

**ANALISIS ARSITEKTUR *GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK* (GAN) UNTUK PENINGKATAN RESOLUSI CITRA WAJAH MANUSIA**

*Generative Adversarial Network (GAN) Architecture Analysis for Improving the Resolution of Human Face Image*

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma IV Program Studi Teknik Informatika di Jurusan Teknik Komputer dan Informatika

**Disusun Oleh:**

**ARIQ SURYO HADI PARJUNI  
MUHAMMAD ALFIN NURHALIM KEMAS**

**NIM 161524002  
NIM 161524022**



**POLBAN**

**POLITEKNIK NEGERI BANDUNG**

**2020**

**ANALISIS ARSITEKTUR *GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK* (GAN) UNTUK PENINGKATAN RESOLUSI CITRA WAJAH MANUSIA**

*Generative Adversarial Network (GAN) Architecture Analysis for Improving the Resolution of Human Face Image*

Oleh:

**ARIQ SURYO HADI PARJUNI  
MUHAMMAD ALFIN NURHALIM KEMAS**

**NIM: 161524002  
NIM: 161524022**

Menyetujui

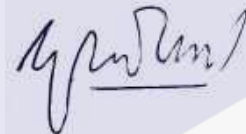
Bandung, 05 Oktober 2020

Pembimbing I



Dr. Nurjannah Syakrani, M.T.,  
NIP. 196312131992012001

Pembimbing II



Yudi Widhiyasana, S.Si., M.T.  
NIP. 197407182001121002

Ketua Jurusan Teknik Komputer dan Informatika



Bambang Wisnuadhi S.Si., M.T  
NIP. 197201061999031002

POBIBAN

**ANALISIS ARSITEKTUR *GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK* (GAN) UNTUK PENINGKATAN RESOLUSI CITRA WAJAH MANUSIA**

*Generative Adversarial Network (GAN) Architecture Analysis for Improving the Resolution of Human Face Image*

Oleh:

**ARIQ SURYO HADI PARJUNI  
MUHAMMAD ALFIN NURHALIM KEMAS**



**NIM: 161524002  
NIM: 161524022**

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 9 September 2020  
Sesuai dengan ketentuan.

Tim Penguji:

Ketua : Iwan Awaludin, ST, M.T.  
NIP. 19760418 200112 1 004

Anggota : Ade Chandra Nugraha, S.Si., M.T.  
NIP. 19731227 199903 1 003

  
.....  
  
.....

POLBAN

## PERNYATAAN PENULIS

Dengan ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir dengan judul Analisis Arsitektur *Generative Adversarial Network (GAN)* Untuk Peningkatan Resolusi Citra Wajah Manusia adalah karya ilmiah yang bebas dari unsur tindakan plagiarisme, dan sesuai dengan ketentuan tata tulis yang berlaku.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarisme, maka hasil penilaian Tugas Akhir ini akan dicabut dan bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dalam keadaan sadar sepenuhnya.

Bandung, Oktober 2020

a.n. Kelompok Tugas Akhir 301



M. Alfin Nurhalim Kemas

NIM 161524022

# POLBAN

**SURAT PERNYATAAN  
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Politeknik Negeri Bandung, yang bertandatangan di bawah ini saya:

Nama Penulis 1 / 2 / 3 : Muhammad Alfin Nurhalim Kemas / Ariq Suryo Hadi Parjuni

NIM Penulis 1 / 2 / 3 : 161524022 / 161524002

Jurusan / Program Studi : Teknik Komputer dan Informatika / D4 - Teknik Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bandung, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) atas tugas akhir/skripsi/tesis saya yang berjudul (dalam Bahasa Indonesia saja kecuali Jurusan Bahasa Inggris):

**ANALISIS ARSITEKTUR GENERATIVE ADVERSARIAL  
NETWORK (GAN) UNTUK PENINGKATAN  
RESOLUSI CITRA WAJAH MANUSIA**

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Politeknik Negeri Bandung berhak menyimpan, mengalih media/memformat, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikan, dan menampilkan/mempublikasikan tugas akhir saya di internet/media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

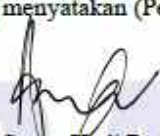
Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Bandung, segala bentuk tuntutan hukum yang diambil atas pelanggaran hak dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di\* : Bandung.

Pada tanggal : 05 Oktober 2020

Yang menyatakan (Penulis 1 / 2 / 3)\*\*

  
(Ariq Suryo Hadi Parjuni)  
NIM. 161524002

Catatan / Keterangan:

\*Nama Kota

\*\*Lingkari salah satu

CD Karya Tulis menjadi milik dan koleksi UPT Perpustakaan, tidak dipinjamkan ataupun diperjualbelikan, apabila ada yang memerlukan, maka harus menghubungi penulis karya tulis yang bersangkutan.

# ANALISIS ARSITEKTUR GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK (GAN) UNTUK PENINGKATAN RESOLUSI CITRA WAJAH MANUSIA

## ORIGINALITY REPORT

<b>14%</b>	<b>7%</b>	<b>3%</b>	<b>11%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>Submitted to Politeknik Negeri Bandung</b> Student Paper	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>ela.kpi.ua</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repository.its.ac.id</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to University College London</b> Student Paper	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Sriwijaya University</b> Student Paper	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>export.arxiv.org</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>id.123dok.com</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to University of Surrey</b> Student Paper	<b>&lt;1%</b>

# POLBAN



## ABSTRAK

Citra wajah sebagai salah satu citra yang paling banyak dimanfaatkan untuk pengenalan biometrik memiliki syarat minimum resolusi tertentu jika ingin digunakan pada *Face Recognition*. Citra wajah yang memiliki resolusi terlalu besar, pada umumnya tidak terdapat masalah untuk menurunkan resolusi citra, karena nilai *pixel* citra lengkap dan komputer hanya akan mengurangi sebagian nilai *pixel*. Namun, untuk meningkatkan resolusi citra, citra tidak memiliki informasi *pixel* yang cukup sehingga komputer perlu memprediksi nilai yang tidak ada tersebut.

*Generative Adversarial Network* (GAN) merupakan salah satu metode *machine learning* yang dapat digunakan untuk meningkatkan resolusi. GAN disusun oleh dua buah arsitektur yaitu *Generator* dan *Discriminator* yang masing-masing tersusun atas berbagai macam komponen CNN. Susunan komponen yang digunakan ini akan mempengaruhi citra hasil peningkatan resolusi. Pada penelitian ini akan berfokus pada mengkaji pengaruh susunan *Generator*, banyak *basic block*, dan banyak *filter* pada GAN terhadap kualitas peningkatan resolusi citra wajah yang secara quantitative dihitung menggunakan metode PSNR dan SSIM. Susunan yang dipakai untuk membangun *Generator* menggunakan tiga konsep yang berbeda yaitu Inception, *Resnet*, dan *Inception-Resnet*. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa konfigurasi yang menghasilkan nilai PSNR yang paling baik yaitu yang menggunakan arsitektur *Resnet* dengan banyak *filter* 128 dan banyak *basic block* 8, sedangkan untuk yang menghasilkan nilai SSIM terbaik menggunakan *Generator Inception* dengan banyak *filter* 64 dan banyak *basic block* 4.

**Kata Kunci:** *Machine Learning, Generative Adversarial Network, Inception, Resnet, Basic Block, Filter, Inception-Resnet, PSNR, SSIM.*

# POLBAN

## ABSTRACT

*Facial image is one of the most widely used images for biometric recognition and has a certain minimum resolution requirement for Face Recognition system. If the image has too large resolution, generally there is no problem with lowering the image resolution, because the image pixel value is full and the computer will only subtract a portion of the pixel value. However, to increase the image resolution, the image does not have sufficient pixel information, so the computer needs to predict the missing value.*

*Generative Adversarial Network (GAN) is a machine learning method that can be used to increase image resolution. GAN is composed of two architectures, namely Generator and Discriminator, each of which is composed of various CNN components. The composition of the components used in GAN will affect the resulting image resolution. This research will focus on examining the effect of the arrangement of Generator, number of basic blocks, and number of filters on GAN to measured the quality of facial image resolution enhancement which is quantitatively calculated using the PSNR and SSIM methods. The arrangement used to build the Generator uses three different concepts, namely Inception, Resnet, and Inception-Resnet. The experimental results show that the configuration that produces the best PSNR value is the one using the Resnet architecture with 128 number of filters and 8 number of basic blocks, while the one that produces the best SSIM value uses the Inception Generator with 64 number of filters and 4 number of basic blocks.*

**Keywords:** *Machine Learning, Generative Adversarial Network, Inception, Resnet, Inception-Resnet, Number of Basic Blocks, Number of Filters, PSNR, SSIM.*

# POLBAN



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Analisis Arsitektur *Generative Adversarial Network* (GAN) Untuk Peningkatan Resolusi Citra Wajah Manusia” yang ditujukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan program studi diploma IV teknik informatika, jurusan teknik komputer dan informatika, Politeknik Negeri Bandung.

Penyelesaian laporan ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orangtua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan moril maupun materil dalam pengerjaan Tugas Akhir;
2. Bapak Bambang Wisnuadhi, S.Si., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Komputer dan Informatika Politeknik Negeri Bandung;
3. Ibu Santi Sundari, S.Si., M.T. selaku Ketua Prodi D-IV Jurusan Teknik Komputer dan Informatika;
4. Ibu Dr. Nurjannah Syakrani, M.T., dan Bapak Yudi Widhiyasana, S.Si., M.T. selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan motivasi yang sangat membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir;
5. Rekan-rekan kelas 4-A D4 Jurusan Teknik Komputer dan Informatika Politeknik Negeri Bandung 2016 yang selalu membantu dan memberi dukungan serta saran;

Demikian tugas akhir ini penulis susun, semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak dan penulis sendiri. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Bandung April 2020

Kelompok Tugas Akhir 301

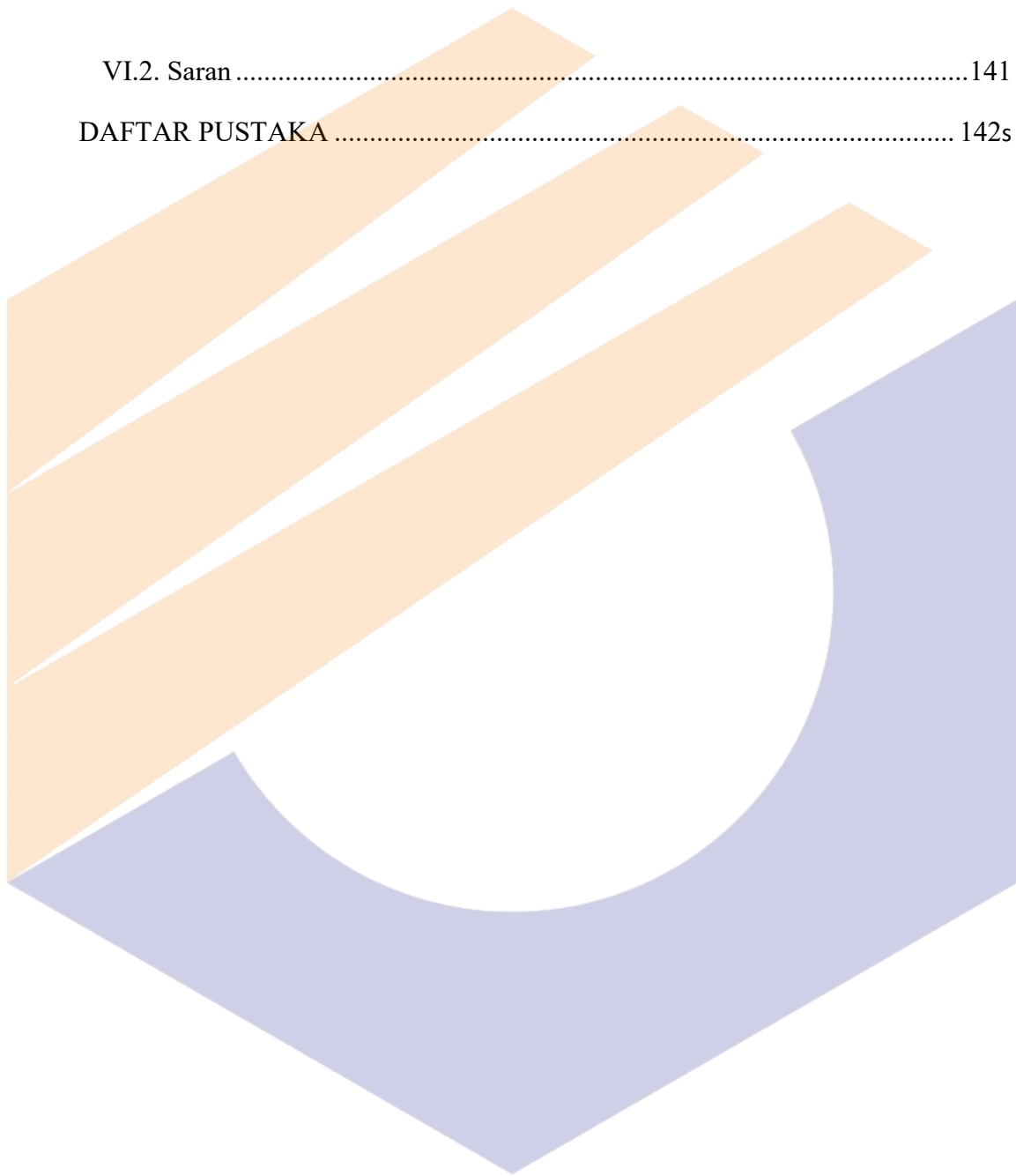
## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR RUMUS .....	xv
DAFTAR ISTILAH .....	xvii
DAFTAR SINGKATAN .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1. Latar Belakang .....	1
I.2. Rumusan Masalah .....	3
I.3. Tujuan .....	4
I.4. Ruang Lingkup .....	4
I.5. Sistematika Penulisan .....	5
BAB II STUDI PUSTAKA .....	6
II.1. Penelitian Terdahulu .....	6
II.2. Dasar Teori .....	11
II.2.1. Peningkatan Resolusi Citra .....	11
II.2.2. <i>Machine Learning</i> .....	11
II.2.3 <i>Artificial Neural Network (ANN)</i> .....	13

II.2.4. <i>Convolutional Neural Networks</i> .....	13
II.2.5 Arsitektur CNN.....	27
II.2.6 <i>Generative Adversarial Network (GAN)</i> .....	31
II.2.7 <i>Covariate Shift</i> .....	34
II.2.8 <i>Vanishing Gradient</i> .....	35
II.2.9. <i>Overfitting</i> .....	36
II.2.10 <i>Image Quality Metric</i> .....	36
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>39</b>
III.1. Jenis Penelitian .....	39
III.2. Variabel Penelitian.....	39
III.3. Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	40
III.3.1. Studi Pustaka .....	41
III.3.2. Perancangan Implementasi.....	42
III.3.3. Implementasi Program.....	42
III.3.4. Pengumpulan dan <i>Preprocessing Dataset</i> .....	43
III.3.5. Membuat Rancangan Eksperimen.....	43
III.3.6. Eksperimen .....	48
III.3.7. Analisis Hasil Eksperimen .....	48
<b>BAB IV ANALISIS dan PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK</b> .....	<b>51</b>
IV.1. Analisis Domain Permasalahan.....	51
IV.1.1 Analisis Metoda Penilaian Kualitas Citra .....	51
IV.1.2. Analisis <i>Generative Adversarial Network</i> .....	52
IV.2. Analisis Kebutuhan Data.....	68
IV.3. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak .....	70
IV.3.1. Kebutuhan Fungsional .....	70

IV.3.2. Kebutuhan Proses.....	71
IV.3.3. Kebutuhan Teknologi.....	79
IV.4. Perancangan Perangkat Lunak.....	80
IV.4.1. Perancangan Basis Data .....	80
IV.4.2. Perancangan Struktur Data.....	81
IV.4.3. <i>library</i> dan modul yang digunakan .....	82
IV.4.4. Rancangan <i>Class Diagram</i> .....	84
IV.4.5. Rancangan Proses <i>Preprocessing Data</i> .....	85
IV.4.6. Rancangan Proses Peningkatan Resolusi Citra .....	92
IV.5. Implementasi .....	114
IV.6. Pengujian .....	115
<b>BAB V HASIL EKSPERIMEN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>124</b>
V.1. Eksperimen .....	124
V.2. Pencarian Banyak Iterasi Optimal .....	124
V.3. Hasil Eksperimen .....	126
V.3.1 Hasil Eksperimen Arsitektur <i>Resnet</i> .....	126
V.3.2 Hasil Eksperimen Arsitektur <i>Inception</i> .....	127
V.3.3 Hasil Eksperimen Arsitektur <i>Inception-Resnet</i> .....	128
V.4. Pembahasan Hasil Eksperimen.....	129
V.4.1. Perbandingan PSNR dan SSIM masing-masing arsitektur .....	130
V.4.2. Pengaruh Banyak <i>Basic Block</i> .....	132
V.4.3. Pengaruh Banyak <i>Filter</i> .....	134
V.5. Kesimpulan Hasil Eksperimen.....	137
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>139</b>
<b>VI.1 Kesimpulan .....</b>	<b>139</b>

VI.2. Saran.....	141
DAFTAR PUSTAKA.....	142s



**POLBAN**

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A\_HASIL PENGUJIAN PERANGKAT LUNAK..... A-1

LAMPIRAN B\_HASIL VISUAL EKSPERIMEN.....B-1



# POLBAN



## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Pengaruh Jumlah <i>Residual Block</i> Terhadap PSNR [3].....	8
Gambar II. 2 Contoh Artifak Pada Citra Hasil Peningkatan Resolusi.....	10
Gambar II.3 Proses <i>Training Machine Learning</i> .....	12
Gambar II.4 Ilustrasi penggunaan tipe-tipe <i>layer</i> dalam CNN .....	15
Gambar II.5 Ilustrasi proses konvolusi .....	15
Gambar II.6 Ilustrasi <i>padding</i> .....	16
Gambar II.7 Ilustrasi <i>max pooling</i> .....	18
Gambar II.8 Ilustrasi <i>upsampling</i> .....	18
Gambar II.9 Arsitektur <i>Inception block</i> .....	28
Gambar II.10 Contoh distribusi lokasi informasi <i>Salient part</i> yang beragam dalam <i>dataset</i> , (a) lokasi object memenuhi citra, (b) lokasi object berada di tengah-tengah citra, (c) lokasi object berada pada sebagian kecil citra .....	28
Gambar II.12 Arsitektur <i>Inception-Resnet block</i> .....	31
Gambar II.13 Struktur GAN .....	32
Gambar II.14 Arsitektur <i>Generator Network</i> .....	33
Gambar II.15 Arsitektur <i>Discriminator Network</i> .....	34
Gambar II.16 Distribusi citra pada masing – masing <i>Batch</i> .....	35
Gambar III.1 Variabel penelitian .....	39
Gambar III.2 Tahapan Penelitian .....	41
Gambar IV. 1 Tahap pengembangan aplikasi dengan model <i>Waterfall</i> .....	51
Gambar IV. 2 Contoh gambar hasil peningkatan citra [3].....	52
Gambar IV. 3 Ilustrasi arsitektur <i>Generator</i> [3] .....	54

Gambar IV.4 Flowchart <i>preprocessing dataset</i> .....	72
Gambar IV.5 Struktur penyimpanan <i>file</i> citra lfw .....	73
Gambar IV.6 Struktur penyimpanan <i>dataset</i> citra hasil <i>preprocessing</i> .....	73
Gambar IV.7 Alur proses perangkat lunak GAN.....	76
Gambar IV.8 Proses <i>training</i> GAN per epoch.....	77
Gambar IV. 9 Ilustrasi <i>folder dataset</i> .....	80
Gambar IV. 10 Ilustrasi <i>folder</i> penyimpanan citra hasil peningkatan resolusi.....	81
Gambar IV. 11 <i>Class Diagram</i> .....	84
Gambar IV.12 Structure Chart <i>Preprocessing Data</i> . .....	86
Gambar IV.13 <i>Structure Chart</i> Penyusunan Model GAN.....	93
Gambar IV.14 <i>Structure Chart</i> Proses <i>Training Model</i> .....	94
Gambar IV.15 <i>Structure Chart</i> Proses <i>Testing Model</i> .....	95
Gambar V. 1 Perubahan Nilai SSIM Pada Arsitektur <i>Resnet</i> Dengan Banyak <i>Filter</i> 64 dan Banyak <i>Basic Block</i> 16.....	125
Gambar V. 2 Perubahan Nilai SSIM Pada Arsitektur <i>Resnet</i> Dengan Banyak <i>Filter</i> 64 dan Banyak <i>Basic Block</i> 16.....	125
Gambar V.3 Perbandingan citra dengan SSIM terbaik.....	131
Gambar V.4 Perbandingan citra dengan SSIM terbaik.....	132
Gambar V.5 Pengaruh banyak <i>Basic Block</i> terhadap nilai PSNR .....	133
Gambar V. 6 Pengaruh banyak <i>Basic Block</i> terhadap nilai PSNR .....	133
Gambar V.7 Pengaruh banyak <i>filter</i> terhadap nilai SSIM .....	135
Gambar V.8 Pengaruh banyak <i>filter</i> terhadap nilai PSNR.....	135
Gambar V. 9 Arsitektur <i>Resnet</i> dan <i>Inception</i> .....	136

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Penelitian Terkait .....	6
Tabel II. 2 Perbandingan nilai <i>image quality metric</i> beberapa metode peningkatan resolusi citra [3].....	7
Tabel II. 3 Perbandingan nilai <i>image quality metric</i> beberapa metode peningkatan resolusi citra [8].....	9
Tabel II. 4 Arsitektur <i>Network</i> untuk menghitung <i>VGG loss</i> .....	24
Tabel III.1 Spesifikasi alat eksperimen.....	44
Tabel III.2 Tabel Skenario Eksperimen .....	46
Tabel III.3 Tabel rekapitulasi hasil nilai rata-rata.....	48
Tabel IV.1 Arsitektur <i>Discriminator</i> .....	53
Tabel IV.2 Arsitektur <i>Generator</i> .....	55
Tabel IV.3 Susunan <i>Basic Block Resnet</i> [3].....	55
Tabel IV. 4 Arsitektur <i>Generator</i> .....	56
Tabel IV. 5 Arsitektur <i>Residual Block</i> .....	57
Tabel IV.6 Arsitektur <i>Inception Block</i> .....	57
Tabel IV.7 Arsitektur <i>Inception-Resnet Block</i> .....	57
Tabel IV. 8 Ilustrasi Proses <i>Generator</i> .....	58
Tabel IV. 9 Ilustrasi Proses <i>Residual Block</i> .....	60
Tabel IV. 10 Ilustrasi Proses <i>Inception Block</i> .....	62
Tabel IV. 12 Ilustrasi Proses <i>Discriminator</i> .....	66
Tabel IV.13 Kebutuhan Fungsional perangkat lunak <i>preprocessing</i> .....	70
Tabel IV.14 Kebutuhan fungsional perangkat lunak peningkatan resolusi citra GAN .....	71

Tabel IV.15 Penamaan <i>file</i> asli citra wajah.....	74
Tabel IV.16 Penamaan citra wajah setelah <i>preprocessing</i> .....	75
Tabel IV.17 Pembagian <i>dataset</i> .....	75
Tabel IV.18 Spesifikasi kebutuhan perangkat keras .....	79
Tabel IV. 19 Struktur data <i>image</i> .....	82
Tabel IV. 20 Struktur data psnr dan ssim.....	82
Tabel IV.21 Struktur data <i>Generator</i> dan <i>Discriminator</i> .....	82
Tabel IV.22 <i>Library</i> dan modul pada program <i>preprocessing dataset</i> .....	82
Tabel IV.23 <i>Library</i> dan modul pada program GAN .....	83
Tabel IV.24 Logika proses <i>preprocessing</i> data .....	87
Tabel IV.25 Proses persiapan <i>folder dataset</i> .....	87
Tabel IV.26 Fungsi <i>mkdir</i> .....	88
Tabel IV.27 Fungsi <i>imread</i> .....	89
Tabel IV.28 Fungsi <i>imresize</i> .....	89
Tabel IV.29 Fungsi <i>imwrite</i> .....	90
Tabel IV.30 Proses membagi <i>dataset training</i> dan <i>testing</i> .....	90
Tabel IV.31 Fungsi <i>move</i> .....	91
Tabel IV.32 Logika proses penyusunan model GAN .....	96
Tabel IV.33 Fungsi <i>Get_Generator</i> .....	97
Tabel IV.34 Fungsi <i>Conv2D</i> .....	99
Tabel IV.35 Fungsi <i>PReLU</i> .....	99
Tabel IV.36 Fungsi <i>BatchNormalization</i> .....	99
Tabel IV.37 Fungsi <i>LeakyReLU</i> .....	100
Tabel IV.38 Fungsi <i>Upsampling_block</i> .....	100
Tabel IV.39 Fungsi <i>Upsampling2D</i> .....	101

Tabel IV.40 Fungsi <i>Residual_Block</i> .....	102
Tabel IV.41 Fungsi <i>Inception_Block</i> .....	103
Tabel IV.42 Fungsi <i>Get_Discriminator</i> .....	104
Tabel IV.43 Fungsi <i>Diskriminator_block</i> .....	105
Tabel IV.44 Fungsi <i>Flatten</i> .....	105
Tabel IV.45 Fungsi <i>Dense</i> .....	106
Tabel IV.46 Fungsi <i>Compile</i> .....	106
Tabel IV.47 Fungsi <i>Input</i> .....	106
Tabel IV.48 Fungsi <i>Model</i> .....	107
Tabel IV.49 Logika proses <i>training</i> GAN .....	107
Tabel IV.50 Fungsi <i>load_training_data</i> .....	108
Tabel IV.51 Fungsi <i>append</i> .....	109
Tabel IV.52 Fungsi <i>normalize</i> .....	110
Tabel IV.53 Fungsi <i>astype</i> .....	110
Tabel IV.54 Fungsi <i>Predict</i> .....	110
Tabel IV.55 Fungsi <i>Train_on_Batch</i> .....	111
Tabel IV.56 Fungsi <i>Save</i> .....	111
Tabel IV.57 Logika proses <i>testing</i> GAN .....	111
Tabel IV.58 Fungsi <i>load_weights</i> .....	112
Tabel IV.59 Fungsi <i>denormalize</i> .....	112
Tabel IV. 61 Fungsi <i>SSIM</i> .....	113
Tabel IV.62 <i>Checklist</i> implementasi kebutuhan program <i>preprocessing dataset</i> .....	114
Tabel IV.63 <i>Checklist</i> implementasi kebutuhan program GAN .....	114
Tabel IV.64 Skenario unit <i>testing</i> perangkat lunak <i>preprocessing dataset</i> .....	115
Tabel IV.65 Skenario unit <i>testing</i> perangkat lunak peningkatan resolusi citra....	116

Tabel IV.66 Skenario integration <i>testing</i> perangkat lunak <i>preprocessing dataset</i>	119
Tabel IV.67 Skenario integration <i>testing</i> perangkat lunak peningkatan resolusi citra	120
Tabel V. 1 Hasil Eksperimen Skenario S1	126
Tabel V. 2 Hasil Eksperimen Skenario S2	127
Tabel V. 3 Hasil Eksperimen Skenario S3	129
Tabel V.4 Nilai PSNR terbaik	130
Tabel V.5 Nilai SSIM terbaik	131
Tabel V.6 Nilai PSNR terbaik	137
Tabel V.7 Nilai SSIM terbaik	137

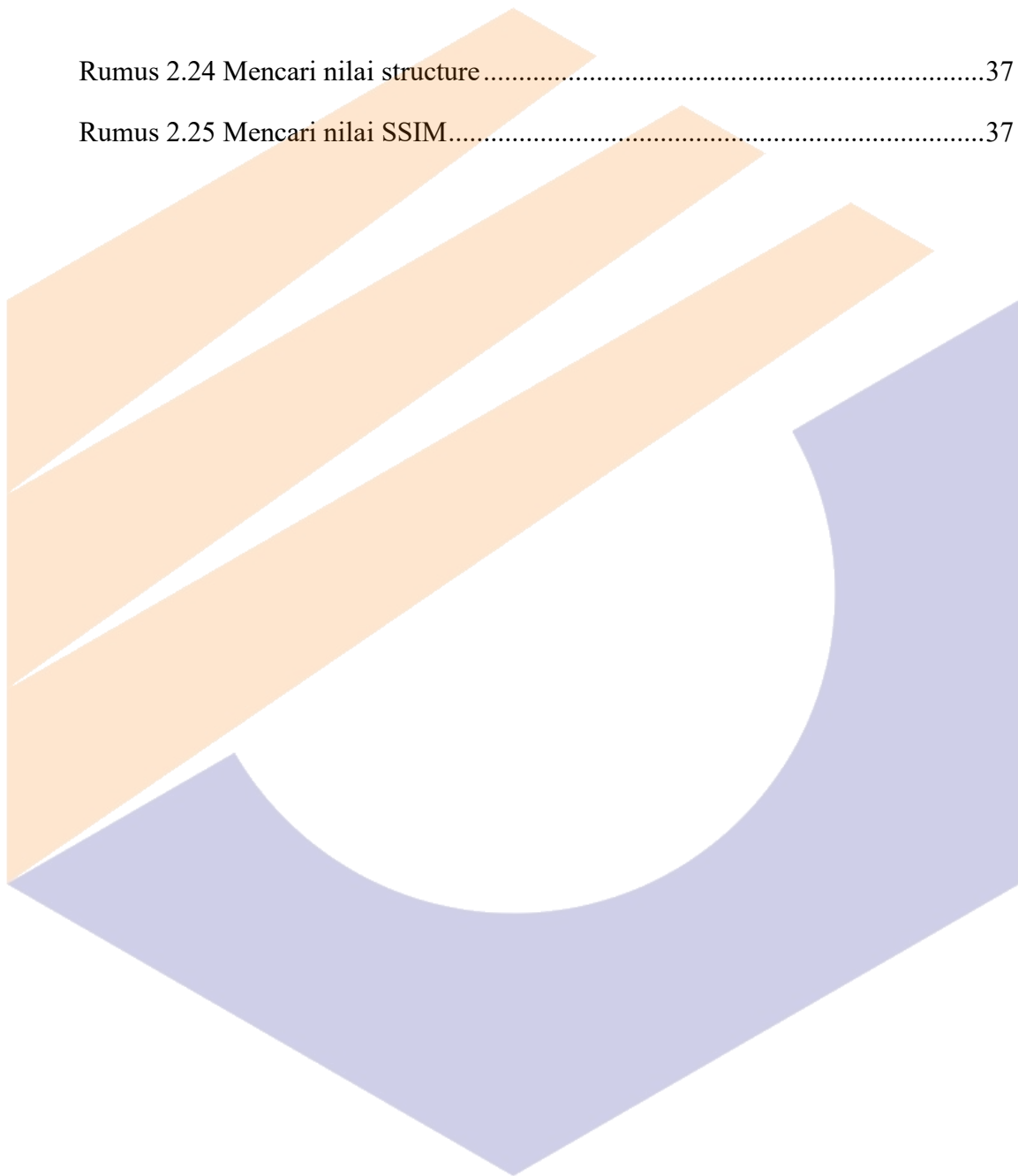
# POLBAN



## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Menghitung ukuran <i>width</i> matriks <i>output</i> .....	17
Rumus 2.2 Menghitung ukuran <i>height</i> matriks <i>output</i> .....	17
Rumus 2.3 Formula <i>sigmoid activation</i> .....	19
Rumus 2.4 Formula <i>activation function ReLU</i> .....	20
Rumus 2.5 Formula <i>activation function LeakyReLU</i> .....	20
Rumus 2.6 Formula <i>activation function PReLU</i> .....	20
Rumus 2.7 Formula mencari nilai <i>mean</i> .....	21
Rumus 2.8 formula mencari nilai <i>Variance</i> .....	21
Rumus 2.9 Formula <i>Normalisasi</i> .....	21
Rumus 2.10 Formula <i>Batch Normalization mean</i> .....	21
Rumus 2.11 Formula <i>MSE</i> .....	23
Rumus 2.12 Formula <i>MAE</i> .....	23
Rumus 2.13 Formula <i>Cross-entropy loss</i> .....	23
Rumus 2.14 Formula <i>Stochastic Gradient Descent</i> .....	26
Rumus 2.15 Formula menghitung nilai <i>weight</i> hasil Optimasi <i>Adam</i> .....	26
Rumus 2.16 Formula menghitung nilai <i>moment vector</i> hasil Optimasi <i>Adam</i> .....	26
Rumus 2.17 Formula menghitung nilai <i>moment vector</i> hasil Optimasi <i>Adam</i> .....	26
Rumus 2.18 Formula menghitung nilai <i>moment vector</i> sebelum Optimasi <i>Adam</i> .....	26
Rumus 2.19 Formula menghitung nilai <i>moment vector</i> sebelum Optimasi <i>Adam</i> .....	26
Rumus 2.20 Formula <i>MSE</i> .....	37
Rumus 2.21 Formula <i>PSNR</i> .....	37
Rumus 2.22 Mencari Nilai <i>luminance</i> .....	37
Rumus 2.23 Mencari nilai <i>contrast</i> .....	37

Rumus 2.24 Mencari nilai structure.....	37
Rumus 2.25 Mencari nilai SSIM.....	37



**POLBAN**

## DAFTAR ISTILAH

*Arsitektur* : *Arsitektur* adalah susunan dan konfigurasi dari berbagai jenis *layer*

*Basic Block* : *Basic Block* merupakan sekumpulan *layer* konvolusi yang pada *CNN*

*Dataset* : *Dataset* adalah kumpulan data yang digunakan dalam proses *training* dan *testing* algoritma *machine learning*

*Filter* : *Filter* merupakan salah satu komponen dalam *layer* konvolusi yang digunakan untuk melakukan proses konvolusi

*Inception* : *Inception* adalah nama salah satu *arsitektur CNN*

*Inception-Resnet* : *Inception-Resnet* adalah nama salah satu *arsitektur CNN*

*Layer* : *Layer* adalah lapisan pada *arsitektur CNN* dengan proses tertentu

*Model* : *Model* adalah *file output* yang dihasilkan oleh proses pembelajaran pada *Machine Learning*

*PSNR* : Salah satu *Metric* untuk menilai kualitas citra

*ResNet* : *ResNet* merupakan singkatan dari *Residual Network* yang merupakan salah satu *arsitektur CNN*

*SSIM* : Salah satu *Metric* untuk menilai kualitas citra

POLBAN

## DAFTAR SINGKATAN

GAN : Generative Adversarial Networks

HR : *High Resolution*

LR : *Low Resolution*



# POLBAN