

SKRIPSI

**PROTOTYPE MODUL HELM UNTUK DETEKSI
BENTURAN MENGGUNAKAN SENSOR *G-FORCE* DAN
ALGORITMA *GATED RECURRENT UNIT (GRU)***



Oleh:

ADIATMA MAULANA WARDHANA

NPM:22037010014

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2026**

**PROTOTYPE MODUL HELM UNTUK DETEKSI BENTURAN
MENGUNAKAN SENSOR G-FORCE DAN ALGORITMA
GATED RECURRENT UNIT (GRU)**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
dalam Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si.)
Program Studi Fisika**

Oleh :

ADIATMA MAULANA WARDHANA

NPM: 22037010014

**PROGRAM STUDI S1 FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN
JAWA TIMUR
SURABAYA**

2026

LEMBAR PENGESAHAN
STUDI EKSPERIMENTAL PROTOTIPE MODUL HELM UNTUK DETEKSI
BENTURAN MENGGUNAKAN SENSOR G-FORCE DAN ALGORITMA
GATED RECURRENT UNIT (GRU)

Disusun Oleh:
ADIATMA MAULANA WARDHANA
NPM: 22037010014

Telah Dipertahankan di Hadapan dan Diterima oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik dan Sains, Program Studi Fisika
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal: 29 Juni 2026

Dosen Pembimbing I

Dosen Penguji I

Akbar Suiwa, S.Si., M.Si.
NIP. 199102202024061001

Dr. Nailul Hasan, S.Si., M.Sc.
NIP. 21119880102313

Dosen Pembimbing II

Dosen Penguji II

Nenni Mona Aruan, S.Pd., M.Si.
NIP. 199010282024062002

Fajar Pimur, S.Si., M.Si.
NIP. 199312042024061006

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Fisika

Dr. Dira Emawati, S.T., M.T.
NIP. 197806022021212003

Mengesahkan,
DEKAN FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 196504031991032001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adiatma Maulana Wardhana

NPM : 22037010014

Program : Sarjana (S1)

Program Studi : Fisika

Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapa pun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya 11 Mei 2026

Saya membuat pernyataan,


Adiatma Maulana Wardhana
22037010014

ABSTRAK

Kecelakaan sepeda motor dapat mengakibatkan keterlambatan penanganan korban, karena lokasi kejadian tidak segera diketahui oleh pihak keluarga. Salah satu upaya untuk menanggulangi permasalahan tersebut adalah melalui pengembangan sistem deteksi benturan yang mampu mengidentifikasi tingkat benturan serta mengirimkan informasi lokasi secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja algoritma Gated Recurrent Unit (GRU) dalam mengklasifikasikan benturan ringan, sedang, dan berat. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor MPU6050 untuk mengukur percepatan pada tiga sumbu ax, ay, az . Data percepatan diolah menggunakan metode *Signal Vector Magnitude (SVM)* untuk memperoleh nilai G-Force sebagai masukan algoritma GRU. Selanjutnya hasil klasifikasi diproses oleh mikrokontroler ESP32 untuk mengaktifkan buzzer serta mengirimkan koordinat lokasi dari modul GPS Neo-6M ke aplikasi Blynk sebagai notifikasi darurat. Pengujian dilakukan menggunakan variasi ketinggian benturan sebesar 1,5 m, 1,6 m, dan 1,7 m yang merepresentasikan benturan ringan, sedang, dan berat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan algoritma GRU mampu meningkatkan konsistensi klasifikasi benturan dibandingkan tanpa menggunakan GRU. Nilai rata-rata G-Force yang diperoleh masing-masing sebesar 1,03 g, 2,67 g, dan 3,75 g untuk benturan ringan, sedang, dan berat, dengan nilai presisi berturut-turut sebesar 97,98%, 95,08%, dan 96,07%. Selain itu, sistem mampu mengirimkan notifikasi darurat dengan rata-rata waktu respons 1,602 detik pada benturan ringan, 1,418 detik pada benturan sedang, dan 1,20 detik pada benturan berat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa modul helm yang dikembangkan mampu mendeteksi tingkat benturan secara konsisten serta memberikan notifikasi lokasi secara cepat sehingga berpotensi mendukung penanganan darurat secara lebih efektif.

Kata Kunci: Helm Cerdas, Deteksi Benturan, *Gated Recurrent Unit (GRU)*, MPU6050, *Signal Vector Magnitude (SVM)*, ESP32

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PROTOTIPE MODUL HELM UNTUK DETEKSI BENTURAN MENGGUNAKAN SENSOR *G-FORCE* DAN ALGORITMA *GATED RECCURENT UNIT*” dengan baik dan lancar.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Fisika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Dira Ernawati, S.T., M.T., Koordinator Program Studi Fisika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Akbar Sujiwa, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Nenni Mona Aruan S.Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan saran, dukungan, dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Nailul Hasan, S.Si., M.Sc, selaku dosen penguji pertama yang telah memberikan arahan, dan masukan dalam penyusunan skripsi ini
6. Bapak Fajar Timur, S.Si., M.Si, selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan arahan, dan masukan dalam penyusunan skripsi ini
7. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan material kepada penulis.
8. Seseorang yang spesial yang selalu memberikan perhatian, semangat, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

9. Teman-teman yang telah membantu, memberikan dukungan, serta menemani penulis selama proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi kontribusi dalam pengembangan teknologi keselamatan berkendara.

Surabaya, 11 Mei 2026

Adiatma Maulana Wardhana

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kecelakaan Lalu Lintas.....	6
2.1.1 Definisi Kecelakaan Lalu Lintas.....	6
2.1.2 Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas.....	7
2.1.3 Dampak Kecelakaan Lalu Lintas	7
2.1.3 Data Statistik Kecelakaan Sepeda Motor.....	8
2.1.5 Data Terlambatnya Penanganan Kecelakaan Pada Sepeda Motor.....	8

2.1.6	Deteksi Kecelakaan.....	9
2.1.7	Teknologi Deteksi Kecelakaan	9
2.2	Artificial Intelligence (AI)	10
2.2.1	Kecerdasan Buatan dalam Sistem Deteksi Kecelakaan	11
2.2.2	<i>Gated Recurrent Unit (GRU)</i>	11
2.3	Internet Of Things (IoT).....	15
2.3.1	Mikrokontroler	16
2.3.2	Sensor MPU6050	17
2.3.3	Sensor Neo 6M.....	19
2.3.4	Software Blynk	19
2.3.5	Proses Kerja Sensor MPU6050 Secara Fisika	20
2.5	Penelitian Sebelumnya.....	25
2.6	Hipotesis.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		27
3.1	Pendekatan Penelitian	28
3.2	Variabel Penelitian	28
3.3	Metode Pengumpulan dan Analisis Data	29
3.4	Alur Kerja Penelitian.....	28
3.5	Desain Modul	33
3.6	Desain Rangkaian Elektronik.....	35
3.7	Sistem Notifikasi.....	37
3.8	Metode Pengujian.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43

4.1 Hasil Perancangan Sistem	43
4.2 Hasil Pengujian Modul Tanpa Helm	44
4.2.1 Pengujian Benturan Ringan	45
4.2.2 Pengujian Benturan Sedang	47
4.2.3 Pengujian Benturan Berat	49
4.3 Hasil Pengujian Modul Dengan Helm dan Algoritma GRU	51
4.3.1 Pengujian Benturan Ringan	51
4.3.2 Pengujian Benturan Sedang	53
4.3.3 Pengujian Benturan Berat	55
4.4 Pengujian Waktu Respon Sistem	57
4.4.1 Waktu Respon Benturan Ringan	57
4.4.2 Waktu Respon Benturan Sedang	58
4.4.3 Waktu Respon Benturan Berat	59
4.5 Pengujian Lokasi Yang Dibaca Sensor	61
4.7 Pembahasan Hasil Pengujian	64
4.7.1 Pembahasan Pengujian Benturan	64
4.7.2 Pembahasan Pengujian Lokasi	68
4.7.3 Pembahasan Waktu Respon Sistem	69
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Data Kecelakaan Sepeda Motor 5 Tahun Terakhir	8
Gambar 2. 2 Model GRU	12
Gambar 2. 3 ESP 32	17
Gambar 2. 4 Sensor MPU6050	18
Gambar 2. 5 Sensor Neo 6M.....	19
Gambar 2. 6 Helm half face	25
Gambar 3.1 menunjukkan alur proses pengumpulan data pada sistem helm cerdas ...	29
Gambar 3. 2 Alur Kerja Penelitian.....	31
Gambar 3 3 Design Modul Helm Cerdas.....	34
Gambar 3.4 Posisi Penempatan Modul Helm Cerdas	35
Gambar 3.5 Desain Rangkaian Modul Helm Cerdas	36
Gambar 4 1 Hasil Jadi Modul	43
Gambar 4. 2 Komponen Dalam Modul.....	44
Gambar 4 3 Proses pengambilan data lokasi di 3 tempat berbeda, (a) di lapangan (b) dii sebelah gedung dan (c) di bawah pohon	61
Gambar 4 4 Jarak Lokaksi HP ke GPS Sensor	64
Gambar 4 5 Grafik perbandingan GRU dan tanpa GRU	66
Gambar 4 6 Grafik error pembacaan lokasi	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian sebelumnya.....	21
Tabel 3 1 Jenis variabel.....	26
Tabel 3 2 Dimensi modul.....	34
Tabel 4 1 Hasil Pembacaan Benturan Ringan.....	46
Tabel 4 2 Hasil Pengujian Benturan Sedang.....	48
Tabel 4 3 Hasil Pengujian Benturan Berat.....	50
Tabel 4 4 Hasil Pengujian Pembacaan Dengan Helm	52
Tabel 4 5 Hasil Pengujian Benturan Sedang Dengan Helm	54
Tabel 4 6 Hasil Pengujian Benturan Berat dengan Helm	56
Tabel 4 7 Pengujian waktu respon benturan ringan	57
Tabel 4.8 Pengujian waktu respon benturan sedang	59
Tabel 4. 9 Pengujian waktu respon benturan berat	60
Tabel 4. 10 Pengujian lokasi	62
Tabel 4. 11 Perbandingan pengujian menggunakan GRU dan tanpa menggunakan GRU	65
Tabel 4 12 Perbandingan waktu respon tiap benturan	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Kegiatan	77
Lampiran 2 Coding Program Yang Digunakan	77
Lampiran 3 Perhitungan.....	81
Lampiran 4 Perhitungan Benturan Ringan Dengan Helm	84
Lampiran 5 Rata-rata benturan ringan dengan helm.....	87
Lampiran 6 Perbandingan Error Waktu Respon Sistem	88
Lampiran 7 Biodata.....	91