

SKRIPSI

**EVALUASI *HYPER* PARAMETER *ONE-DIMENSIONAL*
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK
KLASIFIKASI IMAJINASI PERGERAKAN LIMA JARI
TANGAN MANUSIA BERDASARKAN SINYAL EEG**

***HYPER PARAMETER EVALUATION OF ONE-DIMENSIONAL
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR
CLASSIFICATION FIVE HAND FINGER MOTOR IMAGERY
BASED ON EEG SIGNAL***



Disusun oleh:

**MOCHAMAD FARHAN
18101198**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2022

SKRIPSI

**EVALUASI *HYPER* PARAMETER *ONE-DIMENSIONAL*
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK
KLASIFIKASI IMAJINASI PERGERAKAN LIMA JARI
TANGAN MANUSIA BERDASARKAN SINYAL EEG**

***HYPER PARAMETER EVALUATION OF ONE-DIMENSIONAL
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR
CLASSIFICATION FIVE HAND FINGER MOTOR IMAGERY
BASED ON EEG SIGNAL***



Disusun oleh:

**MOCHAMAD FARHAN
18101198**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2022

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI**


**EVALUASI *HYPER PARAMETER ONE-DIMENSIONAL
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* UNTUK KLASIFIKASI
IMAJINASI PERGERAKAN LIMA JARI TANGAN MANUSIA
BERDASARKAN SINYAL EEG**


***HYPER PARAMETER EVALUATION OF ONE-DIMENSIONAL
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR CLASSIFICATION FIVE
FINGER HAND MOTOR IMAGERY BASED ON EEG SIGNAL***


Disusun oleh
MOCHAMAD FARHAN
18101198

Telah dipertanggung jawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 22-08-2022

Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Rahmat Widadi S.Pd., M. Eng. ()
NIDN. 0631039201

Pembimbing Pendamping : Bongga Arifwidodo, S.ST., M.T. ()
NIDN. 0603118901

Penguji 1 : Jafaruddin Gusti A G. S.T.,M.T. ()
NIDN. 0620108901

Penguji 2 : Eko Fajar Cahyadi S.T., M.T. Ph.D ()
NIDN. 0616098703

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Institut Teknologi Telkom Purwokerto


Prasetyo Yulianto, S.T., M.T.
NIDN. 0620079201

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, MOCHAMAD FARHAN, menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“EVALUASI *HYPER PARAMETER ONE-DIMENSIONAL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* UNTUK KLASIFIKASI PERGERAKAN LIMA JARI TANGAN MANUSIA BERDASARKAN SINYAL EEG”** adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan keculi melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 9 Agustus 2022



DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3 BATASAN MASALAH.....	3
1.4 TUJUAN.....	3
1.5 MANFAAT.....	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB 2.....	5
2.1 KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.2 DASAR TEORI.....	8
2.2.1 <i>Electroencephalography (EEG)</i>	8
2.2.2 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	9
2.2.3 <i>Feature Learning</i>	10
2.2.4 <i>Classification</i>	12
2.2.5 <i>K-Fold Cross Validation</i>	13
2.2.6 <i>Confusion Matrix</i>	13
2.2.7 <i>Epoch</i>	14
2.2.8 <i>Batch size</i>	14
2.2.9 <i>Literasi</i>	14
2.2.10 <i>Underfitting dan Overfitting</i>	15
2.2.11 <i>Loss dan Accuracy</i>	15
BAB 3.....	16

3.1	ALAT YANG DIGUNAKAN	16
3.1.1	PERANGKAT KERAS (<i>HARDWARE</i>)	16
3.1.2	PERANGKAT LUNAK (<i>SOFTWARE</i>)	16
3.1.3	DATA SET SINYAL EEG	17
3.2	DIGRAM ALUR PENELITIAN.....	17
3.2.1	STUDI LITERATURE	18
3.2.2	MENENTUKAN MODEL SISTEM	18
3.2.3	IMPLEMENTASI MODEL SISTEM	19
3.3	TINGKAT AKURASI	24
BAB 4	25
4.1	PARAMETER PENELITIAN	25
4.2	ANALISIS HASIL	26
4.2.1	ANALISIS SINYAL EEG PADA <i>ELEKTRODE</i>	26
4.2.2	ANALISIS HASIL <i>CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK</i>	33
4.2.3	RATA-RATA AKURASI SETIAP KARNEL	115
BAB 5	117
5.1	KESIMPULAN	117
5.2	SARAN	117
DAFTAR PUSTAKA	115
LAMPIRAN	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Perekaman EEG	8
Gambar 2. 2 Penempatan Elektroda Pada Kulit Kepala	8
Gambar 2. 3 Arsitektur Convolutional Neural Network	9
Gambar 2. 4 Ilustrasi Proses Konvolusi 1D CNN	10
Gambar 2. 5 Proses Convolution Layer	11
Gambar 2. 6 maximum pooling dan average pooling	11
Gambar 2. 7 Arsitektur MPL	12
Gambar 3. 1 Alir Penelitian	18
Gambar 3. 2 Impementasi model sistem	19
Gambar 4. 1 Sinyal EEG pada elektorde Fp1	26
Gambar 4. 2 Sinyal EEG pada elektorde Fp2	26
Gambar 4. 3 Sinyal EEG pada elektorde F3	27
Gambar 4. 4 Sinyal EEG pada elektorde F4	27
Gambar 4. 5 Sinyal EEG pada elektorde C3	27
Gambar 4. 6 Sinyal EEG pada elektorde C4	28
Gambar 4. 7 Sinyal EEG pada elektorde P3	28
Gambar 4. 8 Sinyal EEG pada elektorde P4	28
Gambar 4. 9 Sinyal EEG pada elektorde O1	29
Gambar 4. 10 Sinyal EEG pada elektorde O2	29
Gambar 4. 11 Sinyal EEG pada elektorde F7	30
Gambar 4. 12 Sinyal EEG pada elektorde F8	30
Gambar 4. 13 Sinyal EEG pada elektorde T3	30
Gambar 4. 14 Sinyal EEG pada elektorde T4	31
Gambar 4. 15 Sinyal EEG pada elektorde T5	31
Gambar 4. 16 Sinyal EEG pada elektorde T6	32
Gambar 4. 17 Sinyal EEG pada elektorde Fz	32
Gambar 4. 18 Sinyal EEG pada elektorde Cz	32
Gambar 4. 19 Sinyal EEG pada elektorde Pz	33
Gambar 4. 20 Grafik traning dan validation accuracy	34
Gambar 4. 21 Confusion matrix dengan panjang karnel 1	35
Gambar 4. 22 Grafik traning dan validation accuracy	37

Gambar 4. 23 Confusion matrix dengan panjang karnel 2.....	38
Gambar 4. 24 Grafik traning dan validation accuracy	41
Gambar 4. 25 Confusion matrix dengan panjang karnel 3.....	42
Gambar 4. 26 Grafik traning dan validation accuracy	44
Gambar 4. 27 Confusion matrix dengan panjang karnel 4.....	45
Gambar 4. 28 Grafik traning dan validation accuracy	47
Gambar 4. 29 Confusion matrix dengan panjang karnel 5.....	48
Gambar 4. 30 Grafik traning dan validation accuracy	51
Gambar 4. 31 Confusion matrix dengan panjang karnel 1.....	52
Gambar 4. 32 Grafik traning dan validation accuracy	54
Gambar 4. 33 Confusion matrix dengan panjang karnel 2.....	55
Gambar 4. 34 Grafik traning dan validation accuracy	57
Gambar 4. 35 Confusion matrix dengan panjang karnel 3.....	58
Gambar 4. 36 Grafik traning dan validation accuracy	60
Gambar 4. 37 Confusion matrix dengan panjang karnel 4.....	61
Gambar 4. 38 Grafik traning dan validation accuracy	63
Gambar 4. 39 Confusion matrix dengan panjang karnel 5.....	64
Gambar 4. 40 Grafik traning dan validation accuracy	67
Gambar 4. 41 Confusion matrix dengan panjang karnel 1.....	68
Gambar 4. 42 Grafik traning dan validation accuracy	70
Gambar 4. 43 Confusion matrix dengan panjang karnel 2.....	71
Gambar 4. 44 Grafik traning dan validation accuracy	73
Gambar 4. 45 Confusion matrix dengan panjang karnel 3.....	74
Gambar 4. 46 Grafik traning dan validation accuracy	76
Gambar 4. 47 Confusion matrix dengan panjang karnel 4.....	77
Gambar 4. 48 Grafik traning dan validation accuracy	79
Gambar 4. 49 Confusion matrix dengan panjang karnel 5.....	80
Gambar 4. 50 Grafik traning dan validation accuracy	83
Gambar 4. 51 Confusion matrix dengan panjang karnel 1.....	84
Gambar 4. 52 Grafik traning dan validation accuracy	86
Gambar 4. 53 Confusion matrix dengan panjang karnel 2.....	87
Gambar 4. 54 Grafik traning dan validation accuracy	89

Gambar 4. 55 Confusion matrix dengan panjang karnel 3.....	90
Gambar 4. 56 Grafik traning dan validation accuracy	92
Gambar 4. 57 Confusion matrix dengan panjang karnel 4.....	93
Gambar 4. 58 Grafik traning dan validation accuracy	96
Gambar 4. 59 Confusion matrix dengan panjang karnel 5.....	97
Gambar 4. 60 traning dan validation accuracy.....	99
Gambar 4. 61 Confusion matrix dengan panjang karnel 1.....	100
Gambar 4. 62 traning dan validation accuracy.....	102
Gambar 4. 63 Confusion matrix dengan panjang karnel 2.....	103
Gambar 4. 64 traning dan validation accuracy.....	106
Gambar 4. 65 Confusion matrix dengan panjang karnel 3.....	107
Gambar 4. 66 traning dan validation accuracy.....	109
Gambar 4. 67 Confusion matrix dengan panjang karnel 4.....	110
Gambar 4. 68 traning dan validation accuracy.....	112
Gambar 4. 69 Confusion matrix dengan panjang karnel 5.....	113

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan penelitian yang menjadi kajian pustaka	6
Tabel 2. 2 Proses K-Fold Cross Validation.....	13
Tabel 2. 3 Confusion matrix untuk klasifikasi pergerakan jari tangan	13
Tabel 3. 1 Spesifikasi Laptop.....	16
Tabel 3. 2 Perangkat lunak yang digunakan	16
Tabel 3. 3 Nilai marker	17
Tabel 3. 4 Konfigurasi hyper parameter 1D-CNN.....	22
Tabel 3. 5 Confusion matrix pada lima kelas jari tangan.....	24
Tabel 4. 1 Hyper parameter tahapan pertama	34
Tabel 4. 2 Nilai Akurasi dengan panjang karnel 1	36
Tabel 4. 3 Hyper parameter tahapan kedua.....	37
Tabel 4. 4 Nilai akurasi dengan panjang karnel 2	39
Tabel 4. 5 Hyper parameter tahapan ketiga	40
Tabel 4. 6 Nilai akurasi dengan panjang karnel 3	43
Tabel 4. 7 Hyper parameter dengan panjang karnel 5	43
Tabel 4. 8 Nilai akurasi dengan panjang karnel 4.....	46
Tabel 4. 9 Hyper parameter dengan panjang karnel 5	47
Tabel 4. 10 Nilai akurasi dengan panjang karnel 5.....	49
Tabel 4. 11 Rata-Rata accuracy pada karnel 5	50
Tabel 4. 12 Hyper parameter dengan panjang karnel 1	50
Tabel 4. 13 Nilai akurasi dengan panjang karnel 1	53
Tabel 4. 14 Hyper parameter dengan panjang karnel 2	53
Tabel 4. 15 Nilai akurasi dengan panjang karnel 2	56
Tabel 4. 16 Hyper parameter dengan panjang karnel 3	57
Tabel 4. 17 Nilai akurasi dengan panjang karnel 3	59
Tabel 4. 18 Hyper parameter dengan panjang karnel 4	60
Tabel 4. 19 Nilai akurasi dengan panjang karnel 4.....	62
Tabel 4. 20 Hyper parameter dengan panjang karnel 5	63
Tabel 4. 21 Nilai akurasi dengan panjang karnel 5	65
Tabel 4. 22 Rata Rata accuracy pada karnel 10	66
Tabel 4. 23 Hyper parameter dengan panjang karnel 1	66

Tabel 4. 24 Nilai akurasi dengan panjang karnel 1	69
Tabel 4. 25 Hyper parameter dengan panjang karnel 2	70
Tabel 4. 26 Nilai akurasi dengan panjang karnel 2	72
Tabel 4. 27 Hyper parameter dengan panjang karnel 3	73
Tabel 4. 28 Hasil traning dan validation accuracy	75
Tabel 4. 29 Hyper parameter dengan panjang karnel 4	76
Tabel 4. 30 Nilai akurasi dengan panjang karnel 4	78
Tabel 4. 31 Hyper parameter dengan panjang karnel 5	79
Tabel 4. 32 Nilai akurasi dengan panjang karnel 5	81
Tabel 4. 33 Rata Rata accuracy pada karnel 15	82
Tabel 4. 34 Hyper parameter dengan panjang karnel 1	83
Tabel 4. 35 Nilai akurasi dengan panjang karnel 1	85
Tabel 4. 36 Hyper parameter dengan panjang karnel 2	86
Tabel 4. 37 Nilai akurasi dengan panjang karnel 2	88
Tabel 4. 38 Hyper parameter dengan panjang karnel 3	89
Tabel 4. 39 Nilai Akurasi dengan panjang karnel 3	91
Tabel 4. 40 Hyper parameter dengan panjang karnel 4	92
Tabel 4. 41 Hasil traning dan validation accuracy	94
Tabel 4. 42 Hyper parameter dengan panjang karnel 5	95
Tabel 4. 43 Nilai akurasi dengan panjang karnel 5	98
Tabel 4. 44 Rata Rata accuracy pada karnel 20	98
Tabel 4. 45 Hyper parameter dengan panjang karnel 1	99
Tabel 4. 46 Nilai akurasi dengan panjang karnel 1	101
Tabel 4. 47 Hyper parameter dengan panjang karnel 2	102
Tabel 4. 48 Nilai akurasi dengan panjang karnel 2	104
Tabel 4. 49 Hyper parameter dengan panjang karnel 3	105
Tabel 4. 50 Nilai Akurasi dengan panjang karnel 3	108
Tabel 4. 51 Hyper parameter dengan panjang karnel 4	108
Tabel 4. 52 Nilai akurasi dengan panjang karnel 4	111
Tabel 4. 53 Hyper parameter dengan panjang karnel 5	112
Tabel 4. 54 Nilai akurasi dengan panjang karnel 5	114
Tabel 4. 55 Rata Rata accuracy pada karnel 25	115

Tabel 4. 56 Rata rata accuracy setiap karnel.....	116
---	-----