

**HYBRID CNN-LSTM UNTUK PENGKLASIFIKASIAN JENIS
KERUSAKAN CAT PADA BAK DUMP TRUK**

SKRIPSI



Oleh :

IMAM MASKURI

20081010074

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2024**

**HYBRID CNN-LSTM UNTUK PENGLASIFIKASIAN JENIS
KERUSAKAN CAT PADA BAK DUMP TRUK**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Komputer Program Studi Informatika



Oleh :

IMAM MASKURI

20081010074

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : *HYBRID* CNN-LSTM UNTUK PENGKLASIFIKASIAN JENIS
KERUSAKAN CAT PADA BAK DUMP TRUK

Oleh : IMAM MASKURI

NPM : 20081010074


Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada :
Hari Kamis, Tanggal 4 Juli 2024

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

1.



Dr. Basuki Rahmat, S.Si. MT.

NIP. 19690723 2021211 002

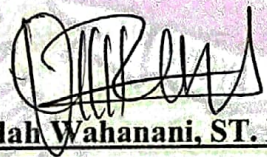
1.



Dr. Ir. Kartini, S.Kom. MT.

NIP. 19611110 199103 2 001

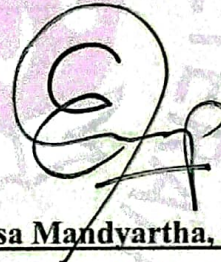
2.



Henni Endah Wahanani, ST. M.Kom.

NIP. 19780922 2021212 005

2.



Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom.

NIP. 19880525 2018031 001

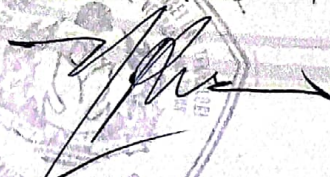
Menyetujui

Dekan

Koordinator Program Studi

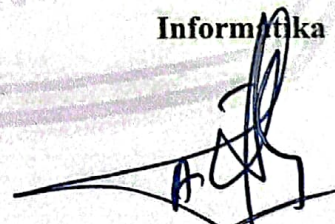
Fakultas Ilmu Komputer,

Informatika



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.

NIP. 19681126 199403 2 001



Fetty Tri Angraeny, S.Kom. M.Kom.

NIP. 19820211 2021212 005

SURAT PERNYATAAN BEBAS DARI PLAGIASI

Saya, mahasiswa Program Studi Sarjana Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Imam Maskuri

NPM : 20081010074

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/Tugas Akhir yang saya kerjakan berjudul:

“HYBRID CNN-LSTM UNTUK PENGKLASIFIKASIAN JENIS KERUSAKAN CAT PADA BAK DUMP TRUK”

Bukan merupakan plagiasi sebagian atau keseluruhan dari Skripsi/Tugas Akhir/Penelitian orang lain dari juga bukan merupakan produk dan *software* yang saya beli dari pihak lain. Saya juga menyatakan bahwa Skripsi/Tugas Akhir ini secara keseluruhan adalah pekerjaan Saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam Daftar Pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur maupun di Institut Pendidikan lain. Bukti hasil pengecekan plagiasi dokumen ini dapat ditelusuri melalui QR Code di bawah.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa dokumen ini merupakan plagiasi karya orang lain, saya sanggup menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Demikian atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

Surabaya, 4 Juli 2024

Hormat saya,



Imam Maskuri

NPM. 20081010074

HYBRID CNN-LSTM UNTUK PENGKLASIFIKASIAN JENIS KERUSAKAN CAT PADA BAK DUMP TRUK

Nama Mahasiswa : Imam Maskuri

NPM : 20081010074

Program Studi : Informatika

Dosen Pembimbing : Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT.

Henni Endah Wahanani, ST, M.Kom.

ABSTRAK

Dump truk adalah alat transportasi berukuran besar yang digunakan untuk mengangkut bahan material atau hal lainnya mulai dari jarak menengah hingga jarak yang sangat jauh. Perusahaan karoseri merupakan perusahaan yang merancang sekaligus melakukan produksi badan (bak) kendaraan truk. PT. X adalah salah satu perusahaan karoseri sebagai tempat produksi khusus dump truk. Proses produksi akhir yang harus dilalui adalah proses pengecatan yang akan mengalami kerusakan apabila dibiarkan terlalu lama menumpuk di gudang. Adapun cara penanggulangan dari permasalahan tersebut yaitu dengan dilakukan pengklasifikasian jenis kerusakan cat pada bak setiap unit dump truk.

Penelitian ini akan mengimplementasikan *hybrid* CNN-LSTM untuk melakukan klasifikasi jenis kerusakan cat bak dump truk, yang bertujuan untuk mengukur tingkat akurasi model tersebut dalam mengklasifikasi jenis kerusakan dalam tiga kelas, yaitu kelas normal, kusam, dan berkarat, sekaligus diharapkan dapat membantu PT. X dalam efisiensi dan ketepatan menilai kerusakan cat bak dump truk. Dataset yang digunakan sebanyak 300 data yang di ambil secara langsung.

Hasil dari penelitian yang menggunakan 300 dataset dengan pembagian 3 kelas yaitu normal, kusam, dan berkarat. Hasil percobaan melalui 3 skenario pengujian didapatkan hasil yang baik menggunakan lapisan konvolusi (16, 32, 64, 128, 256) dengan lapisan LSTM (256) mendapatkan akurasi sebesar 80%

Kata kunci : *Classification, CNN-LSTM, Deep learning, Kerusakan Cat*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “*Hybrid CNN-LSTM* untuk Pengklasifikasian Jenis Kerusakan Cat pada Bak Dump Truk”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Strata Satu pada Program studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penulis menyadari bahwasanya dalam penulisan laporan penelitian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan sebaik mungkin. Dengan hormat, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada beberapa pihak karena berkat dukungan dan bantuannya sebagai penyemangat dalam penyelesaian laporan skripsi ini.

Tidak lupa penulis sadari dalam penulisan laporan penelitian skripsi ini mungkin masih jauh dari kata sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan saran kritik dari semua pihak yang bersifat membangun untuk menyempurnakan laporan penelitian ini.

Gresik, 4 Juli 2024

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas berkat dan rahmat dan hidayah Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan skripsi ini. Proses penyelesaian skripsi ini juga tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Fetty Tri Anggraeny S.Kom., M.Kom. selaku Koordinator Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT. selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan arahan selama proses penyelesaian skripsi.
5. Ibu Henni Endah Wahanani, ST, M.Kom. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan arahan selama proses penyelesaian skripsi sekaligus dosen wali yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama proses perkuliahan.
6. Ibu Dr. Ir. Kartini, S.Kom. MT. dan Bapak Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom. selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, saran, dan masukan berharga selama proses ujian, sehingga membantu penulis menyelesaikan skripsi ini dengan lebih baik.
7. Staff dan seluruh bapak ibu dosen program studi Informatika UPN “Veteran” Jawa Timur yang telah mengajar dan memberikan ilmu serta pengalaman selama masa perkuliahan.
8. Kedua orang tua penulis, Bapak Mochamad Fadil dan Ibu Suratemi yang selalu memberikan motivasi dan doa untuk penulis.
9. Anggota grup Maen Lah yang selalu menemani sedari masa SMA hingga saat ini.

10. Anggota grup Mabar FF yang telah menemani semasa kuliah dari awal semester hingga akhir perkuliahan.
11. Anggota grup Setunggal yang terbentuk sejak semester 5 dan telah menjadi teman dekat dan saling mendukung dalam perjalanan kuliah.
12. Teman-teman KKNT 46 Sumbersuko yang telah menemani masa kuliah kerja nyata di Desa Sumbersuko.
13. Teman-teman Informatika angkatan 2020, serta kakak dan adik tingkat yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi dan perkuliahan ini.

Penulis hanya bisa berharap, semoga Allah SWT selalu memberikan perlindungan dan balasan yang lebih di kemudian hari. Amin

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS DARI PLAGIASI.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR KODE PROGRAM.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
2.2 Kerusakan Cat Bak Dump Truk	11
2.3 <i>Deep Learning</i>	12
2.4 <i>Machine Learning</i>	13
2.5 Pengolahan Citra	15
2.6 Pencitraan Digital	15
2.7 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	16
2.7.1 <i>Padding dan Stride</i>	17
2.7.2 <i>Pooling Layer</i>	19
2.7.3 <i>Fully Connected Layer</i>	19
2.7.4 <i>Batch Normalization</i>	20
2.7.5 Fungsi Aktivasi	20
2.7.6 <i>Optimization Function</i>	23
2.8 <i>Reshape</i>	25

2.9	<i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	25
2.10	<i>Loss Function</i>	29
2.11	Evaluasi Kinerja Model.....	30
BAB III METODOLOGI.....		32
3.1	Metodologi Penelitian	32
3.2	Studi Literatur.....	33
3.3	Dataset Bak Dump Truk.....	33
3.4	Pra Proses Data.....	35
3.5	Augmentasi Data	36
3.6	Rancangan Model <i>Hybrid CNN-LSTM</i>	37
3.7	Pelatihan Model.....	39
3.8	Pengujian Model.....	41
3.9	Evaluasi Model.....	41
3.10	Skenario Pengujian.....	42
3.11	Fungsi Model CNN-LSTM	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		48
4.1	Implementasi Program	48
4.1.1	<i>Import Library</i>	48
4.1.2	Pra Proses Data	49
4.1.3	Augmentasi Data.....	52
4.1.4	Inisialisasi Parameter <i>Hybrid CNN-LSTM</i>	53
4.1.5	Pelatihan Model	58
4.1.6	Visualisasi Hasil <i>Training</i>	59
4.1.7	Pengujian Model	63
4.2	Evaluasi <i>Confusion Matrix</i>	69
4.2.1	<i>Confusion Matrix</i> Skenario Pertama	69
4.2.2	<i>Confusion Matrix</i> Skenario Kedua.....	69
4.2.3	<i>Confusion Matrix</i> Skenario Ketiga.....	70
4.3	Evaluasi Matriks Pengujian.....	70
4.4	Analisis Evaluasi Performa Pengujian	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		74
5.1	Kesimpulan.....	74

5.2	Saran.....	74
	DAFTAR PUSTAKA	76
	LAMPIRAN.....	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bak Dump Truk Normal	12
Gambar 2. 2 Bak Dump Truk Kusam	12
Gambar 2. 3 Bak Dump Truk Berkarat	12
Gambar 2. 4 <i>Deep Learning</i>	13
Gambar 2. 5 Perbedaan <i>Machine Learning</i> dan <i>Deep Learning</i>	14
Gambar 2. 6 Koordinat Citra Digital	16
Gambar 2. 7 Ilustrasi Arsitektur CNN	17
Gambar 2. 8 Ilustrasi Proses <i>Convolution Layer</i>	17
Gambar 2. 9 Ilustrasi <i>Padding</i>	18
Gambar 2. 10 Ilustrasi <i>Stride</i>	18
Gambar 2. 11 Ilustrasi <i>Pooling</i>	19
Gambar 2. 12 <i>Fully Connected Layer</i>	20
Gambar 2. 13 Grafik Aktivasi ReLU	21
Gambar 2. 14 Grafik Aktivasi <i>Sigmoid</i>	22
Gambar 2. 15 Ilustrasi <i>Reshape</i>	25
Gambar 2. 16 <i>Layer</i> pada LSTM	26
Gambar 3. 1 Diagram Metode Penelitian	32
Gambar 3. 2 Sampel Citra Bak Dump Truk Normal	34
Gambar 3. 3 Sampel Citra Bak Dump Truk Kusam	34
Gambar 3. 4 Sampel Citra Bak Dump Truk Berkarat	34
Gambar 3. 5 Alur Pra Proses Data	35
Gambar 3. 6 Tahapan Augmentasi Data	36
Gambar 3. 7 Rancangan <i>Hybrid CNN-LSTM</i>	37
Gambar 3. 8 Diagram Alir Proses CNN-LSTM	38
Gambar 3. 9 Pelatihan Model	39
Gambar 3. 10 Pengujian Model	41
Gambar 3. 11 Evaluasi Model	41
Gambar 3. 12 Proses Fungsi <i>Conv2D</i>	43
Gambar 3. 13 Proses Fungsi <i>BatchNormalization</i>	44
Gambar 3. 14 Proses Fungsi <i>MaxPooling2D</i>	44

Gambar 3. 15 Proses Fungsi <i>Reshape</i>	45
Gambar 3. 16 Proses Fungsi LSTM.....	46
Gambar 3. 17 Proses Fungsi <i>Flatten</i>	46
Gambar 3. 18 Proses Fungsi <i>Dense</i>	47
Gambar 4. 1 Contoh Perubahan Ukuran Citra	50
Gambar 4. 2 Hasil Augmentasi Data.....	53
Gambar 4. 3 Proses <i>Training</i>	59
Gambar 4. 4 Visualisasi <i>Training</i> Pertama	60
Gambar 4. 5 Visualisasi <i>Training</i> Kedua.....	61
Gambar 4. 6 Visualisasi <i>Training</i> Ketiga.....	62
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Prediksi Kelas Berkarat	64
Gambar 4. 8 Hasil Pengujian Prediksi Kelas Kusam.....	64
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian Prediksi Kelas Normal	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Confusion Matrix</i>	30
Tabel 3. 1 Sebaran Dataset.....	34
Tabel 3. 2 Inisialisasi Parameter <i>Hybrid CNN-LSTM</i>	40
Tabel 3. 3 Ilustrasi Sebaran Prediksi.....	42
Tabel 3. 4 Skenario Pengujian Model.....	42
Tabel 4. 1 Arsitektur Skenario Pertama	55
Tabel 4. 2 Arsitektur Skenario Kedua.....	56
Tabel 4. 3 Arsitektur Skenario Ketiga.....	57
Tabel 4. 4 Hasil Prediksi Banyak Gambar	65
Tabel 4. 5 <i>Confusion Matrix</i> Skenario Pertama	69
Tabel 4. 6 <i>Confusion Matrix</i> Skenario Kedua.....	69
Tabel 4. 7 <i>Confusion Matrix</i> Skenario Ketiga	70
Tabel 4. 8 Evaluasi Matriks Pengujian Pertama	70
Tabel 4. 9 Evaluasi Matriks Pengujian Kedua	71
Tabel 4. 10 Evaluasi Matriks Pengujian Ketiga.....	71
Tabel 4. 11 Hasil Evaluasi Setiap Skenario	71

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 4. 1 <i>Import Library</i>	48
Kode Program 4. 2 Merubah Ukuran Citra Dataset	49
Kode Program 4. 3 <i>Split Dataset</i>	51
Kode Program 4. 4 Augmentasi Data	52
Kode Program 4. 5 Inisialisasi Parameter	54
Kode Program 4. 6 Pelatihan Model	58
Kode Program 4. 7 Visualisasi Hasil <i>Training</i>	59
Kode Program 4. 8 Pengujian Model.....	63