



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM NIRSENTUH PENDETEKSI JATUH NIRSENTUH MENGUNAKAN SENSOR RADAR DOPPLER BERBASIS APLIKASI

“Rancang Bangun Alat Nirsentuh Pendeteksi Jatuh Menggunakan
Antena Mikrostrip X-band dan Sensor Radar Doppler”

TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hayyina Wienastuti
2303332078

PROGRAM STUDI D-3 TELEKOMUNIKASI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM NIRSENTUH PENDETEKSI JATUH NIRSENTUH MENGUNAKAN SENSOR RADAR DOPPLER BERBASIS APLIKASI

“Rancang Bangun Alat Nirsentuh Pendeteksi Jatuh Menggunakan
Antena Mikrostrip X-band dan Sensor Radar Doppler”

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

Hayyina Wienastuti
2303332078

PROGRAM STUDI D-3 TELEKOMUNIKASI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026

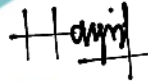


HALAMAN PERYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Hayyina Wienastuti

NIM : 2303332078

Tanda Tangan : 

Tanggal : 25 Juni 2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir diajukan oleh:

Nama : Hayyina Wienastuti
NIM : 2303332078
Program Studi : D-3 Telekomunikasi
Judul Tugas Akhir : Sistem Nirsentuh Pendeteksi Jatuh Menggunakan Sensor Radar Doppler Berbasis Aplikasi Android

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Selasa, 30 Juni 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I

: Shita Fitria Nurjihan, S.T., M.T.
NIP.199206202019032028

()

Depok, 21 Juli 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas segala karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar diploma tiga politeknik.

Tugas akhir ini berjudul **“Sistem Nirsentuh Pendeteksi Jatuh Menggunakan Sensor Radar Doppler Berbasis Aplikasi Android”**. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya tugas akhir ini sangat tidak mungkin tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Shita Fitria Nurjihan, ST., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
2. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Program Studi Telekomunikasi atas segala ilmu dan didikannya selama ini;
3. Orang tua dan keluarga khususnya saudara penulis, Ashif Fajar, yang telah memberikan dukungan penuh material dan moral;
4. Astri Astari selaku partner penulis atas kerja sama, bantuan, kerja keras, dan suka-duka selama mengerjakan tugas akhir ini;
5. Seluruh teman-teman telekomunikasi 2023 khususnya kelas A dan Abeng yang selama ini telah memberi canda dan tawa serta saling memberikan dukungan dalam proses menyelesaikan tugas akhir;
6. Serta pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan masukan dan motivasi dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok 2026

Penulis



Sistem Nirsentuh Pendeteksi Jatuh Menggunakan Sensor Radar Doppler Berbasis Aplikasi Android

ABSTRAK

Kondisi jatuh dapat menyebabkan cedera serius dan mengancam nyawa untuk segala kalangan usia. Penelitian ini bertujuan untuk merealisasikan alat nirsentuh pendeteksi jatuh menggunakan sensor radar Doppler HB100 berbasis aplikasi Android yang dapat memantau kondisi jatuh secara realtime dengan membandingkan performa menggunakan antenna mikrostrip X-band. Sistem ini mengintegrasikan sensor radar Doppler untuk mendeteksi gerakan dan perubahan kecepatan serta sensor Passive Infrared Receiver (PIR) untuk mendeteksi objek. Semua data diproses menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke Firebase. Hasil pengujian menunjukkan sensor radar dapat mendeteksi gerakan kondisi jatuh pada frekuensi > 22 Hz dengan jangkauan 35 cm menggunakan antenna microstrip 10.52 GHz dan sensor PIR dengan jangkauan maksimal 4 meter. Antena mikrostrip yang beroperasi pada frekuensi resonansi 10.52 GHz dengan nilai return loss -23 dB, VSWR 1.1, dan gain 7 dBi dapat bekerja optimal pada sensor radar doppler HB100 sisi transmit.

Kata kunci: Antena Mikrostrip, Deteksi jatuh, Doppler, Nirsentuh, VSWR, X-band

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Non Contact Fall Detection System Using Doppler Radar Sensor Based on Android Application

ABSTRACT

Fall incidents can cause serious injuries threaten life across all age groups. This study aims to design and develop a non-contact fall detection device utilizing the HB100 Doppler radar sensor, integrated with an Android based application capable of monitoring fall conditions in real time, while evaluating the performance improvement achieved through the use of an external X-band microstrip antenna. The system integrates a Doppler radar sensor to detect motion and velocity changes, alongside a Passive Infrared Receiver (PIR) sensor for object detection. All data are processed by an ESP32 microcontroller connected to Firebase. Testing results indicate that the radar sensor is capable of detecting motion during fall events at frequencies > 22 Hz within a range of 35 cm, while the PIR sensor operates with a detection range of 4 meters. The microstrip antenna, operating at a resonant frequency of 10.52 GHz with a return loss of -23 dB, a VSWR of 1.1, and a gain of 7 dBi, demonstrated optimal performance when integrated on the transmit side of the HB100 Doppler radar sensor.

Keywords: *Microstrip Antenna, Fall Detection, Doppler, Contactless, VSWR, X-band*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Luaran	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 ESP32 Devkit V1	3
2.2 Sensor Radar Doppler HB100.....	3
2.3 Sensor <i>Passive Infrared Receiver</i> (PIR)	4
2.4 Amplifier.....	5
2.5 LCD I2C.....	5
2.6 Buzzer	6
2.7 Push Button	6
2.8 Antena Mikrostrip	7
2.9 Pengukuran Parameter Antena	9
2.10 Catu daya.....	11
2.11 CST Studio Suite 2019.....	11
2.12 Arduino IDE.....	12
2.13 Kecepatan Berjalan	12
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	14
3.1 Rancangan Alat	14
3.1.1 Deskripsi Alat.....	14

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.2 Cara Kerja Alat.....	15
3.1.3 Spesifikasi Alat.....	17
3.1.4 Diagram Blok	20
3.2 Realisasi Alat	21
3.2.1 Rangkaian Catu Daya	22
3.2.2 Rangkaian Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh	23
3.2.3 Rangkaian Sensor HB100 dengan ESP32	25
3.2.4 Rangkaian Sensor PIR dengan ESP32	28
3.2.5 Realisasi Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh	29
3.2.6 Realisasi Antena Mikrostrip	31
3.2.7 Realisasi Pemrograman Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh.....	44
BAB IV PEMBAHASAN.....	51
4.1 Pengujian Antena Mikrostrip	51
4.2 Pengujian Catu daya.....	62
4.3 Pengujian Modul Radar Doppler HB100	65
4.4 Pengujian Modul Radar Doppler HB100 dengan Antena Mikrostrip.....	69
4.5 Pengujian Sensor <i>Passive Infrared Receiver</i> (PIR)	73
4.6 Pengujian Implementasi Sistem Pendeteksi Jatuh Nirsentuh.....	75
BAB V PENUTUP.....	80
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	82
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	84
LAMPIRAN.....	85



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Komponen	17
Tabel 3.2 Spesifikasi Antena Mikrostrip	18
Tabel 3.3 Pengujian Sensor Radar saat Aktivitas Normal	19
Tabel 3.4 Klasifikasi Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh	20
Tabel 3.5 Konfigurasi Pin Komponen pada ESP32	24
Tabel 3.6 Konfigurasi Pin HB100 pada ESP32	26
Tabel 3.7 Konfigurasi Pin Sensor PIR pada ESP32	28
Tabel 3.8 Komponen dalam Kotak	31
Tabel 3.9 Perhitungan Antena Mikrostrip	32
Tabel 3.10 Dimensi Awal Antena Mikrostrip	34
Tabel 3.11 Optimalisasi Antena Mikrostrip	38
Tabel 3.12 Parameter Hasil Simulasi Awal dan Optimalisasi Antena Mikrostrip	41
Tabel 3.13 Perbandingan Dimensi Antena Simulasi Awal dan Setelah Optimalisasi	42
Tabel 4.1 Data Perbandingan Hasil Pengujian CST Studio Suite dan Hasil Pengujian VNA (Alat Ukur)	57
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Catu Daya	64
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Modul HB100 dengan Posisi Objek di Depan	67
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Modul HB100 dengan Objek di Kanan	68
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Modul HB100 dengan Posisi Objek di Kiri	68
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Modul HB100 Menggunakan Antena Mikrostrip Tx dengan Posisi Objek di Depan	71
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Modul HB100 Menggunakan Antena Mikrostrip Tx dengan Posisi Objek di Kanan	72
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Modul HB100 Menggunakan Antena Mikrostrip Tx dengan Posisi Objek di Kiri	72
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Sensor PIR	74
Tabel 4.10 Perbandingan Hasil Pengujian Modul HB100 dan Modul HB100 Antena Mikrostrip Tx	77
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Implementasi Sistem Pendeteksi Jatuh Nirsentuh	78

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ESP32 Devkit V1	3
Gambar 2.2 Sensor Radar Doppler HB100.....	4
Gambar 2.3 Sensor Passive Infrared Receiver (PIR).....	5
Gambar 2.4 LCD I2C 20x4.....	6
Gambar 2.5 Buzzer.....	6
Gambar 2.6 Push Button	7
Gambar 2.7 Susunan Antena Mikrostrip.....	7
Gambar 2.8 CST Studio Suite 2019.....	12
Gambar 3.1 Ilustrasi Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh Menggunakan Sensor Radar Doppler Berbasis Aplikasi Android.....	14
Gambar 3.2 Flowchart Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh Menggunakan Sensor Radar Doppler Berbasis Aplikasi Android.....	16
Gambar 3.3 Diagram Blok Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh.....	20
Gambar 3.4 Rangkaian Skematik Catu Daya.....	22
Gambar 3.5 Layout PCB Catu Daya	22
Gambar 3.6 Realisasi Catu Daya	23
Gambar 3.7 Rangkaian Skematik Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh.....	23
Gambar 3.8 Layout PCB Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh.....	24
Gambar 3.9 Realisasi Layout PCB Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh	25
Gambar 3.10 Rangkaian Skematik HB100, Amplifier, dan ESP32.....	26
Gambar 3.11 Layout PCB HB100.....	27
Gambar 3.12 Realisasi PCB Modul Radar Doppler HB100.....	27
Gambar 3.13 Rangkaian Skematik Sensor Pir dan ESP32	28
Gambar 3.14 Visualisasi Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh 3D	29
Gambar 3.15 Realisasi Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh.....	30
Gambar 3.16 Realisasi Kotak Casing Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh	30
Gambar 3.17 Komponen dalam Kotak Casing Alat	31
Gambar 3.18 Desain Rancangan Antena Mikrostrip X-band	32
Gambar 3.19 Dimensi Awal Antena Mikrostrip	35
Gambar 3.20 Return Loss Hasil Simulasi.....	36
Gambar 3.21 Frekuensi Atas dan Bawah Hasil Simulasi	36
Gambar 3.22 VSWR Hasil Simulasi.....	37
Gambar 3.23 Polaradiasi dan Gain Hasil Simulasi	37
Gambar 3.24 Dimensi Patch Antena Mikrostrip Hasil Optimalisasi	39
Gambar 3.25 Return Loss Hasil Optimalisasi.....	40
Gambar 3.26 Frekuensi Atas dan Bawah Hasil Optimalisasi	40
Gambar 3.27 VSWR Hasil Optimalisasi.....	41
Gambar 3.28 Polaradiasi dan Gain Hasil Optimalisasi	41

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.29 Realisasi Antena Mikrostrip 10.52 GHz	43
Gambar 3.30 Realisasi Modul Doppler HB100 menggunakan Antena Mikrostrip 10.52 GHz	43
Gambar 4.1 Set Up Pengujian Port Tunggal	52
Gambar 4.2 Set Up Pengujian Dual Port	53
Gambar 4.3 Pengujian Gain Metode Perbandingan Daya Terima (a) Antena Referensi – Antena Uji Horn (Antena Identik) dan (b) Antena Referensi – Antena Uji Mikrostrip	53
Gambar 4.4 Pengujian Polaradiasi pada (a) Posisi Antena Vertikal dan (b) Posisi Antena Horizontal	54
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Return Loss	57
Gambar 4.6 Hasil Pengujian VSWR	58
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Impedansi	58
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Daya Terima Antena Referensi – Antena Uji Mikrostrip	59
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Daya Terima Antena Referensi – Antena Uji Horn	59
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Redaman Kabel	60
Gambar 4.11 Hasil Pengujian Polaradiasi Antena Posisi Horizontal	60
Gambar 4.12 Hasil Pengujian Polaradiasi Antena Posisi Vertikal	61
Gambar 4.13 Titik Pengujian Catu Daya	63
Gambar 4.14 Visualisasi Set Up Jarak Pengujian	65
Gambar 4.15 Set Up Pengujian Modul HB100	66
Gambar 4.16 Set Up Rangkaian Modul HB100 dengan Antena Mikrostrip Tx ...	70
Gambar 4.18 Implementasi Alat (a) Tampak Dalam dan (b) Tampak Luar	76
Gambar 4.19 Set Up Pengujian Implementasi Sistem	76



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kejadian jatuh secara tiba-tiba merupakan salah satu penyebab kematian di dunia yang dapat menimpa siapapun. Menurut World Health Organization (WHO), setiap tahun terjadi lebih dari 684.000 kematian akibat jatuh di seluruh dunia, dengan rata-rata 1 kematian setiap 5 detik (World Health Organization, 2021). Insiden terjatuh tidak hanya menimpa orang lanjut usia, orang dewasa, anak-anak, maupun balita. Umumnya kejadian jatuh terjadi di ruangan tertutup seperti kamar mandi. Sistem pendeteksi jatuh yang umum digunakan saat ini berbasis perangkat yang harus dikenakan (*wearable*), seperti gelang atau sensor pada tubuh. Teknologi *wearable* telah terbukti efektif meningkatkan deteksi jatuh dengan akurasi mencapai 85-95% (Hegde & Suhara, 2016). Namun, sistem tersebut memiliki beberapa kekurangan, antara lain tidak nyaman digunakan, mudah lupa dipakai, serta kurang praktis untuk penggunaan jangka panjang. Oleh karena itu, diperlukan sistem pendeteksi jatuh yang bekerja tanpa kontak langsung dengan tubuh (*nirsentuh*) agar lebih nyaman dan mudah mendeteksi keberadaan manusia.

Salah satu teknologi *nirsentuh* yang dapat digunakan adalah sensor Doppler yang bekerja pada frekuensi X-band 10.52 GHz. Sensor ini mampu mendeteksi adanya perubahan gerakan manusia berdasarkan efek Doppler dari gelombang mikro yang dipancarkan. Kinerja antenna sangat mempengaruhi jarak deteksi, kepekaan, dan keandalan sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, perancangan antenna mikrostrip X-band menjadi bagian penting dalam penelitian ini.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada rancang bangun antenna mikrostrip X-band 10.52 GHz untuk sistem *nirsentuh* pendeteksi jatuh menggunakan sensor Doppler HB100 yang dikombinasikan dengan sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR). Sistem yang dirancang diharapkan dapat membantu meningkatkan keselamatan manusia serta memberikan peringatan dini ketika terjadi kejadian jatuh.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat antena mikrostrip X-band yang dapat digunakan dengan baik pada sensor radar doppler HB100 untuk mendeteksi jatuh nirsentuh?
2. Bagaimana merancang dan membuat sistem pendeteksi jatuh menggunakan antena mikrostrip X-band dan sensor radar doppler secara *realtime*?
3. Bagaimana menguji sistem pendeteksi jatuh untuk membedakan kondisi terjatuh dan aman menggunakan antena mikrostrip X-band dan sensor radar doppler secara *realtime*?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini antara lain:

1. Mahasiswa mampu merancang dan membuat antena mikrostrip X-band untuk sensor radar doppler HB100 sebagai sistem pendeteksi jatuh.
2. Mahasiswa mampu merancang dan membuat sistem pendeteksi jatuh secara *realtime* menggunakan antena mikrostrip X-band dan sensor radar doppler.
3. Mahasiswa mampu menguji dan menganalisis sistem pendeteksi jatuh *realtime* pada kondisi terjatuh dan aman yang menggunakan antena mikrostrip X-band dan sensor radar doppler.

1.4 Luaran

Luaran dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Antena mikrostrip X-band
2. Alat pendeteksi jatuh berbasis nirsentuh
3. Laporan Tugas Akhir
4. Artikel Ilmiah

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Alat Nirsentuh Pendeteksi Jatuh Menggunakan Antena Mikrostrip X-band dan Sensor Radar Doppler Berbasis Aplikasi Android dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Antena mikrostrip X-band berhasil dirancang, disimulasikan menggunakan CST Studio Suite 2019, dan difabrikasi untuk diintegrasikan dengan sensor radar doppler HB100. Berdasarkan hasil pengujian, antena mikrostrip X-band dapat beroperasi pada frekuensi 10.52 GHz dan memenuhi spesifikasi standar antena antara lain *return loss* -23 dB, *gain* 7 dBi, serta VSWR 1.1.
2. Alat pendeteksi jatuh nirsentuh realtime berhasil direalisasikan menggunakan antena eksternal mikrostrip X-band 10.52 GHz sebagai pengganti antena transmit (Tx) HB100. Berdasarkan 96 kali pengujian alat ini dapat mendeteksi kondisi jatuh dan dinyatakan kategori jatuh ketika frekuensi > 22 Hz.
3. Berdasarkan hasil pengujian secara *realtime*, alat yang direalisasikan dapat bekerja mendeteksi kondisi jatuh dan aman berdasarkan nilai frekuensi doppler dari pergeseran objek kondisi jatuh terdeteksi ketika frekuensi > 22 Hz dan kondisi aman ketika frekuensi $\leq$ 22 Hz dengan jarak jangkauan maksimal deteksi 35 cm saat posisi objek di depan.

Dengan demikian, kesimpulan menunjukkan bahwa alat pendeteksi jatuh nirsentuh yang terintegrasi aplikasi android dan dapat dipantau secara realtime merupakan solusi untuk meningkatkan keamanan khususnya pemantauan terkait kondisi jatuh.

5.2 Saran

Berdasarkan implementasi Alat Nirsentuh Pendeteksi Jatuh Menggunakan Sensor Radar Doppler dengan Antena Mikrostrip X-band Berbasis Aplikasi



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Android ditemukan beberapa kendala, berikut adalah beberapa saran untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitasnya:

1. Disarankan untuk meningkatkan fungsionalitas alat dengan menambahkan sensor - sensor tambahan dan memperbaiki konsep pendeteksi jatuh nirsentuh menggunakan sensor radar FMCW agar kategori dapat dibedakan berdasarkan perubahan jarak.
2. Jangkauan alat pendeteksi jatuh nirsentuh sangat terbatas dan sinyal keluaran masih terbaca frekuensi noise, disarankan untuk membuat rangkaian amplifier yang memperkuat sinyal keluaran HB100 dan mengurangi noise.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, C., Sumajudin, B., & Yunita, T. (2020). Perbandingan antena mikrostrip array dual band dengan pencatutan microstrip line dan electromagnetically coupled (EMC). *Jurnal TEKTRIKA*, 5(1), 19–26.
- An-Nisa, N., Sitopu, M.W., Adilah, N., Handasah, U., & Sinurat, M.S. (2024). Simulasi perancangan antena mikrostrip dipole elemen tunggal frekuensi 2.0 GHz menggunakan aplikasi CST Studio 2019. *Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi*, 4(2), 24–29.
- Arta, S., Mulyana, A., & Permana, A. G. (2020). Perancangan dan implementasi sistem keamanan rumah menggunakan sensor nirkabel dengan fitur notifikasi dan pengawasan video melalui smartphone Android. *Jurnal Teknik*, 8 (1), 3891–3896.
- Firmansyah, T., Riyandika, R., Saraswati, I., Supriyanto, Wildan, M., Supriyanto, T., & Alam, S. (2023). Rancang bangun Doppler X-Band speed detector untuk kendaraan roda dua pada jalan kelas IIIC. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 11(2), 271–284.
- Ginardi, R.V.H., Husni, M., Sholikhah, R.W., Indrawanti, A.S., Sabilla, I.A., Oktarina, E.S., Rasmana, S.T., Hariyawan, M.Y., Briantoro, H., Wicaksono, M.J.E., Mohammad, I.A.N.M., Syafa, I.A., Wicaksono, R.A., Luqmanulhakim, N.Z., Kusuma, Z.H., Santosa, H.A., & Wijaya, A.A. (2025). Integrasi teknologi Internet of Things dalam pengembangan sistem pemantauan kualitas air dan kesehatan udang air tawar untuk optimalisasi produk perikanan. *SEWAGATI, Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 9(1), 190–203.
- Hegde, N., & Suhara, Y. (2016). Wearable activity sensors and health monitoring. *Journal of Healthcare Informatics Research*, 1(2), 178-195.
- Herlianus, H., & Gunadi, G. (2022). Pengembangan media pembelajaran organ gerak hewan dan manusia berbasis Android menggunakan Kodular. *Informatik: Jurnal Ilmu Komputer*, 18(1), 88–96.
- Junaidi, & Prabowo, Y. D. (2018). *Project sistem kendali elektronik berbasis Arduino*. Bandar Lampung: AURA.
- Nuryanto, L. E. (2017). Penerapan dari Op-Amp (operational amplifier). *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, 13(1).
- Nusyirwan, D., Akbar, M.A., & Perdana, P.P.P. (2021). Rancang bangun alarm fokus untuk membantu meningkatkan konsentrasi siswa saat belajar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Kejuruan*, 14(1), 44–56.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Pinna, F., & Murrau, R. (2018). *Age factor and pedestrian speed on sidewalks. Sustainability*, 10(11), 1–23.
- Sadrina, Wahyuni, S., & Eravan, S. (2023). Penerapan sensor PIR pada mata pelajaran instalasi penerangan listrik di SMKN 1 Darul Kamal. *Educator Development Journal*, 1(1), 16–24.
- Setiawan, R. (2020). Rancang bangun media pembelajaran berbasis Android tanpa coding semudah menyusun puzzle. *Jurnal Sistem Informasi dan Sains Teknologi*, 2(2), 1–7.
- Sitohang, E.P., Mamahit, D.J., & Tulung, N.S. (2018). Rancang bangun catu daya DC menggunakan mikrokontroler ATmega 8535. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(2), 135–141.
- Susatyono, J. D., Febryantahanuji, F., & Kuncoro, A. A. (2025). Pengembangan sistem keamanan rumah berbasis IoT dengan deteksi intrusi real-time menggunakan sensor PIR dan kamera, serta notifikasi otomatis melalui aplikasi mobile. *Jurnal Publikasi Ilmu Komputer dan Multimedia*, 4(2), 30–41.
- Tuwu, D., & Tarifu, L. (2023). Implementasi program Posyandu lansia untuk menjaga kesehatan lanjut usia. *Journal Publicuho*, 6(1), 20–29.
- Yelvita, F. S. (2022). Rancang bangun model timbangan digital menggunakan sensor load cell dan pencatatan hasil timbangan berbasis IoT. 2005–2003.
- World Health Organization. (2021). *Global report on the epidemiology of injuries causing unintentional injuries and violence*. WHO Publications.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Hayyina Wienastuti

Penulis lahir di Cilegon 24 April 2004. Latar belakang pendidikan formal penulis adalah lulus dari SDN Kedaleman IV Cilegon, melanjutkan pendidikan di SMPN 2 Cilegon, kemudian melanjutkan pendidikan di SMAN 3 Cilegon. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh tahun 2026 dari Program Studi Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

L-1 Realisasi Alat Pendeteksi Jatuh Nirsentuh



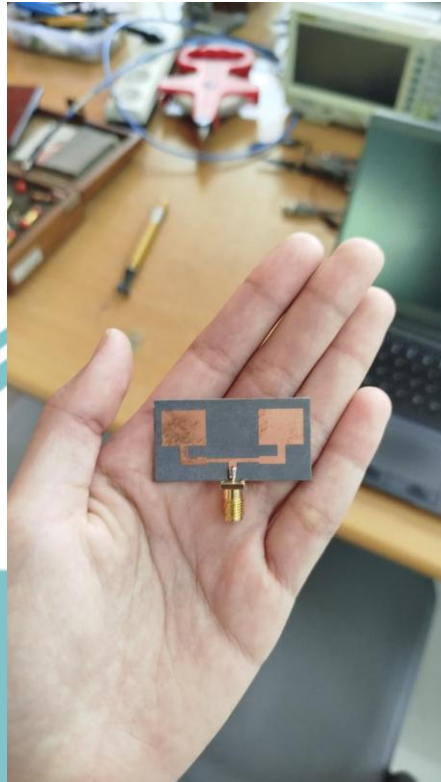


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

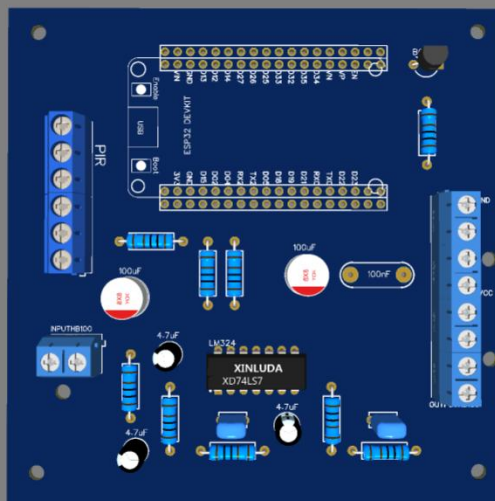
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

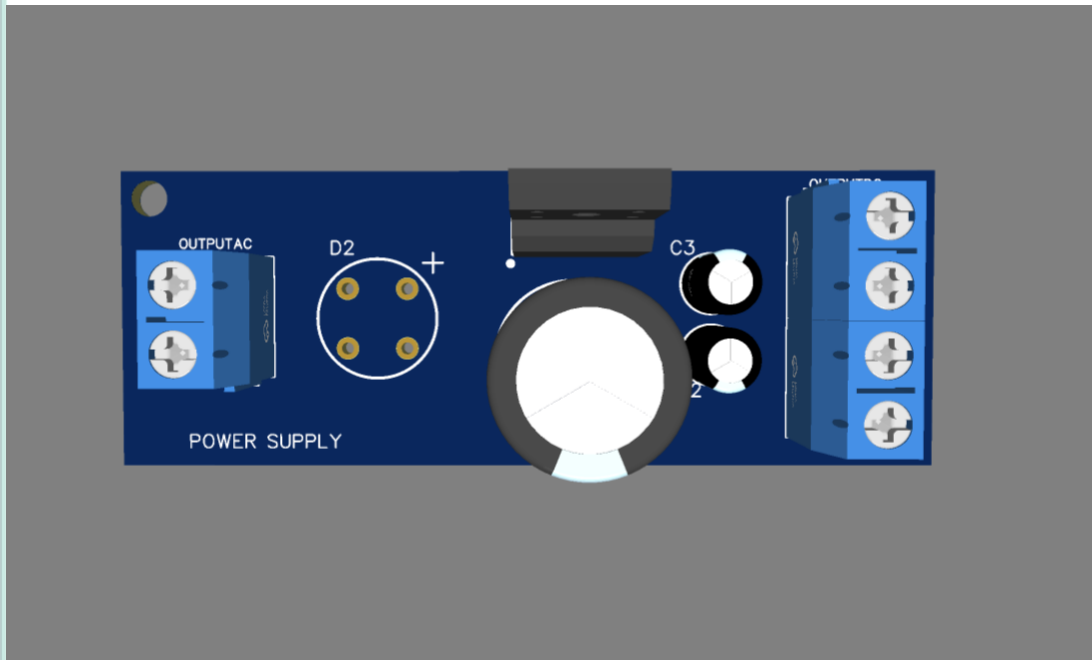
L-2 Realisasi Antena Mikrostrip RT-Rogers 5880



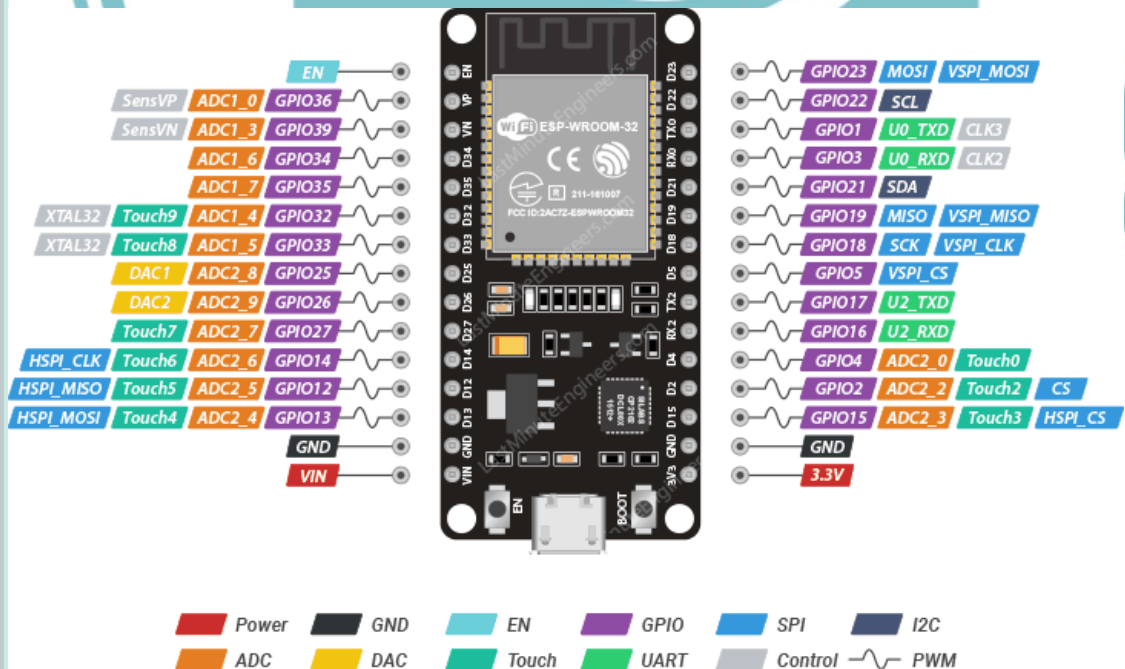
L-3 Layout PCB Alat Pendeteksi Jatuh



L-4 Layout PCB Catu Daya



L-5 Datasheet ESP32 Dev Kit V1



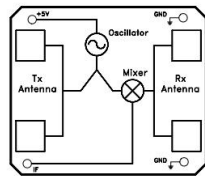
HB 100 Microwave Sensor Module

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-6 Datasheet Sensor Radar Doppler HB100

10.525GHz Microwave Motion Sensor Module



Block diagram and connection



Description

HB100 Miniature Microwave Motion Sensor is a X-Band Bi-Static Doppler transceiver module. Its built-in Dielectric Resonator Oscillator (DRO) and a pair of Microstrip patch antenna array, make it ideal for OEM usage in motion detection equipment.

This module is ideally suitable for false alarms reduction in intruder detectors when work together with Passive Infrared (PIR) sensor. It can also be used for auto-door opening and vehicle speed measurement.

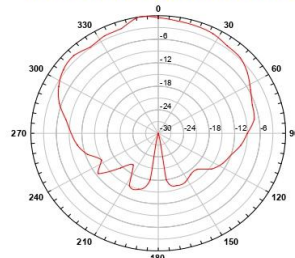
Features

- Low current consumption
- CW or Pulse operation
- Flat profile
- Long detection range

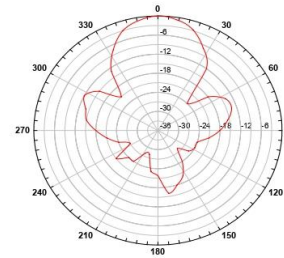
Applications

- Microwave-PIR motion detector
- Speed measurement
- Lighting control

Antenna Beam Pattern



Azimuth



Elevation



CERT. NO. : 94-1-0033
SS ISO 9001 : 2000





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-7 Datasheet Sensor Radar Doppler HB100



MSAN-001
 X-Band Microwave Motion Sensor Module
 Application Note

V1.02

4. Power Supply

The module operates at +5 Vdc for Continuous wave (CW) operation (see Annex 1).

The module can be powered by +5V low duty cycle pulsed trains in order to reduce its power consumption. Sample & Hold circuit at the IF output is required for pulse operation (see Annex 2).

5. Transmit Frequency

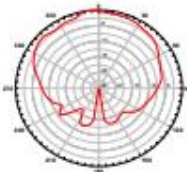
The transmit frequency and power of the module is set by factory. There is no user adjustable part in this device.

The module is a low power radio device (LPRD) or intended radiator. Local radio communication authority regulates use of such a device. Though user license may be exempted, type approval of equipment or other regulation compliance may be required.

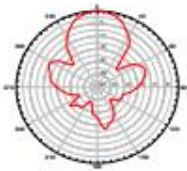
Annex 3 shown the allocated frequency in some countries.

6. Radiation Pattern

The module to be mounted with the antenna patches facing to the desired detection zone. The user may vary the orientation of the module to get the best coverage. The radiation patterns of the antenna and their half power beam width (HPBW) are shown in below diagram.



Azimuth



Elevation

Satcom & Sensor Systems

ST Electronics (Satcom & Sensor Systems) Pte Ltd
 300 Jooong Eon Street 21, ST Electronics Jooong Eon Building Level 4, Singapore 600022
 Tel : 65 6361 6791 Fax : 65 6361 6226 Email : saphon@satcom.ssgs.com
 Website : www.agilsense.com (Regd. 1965200137)



ST Electronics

A company of ST Engineering



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-8 Datasheet Sensor Radar Doppler HB100



MSAN-001

X-Band Microwave Motion Sensor Module
Application Note

7. Output Signals

V1.02

Doppler shift - Doppler shift output from IF terminal when movement is detected. The magnitude of the Doppler Shift is proportional to reflection of transmitted energy and is in the range of microvolts (μV). A high gain low frequency amplifier is usually connected to the IF terminal in order to amplify the Doppler shift to a processable level (see Annex 1). Frequency of Doppler shift is proportional to velocity of motion. Typical human walking generates Doppler shift below 100 Hz. Doppler frequency can be calculated by Doppler equation in Annex 4.

The Received Signal Strength (RSS) is the voltage measured of the Doppler shift at the IF output. The RSS figure specified in the technical data sheet is level of a 25 Hz Doppler shift, generate from the modulated microwave signal received at the received antenna. The received microwave signal is attenuated to 93 dB below the transmit microwave signal from the transmit antenna of the same unit. The 93dB loss is the total losses combining two ways free space loss (82.4 dB for 30 meters at 10.525 GHz), reflection loss and absorption loss of the target, as well as other losses.

This RSS figure can be view as an approximation of the output signal strength for a human at 15 meters away walking straight to the module at 1.28 km/hour.

Reflection of a human body is varied with the size of the body, clothing, apparels and other environmental factors; RSS measured for two human bodies may vary by 50%.

Circuit designer must take note the maximum and minimum Received Signal Strength (RSS) specified in technical data sheet, when designing the amplifier. Sensitive deviation between modules has to be considered when setting amplifier gain or alarm threshold. On-production-line gain adjustment may be necessary if a narrow window for triggering threshold is required.

Noise - The noise figure specified in the technical data sheet is the noise measured in an Anechoic chamber, that shield the unit-under-test from external interference, as well as reflection from surfaces. Hence, the figure is only presenting the noise generated by the internal circuit itself.

Other than noises generate from internal electronic circuit, in actual applications, other noises may be picked up from surrounding, or other part of the electronic circuit.

Specially attention has to be given to the interference pick up from fluorescent light, as the 100/120 Hz noise is closed to the Doppler frequency generated by human movement

On and off switching of certain devices (relay, LED, motor, etc.) may generated high magnitude of transient noise at the IF terminal. Careful PCB layout and time masking is necessary to prevent false triggering.

Satcom & Sensor Systems

ST Electronics (Satcom & Sensor Systems) Pte Ltd
100 Jooong East Street 21, ST Electronics Jooong East Building Level 4, Singapore 600022
Tel: 65-6367 9291 Fax: 65-6367 9270 Email: agil@stelectronics.com
Website: www.agil.com (Reg: 1901008110)



ST Electronics

A company of ST Engineering



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-9 Datasheet Sensor Radar Doppler HB100



MSAN-001
X-Band Microwave Motion Sensor Module
Application Note

V1.02

Annex 4: Doppler Equation

$$F_d = 2V \left(\frac{F_t}{c} \right) \cos \theta$$

Where

F_d = Doppler frequency

V = Velocity of the target

F_t = Transmit frequency

c = Speed of light (3×10^8 m/sec)

θ = The angle between the target moving direction and the axis of the module.

If a target is moving straight toward or away from HB100 ($F_t = 10.525$ GHz) The formula is simplified to:

$$F_d = 19.49V \text{ (Velocity in km/hour) or } 31.36V' \text{ (V' in mile per hour)}$$

Conversion factor for other frequencies are shown as below:

Frequency	F_d (V in Km/hr)	F_d (V' in mph)
9.35 GHz	17.31V	27.85V'
9.9 GHz	18.33V	29.49V'
10.525 GHz	19.49V	31.36V'
10.587 GHz	19.60V	31.54V'
10.687 GHz	19.79V	31.84V'
24.125 GHz	44.68V	71.89V'

Satcom & Sensor Systems

ST Electronics (Satcom & Sensor Systems) Pte Ltd
100 Jooong East Street 21, ST Electronics Jooong East Building Level 4, Singapore 600002
Tel: +65-6361 6291 Fax: +65-6361 6270 Email: agil@stelectronics.com
Website: www.agil@stelectronics.com (Reg: 195/2007/10)



ST Electronics

A company of ST Engineering

7 of 7



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-10 Datasheet Antena Horn LB-20180-SF

A-INFO



LB-20180-SF Datasheet

LB-20180-SF Broadband Horn Antenna 2-18GHz 12dB Gain SMA Female

Broadband Horn Antenna Operating From 2GHz to 18GHz With a Nominal 12dB Gain With SMA Female Connector

Product Information

SKU	LB-20180-SF
-----	-------------

Description

Broadband horn antenna LB-20180-SF, operating from 2 to 18GHz with a nominal 12dB gain and low VSWR 2.0:1 with SMA Female output connector. The model LB-20180-SF has uniform gain through its frequency span, providing efficient performance characteristics and directionality. It can handle 50W continuously and 100W peak power. Constructed of lightweight corrosion-resistant aluminum, the antenna will provide years of trouble-free indoor and outdoor service. This broadband horn antenna is linearly polarized and ideally suited for EMI testing, direction finding, surveillance, antenna gain and pattern measurements and other applications.

Technical Specification

Electrical Specification		Interface	
Frequency, Min (GHz)	2	Output Type	Coaxial
Frequency, Max (GHz)	18	Connector	SMA
Gain, Typ (dBi)	12	Connector Gender	Female
Polarization	Linear	Mechanical Specification	
3dB Beamwidth, E-Plane, Min (Deg.)	19	Body Material	Al
3dB Beamwidth, E-Plane, Max (Deg.)	85	Finish	Chemical Conversion Coating
3dB Beamwidth, H-Plane, Min (Deg.)	18	Size, W (mm)	103.8
3dB Beamwidth, H-Plane, Max (Deg.)	77	Size, H (mm)	77.9
Cross Pol. Isolation, Typ (dB)	25	Size, L (mm)	127
VSWR, Typ	1.5:1	Weight, (kg)	0.4
Impedance, (Ohm)	50		
Power Handling, CW, (W)	50		
Power Handling, Peak, (W)	100		



Hak Cipta :

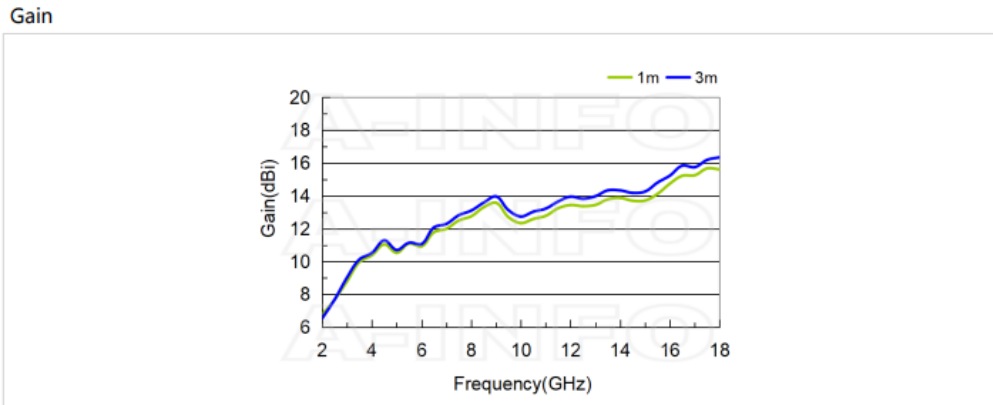
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-11 Datasheet Antena Horn LB-20180-SF

A - I N F O

LB-20180-SF Datasheet

Typical Test Results



Antenna Factor (Table)

Frequency (GHz)	1m		3m	
	Gain (dBi)	AF (dB/m)	Gain (dBi)	AF (dB/m)
2.0	6.77	29.46	6.54	29.69
3.0	8.80	30.95	9.03	30.72
4.0	10.38	31.87	10.53	31.73
5.0	10.53	33.66	10.71	33.48
6.0	10.92	34.85	11.06	34.71
7.0	12.00	35.11	12.30	34.82
8.0	12.76	35.51	13.11	35.17
9.0	13.58	35.71	13.97	35.33
10.0	12.34	37.87	12.74	37.47
12.0	13.44	38.35	13.96	37.84
14.0	13.87	39.26	14.33	38.80
16.0	14.75	39.55	15.24	39.05
18.0	15.62	39.70	16.35	38.96

NEGERI
JAKARTA

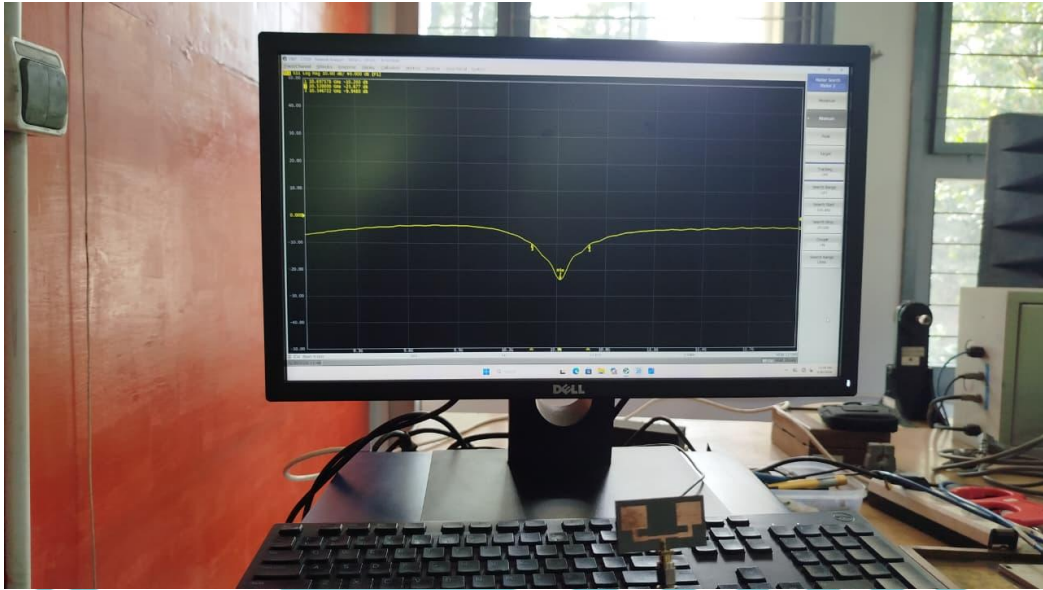


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-12 Dokumentasi Pengujian Antena



L-13 Dokumentasi Pengujian Alat





L-14 Sketch Code

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <WiFi.h>
#include <Firebase_ESP_Client.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <time.h>

// Menyertakan file pembantu Firebase
#include "addons/TokenHelper.h"
#include "addons/RTDBHelper.h"

// --- 1. KONFIGURASI WIFI & FIREBASE ---
#define WIFI_SSID "HIFIAIR BE75"
#define WIFI_PASSWORD "71474634"
#define DATABASE_URL "https://radar-fall-detection-sys-39e74-default-rtddb.firebaseio.com"
#define DATABASE_SECRET "dW0LRnctm9CM4Re6QUeFdS5luuXDIrYlJaGT8D4f"

// --- 2. KONFIGURASI ONESIGNAL ---
#define ONESIGNAL_APP_ID "2cde9ca9-59a9-4c5f-ae4a-e39c2e8c31e9"
#define ONESIGNAL_REST_KEY
"os_v2_app_ftpjzkkzvfgf7lsk4ooc5dbr5goqm3hctdhuntf4tkriqyqyovq5ktvi2wdmry4cykny
33s3rjknrmddrefhe3dskxmluwgsjbnbnqny"

// --- 3. PENGATURAN WAKTU (NTP) UNTUK RIWAYAT ---
const char* ntpServer = "pool.ntp.org";
const long gmtOffset_sec = 25200; // 25200 detik = UTC+7 (WIB)
const int daylightOffset_sec = 0;

// --- 4. INISIALISASI LCD (Ukuran 20x4) ---
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

// --- 5. PIN DEFINITION ---
const int sensorPin = 34;
const int pirSensorPin = 27;
const int buzzerPin = 26;
const int buttonPin = 4;

// --- 6. VARIABEL GLOBAL ---
int threshold = 2048;
int hysteresis = 25;
bool state = false;
bool lastState = false;
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
volatile int pulseCount = 0;
volatile bool buzzerFisikAktif = false;
volatile bool mintaResetFirebase = false;

// --- VARIABEL MASA KEBAL (COOLDOWN) ---
unsigned long waktuMasaKebal = 0;
bool modeKebalAktif = false;

// --- VARIABEL RIWAYAT & LAINNYA ---
unsigned long previousMillis = 0;
unsigned long previousRiwayatMillis = 0;
bool notifikasiTer kirim = false;
String statusSistem = "Aman";
int statusPIR = 0;

// Penanda hari untuk reset database 24 jam (tengah malam)
int hariTerakhirReset = -1;

FirebaseData fbdo;
FirebaseAuth auth;
FirebaseConfig config;

TaskHandle_t TaskKoneksi;
portMUX_TYPE mux = portMUX_INITIALIZER_UNLOCKED;

// --- 7. FUNGSI INTERRUPT TOMBOL FISIK ---
void IRAM_ATTR resetAlarmISR() {
  if (buzzerFisikAktif) {
    buzzerFisikAktif = false;
    digitalWrite(buzzerPin, LOW);
    mintaResetFirebase = true;
  }
}

// --- 8. FUNGSI KIRIM NOTIFIKASI ONESIGNAL ---
void sendPushNotification() {
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    WiFiClientSecure client;
    client.setInsecure();

    HTTPClient http;
    Serial.println("-> [ONESIGNAL] Menghubungkan ke server OneSignal...");
    http.setTimeout(2000);

    if (http.begin(client, "https://onesignal.com/api/v1/notifications")) {
      http.addHeader("Content-Type", "application/json; charset=utf-8");
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

http.addHeader("Authorization", "Basic " + String(ONESIGNAL_REST_KEY));

String payload = "{"
    "\"app_id\": \"" + String(ONESIGNAL_APP_ID) + "\",\"
    "\"included_segments\": [\"All\"],\"
    "\"headings\": {\"en\": \" ⚠ PERINGATAN DARURAT!\",\"
    "\"contents\": {\"en\": \"Sistem FallGuard mendeteksi kondisi JATUH,
Segera lakukan pertolongan!\",\"
    "\"priority\": 10, \"
    "\"android_visibility\": 1, \"
    "\"content_available\": true\"
    \"}\";

int httpResponseCode = http.POST(payload);
http.end();
}
}
vTaskDelay(50 / portTICK_PERIOD_MS);
}

//
=====
// TUGAS CORE 0: Mengurus Firebase, OneSignal, LCD, dan Kontrol Tombol APK
//
=====

void TaskKoneksiCode( void * pvParameters ) {
    for(;;) {
        unsigned long currentMillis = millis();

        // --- SINKRONISASI TELEMETRI SETELAH TOMBOL FISIK DARURAT
        DITEKAN ---
        if (mintaResetFirebase) {
            Serial.println("-> [KONTROL FISIK] Push Button Ditekan! Memperbarui status ke
Aman...");
            statusSistem = "Aman";
            notifikasiTer kirim = false;
            modeKebalAktif = true;
            waktuMasaKebal = millis();

            if (Firebase.ready()) {
                Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/Status", "Aman");
                Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/MatikanBuzzer", "0");
            }

            lcd.setCursor(0, 3);

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

lcd.print("Stat: RESET LOKAL ");
vTaskDelay(2000 / portTICK_PERIOD_MS);

portENTER_CRITICAL(&mux);
pulseCount = 0;
portEXIT_CRITICAL(&mux);

mintaResetFirebase = false;
previousMillis = millis();
}

// PROSES INTEGRASI DATA JARINGAN & REFRESH LCD (SETIAP 1 DETIK)
if (currentMillis - previousMillis >= 1000) {
  previousMillis = currentMillis;

  portENTER_CRITICAL(&mux);
  float frequency = pulseCount;
  pulseCount = 0;
  portEXIT_CRITICAL(&mux);

  statusPIR = digitalRead(pirSensorPin);

  //
  =====
  // FITUR BARU: AUTO-RESET DATABASE SETIAP 24 JAM (PUKUL 00:XX)
  //
  =====

  struct tm timeinfo;
  if (getLocalTime(&timeinfo)) {
    // Jika jam menunjukkan pukul 00 (tengah malam) dan hari ini belum melakukan reset
    if (timeinfo.tm_hour == 0 && timeinfo.tm_mday != hariTerakhirReset) {
      if (Firebase.ready()) {
        // Menghapus seluruh folder /Riwayat dari database Firebase
        if (Firebase.RTDB.deleteNode(&fbdo, "/Riwayat")) {
          Serial.println("-> [DATABASE] Riwayat otomatis dihapus (Reset 24 Jam)!");
          hariTerakhirReset = timeinfo.tm_mday; // Tandai bahwa hari ini sudah direset
        }
      }
    }
  }

  // ✎ FORMAT TAMPILAN MONITORING LCD 20x4
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" FALL DETECTION ");
  lcd.setCursor(0, 1);

```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

lcd.print("Radar: "); lcd.print((int)frequency); lcd.print(" Hz   ");
lcd.setCursor(0, 2);
if (statusPIR == HIGH) {
    lcd.print("Objek: Ada   ");
} else {
    lcd.print("Objek: Tidak Ada  ");
}

if (modeKebalAktif && (currentMillis - waktuMasaKebal >= 7000)) {
    modeKebalAktif = false;
}

if (!modeKebalAktif && frequency > 22) {
    statusSistem = "JATUH!";
    buzzerFisikAktif = true;
}

lcd.setCursor(0, 3);
if (modeKebalAktif) {
    lcd.print("Status: JEDA SENSOR  ");
}
else if (statusSistem == "JATUH!") {
    lcd.print("Status: JATUH!!   ");
}
else if (buzzerFisikAktif) {
    lcd.print("Status: BUZZ LOCK   ");
} else {
    lcd.print("Status: AMAN     ");
}

// --- INTERAKSI FIREBASE REALTIME DATABASE ---
if (Firebase.ready()) {
    Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo, "/Radar", frequency);
    Firebase.RTDB.setInt(&fbdo, "/PIR", statusPIR);
    Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/Status", statusSistem);

    // --- SIMPAN RIWAYAT SAAT ADA OBJEK ATAU JATUH ---
    if ((statusSistem == "JATUH!" || statusPIR == HIGH) && (currentMillis -
previousRiwayatMillis >= 10000)) {
        previousRiwayatMillis = currentMillis;

        String waktuKejadian = "Waktu gagal diambil";
        if (getLocalTime(&timeinfo)) {
            const char* namaHari[] = {"Minggu", "Senin", "Selasa", "Rabu", "Kamis",
"Jumat", "Sabtu"};
            String hari = namaHari[timeinfo.tm_wday];
            char bufferWaktu[30];

```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

sprintf(bufferWaktu, "%02d/%02d/%04d %02d:%02d:%02d",
        timeinfo.tm_mday, timeinfo.tm_mon + 1, timeinfo.tm_year + 1900,
        timeinfo.tm_hour, timeinfo.tm_min, timeinfo.tm_sec);
waktuKejadian = hari + ", " + String(bufferWaktu);
}

FirebaseJson jsonRiwayat;
String statusObjek = (statusPIR == HIGH) ? "Ada" : "Tidak Ada";

jsonRiwayat.set("Radar", String(frequency) + " Hz");
jsonRiwayat.set("objek", statusObjek);
jsonRiwayat.set("waktu_kejadian", waktuKejadian);
jsonRiwayat.set("status", statusSistem);

if (Firebase.RTDB.pushJSON(&fbdo, "/Riwayat", &jsonRiwayat)) {
    Serial.println("-> [DATABASE] Riwayat kejadian/objek berhasil disimpan!");
}
}

// LOGIKA TOMBOL MATIKAN BUZZER PADA APK
if (Firebase.RTDB.getString(&fbdo, "/MatikanBuzzer")) {
    if (fbdo.stringData() == "1") {
        if (statusSistem == "JATUH!" || buzzerFisikAktif) {
            Serial.println("-> [KONTROL HP] Tombol ditekan! Mematikan Buzzer & Reset
Status.");
            buzzerFisikAktif = false;
            digitalWrite(buzzerPin, LOW);
            statusSistem = "Aman";
            notifikasiTerkirim = false;
            modeKebalAktif = true;
            waktuMasaKebal = millis();

            Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/MatikanBuzzer", "0");
            Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/Status", "Aman");
        }
        else {
            Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/MatikanBuzzer", "0");
            Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/Status", "Aman");
        }
        vTaskDelay(2000 / portTICK_PERIOD_MS);
        portENTER_CRITICAL(&mux);
        pulseCount = 0;
        portEXIT_CRITICAL(&mux);
        previousMillis = millis();
    }
}
}
}

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// --- EKSEKUSI OUTPUT HARDWARE BUZZER ---
if (buzzerFisikAktif) {
    digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
} else {
    digitalWrite(buzzerPin, LOW);
}

if (statusSistem == "JATUH!" && !notifikasiTer kirim) {
    sendPushNotification();
    notifikasiTer kirim = true;
}

vTaskDelay(10 / portTICK_PERIOD_MS);
}

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    lcd.init();
    lcd.backlight();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(" FALL DETECTION ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("=====");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print(" INITIATING... ");

    pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
    pinMode(pirSensorPin, INPUT);
    pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);

    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(buttonPin), resetAlarmISR, FALLING);
    analogReadResolution(12);

    digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(buzzerPin, LOW);

    WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(500);
    }

    configTime(gmtOffset_sec, daylightOffset_sec, ntpServer);
```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

config.database_url = DATABASE_URL;
config.signer.tokens.legacy_token = DATABASE_SECRET;

Firebase.begin(&config, &auth);
Firebase.reconnectWiFi(true);

if (Firebase.ready()) {
  Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/MatikanBuzzer", "0");
  Firebase.RTDB.setString(&fbdo, "/Status", "Aman");
}

lcd.clear();
xTaskCreatePinnedToCore(TaskKoneksiCode, "TaskKoneksi", 16384, NULL, 1,
&TaskKoneksi, 0);
}

void loop() {
  int val = analogRead(sensorPin);
  if (val > (threshold + hysteresis)) {
    state = true;
  } else if (val < (threshold - hysteresis)) {
    state = false;
  }
  if (state == true && lastState == false) {
    portENTER_CRITICAL(&mux);
    pulseCount++;
    portEXIT_CRITICAL(&mux);
  }
  lastState = state;
}

```

JAKARTA