGN OF INDONESIAN SIGN LANGUAGE SIGNAL PROCESSING SYSTEM USING COMPRESSIVE SAMPLING ON RADAR DOPPLER X - BAND

(Fany Ramadhan, 03041281722041, 2021, 120 halaman + lampiran)

Sign language is a communication method for deaf and speech impaired people that focuses on the orientation of hand movements, hand shapes and facial expressions. However, this sign language itself is unique in the form of body movements and postures that are often not considered in reading, therefore a system is needed that can process sign language and its uniqueness into something that can be understood by the whole community. In this study, an Indonesian sign language signal processing system was designed with sign language reading using X-Band Doppler radar which has the advantage of being able to obtain a visual representation of the kinematic motion pattern with the Doppler effect as accurate as speed and distance measurements and then processed using the compressive sampling method to obtain final sign language signal without any noise. This sign language reading is done outdoors and indoors, then the distance variations are used at 50cm, 1m, 1.5m, 2m, 3m, 4m and 5m, and the number of words in the sign language used consists of 1 word, 2 words, 3 words. word, and 1 sentence. Based on the results of system testing using the PSNR, SNR and MSE performance parameters, it was found that on average the performance parameter values indoors had a higher value than outdoors with a PSNR value of 33.73936 dB, SNR 5.355623 dB and MSE 0 ,639152%.

Keywords : Indonesian Sign Language, Compressive Sampling, Radar Doppler X – Band, Noise, PSNR, SNR, MSE

Indralaya, 19 November 2021

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,
Pembimbing Utama

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Puspa Kurniasari S.T., M.T.
NIP : 198404162012122002

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR v
KATA PENGANTAR vi
ABSTRAK viii
ABSTRACT ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR PERSAMAAN xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR TABEL xxii
DAFTAR LAMPIRAN xxiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Metode Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Bahasa Isyarat 6
2.2 Radar 8
2.3 Jenis – Jenis Radar 9
2.4 Prinsip Kerja Radar 11
2.5 Frekuensi – Frekuensi di Radar 14
2.6 Pengolahan Sinyal 15
2.7 Metode Rekonstruksi Sinyal 19
2.8 Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) 20
2.9 Mean Square Error (MSE) 20
2.10 Signal to Noise Ratio (SNR) 21
2.11 Modul HB-100 22

2.12 MATLAB 23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 25
3.1 Sistem Pemrosesan Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia 25
3.2 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak 25
3.3 Ilustrasi Perancangan Sistem 26
3.4 Diagram Alir Penelitian 28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 31
4.1 Penentuan Objek Untuk Gerakan Bahasa Isyarat 31
4.2 Penentuan Kosa Kata atau Kalimat dan Gerakan Bahasa Isyarat-nya ... 31
4.3 Pembacaan Gerakan Bahasa Isyarat pada Objek dengan Radar *Doppler X – Band* 34
4.3.1 Hasil Pembacaan Gerakan Bahasa Isyarat 39
4.4 Pengolahan Sinyal dengan *Compressive Sampling* 69
4.4.1. Pembacaan Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia 69
4.4.2. Transformasi Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia dengan Metode *Fast Fourier Transform* 69
4.4.3. Pemrosesan Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia dengan *Compressive Sampling* 70
4.4.4. Rekonstruksi Sinyal dengan Metode *L1 – Minimization* 71
4.5 Hasil Pengujian dan Analisis dari Sistem Pemrosesan Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia 72
4.5.1 Hasil Pemrosesan Sinyal Isyarat *Indoor* dengan *Compressive Sampling* 72
4.5.2 Hasil Pemrosesan Sinyal Isyarat *Outdoor* dengan *Compressive Sampling* 89
4.5.3 Hasil Pengujian Sistem Pemrosesan Sinyal Isyarat terhadap Variasi Jarak 105
4.5.4 Hasil Pengujian Sistem Pemrosesan Sinyal Isyarat Terhadap Kondisi Lingkungan Pembacaan Sinyal Bahasa Isyarat 110
4.5.5 Analisis Sinyal Bahasa Isyarat terhadap Metode *Compressive Sampling* 112
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 115
5.1. Kesimpulan 115
5.1. Saran 115

DAFTAR PUSTAKA 116
LAMPIRAN 121

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 16
Persamaan 2.2 20
Persamaan 2.3 20
Persamaan 2.4 20
Persamaan 2.5 20
Persamaan 2.6 21
Persamaan 2.7 21
Persamaan 2.6 21
Persamaan 2.8 21
Persamaan 2.9 21
Persamaan 2.10 22
Persamaan 2.11 22
Persamaan 2.12 23
Persamaan 2.13 23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Abjad dalam SIBI.....7
Gambar 2.2 Abjad dalam BISINDO 8
Gambar 2.3 Blok Diagram Radar 4
Gambar 2.4 Konfigurasi Radar *Bistatic* 10
Gambar 2.5 Konfigurasi Radar *Doppler* 10
Gambar 2.6 Radar *Continous-Wave* 11
Gambar 2.7 Fenomena *Echo*/Gema pada gelombang suara 12
Gambar 2.8 Efek Doppler 13
Gambar 2.9 Prinsip kerja radar 14
Gambar 2.10 Blok Sistem Pengolahan Sinyal 15
Gambar 2.11 Modul HB-100 22
Gambar 2.12 Pola Radiasi Modul HB-100 22
Gambar 3.1 Ilustrasi Perancangan Sistem Radar *Doppler X – Band* 27
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian 29
Gambar 4.1 Bahasa Isyarat “Kita” (a)Ki- (b)-ta 32
Gambar 4.2 Bahasa Isyarat“Selamat Malam” (a)Selamat (b)Ma- (c)-lam 32
Gambar 4.3 Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu” (a)Siapa (b)Nama (c)Kamu 33
Gambar 4.4 Bahasa Isyarat“Saya Membaca Berita di Koran” (a)Saya (b)Mem- (c)-baca (d)Berita (e)di (f)Koran 33
Gambar 4.5 Prototipe Radar *Doppler X – Band* HB100.....34
Gambar 4.6 Ilustrasi Pembacaan Sinyal Bahasa Isyarat dengan Radar *Doppler X – Band* 35
Gambar 4.7 Pembacaan Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia di Dalam Ruangan 36
Gambar 4.8 Pembacaan Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia di Luar Ruangan 37
Gambar 4.9 Variasi Jarak Pembacaan Bahasa Isyarat (a)*Outdoor* (b)*Indoor* 38
Gambar 4.10 Hasil Pembacaan Gerakan Bahasa Isyarat dalam CSV 39
Gambar 4.11 (a)Sinyal Isyarat “Kita” di 50cm *Indoor* (b)Bahasa Isyarat “Kita” .40

Gambar 4.12 (a)Sinyal Isyarat “Kita” di 1m *Indoor* (b)Bahasa Isyarat ”Kita” 40

Gambar 4.13 (a)Sinyal Isyarat “Kita” di 1,5m *Indoor* (b)Bahasa Isyarat “Kita” ..41

Gambar 4.14 (a)Sinyal Isyarat “Kita” di 2m *Indoor* (b)Bahasa Isyarat “Kita” 41

Gambar 4.15 (a)Sinyal Isyarat “Kita” di 3m *Indoor* (b)Bahasa Isyarat “Kita” 41

Gambar 4.16 (a)Sinyal Isyarat “Kita” di 4m *Indoor* (b)Bahasa Isyarat “Kita” 41

Gambar 4.17 (a)Sinyal Isyarat “Kita” di 5m *Indoor* (b)Bahasa Isyarat “Kita” 42

Gambar 4.18 Bentuk Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” per Gerakan 43

Gambar 4.19 (a)Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 50cm *Indoor* (b)Bahasa Isyarat “Selamat Malam”.....43

Gambar 4.20 (a)Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 1m *Indoor* (b)Bahasa Isyarat “Selamat Malam”.....43

Gambar 4.21 (a)Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 1,5m *Indoor* (b)Bahasa Isyarat “Selamat Malam”.....45

Gambar 4.22 (a) Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 2m *Indoor* (b)Bahasa Isyarat “Selamat Malam”.....45

Gambar 4.23 (a) Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 3m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Selamat Malam”.....45

Gambar 4.24 (a) Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 4m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Selamat Malam”.....45

Gambar 4.25 (a) Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 5m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Selamat Malam”.....45

Gambar 4.26 Bentuk Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” per Gerakan 45

Gambar 4.27 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 50cm *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?”.....46

Gambar 4.28 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 1m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?”.....46

Gambar 4.29 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 1,5m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?”.....46

Gambar 4.30 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 2m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?”.....47

Gambar 4.31 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 3m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?”.....47

Gambar 4.32 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 4m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” 47

Gambar 4.33 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 5m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” 47

Gambar 4.34 Bentuk Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” per Gerakan 48

Gambar 4.35 (a)Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 50cm *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” 49

Gambar 4.36 (a)Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 1m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” 49

Gambar 4.37 (a)Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 1,5m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” 50

Gambar 4.38 (a)Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 2m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” 50

Gambar 4.39 (a)Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 3m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” 50

Gambar 4.40 (a)Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 4m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” 51

Gambar 4.41 (a)Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 5m *Indoor* (b) Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” 51

Gambar 4.42 Bentuk Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” per Gerakan 52

Gambar 4.43 Perubahan Nilai Maksimum Amplitudo Terhadap Variasi Jarak di dalam Ruangan 53

Gambar 4.44 (a) Sinyal Isyarat “Kita” di 50cm *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Kita” 54

Gambar 4.45 (a) Sinyal Isyarat “Kita” di 1m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Kita”.54

Gambar 4.46 (a) Sinyal Isyarat “Kita” di 1,5m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Kita” 55

Gambar 4.47 (a) Sinyal Isyarat “Kita” di 2m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Kita”.55

Gambar 4.48 (a) Sinyal Isyarat “Kita” di 3m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Kita”.55

Gambar 4.49 (a) Sinyal Isyarat “Kita” di 4m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Kita”.55

Gambar 4.50 (a) Sinyal Isyarat “Kita” di 5m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Kita”.55

Gambar 4.51 Bentuk Sinyal Isyarat “Kita” per Gerakan dan *Noise* 57

Gambar 4.52 (a) Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 50cm *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat "Selamat Malam” 57

Gambar 4.53 (a) Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 1m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat "Selamat Malam” 58

Gambar 4.54 (a) Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 1,5m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat "Selamat Malam” 58

Gambar 4.55 (a) Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 2m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat "Selamat Malam” 58

Gambar 4.56 (a) Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 3m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat "Selamat Malam” 58

Gambar 4.57 (a) Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 4m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat "Selamat Malam” 59

Gambar 4.58 (a) Sinyal Isyarat “Selamat Malam” di 5m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat "Selamat Malam” 59

Gambar 4.59 Bentuk Sinyal Isyarat “Selamat Malam” per Gerakan dan *Noise* ...60

Gambar 4.60 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 50cm *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu ?” 60

Gambar 4.61 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 1m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” 61

Gambar 4.62 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 1,5m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” 61

Gambar 4.63 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 2m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu ?” 61

Gambar 4.64 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 3m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” 61

Gambar 4.65 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 4m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” 62

Gambar 4.66 (a) Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 5m *Outdoor* (b) Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” 62

Gambar 4.67 Bentuk Sinyal Isyarat “Siapa Nama Kamu?” per Gerakan dan *Noise* 63

Gambar 4.68 (a) Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 50cm *Outdoor* (b) Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” 64

Gambar 4.69 (a) Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 1m *Outdoor*
(b) Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran”.....64

Gambar 4.70 (a) Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 1,5m *Outdoor*
(b) Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran”.....64

Gambar 4.71 (a) Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 2m *Outdoor*
(b) Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” 65

Gambar 4.72 (a) Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 3m *Outdoor*
(b) Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran”.....65

Gambar 4.73 (a) Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 4m *Outdoor*
(b) Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran”.....65

Gambar 4.74 (a) Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 5m *Outdoor*
(b) Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran”.....66

Gambar 4.75 Bentuk Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” per Gerakan dan *noise* 66

Gambar 4.76 Perubahan Nilai Amplitudo Maksimum Terhadap Variasi Jarak di Luar Ruangan 68

Gambar 4.77 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 50cm *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....72

Gambar 4.78 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 1m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....73

Gambar 4.79 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 1,5m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....73

Gambar 4.80 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 2m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....74

Gambar 4.81 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 3m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....74

Gambar 4.82 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 4m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....74

Gambar 4.83 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 5m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....75

Gambar 4.84 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 50cm *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....76

Gambar 4.85 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 1m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 76

Gambar 4.86 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 1,5m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 77

Gambar 4.87 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 2m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 77

Gambar 4.88 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 3m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 78

Gambar 4.89 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 4m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 78

Gambar 4.90 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 5m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 79

Gambar 4.91 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu ?” di 50cm *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 80

Gambar 4.92 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu ?” di 1m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 81

Gambar 4.93 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu ?” di 1,5m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 81

Gambar 4.94 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu ?” di 2m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 82

Gambar 4.95 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu ?” di 3m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 82

Gambar 4.96 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 4m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 83

Gambar 4.97 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 5m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 83

Gambar 4.98 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 50cm *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 84

Gambar 4.99 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 1m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 85

Gambar 4.100 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 1,5m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 85

Gambar 4.101 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 2m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 86

Gambar 4.102 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 3m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 86

Gambar 4.103 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 4m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....87

Gambar 4.104 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 5m *Indoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....87

Gambar 4.105 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 50cm *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....89

Gambar 4.106 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 1m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....89

Gambar 4.107 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 1,5m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....90

Gambar 4.108 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 2m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....90

Gambar 4.109 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 3m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....90

Gambar 4.110 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 4m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....91

Gambar 4.111 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Kita” di 5m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 91

Gambar 4.112 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 50cm *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....93

Gambar 4.113 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 1m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....93

Gambar 4.114 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 1,5m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....93

Gambar 4.115 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 2m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....94

Gambar 4.116 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 3m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....94

Gambar 4.117 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 4m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....95

Gambar 4.118 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Selamat Malam” di 5m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 95

Gambar 4.119 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 50cm *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....97

Gambar 4.120 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 1m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....97

Gambar 4.121 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 1,5m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....98

Gambar 4.122 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu ?” di 2m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....98

Gambar 4.123 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 3m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....99

Gambar 4.124 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 4m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....99

Gambar 4.125 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Siapa Nama Kamu?” di 5m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....100

Gambar 4.126 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 50cm *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 101

Gambar 4.127 (a)Sinyal Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 1m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses.....101

Gambar 4.128 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 1,5m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 102

Gambar 4.129 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 2m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 102

Gambar 4.130 (a)Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 3m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 103

Gambar 4.131 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 4m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 103

Gambar 4.132 (a) Sinyal Bahasa Isyarat “Saya Membaca Berita di Koran” di 5m *Outdoor* Setelah Proses (b) Sebelum Proses 104

Gambar 4.133 Grafik Perubahan Nilai PSNR terhadap Jarak Pengambilan Sinyal Bahasa Isyarat 107

Gambar 4.134 Grafik Perubahan Nilai SNR terhadap Jarak Pengambilan Sinyal Bahasa Isyarat 108

Gambar 4.135 Grafik Perubahan Nilai MSE terhadap Jarak Pengambilan Sinyal Isyarat 109

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Frekuensi pada Radar.....1
Tabel 2.3 Spesifikasi Modul HB-100.....24
Tabel 3.1 Perangkat Keras 26
Tabel 3.2 Perangkat Lunak 27
Tabel 4.1 Kosa Kata dan Kalimat yang dipilih.....41
Tabel 4.2 Nilai Amplitudo Maksimum dari Bahasa Isyarat untuk Pengujian di Dalam Ruangan 4
Tabel 4.3 Nilai Amplitudo Maksimum dari Bahasa Isyarat untuk Pengujian di Luar Ruangan 1
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sistem Pemrosesan Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia 105
Tabel 4.5 Hasil Rata – Rata Parameter Kinerja dari Pengujian Sistem Sinyal Isyarat terhadap Kondisi Lingkungan.....110

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Transformasi Sinyal Bahasa Isyarat dengan Menggunakan Metode *Fast Fourier Transform*

Lampiran 2 Lembar Persentase Plagiarisme

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahasa isyarat merupakan metode komunikasi bagi penderita tunarungu dan tunawicara yang berfokus pada orientasi gerakan dan bentuk tangan serta ekspresi wajah [1]. Gerakan tubuh dan postur tubuh ini merupakan suatu keunikan dari bahasa isyarat, sehingga dalam penyampaiannya harus diperhatikan agar makna dari bahasa isyarat yang ingin diartikan tidak salah. Secara kasatmata keunikan ini bisa dilihat secara jelas, namun disisi lain orang yang paham akan makna dari bahasa isyarat sangatlah terbatas. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi yang dapat memproses bahasa isyarat dan keunikannya menjadi sesuatu yang dapat dimengerti oleh seluruh masyarakat.

Perkembangan mengenai teknologi bagi penderita tunarungu dan tunawicara telah berlangsung selama tiga dekade terakhir, yang difokuskan pada teknologi yang berbasis kamera dan sensor [2]. Diantara teknologi yang telah dikembangkan, sensor menghasilkan tingkat keakuratan pengenalan bahasa isyarat yang lebih tinggi dibandingkan dengan kamera. Terlebih lagi untuk sensor radar *Doppler* yang memiliki kelebihan yakni dapat memperoleh representasi visual dari pola gerak kinematik dengan efek *Doppler* seakurat dalam pengukuran kecepatan dan jarak[3]. Namun masih terdapat kekurangan yakni pada sinyal hasil pantulan radar *Doppler* terdapat *noise* atau derau yang mengganggu pembacaan sinyal sehingga pembacaan menjadi tidak optimal.

Pada umumnya sensor radar *Doppler* tidak hanya sekedar menangkap sinyal pantul dari objek saja, melainkan juga adanya tambahan *noise* dan *interference* dari sekitar objek[4]. Sinyal *noise* dari radar *Doppler* ini yang nantinya akan menghambat pembacaan sinyal bahasa isyarat sehingga

menjadi tidak optimal. Proses pengolahan sinyal dibutuhkan untuk menghilangkan sinyal *noise* tersebut dengan menggunakan beberapa metode seperti *Fast Fourier Transform*, *Discrete Fourier Transform*, dan sebagainya. Namun metode di atas masih belum cukup optimal untuk digunakan pada sinyal hasil sensor radar *Doppler*, dikarenakan sinyal dari radar *Doppler* itu memiliki sifat jarang atau *sparse*[5].

Penggunaan teknologi untuk pengenalan bahasa isyarat atau sekedar gerakan tangan telah mulai banyak dikembangkan oleh beberapa peneliti diantaranya menggunakan perangkat *Microsoft kinect*[6], perangkat sensor fleks yang dipasangkan di sarung tangan[7] atau juga teknologi radar *Micro – Doppler*[8] yang kemudian sinyal keluarannya diolah dengan menggunakan metode *image processing*[9]. Sedangkan untuk pengolahan sinyal dengan metode *compressive sampling* juga telah digunakan di pendeteksian radar dari sebuah objek[10].

Berdasarkan dari yang telah dijelaskan, maka penulis melakukan penelitian tugas akhir dengan tema pemrosesan sinyal isyarat Indonesia (SIBI) pada radar *Doppler* dengan frekuensi kerja di *X – Band* (8GHz sampai dengan 12 GHz) yang cocok untuk penelitian bersifat jangka pendek dan lebih sensitif dengan gerakan yang kecil[11]. Serta menggunakan pengolahan sinyal metode *compressive sampling* dengan judul "Perancangan Sistem Pemrosesan Sinyal Isyarat Bahasa Indonesia Menggunakan *Compressive Sampling* Pada Radar *Doppler X-Band*".

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini:

1. Bagaimana merancang sistem pemrosesan sinyal isyarat bahasa Indonesia dengan menggunakan metode *Compressive Sampling* pada radar *Doppler X – Band* ?

2. Bagaimana melakukan pengujian sistem pemrosesan sinyal isyarat bahasa Indonesia dengan menggunakan metode *Compressive Sampling* pada radar *Doppler X – Band* ?
3. Bagaimana analisis hasil sistem pemrosesan sinyal isyarat bahasa Indonesia ditinjau dari lingkungan *indoor* dan *outdoor* pengujian sistem ?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Perangkat Radar menggunakan modul *HB-100*.
2. Menggunakan mikrokontroller *Arduino Uno*.
3. Jenis frekuensi yang digunakan dalam penelitian ialah frekuensi *X-Band*.
4. Jenis Bahasa Isyarat yang digunkan yakni Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI).
5. Objek penelitian ditunjukkan ke relawan yang telah diajarkan beberapa kata dan kalimat dalam bahasa isyarat.
6. Pengujian dilakukan di dua kondisi lingkungan yakni *Indoor* dan *Outdoor.*
7. Kalimat dalam bahasa isyarat yang digunakan terdiri dari 1 kata, 2 kata, 3 kata dan 1 kalimat.
8. Pengujian dilakukan di tujuh kondisi jarak antara objek dan radar yakni 50 cm, 1 m, 1,5 m, 2 m, 3 m, 4 m dan 5 m.
9. Pada proses pengolahan sinyal menggunakan metode *Compressive Sampling*.
10. Parameter kinerja dari sistem pemrosesan sinyal isyarat bahasa Indonesia yang diukur adalah *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Mean Square Error* (MSE).
11. Perangkat lunak untuk pengolahan sinyal menggunakan *Matrix Laboratory* (MATLAB) R2019B.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir yang ingin dicapai adalah menghasilkan sistem pemrosesan sinyal dengan metode *Compressive Sampling* untuk digunakan pada sinyal keluaran *Radar Doppler X - Band* dari hasil pantulan gerakan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI).

1.5 Metode Penelitian

Metode – metode yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini yakni :

1. **Kajian Pustaka**

   Pada tahapan ini penulis melakukan kajian – kajian teori yang digunakan untuk dapat mendukung topik pada penelitian ini. Kajian yang dijadikan sumber berasal dari buku, jurnal dan juga referensi lain yang relevan dengan hal – hal yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis.

2. **Perancangan Sistem**

   Pada tahapan ini penulis melakukan perancangan sistem perangkat keras dan penyesuaian perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

3. **Implementasi Sistem**

   Pada tahapan ini penulis melakukan pembuatan sistem yang didasarkan dari hasil perancangan sistem sebelumnya.

4. **Pengujian Sistem**

   Pada tahapan ini peneliti melakukan pengambilan sinyal bahasa isyarat dengan skenario yang sesuai dengan batasan masalah. Selanjutnya sistem akan diuji dengan hasil sinyal bahasa isyarat yang telah diambil.

5. **Pembahasan Hasil Pengujian Sistem**

Pada tahap akhir ini peneliti melakukan analisis sinyal *output* dari hasil pengolahan dengan menggunakan metode *Compressive Sampling* yang telah ditentukan.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan memaparkan beberapa penelitian terdahulu serta menjelaskan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan perihal dasar dari teori – teori yang akan menjadi fondasi dan memberikan arahan pada penulisan ini yang bertujuan untuk membantu penyusunan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan langkah – langkah pengerjaan sesuai dengan metode penelitian, metode perancangan, ilustrasi rancangan dan diagram alir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan perihal hasil dan ulasan dari pengukuran sesuai dengan tolak ukur yang telah dijabarkan di batasan masalah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan pemaparan kesimpulan dari yang telah dilakukan selama proses pengerjaan tugas akhir dan berisikan saran yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja dan juga pengembangan dari sistem yang dirancang.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. R. Tri Hayati Ririd, Y. Yunhasnawa, and Y. G. Buata, "Sistem Pengenalan Huruf Bahasa Isyarat Menggunakan Adaptive Learning Vector Quantization," *J. Inform. Polinema*, vol. 4, no. 2, p. 145, 2018, doi: 10.33795/jip.v4i2.163.

[2] S. Z. Gurbuz *et al.*, "A linguistic perspective on radar micro-doppler analysis of American sign language," *2020 IEEE Int. Radar Conf. RADAR 2020*, pp. 232–237, 2020, doi: 10.1109/RADAR42522.2020.9114818.

[3] V. C. Chen, F. Li, S. S. Ho, and H. Wechsler, "Micro-doppler effect in radar: Phenomenon, model, and simulation study," *IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst.*, vol. 42, no. 1, pp. 2–21, 2006, doi: 10.1109/TAES.2006.1603402.

[4] 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.

[5] R. A. Sevimli, M. Tofighi, and A. E. Cetin, "Range-Doppler Radar Target Detection Using Compressive Sensing," in *2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, Apr. 2014, vol. 22, pp. 1893–1896, doi: 10.1109/SIU.2014.6830624.

[6] A. Breva Yunanda, F. Mandita, and A. Primasetya Armin, "Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Untuk Karakter Huruf Dengan Menggunakan Microsoft Kinect," *Fountain Informatics J.*, vol. 3, no. 2, p. 41, 2018, doi: 10.21111/fij.v3i2.2469.

[7] A. Yudhana, F. Ramadhan, A. Fadlil, and N. S. Widodo, "Pengolahan Sinyal Fleks Sensor pada Sarung Tangan Pintar Penerjemah Bahasa Isyarat," *Pros. Tah. Penelit. Semin. 2016*, vol. 2, no. 1, pp. 296–299, 2016.

[8] K. Arthamanolap, S. Gabbualoy, and P. Phasukkit, "Doppler Radar for Dynamic Hand Gesture Recognition based on Signal Image Processing," in

2019 16th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), Jul. 2019, pp. 931–934, doi: 10.1109/ECTI-CON47248.2019.8955217.

[9] 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.*, 2019, doi: 10.1109/GCWkshps45667.2019.9024607.

[10] T. Wang, B. Liu, Q. Wei, B. Cong, and K. Kang, "Radar Detection Method Based On Compressed Sensing Theory," in *2018 14th IEEE International Conference on Signal Processing (ICSP)*, Aug. 2018, no. 1, pp. 789–792, doi: 10.1109/ICSP.2018.8652473.

[11] T. Sinatra and Noersomadi, "Pemanfaatan Transportable Radar Cuaca Doppler X-Band Untuk Pengamatan Awan," *Ber. Dirgant.*, vol. 2, pp. 91–97, 2015.

[12] F. Kurniawan, "Refleksi Kemerdekaan: Bahasa isyarat di Layar Kaca," *J. Komun.*, vol. VIII, no. September, pp. 163–171, 2017, doi: 10.31294/jkom.v8i3.3097.

[13] H. Bestari, "Mengenal Bahasa Isyarat," *Peduli Kasih ABK*, 2018. https://www.ypedulikasihabk.org/2018/11/09/mengenal-bahasa-isyarat/ (accessed Feb. 16, 2021).

[14] M. L. Skolnik, *Introduction to Radar systems the second edition*, Second Edi. Singapore: McGraw-Hill Co, 2012.

[15] S. P. Santoso, "Analisa Pengoperasian Secondary Surveillance Radar (SSR) Di Bandara Sukarno-Hatta," vol. 6, no. 1, pp. 100–111, 2017.

[16] C. S. Pappu, B. C. Flores, J. Boehm, B. Verdin, and P. Debroux, "Bistatic radar chaotic system synchronization," *IEEE Natl. Radar Conf. - Proc.*, vol. 2015-June, no. June, pp. 1099–1103, 2015, doi: 10.1109/RADAR.2015.7131158.

[17] 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.

[18] P. Khairani, “Rancang bangun webgis intensitas hujan secara realtime menggunakan data radar (studi kasus radar serpong),” 2010.

[19] S. A. Rahayu, “Stepped Frequency Continous Wave (SFCW) Radar,” *Media Dirgant.*, vol. 10, no. 4, pp. 13–16, 2015.

[20] C. Wolff, “Continuous Wave Radar,” 2017. https://www.radartutorial.eu/02.basics/Continuous Wave Radar.en.html (accessed Feb. 15, 2021).

[21] I. B. Harjayanti, “Tugas Besar Sistem Komunikasi I Sistem Komunikasi Radar,” 2015, [Online]. Available: http://intan.blog.st3telkom.ac.id/wp-content/uploads/sites/344/2016/01/Tugas-Besar-SISKOM-I-RADAR-_Intan-Budi-H-15101105.pdf.

[22] Y. Surya, “Rahasia Radar.” [Online]. Available: http://www.yohanessurya.com/download/penulis/Teknologi_29.pdf.

[23] B. S. H. Wibawa, N. Azizah, and M. Yunianto, “Wave Function Analysis of Doppler Effect Using Matlab,” *J. Comput. Phys.*, no. October 2017, 2018.

[24] A. Fadholi, “RADAR : Radio Detection and Ranging,” *TGJ LIPI*, 2013. http://www.fisikanet.lipi.go.id/utama.cgi?fenomena&1364039911 (accessed Mar. 10, 2021).

[25] S. Panel, I. Aerospace, and E. S. Society, “IEEE Std 521™-2019 (Revision of IEEE Std 521-2002),” vol. 2019, 2019, doi: 10.1109/IEEESTD.2020.8999849.

[26] I. F. Apolinário and P. S. R. Diniz, *Introduction to Signal Processing Theory*, vol. 1. Elsevier Masson SAS, 2014.

[27] U. Murdika and L. Hakim, “Pemrosessan Sinyal Waktu Diskrit Menggunakan Compressive Sensing Berdasarkan Algoritma Pemulihan L1,” *Electrician*, vol. 13, no. 3, 2019, doi: 10.23960/elc.v13n3.2130.

[28] E. J. Candes and M. B. Wakin, “An Introduction To Compressive Sampling,” *IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 25, no. 2, pp. 21–30, 2008.

[29] M. Kezia Maghein, G. Budiman, and I. Safitri, “Perancangan Dan Implementasi Compressive Sensing Untuk Sistem Audio Watermarking Dengan Metode Kombinasi Discrete Cosine Transform dam Discrete Wavelet Transform,” in *e-Proceeding of Engineering*, 2017, vol. 04, pp. 3508–3517.

[30] A. Y. Yang, S. S. Sastry, A. Ganesh, and Y. Ma, “Fast l1-minimization algorithms and an application in robust face recognition: A review,” in *2010 IEEE International Conference on Image Processing*, Sep. 2010, vol. 22, no. 8, pp. 1849–1852, doi: 10.1109/ICIP.2010.5651522.

[31] S. Stanković, I. Orović, and E. Sejdić, *Multimedia Signals and Systems*. Cham: Springer International Publishing, 2016.

[32] E. Herlinawati, “Metode Pnsr Pada Interpolasi Gaussian,” *FIBONACCI J. Pendidik. Mat. dan Mat.*, vol. 5, no. 1, p. 65, 2019, doi: 10.24853/fbc.5.1.65-70.

[33] O. Rukundo and H. Cao, “Nearest Neighbor Value Interpolation,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 3, Nov. 2012, doi: 10.14569/IJACSA.2012.030405.

[34] 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.

[35] Cadence Pcb Solutions, “What is Signal to Noise Ratio and How to calculate it?,” 2020. https://resources.pcb.cadence.com/blog/2020-what-is-signal-to-noise-ratio-and-how-to-calculate-it.

[36] D. Johnson, “Signal-to-noise ratio,” *Scholarpedia*, vol. 1, no. 12, p. 2088, 2006, doi: 10.4249/scholarpedia.2088.

[37] P. M. Ni’mah, D. Arseno, and A. Adya P, “Translator Model of Hand Movement Terms Based on Doppler Effects,” vol. 6, no. 2, pp. 4246–4253, 2019.

[38] S. Ninik and Dzulkiflih, “Deteksi Kecepatan Pada Percobaan Tumbukan Berbasis Sensor HB100 Sensor HB100,” *Inov. Fis. Indones.*, vol. 08, no. 03, pp. 34–38, 2019.

[39] I. Mulia, Y. Away, and A. Rahman, “Desain Purwarupa Peralatan Pembatas Kecepatan Kendaraan Secara Adaptif Menggunakan Sensor Radar Hb100 Berbasis Mikrokontroler Atmega328P,” *J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, vol. 4, no. 3, pp. 38–43, 2019.

[40] *X-Band Microwave Motion Sensor Module Application Note*, V1.02. Singapore: S. T. Electronics.

[41] A. Tjolleng, *Pengantar pemrograman MATLAB: Panduan praktis belajar MATLAB*, no. October 2017. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2017.