

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI RADAR *DOPPLER X-BAND*
MENGUNAKAN *FAST FOURIER TRANSFORM* UNTUK
PEMANTAUAN PERGERAKAN KENDARAAN**



SKRIPSI

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat menjadi Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**NAUFAL GHEFARI MOHAMMAD
03041381821027**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI RADAR *DOPPLER X-BAND*
MENGUNAKAN *FAST FOURIER TRANSFORM* UNTUK
PEMANTAUAN PERGERAKAN KENDARAAN**



SKRIPSI

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat menjadi Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

NAUFAL GHEFARI MOHAMMAD

03041381821027

Palembang, Juli 2020

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**




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

**Menyetujui,
Pembimbing Utama**



**Puspa Kurniasari, ST., MT
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 Utama : Puspa Kurniasari, S.T., M.T

Tanggal : 22 Juli 2020

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Naufal Ghefari Mohammad

NIM : 03041381821027

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah yang berjudul “Perancangan dan Implementasi Radar *Doppler X-Band* Menggunakan *Fast Fourier Transform* Untuk Pemantauan Pergerakan Kendaraan” 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, Juli 2020



Naufal Ghefari Mohammad

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Janganlah Anda berputus asa dari rahmat Allah, sesungguhnya tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang-orang kufur.
(QS. Ar-Ra'd:11)
2. Berusahalah yang terbaik dan jangan patah semangat.
(Naufal Ghefari Mohammad)
3. Jangan tinggalkan ibadah, niscaya ibadah akan menyertai usahamu untuk menyelesaikan sesuatu.
(Naufal Ghefari Mohammad)

PERSEMBAHAN

1. Kepada kedua Orang tua yang telah memberikan doa di setiap perjalanan dan perjuangan usaha anaknya untuk mendapatkan hasil yang terbaik.
2. Keluarga, saudara, teman yang telah banyak memberikan cerita pengalaman dan memotivasi agar bisa terus maju sampai sekarang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segenap rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Perancangan dan Implementasi Radar *Doppler X-Band* Menggunakan *Fast Fourier Transform* Untuk Pemantauan Pergerakan Kendaraan”. Dalam penulisan skripsi ini merupakan satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dari Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Kepada orang tua penulis Ibu dan Bapak yang selalu mendoakan, memberikan semangat dan selalu memberikan *support* untuk penulis.
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng.,Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Ibu Dr. Herlina, S.T.,M.T., selaku sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Ibu Puspa Kurniasari, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah bersedia membimbing dan memberikan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Iwan Pahendra Anto Saputra, S.T.,M.T., Bapak Abdul Haris Dalimunthe, S.T., M.Ti., Ibu Desi Windi Sari, S.T., M.Eng., Ibu Nadia Thereza, S.T., M.T., Ibu Melia Sari, S.T., M. T., selaku dosen yang mengajar pada konsentrasi Teknik Telekomunikasi dan Informasi (TTI) Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh dosen serta jajaran staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya atas segala ilmu dan dedikasinya selama perkuliahan dan seluruh staf pegawai Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membantu penulis baik selama masa perkuliahan maupun dalam menyelesaikan skripsi.
7. Teman - teman seperjuangan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya D3 – S1 angkatan 2018.

Dalam penulisan skripsi ini penulis sudah berusaha melakukan yang terbaik dalam penulisan maupun isi dari skripsi penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun.

Palembang, Juli 2020

Penulis

ABSTRAK

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI RADAR *DOPPLER X-BAND* MENGUNAKAN *FAST FOURIER TRANSFORM* UNTUK PEMANTAUAN PERGERAKAN KENDARAAN

(NAUFAL GHEFARI MOHAMMAD, 03041381821027, 2020: xix + 77 hlm + lampiran)

Posisi suatu objek dapat diketahui dengan memanfaatkan indera penglihatan manusia. Maka dari itu, diperlukan suatu komponen yang bisa digunakan layaknya mata atau dengan kata lain adalah radar. Jenis radar yang menggunakan efek *doppler* untuk pengukuran kecepatan objek berdasarkan radial yang terdapat di area tangkapan radar merupakan definisi radar *doppler*. Pada penelitian ini dirancang suatu perangkat radar yang mampu memantau pergerakan kendaraan dimana terdapat perbedaan dengan penelitian sebelumnya, jarak pengujian antara objek dengan radar adalah 3 meter dengan modul sensor yang telah terdapat antena *transmitter* dan *receiver* selanjutnya dianalisis pengolahan sinyal menggunakan *fast fourier transform* dengan menggunakan *MATLAB*. Berdasarkan hasil pengujian perangkat radar *doppler* untuk pemantauan pergerakan kendaraan yang telah dirancang, maka kecepatan maksimum pada saat deteksi objek berupa kendaraan mobil yaitu 25,4511 km/jam di sudut 0 derajat dan kecepatan minimum 0,97792 km/jam di sudut 60 derajat. Frekuensi *doppler* yang diperoleh ialah 496,4022 Hz di sudut 0 derajat dan 19,0735 Hz di sudut 60 derajat.

Kata Kunci: Radar, HB100, Fast Fourier Transform, MATLAB

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF X-BAND DOPPLER RADAR USING FAST FOURIER TRANSFORM FOR MONITORING VEHICLES MOVEMENT

(NAUFAL GHEFARI MOHAMMAD, 03041381821027, 2020: xix + 77 hlm + lampiran)

The position of an object can be known by utilizing the senses of human vision. Therefore, we need a component that can be used like an eye or in other words is radar. The type of radar that uses the Doppler effect to measure velocity of the object based on the radial contained in the radar catchment area is the definition of radar doppler. In this research, a radar device is designed that is able to monitor vehicle movements where there are differences with previous studies, the test distance between objects and radar is 3 meters with a sensor module that has transmitter and receiver antennas and then analyzed signal processing using fast fourier transform using MATLAB. Based on the results of testing the radar doppler device to monitor the movement of vehicles that have been designed, the maximum speed at the time of detection of objects in the form of a vehicle is 25.4511 km / h at an angle of 0 degrees and a minimum speed of 0.97792 km / h at an angle of 60 degrees. The doppler frequency obtained is 496.4022 Hz at an angle of 0 degrees and 19.0735 Hz at an angle of 60 degrees.

Keywords: Radar, HB100, Fast Fourier Transform, MATLAB

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR PERSAMAAN.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR ISTILAH	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian <i>Wireless</i>	6
2.2 Radar.....	6
2.3 Jenis-Jenis Radar	6
2.3.1 Radar <i>Doppler</i> atau Kecepatan	7
2.3.2 Radar <i>Bistatic</i>	7
2.3.3 Radar <i>Frequency Modulated Continuous Wave (FMCW)</i>	8
2.4 Kegunaan Radar	9

2.5 Prinsip Kerja Radar.....	9
2.6 Karakteristik Propagasi Radar	10
2.6.1 Gelombang Radio	10
2.6.2 Gelombang Elektromagnetik	12
2.6.3 Pancaran/Sorotan Radar (<i>Radar Beam</i>).....	15
2.7 <i>Echo</i>	16
2.8 Efek <i>Doppler</i>	16
2.9 Sensor Radar Pendeteksi Gerakan HB-100	18
2.9.1 Spesifikasi Sensor Radar HB-100.....	19
2.10 Mikrokontroler.....	19
2.10.1 Arduino Uno.....	20
2.11 MATLAB	21
2.12 <i>Fast Fourier Transform</i>	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Radar <i>Doppler</i>	24
3.2 Persiapan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak.....	24
3.2.1 Persiapan Perangkat Keras	24
3.2.2 Perangkat Lunak	26
3.3 Ilustrasi Rancangan Radar <i>Doppler</i>	26
3.4 Diagram Alir Penelitian	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Analisis Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	30
4.2 Perancangan Radar <i>Doppler</i>	32
4.3 Proses Pengambilan Data Kendaraan Bermotor	36
4.3.1. Data Pergerakan Kendaraan Bermotor	38
4.4 <i>Fast Fourier Transform</i> Sinyal Analog	50
4.5 Keluaran Frekuensi <i>Doppler</i> dari <i>Fast Fourier Transform</i>	51
4.6 Kecepatan, Sudut dan Jarak Berdasarkan Frekuensi <i>Doppler</i>	52
4.7 Data Hasil Pemrosesan Sinyal	52
4.7.1 Pengujian <i>Fast Fourier Transform</i> Motor Sudut 0.....	53
4.7.2 Pengujian Frekuensi <i>Doppler</i> Motor Sudut 0 Derajat	55

4.7.3 Pengujian Nilai Kecepatan, Sudut 0 Derajat dan Jarak Motor	56
4.7.4 Pengujian <i>Fast Fourier Transform</i> Motor Sudut 60 Derajat	57
4.7.5 Pengujian Frekuensi <i>Doppler</i> Motor Sudut 60 Derajat	59
4.7.6 Pengujian Nilai Kecepatan, Sudut 60 Derajat dan Jarak Motor ..	61
4.7.7 Pengujian <i>Fast Fourier Transform</i> Mobil Sudut 0 Derajat	62
4.7.8 Pengujian Frekuensi <i>Doppler</i> Mobil Sudut 0 Derajat.....	64
4.7.9 Pengujian Nilai Kecepatan, Sudut 0 Derajat dan Jarak Mobil.....	66
4.7.10 Pengujian <i>Fast Fourier Transform</i> Mobil Sudut 60 Derajat	67
4.7.11 Pengujian Frekuensi <i>Doppler</i> Mobil Sudut 60 Derajat.....	69
4.7.12 Pengujian Nilai Kecepatan, Sudut 60 Derajat dan Jarak Mobil.	71
4.7.13 Pengujian Perbandingan Frekuensi <i>Doppler</i> Kendaraan	72
4.7.14 Pengujian Perbandingan Kecepatan Kendaraan	74

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 77

5.1 Kesimpulan 77

5.2 Saran 77

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Radar <i>Doppler</i>	7
Gambar 2.2 Radar <i>Bistatic</i>	8
Gambar 2.3 Skema Diagram FMCW	8
Gambar 2.4 Grafik Frekuensi Terhadap Waktu pada FMCW	9
Gambar 2.5 Prinsip Kerja Radar	10
Gambar 2.6 Gelombang Sinusoidal	11
Gambar 2.7 Spektrum Gelombang Elektromagnetik	13
Gambar 2.8 Pola Radiasi pada Ruang Bebas	15
Gambar 2.9 Diagram Radiasi	16
Gambar 2.10 Analogi Efek <i>Doppler</i>	17
Gambar 2.11 Prinsip Kerja Sensor HB-100	18
Gambar 2.12 Sensor HB-100	18
Gambar 3.1 Ilustrasi Rancangan	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Radar <i>Doppler</i>	28
Gambar 4.1 Rangkaian Skematik Radar	32
Gambar 4.2 Sensor HB100	33
Gambar 4.3 <i>Amplifier</i>	34
Gambar 4.4 Mikrokontroler	34
Gambar 4.5 Proses Memasukkan Rangkaian ke Dalam <i>Box</i>	35
Gambar 4.6 Bentuk Fisik Rangkaian Setelah di <i>Box</i>	35
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Dalam Format csv	36
Gambar 4.8 Pengujian yang Dilakukan di Jalan Raya	37
Gambar 4.9 Skema Pengujian Radar	37
Gambar 4.10 Pengujian Ke-1 dan 2 Sinyal Analog Motor pada sudut 0 dan 60	39
Gambar 4.11 Pengujian Ke-3 dan 4 Sinyal Analog Motor pada sudut 0 dan 60	39
Gambar 4.12 Pengujian Ke-5 dan 6 Sinyal Analog Motor pada sudut 0 dan 60	40
Gambar 4.13 Pengujian Ke-7 dan 8 Sinyal Analog Motor pada sudut 0 dan 60	40

Gambar 4.14 Pengujian Ke-9 dan 10 Sinyal Analog Motor pada sudut 0 dan 60.....	41
Gambar 4.15 Pengujian Ke-11 dan 12 Sinyal Analog Motor pada sudut 0 dan 60.....	41
Gambar 4.16 Nilai Rata – Rata Amplitudo Pengujian Motor 0 Derajat	43
Gambar 4.17 Nilai Rata – Rata Amplitudo Pengujian Motor 60 Derajat	44
Gambar 4.18 Pengujian Ke-1 dan 2 Sinyal Analog Mobil pada sudut 0 dan 60.....	45
Gambar 4.19 Pengujian Ke-3 dan 4 Sinyal Analog Mobil pada sudut 0 dan 60.....	45
Gambar 4.20 Pengujian ke-5 dan 6 Sinyal Analog Mobil pada sudut 0 dan 60.....	46
Gambar 4.21 Pengujian Ke-7 dan 8 Sinyal Analog Mobil pada sudut 0 dan 60.....	46
Gambar 4.22 Pengujian Ke-9 dan 10 Sinyal Analog Mobil pada sudut 0 dan 60.....	47
Gambar 4.23 Pengujian Ke-11 dan 12 Sinyal Analog Mobil pada sudut 0 dan 60.....	47
Gambar 4.24 Nilai Rata – Rata Amplitudo Pengujian Mobil 0 Derajat	49
Gambar 4.25 Nilai Rata – Rata Amplitudo Pengujian Mobil 60 Derajat	49
Gambar 4.26 FFT Motor Pengujian 2 pada Sudut 0 Derajat	53
Gambar 4.27 FFT Motor Pengujian 6 pada Sudut 0 Derajat	54
Gambar 4.28 Nilai Frekuensi <i>Doppler</i> pada Sudut 0 Derajat	55
Gambar 4.29 Nilai Kecepatan Motor pada Sudut 0 Derajat dan Jarak 3 Meter..	57
Gambar 4.30 FFT Motor Pengujian 4 pada Sudut 60 Derajat	58
Gambar 4.31 FFT Motor Pengujian 1 pada Sudut 60 Derajat	59
Gambar 4.32 Nilai Frekuensi pada Motor Sudut 60 Derajat	60
Gambar 4.33 Nilai Kecepatan Motor pada Sudut 60 Derajat dan Jarak 3 Meter.....	62
Gambar 4.34 FFT Mobil Pengujian 1 pada Sudut 0 Derajat	63
Gambar 4.35 FFT Mobil Pengujian 2 pada Sudut 0 Derajat	64
Gambar 4.36 Nilai Frekuensi <i>Doppler</i> pada Mobil Sudut 0 Derajat	65

Gambar 4.37 Nilai Kecepatan Mobil pada Sudut 0 Derajat dan Jarak 3 Meter	67
Gambar 4.38 FFT Mobil Pengujian 1 pada Sudut 60 Derajat	68
Gambar 4.39 FFT Mobil Pengujian 2 pada Sudut 60 Derajat	69
Gambar 4.40 Nilai Frekuensi <i>Doppler</i> pada Mobil Sudut 60 Derajat	70
Gambar 4.41 Nilai Kecepatan Mobil pada Sudut 60 Derajat dan jarak 3 Meter	72
Gambar 4.42 Perbandingan Frekuensi <i>Doppler</i> Motor pada Sudut 0 dan 60	73
Gambar 4.43 Perbandingan Frekuensi <i>Doppler</i> Mobil pada Sudut 0 dan 60	74
Gambar 4.44 Perbandingan Kecepatan Motor pada Sudut 0 dan 60	75
Gambar 4.45 Perbandingan Kecepatan Mobil pada Sudut 0 dan 60.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penetapan Pita Frekuensi Gelombang Radio	11
Tabel 2.2 <i>Band</i> Frekuensi Gelombang Elektromagnetik	13
Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor HB-100	19
Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Uno	20
Tabel 3.1 Perangkat Keras	24
Tabel 3.2 Perangkat Lunak	26
Tabel 4.1 Pengujian Nilai Maksimum Amplitudo Kendaraan Motor.....	42
Tabel 4.2 Pengujian Nilai Maksimum Amplitudo Kendaraan Mobil.....	48
Tabel 4.3 Nilai Frekuensi <i>Doppler</i> pada Motor Sudut 0 Derajat.....	55
Tabel 4.4 Kecepatan Motor pada Sudut 0 Derajat dan Jarak 3 Meter	56
Tabel 4.5 Nilai Frekuensi <i>Doppler</i> pada Motor Sudut 60 Derajat.....	60
Tabel 4.6 Kecepatan Motor pada Sudut 60 Derajat dan Jarak 3 Meter	61
Tabel 4.7 Nilai Frekuensi <i>Doppler</i> pada Mobil Sudut 0 Derajat	65
Tabel 4.8 Kecepatan Mobil pada Sudut 0 Derajat dan Jarak 3 Meter.....	66
Tabel 4.9 Nilai Frekuensi <i>Doppler</i> pada Mobil Sudut 60 Derajat	70
Tabel 4.10 Kecepatan Mobil pada Sudut 60 Derajat dan Jarak 3 Meter.....	71

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Frekuensi <i>Doppler</i>	17
Persamaan 2.2 Persamaan <i>Doppler</i> saat Pengamat Bergerak	17
Persamaan 2.3 Persamaan <i>Doppler</i> saat Pengamat Diam.....	17
Persamaan 2.4 <i>Discrete Fourier Transform</i>	22
Persamaan 2.5 Turunan <i>Discrete Fourier Transform</i>	22
Persamaan 2.6 <i>Inverse Discrete Fourier Transform</i>	22
Persamaan 2.7 Turunan <i>Inverse Discrete Fourier Transform</i>	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Datasheet* HB100

Lampiran 2 *Datasheet* LM358

Lampiran 3 *Listing Program* MATLAB

Lampiran 4 Mikrokontroler

Lampiran 5 Berita Acara Sidang Sarjana

Lampiran 6 Lembar Presentase Plagiarisme

DAFTAR ISTILAH

Radar	: Sistem yang dapat mendeteksi suatu objek atau benda dalam jarak dan arah tertentu.
HB100	: Komponen yang berfungsi sebagai radar
<i>Transmitter</i>	: Komponen yang memancarkan gelombang
<i>Receiver</i>	: Komponen yang menerima gelombang
<i>Fast Fourier Transform</i>	: Algoritma untuk mengubah sinyal domain waktu ke domain frekuensi
<i>MATLAB</i>	: Perangkat lunak yang digunakan untuk pengolahan sinyal

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam bidang telekomunikasi, pemahaman mengenai gelombang elektromagnetik sangat penting. Gelombang elektromagnetik dapat digunakan bagi radio, televisi, telepon seluler, serta agar bisa mengetahui letak atau posisi suatu benda. Posisi suatu benda dapat dimanfaatkan indera pengelihatan yang digunakan manusia. Akan tetapi, manusia melihat dengan sangat terbatas yang sekedar bisa melakukan pengelihatan pada jarak pandang kurang lebih 100 meter. Maka dari itu, diperlukan suatu komponen yang bisa digunakan layaknya mata atau dengan kata lain adalah radar.

Radar adalah suatu sistem yang dapat mendeteksi suatu objek atau benda dalam jarak dan arah tertentu. Setelah mendeteksi target, diperoleh suatu informasi berupa posisi, kecepatan, arah, dan bentuknya. Radar beroperasi dengan gelombang elektromagnetik misalnya gelombang mikro dan radio dengan panjang gelombang sekitar milimeter sampai dengan kurang lebih satu meter. Selanjutnya, gelombang-gelombang tersebut ditransmisikan ke seluruh permukaan bumi yang selanjutnya menimbulkan pantulan gelombang.

Jenis radar yang menggunakan efek *doppler* untuk pengukuran kecepatan objek berdasarkan radial yang terdapat di area tangkapan radar merupakan definisi radar *doppler* [1]. Pergeseran sinyal atau frekuensi yang diterima oleh benda dimana adanya perbedaan sinyal yang dikirimkan dan diterima akan mengalami kalkulasi merupakan pengertian efek *doppler*. Contoh dari efek *doppler* adalah ambulan yang bergerak dengan suara sirinnya. Ketika ambulan bergerak mendekati pendengar yang sedang berdiri di pinggir jalan dengan suara sirinnya maka semakin ambulan bergerak mendekati pendengar, suara sirine semakin jelas terdengar sedangkan saat setelah melewati pendengar, ambulan yang bergerak dengan suara sirine akan semakin mengecil atau bahkan tidak terdengar [2]. Keras dan lemahnya pergerakan kendaraan yang membawa suara tersebut dikatakan dengan pergeseran *doppler* atau efek *doppler*. Pada saat kendaraan bergerak dengan suara sirine mendekati pendengar, maka frekuensi *doppler* akan semakin rapat

sedangkan saat menjauhi pendengar, maka, frekuensi *doppler* akan semakin renggang. Penggunaan radar *doppler* sebagai pengukur kecepatan dari objek yang dideteksi atau objek yang dipantau dapat dilakukan untuk memantau kecepatan kendaraan bermotor yang ada di jalan raya agar kecepatan kendaraan dapat dipantau nilainya dan dapat digunakan agar kecepatan kendaraan tidak melewati batas di jalan raya.

Pada penelitian sebelumnya, dirancang radar *doppler* menggunakan antena *transmitter* dan *receiver* untuk mendeteksi gestur gerakan tangan dengan jarak 20 cm dari radar. Setelah melakukan percobaan mendeteksi gestur tangan maka menampilkan gelombang yang menunjukkan sinyal domain waktu dan frekuensi [3]. Radar *doppler* juga digunakan untuk mengamati karakterisasi getaran yang dihasilkan *speaker*. Terdapat tiga jarak yang diukur 20,5 cm, 21,5 cm dan 22,5 cm. Hasilnya berupa pengukuran amplitudo getaran [4]. Selain itu, radar *doppler* digunakan untuk mendeteksi pernafasan manusia dengan representasi frekuensi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem radar memiliki kemampuan mendeteksi parameter pernafasan manusia seperti laju respirasi dan amplitudo [5]. Radar *doppler* digunakan juga untuk mendeteksi kendaraan dengan hasil yang diperoleh adalah pada sistem mempunyai nilai MSE sebesar 12,632 [6] dan radar *doppler* dapat juga digunakan untuk mendeteksi manusia yang berjalan dengan hasil akurasi klasifikasi teknik *Neural Network* deteksi manusia menggunakan STFT [7]. Pada penelitian ini dirancang suatu perangkat radar yang mampu memantau pergerakan kendaraan dimana terdapat perbedaan dengan penelitian sebelumnya, jarak pengujian antara objek dengan radar adalah 3 meter dan sudut pengujian radar berada di posisi 0 dan 60 derajat dengan modul sensor yang telah terdapat antena *transmitter* dan *receiver* selanjutnya dianalisis pengolahan sinyal menggunakan *fast fourier transform* dengan menggunakan MATLAB untuk mencari nilai frekuensi *doppler* dan kecepatannya.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis merumuskan permasalahan-permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana perancangan perangkat radar *doppler* untuk pemantauan pergerakan kendaraan?
2. Bagaimana pengiriman dan penerimaan sinyal dari dan ke sistem radar serta pengolahan sinyal dengan *fast fourier transform*?
3. Bagaimana pengujian dan analisis radar *doppler* hasil rancangan serta hasil pengolahan sinyal dengan *fast fourier transform*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Modul sensor yang digunakan adalah *HB-100*
2. Menggunakan *Arduino Uno* untuk memproses sinyal input
3. Frekuensi yang digunakan hanya *X-Band*
4. Objek penelitian yang digunakan hanya kendaraan motor dan mobil
5. Pengolahan sinyal hanya menggunakan algoritma *fast fourier transform*
6. Analisis untuk mencari nilai pergeseran *doppler* dan kecepatan dengan parameter jarak sejauh 3 meter dan sudut fasa radar 0 dan 60 derajat
7. Perangkat lunak untuk pengolahan sinyal menggunakan MATLAB

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang perangkat radar untuk pemantauan pergerakan kendaraan menggunakan teknik pengolahan sinyal *fast fourier transform* serta mendapatkan hasil dari jarak dan sudut yang telah ditentukan dengan parameter nilai frekuensi *doppler* dan kecepatan.

1.5 Metode Penelitian

Metode-metode yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini yaitu:

a. Kajian Pustaka

Pada tahap ini penulis melakukan kajian teori yang mendukung topik pada penelitian ini. Kajian yang dijadikan sumber berasal dari buku, jurnal dan referensi lain yang relevan dengan hal-hal yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis.

b. Perancangan Radar

Pada tahap ini dilakukan perancangan pada *software* dan *hardware* sesuai dengan spesifikasi yang telah dilakukan.

c. Implementasi Radar

Pada tahap ini dilakukan pembuatan alat berdasarkan hasil perancangan radar yang telah dilakukan sebelumnya.

d. Pengujian dan Hasil Rancangan Radar

Setelah semua sistem telah dibuat, maka untuk selanjutnya akan dilakukan pengukuran dan pengambilan sinyal *output* sesuai parameter uji yang telah ditentukan di awal.

e. Analisis Pengujian dan Hasil Rancangan

Tahap akhir dalam penelitian adalah menganalisis sinyal *output* dari hasil pengukuran yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri atas lima bab yang terdiri dari:

a. BAB 1 : PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis menyampaikan uraian secara rinci perihal latar belakang persoalan, cakupan masalah, maksud dan tujuan, tata cara penulisan dan skema penulisan.

b. BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memuat perihal dasar dari teori-teori yang menjadi fondasi dan memberikan arahan pada penulisan ini yang membantu penyusunan penelitian setakar dengan judul penelitian.

c. BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini memuat tentang metode perancangan, ilustrasi rancangan, diagram alir dan rencana pelaksanaan.

d. BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini memuat perihal hasil dan ulasan dari pengukuran sesuai tolak ukur yang telah dijabarkan diawal.

e. **BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini memuat perihal pengerjaan penelitian secara singkat berupa kesimpulan dan saran yang bermanfaat bagi kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ade Firmansyah. *Analisis SNR (Signal To Noise Ratio) terhadap Jarak Deteksi pada RADAR Menggunakan MATLAB*. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- [2] Briant Sabathino. 2018. *Wave Function Analysis of Doppler Effect Using Matlab*. Sebelas Maret University.
- [3] Ssu-Ting Huang. 2018. *Hand Gesture Sensing Doppler Radar with Matematerial-Based Leaky-Waves Antennas*. National Taiwan University
- [4] Raj Rakshit. 2018. *Characterization of Vibration Measurement Using Microwave Doppler Radar*. TCS Reseach & Innovation
- [5] Rizki Ambarini. 2018. *Single Tone Doppler Radar System for Human Respiratory Monitoring*. Universitas Telkom
- [6] Nur Hilman Tsani. 2017. *Implementasi Deteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan Kamera Web Cam dengan Metode Frame Difference*. Telkom University
- [7] Jihoon Kwon. 2017. *Human Detection by Neural Networks Using Low-Cost Short Range Doppler Radar Sensor*. Seoul National University
- [8] *The Editors of Encyclopedia Britannia. Wireless Networking Technology*. Encyclopedia Britannia. 12 November 2019.
- [9] Aditya Riski Efendi. 2015. *Pendeteksian Objek Bergerak Pada Passive Bistatic Radar (PBR) Menggunakan WIFI IEEE 802.11*. Universitas Lampung.
- [10] Putri Khairani. 2018. *Rancang Bangun Webgis Intensitas Hujan Secara Realtime Menggunakan Data Radar*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- [11] Mohamad Ansori. 2016. *Desain, Simulasi dan Analisis Peningkatan Range Resolution Sistem Radar FMCW*. Universitas Brawijaya.
- [12] Widyana Paramitha. 2017. *Teknologi Radar*. Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto.
- [13] "Prinsip Radar". 16 November 2019
<https://sharetrace.wordpress.com/2012/09/22/prinsip-radar-i/>

- [14] Fery Gustomo dan Suwadi. 2013. *Analisa Penggunaan Sinyal Radar Bentuk Pulsa dan Gelombang Kontinyu untuk Target Bergerak dengan Model Clutter Terdistribusi Rayleigh*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- [15] Nazmi Rasyidin. 2016. Rancang Bangun Antena *Microstrip Array* untuk Sistem Radar berbasis *Software Defined Radio*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [16] Uke Kurniawan Usman. 2018. *Propagasi Gelombang Radio Pada Teknologi Seluler*. Universitas Telkom.
- [17] Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. 2018. *Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia*.
- [18] Agus Rahmad Timor, Hanalde Andre dan Ariadi Hazmi. 2016. *Analisis Gelombang Elektromagnetik dan Seismik yang Ditimbulkan oleh Gejala Gempa*. Universitas Andalas.
- [19] “Gelombang Elektromagnetik”. 16 November 2019. <https://www.gurupendidikan.co.id/gelombang-elektromagnetik/>
- [20] Marza Ihsan Marzuki dan Bambang Irawan. 2016. *Analisa Propagasi Gelombang Continuous Wave Pada Radio Amatir di Frequency 21 MHz*. Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- [21] Aditya Riski Efendi. 2015. *Pendeteksian Objek Bergerak pada Passive Bistatic Radar (PBR) Menggunakan WIFI IEEE 802.11*. Universitas Lampung
- [22] Andi Sri Irtawaty. 2018. *Pengaruh Beamwidth, Gain dan Pola Radiasi terhadap Performansi Antena Penerima*. Politeknik Negeri Balikpapan.
- [23] Intan Budi Harjayanti. 2015. *Sistem Komunikasi Radar*. STT Telematika Telkom.
- [24] A Wilson Neutriansyah. 2018. *Perancangan Model Camera Trap Pendeteksi Kecepatan Kendaraan Dengan Pengambilan Otomatis Berbasis Raspberry Pi 3*. Universitas Lampung
- [25] “HB100 Microwave Sensor Module” 13 November 2019. https://www.limpkin.fr/public/HB100/HB100_Microwave_Sensor_Module_Datasheet.pdf.

- [26] Subandi Saputra. 2018 *Rancang Bangun Absensi Elektronik Berbasis Mikrokontroller ATMEGA328*. Universitas Negeri Padang.
- [27] Fauzan Masykur. 2016. *Aplikasi Rumah Pintar (Smart Home) Pengendali Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Web*. Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
- [28] “Arduino Uno”. 15 November 2019.
<https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf>
- [29] Budi Cahyono. 2013. *Penggunaan Software Matrix Laboratory (MATLAB) Dalam Pembelajaran Aljabar Linier*. IAIN Walsiongo.
- [30] Lazuardi Rea Rizkina. 2018. *Perancangan dan Implementasi Pengolahan Sinyal Radar Untuk Pengukuran Doppler, Range DAN SAR Imaging*. Telkom University.