

---

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
BAB I      PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Rancangan .....	6
1.3    Komponen Rancangan .....	7
1.4    Spesifikasi Rancangan .....	8
1.5    Kegunaan Rancangan .....	10
1.6    Rancangan yang Sudah Dibuat .....	11
BAB II     LANDASAN TEORETIK .....	14
2.1    Sistem yang Dirancang .....	14
2.2    Landasan Teori .....	16
2.2.1    Kematangan Buah .....	18
2.2.2    Content-Based Image Retrieval .....	22
2.2.3    Deep Learning .....	24
2.2.4    Convolutional Neural Networks .....	25
2.2.4.1    Transfer Learning .....	27
2.2.4.2    Forward Pass .....	28
2.2.4.3    Convolution Layer .....	30
2.2.4.4    Rectified Linear Unit .....	34
2.2.4.5    Pooling Layer .....	36
2.2.4.6    Fully-Connected Layer .....	37
2.2.4.7    Softmax .....	39
2.2.4.8    Backward Pass .....	40
2.2.4.9    Categorical Cross Entropy Loss ..	41

2.2.4.10	Chain Rule .....	42
2.2.4.11	Stochastic Gradient Descent ....	45
2.2.5	Euclidean Distance .....	46
2.2.6	<i>Precision</i> dan <i>Recall</i> .....	47
BAB III	RANCANGAN DAN PEMBUATAN .....	49
3.1	Rancangan Sistem .....	49
3.1.1	Perencanaan Sistem .....	50
3.1.2	Analisis Sistem .....	51
3.1.3	Perancangan Sistem .....	53
3.1.3.1	Rancangan Diagram Alur .....	53
3.1.3.2	Rancangan Diagram Hirarki .....	54
3.1.3.3	Rancangan State Transition Diagram .....	54
3.1.3.4	Rancangan Tampilan Antarmuka ....	56
3.2	Pembuatan Sistem .....	58
3.2.1	Bentuk Data yang Digunakan .....	62
3.2.2	Contoh <i>Input</i> dan <i>Output</i> .....	63
3.2.3	Proses Pelatihan .....	66
3.2.4	Pengujian Program .....	67
3.2.5	Tampilan Antarmuka Program .....	68
BAB IV	PENGUJIAN .....	71
4.1	Pengujian .....	71
4.1.1	Black Box Testing .....	72
4.1.2	Pengujian Model untuk Klasifikasi Citra Validasi .....	75
4.1.3	Pengujian <i>Image Retrieval</i> .....	78
4.2	Pembahasan Pengujian .....	78
4.2.1	Pembahasan Hasil Pengujian Model Klasifikasi dengan Data Validasi ..	79
4.2.1.1	Pembahasan Hasil <i>Classification</i> <i>Report</i> .....	79
4.2.1.2	Pembahasan Hasil <i>Confusion Matrix</i>	80
4.2.2	Pembahasan Hasil Pengujian <i>Image</i> <i>Retrieval</i> .....	82
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN .....	86
5.1	Kesimpulan .....	86
5.2	Saran .....	87
DAFTAR PUSTAKA	.....	89
LAMPIRAN	.....	93
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	.....	201

---

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Perencanaan Pembuatan Aplikasi .....	49
Tabel 2 Nilai Akurasi dan <i>Loss</i> Model CNN pada Pelatihan .....	77
Tabel 3 Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> Pisang Cavendish Sangat Matang .....	83
Tabel 4 Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> Tomat Beef Setengah Matang .....	83
Tabel 5 Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> Pisang Cavendish Mentah .....	84
Tabel 6 Target <i>One Hot Encoding</i> Kelas Buah .....	111
Tabel 7 Nilai Piksel <i>Red Channel</i> pada Citra Kueri .....	113
Tabel 8 Nilai Piksel <i>Green Channel</i> pada Citra Kueri .....	113
Tabel 9 Nilai Piksel <i>Blue Channel</i> pada Citra Kueri .....	113
Tabel 10 Filter Lapisan Konvolusi .....	114
Tabel 11 Peta Aktivasi Hasil Konvolusi .....	115
Tabel 12 Hasil ReLU pada Peta Aktivasi .....	116
Tabel 13 Peta Aktivasi Hasil <i>Pooling</i> .....	116
Tabel 14 <i>Layer</i> yang dilalui pada Konvolusi .....	117
Tabel 15 Peta Aktivasi <i>Layer Conv2D_2</i> .....	117
Tabel 16 <i>Weight Hidden Layer 1</i> .....	118

---

Tabel 17	<i>Weight Hidden Layer 2</i> .....	120
Tabel 18	<i>Output Hidden Layer 1</i> .....	120
Tabel 19	<i>Output Hidden Layer 2</i> .....	120
Tabel 20	Peta Aktivasi Hasil <i>Softmax</i> .....	121
Tabel 21	<i>One Hot Encoding</i> Hasil Klasifikasi .....	121
Tabel 22	Weight Baru <i>Hidden Layer 2</i> .....	123
Tabel 23	Weight Baru <i>Hidden Layer 1</i> .....	125
Tabel 24	Hasil Pengurutan <i>Euclidean Distance</i> .....	129
Tabel 25	Arsitektur Pelatihan Model CNN .....	142
Tabel 26	Konfigurasi Pelatihan Model CNN .....	143
Tabel 27	Hasil Pengujian <i>Retrieval</i> dengan Euclidean Distance .....	146
Tabel 28	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 1 .....	148
Tabel 29	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 2 .....	149
Tabel 30	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 3 .....	150
Tabel 31	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 4 .....	151
Tabel 32	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 5 .....	152
Tabel 33	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 6 .....	153
Tabel 34	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 7 .....	154
Tabel 35	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 8 .....	155

---

Tabel 36	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 9 .....	156
Tabel 37	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 10 .....	157
Tabel 38	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 11 .....	158
Tabel 39	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 12 .....	159
Tabel 40	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 13 .....	160
Tabel 41	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 14 .....	161
Tabel 42	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 15 .....	162
Tabel 43	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 16 .....	163
Tabel 44	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 17 .....	164
Tabel 45	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 18 .....	165
Tabel 46	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 19 .....	166
Tabel 47	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 20 .....	167
Tabel 48	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 21 .....	168
Tabel 49	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 22 .....	169
Tabel 50	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 23 .....	170
Tabel 51	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 24 .....	171

---

Tabel 52	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 25 .....	172
Tabel 53	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 26 .....	173
Tabel 54	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 27 .....	174
Tabel 55	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 28 .....	175
Tabel 56	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 29 .....	176
Tabel 57	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 30 .....	177
Tabel 58	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 31 .....	178
Tabel 59	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 32 .....	179
Tabel 60	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 33 .....	180
Tabel 61	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 34 .....	181
Tabel 62	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 35 .....	182
Tabel 63	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 36 .....	183
Tabel 64	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 37 .....	184
Tabel 65	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 38 .....	185
Tabel 66	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 39 .....	186
Tabel 67	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 40 .....	187

---

Tabel 68	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 41 .....	188
Tabel 69	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 42 .....	189
Tabel 70	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 43 .....	190
Tabel 71	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 44 .....	191
Tabel 72	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 45 .....	192
Tabel 73	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 46 .....	193
Tabel 74	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 47 .....	194
Tabel 75	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 48 .....	195
Tabel 76	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 49 .....	196
Tabel 77	Contoh Citra Hasil Proses <i>Image Retrieval</i> pada Citra 50 .....	197
Tabel 78	Daftar Kelas Data Citra Latih .....	198

---

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Contoh Tingkat Kematangan Buah .....	3
Gambar 2 Skema Tahap Pelatihan .....	17
Gambar 3 Lanjutan Skema Tahap Pelatihan .....	18
Gambar 4 Skema Tahap Pengujian .....	21
Gambar 5 Skema Proses <i>Content-Based Image Retrieval</i> .....	22
Gambar 6 Arsitektur ResNet .....	27
Gambar 7 Skema <i>Forward Pass</i> .....	29
Gambar 8 Mengambil Nilai RGB Citra menjadi <i>Volume Input</i> .....	30
Gambar 9 Proses Konvolusi .....	32
Gambar 10 Matriks dengan 1 lapisan <i>Zero Padding</i> ..	33
Gambar 11 Plot Fungsi ReLU .....	35
Gambar 12 Proses <i>Pooling</i> .....	36
Gambar 13 <i>Fully Connected Layer</i> .....	38
Gambar 14 Skema Umum <i>Backward Pass</i> .....	41
Gambar 15 Contoh <i>Input</i> Modul Classification and Retrieval .....	64
Gambar 16 Contoh <i>Output</i> 5 Citra Modul Result .....	65
Gambar 17 Contoh <i>Output</i> 10 Citra Modul Result .....	65
Gambar 18 Contoh <i>Output</i> 15 Citra Modul Result .....	66
Gambar 19 Data Citra Belimbing Mentah .....	93
Gambar 20 Data Citra Belimbing Setengah Matang ...	93



---

Gambar 21	Data Citra Belimbing Matang .....	94
Gambar 22	Data Citra Belimbing Sangat Matang .....	94
Gambar 23	Data Citra Mangga Gedong Gincu Mentah ..	95
Gambar 24	Data Citra Mangga Gedong Gincu Setengah Matang .....	95
Gambar 25	Data Citra Mangga Gedong Gincu Matang ..	96
Gambar 26	Data Citra Mangga Gedong Gincu Sangat Matang .....	96
Gambar 27	Data Citra Melon Sky Rocket Mentah .....	97
Gambar 28	Data Citra Melon Sky Rocket Setengah Matang .....	97
Gambar 29	Data Citra Melon Sky Rocket Matang .....	98
Gambar 30	Data Citra Pisang Cavendish Mentah .....	98
Gambar 31	Data Citra Pisang Cavendish Setengah Matang .....	99
Gambar 32	Data Citra Pisang Cavendish Matang .....	99
Gambar 33	Data Citra Pisang Cavendish Sangat Matang .....	100
Gambar 34	Data Citra Tomat Mentah .....	100
Gambar 35	Data Citra Tomat Setengah Matang .....	101
Gambar 36	Data Citra Tomat Matang .....	101
Gambar 37	Data Citra Tomat Sangat Matang .....	102
Gambar 38	Data Citra Belimbing Dewi .....	103
Gambar 39	Data Citra Belimbing Madu .....	103
Gambar 40	Data Citra Belimbing Wuluh .....	103
Gambar 41	Data Citra Mangga Gedong Gincu .....	104

Gambar 42	Data Citra Mangga Indramayu .....	104
Gambar 43	Data Citra Mangga Manalagi .....	104
Gambar 44	Data Citra Melon Sky Rocket .....	105
Gambar 45	Data Citra Melon Rock .....	105
Gambar 46	Data Citra Pisang Ambon .....	105
Gambar 47	Data Citra Pisang Cavendish .....	106
Gambar 48	Data Citra Pisang Kepok .....	106
Gambar 49	Data Citra Pisang Mas .....	106
Gambar 50	Data Citra Tomat Beef .....	107
Gambar 51	Data Citra Tomat Cherry .....	107
Gambar 52	Data Citra Tomat Buah .....	107
Gambar 53	Pergerakan Filter Pada Proses Konvolusi	108
Gambar 54	Pergerakan Filter Pada Proses Konvolusi	108
Gambar 55	Volume <i>Output</i> .....	109
Gambar 56	Volume <i>Input</i> dengan 1 Lapisan <i>Zero Padding</i> .....	110
Gambar 57	Volume <i>Output</i> .....	110
Gambar 58	Citra Kueri .....	112
Gambar 59	Rancangan Diagram Alur .....	130
Gambar 60	Rancangan Diagram Hirarki .....	131
Gambar 61	Rancangan State Transition Diagram Fitur Home .....	132
Gambar 62	Rancangan State Transition Diagram Fitur Classification and Image Retrieval	133
Gambar 63	Rancangan State Transition Diagram Fitur How To Use .....	134

Gambar 64	Rancangan State Transition Diagram Fitur About .....	135
Gambar 65	Rancangan Tampilan Antarmuka Modul Home	136
Gambar 66	Rancangan Tampilan Antarmuka Modul Classification and Image Retrieval .....	136
Gambar 67	Rancangan Tampilan Antarmuka Modul <i>Result</i> .....	137
Gambar 68	Rancangan Tampilan Antarmuka Modul <i>How To Use</i> .....	138
Gambar 69	Rancangan Tampilan Antarmuka Modul <i>About</i> .....	138
Gambar 70	Tampilan Akhir Modul Home .....	139
Gambar 71	Tampilan Akhir Modul Classification and Image Retrieval .....	139
Gambar 72	Tampilan Akhir Modul Result .....	140
Gambar 73	Tampilan Akhir Modul How To Use .....	140
Gambar 74	Tampilan Akhir Modul About .....	141
Gambar 75	Grafik Perubahan Akurasi dan Loss pada Pelatihan Model 1 .....	143
Gambar 76	Grafik Perubahan Akurasi dan Loss pada Pelatihan Model 2 .....	143
Gambar 77	<i>Classification Report</i> Hasil Pengujian Model CNN dengan Data Validasi .....	144
Gambar 78	Confusion Matrix Hasil Pengujian Model CNN dengan Data Validasi .....	145
Gambar 79	Dokumentasi Pengumpulan Data 1 .....	200
Gambar 80	Dokumentasi Pengumpulan Data 2 .....	200

---

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Contoh Data Citra Tingkat Kematangan ..	93
Lampiran 2 Contoh Data Citra Jenis Buah .....	103
Lampiran 3 Contoh Perhitungan Teori Konvolusi ....	108
Lampiran 4 Contoh Perhitungan Pada Convolutional Neural Networks Dan Euclidean Distance	111
Lampiran 5 Rancangan Diagram Alur .....	130
Lampiran 6 Rancangan Diagram Hirarki .....	131
Lampiran 7 Rancangan State Transition Diagram ....	132
Lampiran 8 Rancangan Tampilan Antarmuka .....	136
Lampiran 9 Tampilan Akhir Antarmuka .....	139
Lampiran 10 Pelatihan Model untuk Klasifikasi Citra Latih .....	142
Lampiran 11 Hasil Klasifikasi Model CNN dengan Data Validasi .....	144
Lampiran 12 Hasil Pengujian <i>Image Retrieval</i> .....	146
Lampiran 13 Contoh Citra Hasil Proses Image Retrieval .....	148
Lampiran 14 Daftar Kelas Data Citra Latih .....	198
Lampiran 15 Dokumentasi .....	200