

**DETEKSI HELM KESELAMATAN BERBASIS CITRA
MENGUNAKAN *AUTOENCODER* DAN *SUPPORT
VECTOR MACHINE* DIBANDINGKAN DENGAN
*GENERALIZED HOUGH TRANSFORM***

Skripsi

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
Memperoleh gelar Sarjana Komputer



ATIKAH AULIA PUTRI

3145162356

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN HASIL SIDANG SKRIPSI

Nama : Atikah Aulia Putri

No. Registrasi : 3145162356

	Nama	Tanggal
Penanggung Jawab	Linda Tangan	
Dekan	: Dr. Adisyahputra, M.Si. NIP. 19601111 198703 1 003	22/2/2021
Wakil Penanggung Jawab		
Wakil Dekan I	: Prof. Dr. Muktiningsih, M.Si. NIP. 19640511 198903 2 001	22/2/2021
Ketua	: Drs. Mulyono, M.Kom NIP. 19660517 199403 1 003	5/2/2021
Sekretaris	: Ari Hendarno, S.Pd, M.Kom. NIDK. 8857650017	10/2/2021
Penguji	: Ria Arafiyah, M.Si. NIP. 19751121 200501 2 004	10/2/2021
Pembimbing I	: Med Irzal, M.Kom NIP. 19770615 200312 1 001	11/2/2021
Pembimbing II	: M. Eka Suryana, M.Kom NIP. 19851223 201212 1 002	11/2/2021

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal: 02 Februari 2021

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul "**Deteksi Helm Keselamatan Kerja Berbasis Citra Menggunakan Autoencoder dan Support Vector Machine Dibandingkan dengan Generalized Hough Transform**" yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Ilmu Komputer Universitas Negeri Jakarta adalah karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing.

Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan yang disebutkan dalam teks skripsi ini, telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Jika di kemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sanding dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 21 Februari 2021



Atikah Aulia Putri

PERSEMBAHANKU

*“If you want it, go get it, no matter how hard it is.
Allah dulu, Allah lagi, Allah terus.”*

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk Abi, Umi, adik-adik, teman-teman mentoring, dan semua pihak yang senantiasa mendukung dan mendoakan saya meraih segala hal yang saya cita-citakan dan senantiasa mengingatkan saya untuk tetap memprioritaskan Allah di setiap aktivitas

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala, atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini untuk diajukan pada sidang skripsi dengan judul “Deteksi Helm Keselamatan Kerja Berbasis Citra Menggunakan *Autoencoder* dan *Support Vector Machine* Dibandingkan dengan *Generalized Hough Transform*”.

Hambatan yang dialami penulis dalam proses pengerjaan skripsi dapat diatasi akibat adanya dorongan serta bimbingan dari orang-orang terdekat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

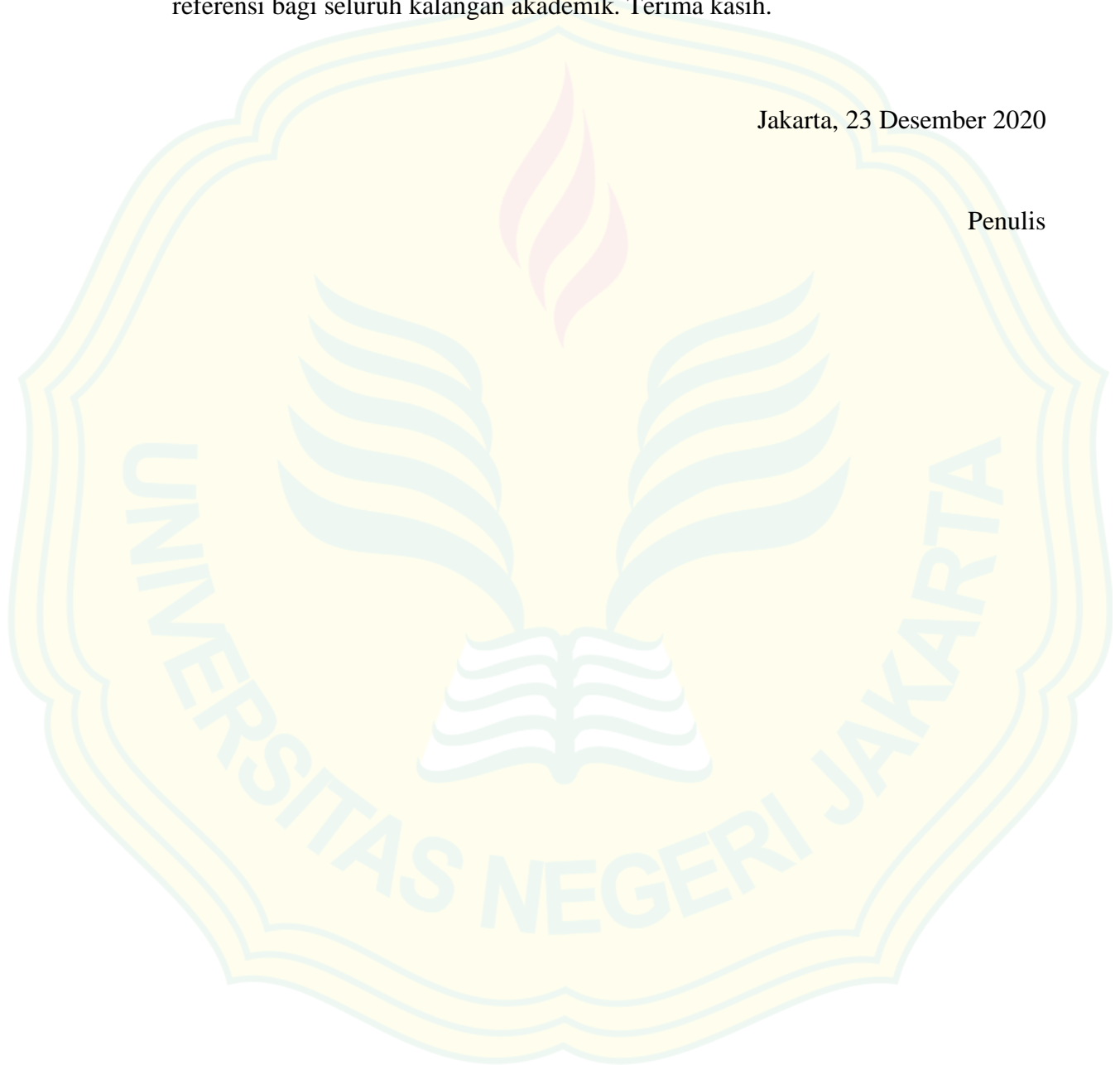
1. Ibu Ir. Fariani Hermin Indiyah, M.T selaku koordinator program studi ilmu computer yang senantiasa mengingatkan mahasiswa untuk semangat berprestasi.
2. Bapak Med Irzal, M.Kom selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan dorongan untuk menyelesaikan laporan ini.
3. Bapak Muhammad Eka Suryana, M.Kom selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan dorongan untuk menyelesaikan laporan ini.
4. Ibu Ratna Widyati, M.Kom selaku dosen pembimbing akademik yang memotivasi penulis untuk kuliah dengan sebaik-baiknya dan mengingatkan penulis untuk selalu patuh pada orang tua.
5. Para dosen dan teman-teman program studi ilmu komputer angkatan 2016 yang selalu membantu dan mendukung sehingga proposal ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Ibu Dr. Punnarai Siricharoen, PhD, selaku supervisor PKL yang memberikan izin untuk melanjutkan penelitian semasa PKL.
7. Abi dan umi yang memotivasi penulis untuk menyelesaikan studi sarjana tepat waktu.

Penulis menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima kritik, masukan, dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak agar proposal ini dapat disusun lebih baik lagi.

Besar harapan penulis agar proposal ini berguna sebagai sumber bacaan dan referensi bagi seluruh kalangan akademik. Terima kasih.

Jakarta, 23 Desember 2020

Penulis



ABSTRAK

ATIKAH AULIA PUTRI. Deteksi Helm Keselamatan Kerja Berbasis Citra Menggunakan *Autoencoder* dan *Support Vector Machine* Dibandingkan dengan *Generalized Hough Transform*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. 2021. Di bawah bimbingan Med Irzal, M.Kom dan Muhammad Eka Suryana, M.Kom.

Terjadi hampir 393 luka mematikan yang disebabkan oleh peralatan yang jatuh di tempat kerja, namun deteksi dan *monitoring* manual memiliki beberapa kelemahan karena tidak dapat dilakukan secara *real-time*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi apakah pekerja memakai helm keselamatan kerja (*hardhat*) dengan *computer vision*. Deteksi penggunaan helm keselamatan kerja atau *hardhat* terdiri dari dua langkah: ekstraksi fitur dan klasifikasi helm keselamatan kerja atau *hardhat*. Ekstraksi fitur diimplementasikan menggunakan metode berbasis pengolahan citra *Canny edge detection* dan metode *autoencoder* yang berbasis *neural network*. Klasifikasi *hardhat* diterapkan dengan *generalized hough transform* (GHT) dan *support vector machine* (SVM). Hasil percobaan menunjukkan *autoencoder* efektif untuk pengurangan dimensi dan keluaran *autoencoder* tidak cocok jika digunakan sebagai masukan *generalized hough transform*.

Kata kunci : *autoencoder*, *Canny edge detection*, *computer vision*, deteksi, *generalized hough transform*, *hardhat*, pengurangan dimensi, *support vector machine* (SVM)

ABSTRACT

ATIKAH AULIA PUTRI. Safety Hardhat-Wearing Detection using Autoencoder and Support Vector Machine Compared to Generalized Hough Transform. Thesis. Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Jakarta. 2021. Supervised by Med Irzal, M.Kom dan Muhammad Eka Suryana, M.Kom.

Almost 393 deadly injuries led by exposure to falling equipment at workplaces, however manual monitoring has several downsides as it could not be real-time. The purpose of this study is to identify whether the workers are wearing safety hardhat by computer vision. The hardhat wearing detection consists of two steps: feature extraction and hardhat classification. Feature extraction is implemented using both image processing-based method Canny edge detection and neural network-based method autoencoder. Hardhat classification is applied by generalized hough transform (GHT) and support vector machine (SVM). Experimental results illustrated the robustness and effectiveness of autoencoder for dimensionality reduction and autoencoder output is not compatible with generalized hough transform.

Keywords: *autoencoder, Canny edge detection, computer vision, dimensionality reduction, generalized hough transform, hardhat, support vector machine (SVM).*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN HASIL SIDANG SKRIPSI	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
PERSEMBAHANKU.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 <i>Hardhat</i>	7
2.2 <i>Computer Vision</i>	7
2.3 <i>Generalized Hough Transform (GHT)</i>	7
2.4 <i>Dimensionality Reduction</i>	13
2.5 <i>Autoencoder</i>	14
2.6 <i>Neural Network</i>	20
2.7 <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Tahapan Penelitian.....	23
3.2 Pohon Penelitian.....	24
3.3 Studi Literatur.....	24
3.4 Proses Pengumpulan Dataset.....	24
3.4.1 Objek Penelitian	24
3.4.2 Jenis Data	25
3.4.3 Sumber Data.....	25
3.5 Ekstraksi Fitur	25
3.5.1 Autoencoder	26
3.5.2 Deteksi Tepi Canny	26
3.6 <i>Generalized Hough Transform (GHT)</i>	26
3.7 Deteksi Helm Keselamatan Kerja.....	27
3.8 Analisis Hasil	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Data.....	32
4.2 <i>Autoencoder</i>	33
4.3 <i>Autoencoder</i> pada Dataset <i>Hardhat</i>	40
4.4 <i>Generalized Hough Transform (GHT)</i>	51
4.5 <i>Generalized Hough Transform (GHT)</i> pada Dataset <i>Hardhat</i>	56
4.6 Analisis Hasil	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran	63

DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	69
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	90



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Geometri digunakan untuk membentuk tabel R.....	12
Gambar 2.2 Remapping saat $n = 2$	13
Gambar 2.3 Autoencoder	15
Gambar 2.4 Hyperplane	21
Gambar 3.1 Pohon penelitian	24
Gambar 3.2 Arsitektur autoencoder.....	26
Gambar 3.3 Flowchart Eksperimen Pertama.....	27
Gambar 3.4 Flowchart Eksperimen Kedua	28
Gambar 3.5 Flowchart Eksperimen Ketiga.....	29
Gambar 3.6 Flowchart Deteksi Helm Keselamatan Kerja.....	30
Gambar 3.7 Contoh kurva ROC yang menunjukkan hubungan PF dan PD	31
Gambar 4.1 Citra asli	32
Gambar 4.2 Citra yang sudah di- <i>crop</i> dan di- <i>resize</i> menjadi 75×75	33
Gambar 4.3 Kumpulan citra yang sudah di- <i>crop</i> dan di- <i>resize</i> menjadi 75×75	33
Gambar 4.4 Arsitektur autoencoder.....	34
Gambar 4.5 Ilustrasi Autoencoder.....	34
Gambar 4.6 Screenshot ukuran matriks $W1PROBS$ pada backpropagation.....	39
Gambar 4.7 Screenshot ukuran matriks $W4PROBS$ pada backpropagation.....	39
Gambar 4.8 Screenshot matriks $W4PROBS$ pada backpropagation	40
Gambar 4.9 Screenshot nilai MSE pada tahap pelatihan dan pengujian sebelum iterasi epoh dan batch.....	40
Gambar 4.10 Screenshot nilai MSE pada tahap pelatihan dan pengujian epoh ke-199 batch ke-599	40
Gambar 4.11 Arsitektur autoencoder untuk dataset hardhat	41
Gambar 4.12 Nilai MSE yang didapatkan setelah empat iterasi backpropagation	50
Gambar 4.13 Tidak ditemukan nilai yang sama pada kedua array.....	50
Gambar 4.14 Hasil deteksi tepi Canny pada dataset template	57
Gambar 4.15 Hasil deteksi tepi Canny pada dataset pengujian	57

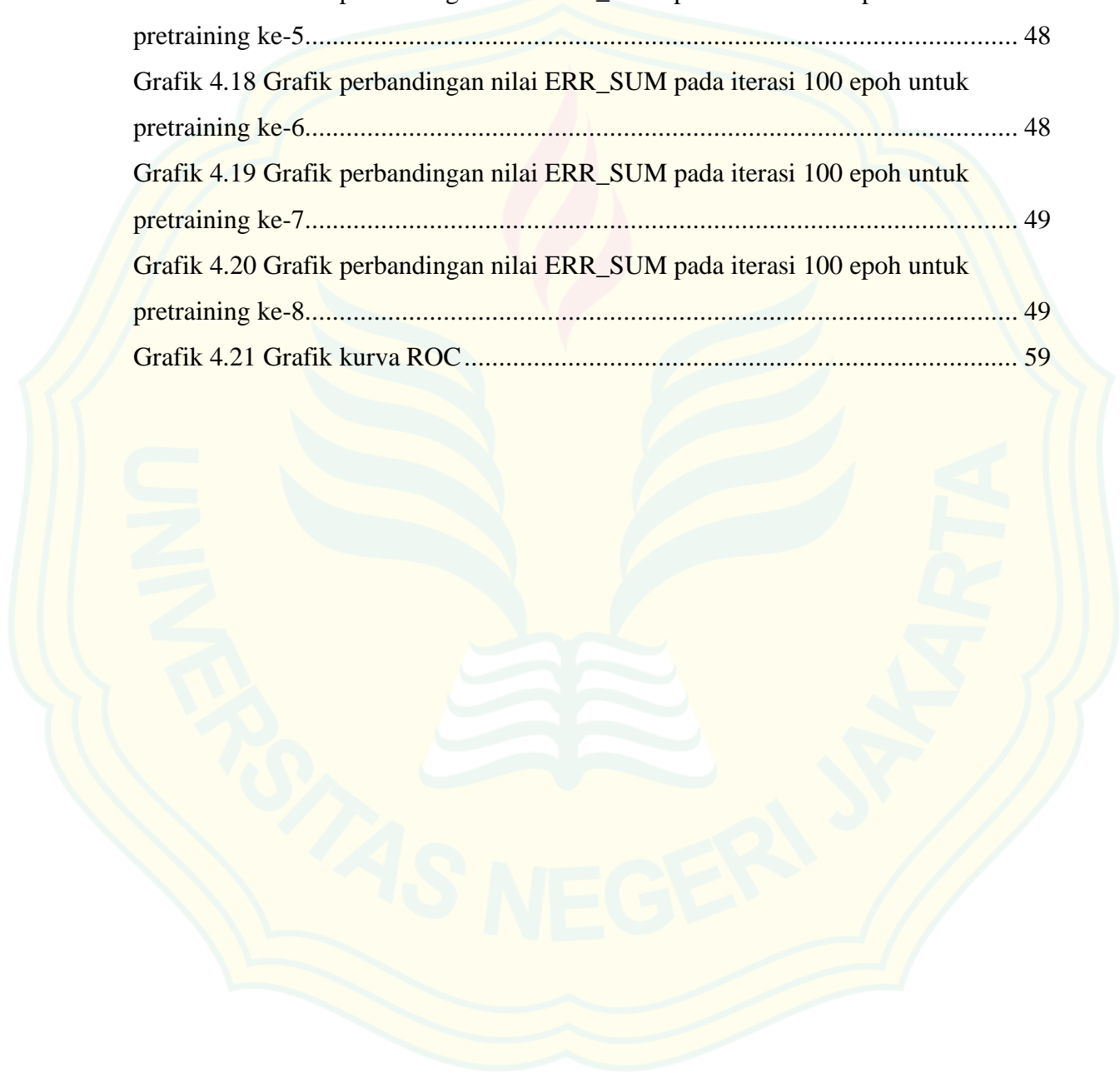
Gambar 4.16 List yang berisi dictionary titik-titik tabel R	58
Gambar 4.17 Koleksi gambar <i>output</i> rekonstruksi yang tersimpan	58
Gambar 4.18 Koleksi gambar <i>closure</i> rekonstruksi yang tersimpan.....	59
Gambar 4.19 Analogi output autoencoder	61



DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 10 epoh untuk pretraining ke-1.....	37
Grafik 4.2 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 10 epoh untuk pretraining ke-2.....	38
Grafik 4.3 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 10 epoh untuk pretraining ke-3.....	38
Grafik 4.4 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 10 epoh untuk pretraining ke-4.....	39
Grafik 4.5 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 10 epoh untuk pretraining ke-1.....	42
Grafik 4.6 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 10 epoh untuk pretraining ke-2.....	42
Grafik 4.7 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 10 epoh untuk pretraining ke-3.....	43
Grafik 4.8 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 10 epoh untuk pretraining ke-4.....	43
Grafik 4.9 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 10 epoh untuk pretraining ke-5.....	44
Grafik 4.10 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 10 epoh untuk pretraining ke-6.....	44
Grafik 4.11 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 10 epoh untuk pretraining ke-7.....	45
Grafik 4.12 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 10 epoh untuk pretraining ke-8.....	45
Grafik 4.13 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 100 epoh untuk pretraining ke-1.....	46
Grafik 4.14 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 100 epoh untuk pretraining ke-2.....	46

Grafik 4.15 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 100 epoh untuk pretraining ke-3.....	47
Grafik 4.16 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 100 epoh untuk pretraining ke-4.....	47
Grafik 4.17 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 100 epoh untuk pretraining ke-5.....	48
Grafik 4.18 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 100 epoh untuk pretraining ke-6.....	48
Grafik 4.19 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 100 epoh untuk pretraining ke-7.....	49
Grafik 4.20 Grafik perbandingan nilai ERR_SUM pada iterasi 100 epoh untuk pretraining ke-8.....	49
Grafik 4.21 Grafik kurva ROC.....	59



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan referensi dan metode yang diusulkan	2
Tabel 2.1 Tabel R	11

