

**Sistem Monitoring dan Deteksi Pelanggaran Buang Sampah
Sembarangan Berbasis CCTV Menggunakan Arsitektur R(2+1)D 3D Convolutional Neural
Network**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada Program Studi Sarjana
Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya**

Disusun Oleh :

Agustrian Rahmatullah

062240342198

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama : Agustrian Rahmatullah
Npm : 062240342198
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 19 Agustus 2004
Alamat : Komp Griya Damai Indah Blok : k No : 26
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Sistem Monitoring Dan Deteksi Pelanggaran Buang Sampah Sembarangan Berbasis Cctv Menggunakan Arsitektur R(2+1)D 3D Convolutional Neural Network

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.

Apabila di kemudian hari pernyataan ini terbukti tidak benar, saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku, termasuk tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta penundaan pengambilan Ijazah dan Transkrip (asli maupun salinan). Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Palembang, Juli 2026
Yang Menyatakan



Agustrian Rahmatullah

LEMBAR PENGESAHAN

Sistem Monitoring dan Deteksi Pelanggaran Buang Sampah Sembarangan
Berbasis CCTV Menggunakan Arsitektur R(2+1)D 3D Convolutional Neural
Network



LAPORAN TUGAS AKHIR

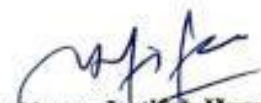
Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada Program
Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Politeknik
Negeri Sriwijaya

Diusun Oleh :
Agustrian Rahmatullah
062240342198

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Nyayu Latifah Husni, S.T., M.T.
NIP.197605032001122002


Dr. RD Kusumanto, S.T., M.M.
NIP.196603111992031004

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Koordinator Program Studi Sarjana
Terapan Teknik Elektro


Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP.197907222008011007


Ir. Renny Maulida, S.T., M.T.
NIP.198910022019032013

MOTO DAN PERSEMBAHAN

"Fa inna ma'al 'usri yusrā. Inna ma'al 'usri yusrā." (Al-Qur'an, Al-Inshirah 94:5-6)

"terbentur, terbentur, Terbentuk" (Tan Malaka)

"It always seems impossible until it's done." (Nelson Mandela)

"Kesuksesan bukanlah kepunyaan orang yang pintar.
Kesuksesan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha." (B.J. Habibie)

"Namun Tersadarku lagi Ratusan, ribuan yang ingin ada di sini Titik aku berdiri
Selama murni niatanku, ke mana pun kutuju Pasti ada jalan untukku"
(Pasti ada jalan -Perunggu)

Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Papa dan Mama Tercinta. Bapak Drs. Isran Medan, S.Pd dan Ibu Yulifita
Dengan penuh rasa syukur dan hormat, karya sederhana ini penulis persembahkan kepada Bapak dan Mama sebagai ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kasih sayang, doa, dukungan, serta pengorbanan yang telah diberikan dengan tulus. Penulis meyakini bahwa setiap langkah, perjuangan, dan pencapaian hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari doa dan harapan yang senantiasa menyertai setiap usaha penulis.
2. Ibu Dr. Nyayu Latifah Husni, S.T., M.T. dan Bapak Dr. RD Kusumanto, S.T., M.M. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta arahan yang sangat berharga dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Terimakasih atas waktu, kesabaran, dan dedikasi yang telah diberikan selama proses penelitian ini berlangsung.
3. Untuk Abang Satria, Ayuk Astri, Kak Sakinah, dan Kak Arif. Penulis mempersembahkan karya ini sebagai ungkapan terima kasih atas doa, dukungan, perhatian, serta motivasi yang senantiasa diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Dukungan yang diberikan menjadi penyemangat bagi penulis untuk terus berusaha dan menyelesaikan setiap tahapan hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

ABSTRAK

Sistem Monitoring dan Deteksi Pelanggaran Buang Sampah Sembarangan Berbasis CCTV Menggunakan Arsitektur R(2+1)D 3D Convolutional Neural Network

(2026:XVII+ 97 Halaman + 33 Gambar + 13 Tabel + Daftar pustaka + Lampiran)

AGUSTRIAN RAHMATULLAH

062240342198

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Pembuangan sampah sembarangan merupakan permasalahan lingkungan yang masih sering terjadi dan sulit diawasi secara terus-menerus menggunakan metode konvensional. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem monitoring berbasis CCTV untuk mendeteksi aktivitas membuang sampah secara otomatis melalui integrasi model deteksi objek YOLOv8 dan model pengenalan aktivitas R(2+1)D 3D Convolutional Neural Network (3D CNN). YOLOv8 digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia pada setiap frame video, sedangkan model R(2+1)D mengklasifikasikan aktivitas menjadi dua kelas, yaitu buang sampah dan normal. Sistem dikembangkan menggunakan Python dan diintegrasikan dengan aplikasi monitoring yang mampu memberikan notifikasi ketika pelanggaran terdeteksi. Dataset yang digunakan terdiri atas 1.688 citra manusia untuk pelatihan YOLOv8 serta dataset video aktivitas untuk pelatihan model R(2+1)D. Evaluasi dilakukan menggunakan confusion matrix dengan parameter accuracy, precision, dan recall. Hasil pelatihan YOLOv8 memperoleh precision sebesar 100% dan recall sebesar 67%. Pengujian sistem pada kondisi siang menghasilkan accuracy 80%, precision 81,82%, dan recall 90%, sedangkan pada malam hari memperoleh accuracy 80%, precision 72,73%, dan recall 100%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi aktivitas membuang sampah secara efektif pada berbagai kondisi pencahayaan dan berpotensi mendukung pengawasan lingkungan berbasis CCTV secara otomatis.

Kata kunci: YOLOv8, R(2+1)D, 3D Convolutional Neural Network, Deteksi Aktivitas, CCTV, Buang Sampah.

ABSTRAK

CCTV-Based Monitoring and Detection System for Illegal Littering Using the R(2+1)D 3D Convolutional Neural Network Architecture (2026: XVII+ 97 Pages + 33 Figures + 13 Tables + References + Appendices)

AGUSTRIAN RAHMATULLAH

062240342198

BACHELOR OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

Illegal littering remains a significant environmental problem that is difficult to monitor continuously using conventional surveillance methods. This study proposes a CCTV-based monitoring system that automatically detects littering activities by integrating the YOLOv8 object detection model with the R(2+1)D 3D Convolutional Neural Network (3D CNN) action recognition model. YOLOv8 is employed to detect human objects in each video frame, while the R(2+1)D model classifies activities into two categories: littering and normal. The system was developed using Python and integrated into a monitoring application capable of providing warning notifications when littering activities are detected. The dataset consists of 1,688 human images for YOLOv8 training and a video dataset for training the R(2+1)D model. Performance was evaluated using a confusion matrix with accuracy, precision, and recall metrics. The YOLOv8 model achieved 100% precision and 67% recall for human detection. The integrated system obtained 80% accuracy, 81.82% precision, and 90% recall under daytime conditions, while nighttime testing achieved 80% accuracy, 72.73% precision, and 100% recall. These results demonstrate that the proposed system can effectively detect littering activities under different lighting conditions and has strong potential for automated CCTV-based environmental monitoring.

Keywords: YOLOv8, R(2+1)D, 3D Convolutional Neural Network, Action Recognition, CCTV, Littering Detection.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, tidak lupa shalawat beserta salam tercurahkan kepada baginda nabi besar Muhammad SAW. yang insyaAllah syafa'atnya dapat dinantikan kelak. Berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat melaksanakan penulisan laporan Penelitian/riset yang berjudul **“Sistem Monitoring dan Deteksi Pelanggaran Buang Sampah Sembarangan Berbasis CCTV Menggunakan Arsitektur R(2+1)D 3D Convolutional Neural Network ”**, Tulisan ini adalah Tugas Akhir berisi Bab I Pendahuluan, Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metodologi Penelitian, Bab IV Hasil dan pembahasan, Bab V Penutup.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih pada:

1. **Ibu Dr. Nyayu Latifah Husni , S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I.**
2. **Bapak Bapak Dr. RD Kusumanto, S.T., M.M. selaku Dosen Pembimbing II.**

Penulis juga dengan tulus menyampaikan terima kasih atas dukungan, bimbingan, bantuan, dan kemudahan dari berbagai pihak, antara lain:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Lindawati, S.T., M.T.I., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Renny Maulidda, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro.
5. Seluruh Dosen, Staff, dan Teknisi pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Kepada Bapak tercinta, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas doa, kasih sayang, dukungan, pengorbanan, serta nasihat yang senantiasa diberikan kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

7. Kepada Mama tercinta, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas doa yang tiada henti, kasih sayang, perhatian, pengorbanan, serta dukungan yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
8. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan kerjasama yang baik dan dukungan selama melaksanakan penelitian M. Fakhri febriansyah.
9. Teman-teman Mechatronics Engineering Angkatan 2022 yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan dukungan selama melaksanakan penelitian.
10. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Nabila Cantika Maharani atas doa, dukungan, perhatian, dan motivasi yang senantiasa diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis menyampaikan permohonan maaf apabila di dalam penulisan laporan ini terdapat kesalahan. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna menyempurnakan laporan ini di masa mendatang. Semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi mahasiswa pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya

Palembang, 22 juli 2026



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	III
MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	IV
ABSTRAK.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	4
1.5. Manfaat.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. State Of The Art.....	6
2.2. Video Action Recognition.....	7
2.3. <i>Deep learning</i> dan Convolutional Neural Network (CNN).....	9
2.3.1. Convolution Layer.....	10
2.3.2. Pooling Layer.....	11
2.3.3. Fully Connected Layer.....	12
2.3.4. Dropout.....	13
2.4. Three-Dimensional Convolutional Neural Network (3D CNN).....	14
2.5. Metode R(2+1)D.....	17
2.6. Objek Detection.....	18
2.7. You Only Look Once.....	22
2.8. You Only Look Once v8.....	24
2.9. Bahasa Pemrograman Python.....	25

2.10. Open CV.....	26
2.11. Perangkat Lunak (Software).....	26
2.11.1. Roboflow.....	27
2.11.2. Visual studio code.....	27
2.11.3. Google colab.....	28
2.12. Confusion Matrix.....	28
BAB 3 METODOLOGI.....	31
3.1 Metodologi Penelitian.....	31
3.2 Pengumpulan data.....	32
3.3 Pelatihan Model.....	33
3.3.1 Deteksi objek.....	33
3.3.1.1. Anotasi data.....	34
3.3.1.2. Pra-pemrosesan.....	35
3.3.1.3. Proses pelatihan data.....	39
3.3.2 Deteksi aksi membuang sampah.....	40
3.3.2.1 Konversi video ke image.....	40
3.3.2.2 Pra-pemrosesan.....	41
3.3.3 Pelatihan Data.....	44
3.4 Perancangan Sistem.....	46
3.4.1. Sistem Deteksi Aksi Buang Sampah.....	48
3.4.2. Sistem Peringatan Kedekatan Objek terhadap Kamera.....	50
3.5 Pengujian Sistem.....	53
3.5.1. Skenario Pengujian Deteksi Aksi Membuang Sampah.....	56
3.5.2. Pengujian Sistem Peringatan Kedekatan Objek.....	60
3.6 Evaluasi Sistem Terintegrasi.....	60
BAB 4 HASIL PENELITIAN.....	65
4.1 Hasil pelatihan data.....	65
4.1.1 Pelatihan data objek.....	65
4.1.2 Pelatihan aksi buang sampah.....	68
4.2 Hasil Pengujian Software.....	69

4.2.1. Hasil Pengujian Sistem Deteksi Aktivitas Membuang Sampah ..	69
4.2.1.1. Pengujian Dengan Jarak Kamera 3 Meter.....	71
4.2.1.2. Pengujian Dengan Jarak Kamera 6 Meter.....	75
4.2.2. Hasil Pengujian Sistem Peringatan Kedekatan Objek terhadap Kamera.....	79
4.3 Hasil Evaluasi Sistem Terintegrasi.....	80
4.3.1. Evaluasi Pengujian Jarak Kamera 3 Meter.....	80
4.3.1.1. Evaluasi Siang Hari Jarak 3 Meter.....	81
4.3.1.2. Evaluasi Malam Hari Jarak 3 Meter.....	83
4.3.1.3. Perbandingan Siang dan Malam Jarak 3 Meter.....	84
4.3.2. Evaluasi Pengujian Jarak Kamera 6 Meter.....	85
4.3.2.1. Evaluasi Siang Hari Jarak 6 Meter.....	85
4.3.2.2. Evaluasi Malam Hari Jarak 6 Meter.....	86
4.3.2.3. Perbandingan Siang dan Malam Jarak 6 Meter.....	88
4.4 Analisis Perbandingan Kinerja Sistem.....	88
4.5 Notifikasi Sistem.....	90
4.5.1. Notifikasi Aktivitas Membuang Sampah.....	91
4.5.2. Notifikasi Peringatan Kedekatan Objek terhadap Kamera.....	92
BAB 5 PENUTUP.....	94
5.1. Kesimpulan.....	94
5.2. Saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA.....	XV
LAMPIRAN.....	XVIII
 DAFTAR GAMBAR	
Gambar 2. 1 Human Activity Recognition.....	7
Gambar 2. 2 Proses Convolutional Neural Network.....	10
Gambar 2. 3 Operasi Konvolusi.....	11
Gambar 2. 4 <i>Max Pooling</i>	12
Gambar 2. 5 <i>Fully Connected Layer</i>	13
Gambar 2. 8 Cara Kerja Yolo.....	23

Gambar 2. 9 Tampilan Google Colab.....	28
Gambar 2. 10 Tabel <i>Confusion matrix</i>	29
Gambar 3. 1 Metodologi penelitian.....	31
Gambar 3. 2 Pengumpulan Data.....	33
Gambar 3. 3 Anotasi gambar dengan memberikan boundingbox.....	34
Gambar 3. 4 Resize Image.....	35
Gambar 3. 5 Auto-Orient.....	36
Gambar 3. 6 Greyscale.....	37
Gambar 3. 7 Auto-Adjust Contrasts.....	37
Gambar 3. 8 Flip Horizontal.....	38
Gambar 3. 9 Rotate.....	38
Gambar 3. 10 Konfigurasi parameter pelatihan yolov8 untuk deteksi objek.....	39
Gambar 3. 11 Konversi video ke image.....	41
Gambar 3. 12 <i>Greyscale</i>	42
Gambar 3. 13 <i>Resize</i>	43
Gambar 3. 14 <i>Random Flip</i>	43
Gambar 3. 15 Jitter Warna.....	44
Gambar 3. 16 Arsitektur yang diusulkan R(2+1)D.....	46
Gambar 3. 17 Flowchart software.....	47
Gambar 4. 1 Kurva <i>Precision</i>	66
Gambar 4. 2 Kurva <i>Recall</i>	67
Gambar 4. 3 Kurva F1.....	67
Gambar 4. 4 Grafik hasil Training model 3D CNN.....	68
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Sistem Jarak Kamera 3 Meter Siang.....	73
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian Sistem Jarak Kamera 3 Meter Malam.....	74
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Sistem Jarak Kamera 6 Meter siang.....	77
Gambar 4. 8 Hasil Pengujian Sistem Jarak Kamera 6 Meter Malam.....	78
Gambar 4. 9. Notifikasi pelanggaran aksi buang sampah.....	91
Gambar 4. 10. Notifikasi Kedekatan Objek.....	92

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 State Of The Art.....	6
Tabel 3. 1 Pengujian Sistem.....	54
Tabel 3. 2 Skenario Pengujian.....	56
Tabel 3. 3 Pengujian Sistem Peringatan Kedekatan Objek.....	60
Tabel 3. 4 Kategori Confusion Matrix.....	63
Tabel 4. 1 Predict <i>result</i> training.....	65
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sistem Jarak Kamera 3 Meter Siang.....	72
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sistem Jarak Kamera 3 Meter Malam.....	72
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sistem Jarak Kamera 6 Meter siang.....	76
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sistem Jarak Kamera 6 Meter Malam.....	76
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Sistem Peringatan Kedekatan Objek.....	79
Tabel 4. 7 <i>Confusion Matrix</i> pengujian jarak 3 meter siang.....	82
Tabel 4. 8 <i>Confusion Matrix</i> pengujian jarak 3 meter malam.....	83
Tabel 4. 9 Perbandingan Evaluasi Jarak 3 Meter.....	84
Tabel 4. 10 <i>Confusion Matrix</i> pengujian jarak 6 meter siang.....	85
Tabel 4. 11 <i>Confusion Matrix</i> pengujian jarak 6 meter malam.....	87
Tabel 4. 12 Perbandingan Evaluasi Jarak 6 Meter.....	88

Daftar Lampiran

Lampiran 1 Kesepakatan Bimbingan Ta

Lampiran 2 Rekomendasi Sidang Ta

Lampiran 3 Dataset Deteksi Objek

Lampiran 4 Dataset Video Aksi Buang Sampah Dan Normal

Lampiran 5 Koding Sistem 1

Lampiran 5 Koding Sistem 2

Lampiran 5 Koding Sistem 3

Lampiran 5 Koding Sistem 4

Lampiran 5 Koding Sistem 5

Lampiran 6 Hasil Turnitin

Lampiran 7 Dokumentasi Kegiatan

Lampiran 8 Surat Pernyataan Publikasi Jurnal

Lampiran 9 Letter Of Acceptance (Loa)

Lampiran 10 Pelaksanaan Revisian

Lampiran 11 Formulir Penyerahan Alat