

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hidroponik Selada (Yulita & Migusnawati, 2023)	II-1
Gambar 2. 2 Tabel pH dan PPM Sayuran Daun (Bayu Wn, 2016)	II-2
Gambar 2. 3 Sistem Kontrol Terbuka (Goswami & Malhotra, 2017)	II-5
Gambar 2. 4 Sistem Kontrol Tertutup (Goswami & Malhotra, 2017)	II-6
Gambar 2. 5 Lapisan ANN (Wijaya, 2019)	II-7
Gambar 2. 6 Struktur ANN (Euis Saraswati et al., 2021)	II-8
Gambar 2. 7 Fungsi Aktivasi Sigmoid	II-9
Gambar 2. 8 Fungsi Aktivasi TanH	II-10
Gambar 2. 9 Fungsi Aktivasi ReLU	II-10
Gambar 2. 10 Fungsi Aktivasi Linear	II-11
Gambar 2. 11 Sensor pH (Susilo et al., 2023)	II-26
Gambar 2. 12 Sensor PPM (Chuzaini & Dzulkiflih, 2022)	II-27
Gambar 2. 13 Sensor Suhu DS18B20	II-28
Gambar 2. 14 Sensor HCSR-04 (Arifin et al., 2022)	II-28
Gambar 2. 15 Portenta Breakout H7(Input et al., 2023)	II-29
Gambar 2. 16 Pompa Peristaltik (Maryanto et al., 2018)	II-30
Gambar 2. 17 <i>Relay</i> (Nugraha, 2019)	II-31
Gambar 2. 18 Konsep IoT (Efendi, 2018)	II-32
Gambar 2. 19 Tampilan <i>Wireshark</i> (Dokumentasi Pribadi)	II-36
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian	III-1
Gambar 3. 2 Diagram Blok Perancangan Sistem	III-2
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem	III-3
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Sistem	III-4
Gambar 3. 5 Inisialisasi Bobot dan Bias	III-8
Gambar 3. 6 Algoritma <i>Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation</i> ...	III-9
Gambar 3. 7 Skematik Sistem	III-13
Gambar 3. 8 <i>Design Case & Layout</i> Komponen Sistem	III-14
Gambar 3. 9 <i>Design Case & Layout Peristaltic Pump</i>	III-15
Gambar 3. 10 Pengujian Unit Sensor pH	III-17
Gambar 3. 11 Pengujian Unit Sensor TDS	III-19
Gambar 3. 12 Pengujian Unit Sensor Suhu	III-19

Gambar 3. 13 Pengujian Unit HCSR-04.....	III-21
Gambar 3. 14 Pengujian Unit Model	III-21
Gambar 3. 15 Pengujian Akurasi, Korelasi dan Kestabilan Model ANN.....	III-23
Gambar 3. 16 Pengujian Konektivitas IoT.....	III-25
Gambar 3. 17 Subjek dan Objek Penelitian	III-29
Gambar 4. 1 Metode Pengujian Sensor pH air.....	IV-2
Gambar 4. 2 Grafik Galat Pengukuran Sensor pH.....	IV-4
Gambar 4. 3 Metode Pengujian Sensor TDS	IV-5
Gambar 4. 4 Galat Pengukuran Sensor TDS.....	IV-7
Gambar 4. 5 Metode Pengujian Sensor Suhu	IV-8
Gambar 4. 6 Grafik Galat Pengukuran Sensor Suhu.....	IV-10
Gambar 4. 7 Metode Pengujian Sensor Ketinggian Gelombang	IV-11
Gambar 4. 8 Grafik Galat Pengukuran Sensor Ketinggian Gelombang	IV-13
Gambar 4. 9 Proses Akuisisi Data.....	IV-14
Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Perilaku Kontrol pH	IV-20
Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Perilaku Kontrol PPM.....	IV-23
Gambar 4. 12 Grafik Distribusi Deviasi pH dari Target.....	IV-25
Gambar 4. 13 Grafik Distribusi Deviasi PPM dari Target.....	IV-27
Gambar 4. 14 Grafik Pengaruh Durasi Kerja pH Up terhadap PPM	IV-29
Gambar 4. 15 Grafik Pengaruh Durasi Kerja pH Down terhadap PPM	IV-31
Gambar 4. 16 Grafik <i>Mean Squared Error (MSE) 2 Hidden Neuron</i> dengan Pemrograman Manual	IV-68
Gambar 4. 17 Grafik Korelasi Pearson (R) 2 Hidden Neuron dengan Pemrograman Manual	IV-70
Gambar 4. 18 Grafik <i>Mean Squarred Error (MSE) 3 Hidden Neuron</i> dengan Pemrograman Manual	IV-71
Gambar 4. 19 Grafik Korelasi Pearson (R) 3 Neuron Hidden dengan Pemrograman Manual	IV-73
Gambar 4. 20 Grafik <i>Mean Squarred Error (MSE) 4 Neuron Hidden</i> dengan Pemrograman Manual	IV-74
Gambar 4. 21 Grafik Korelasi Pearson (R) 4 Neuron Hidden dengan Pemrograman Manual	IV-75

Gambar 4. 22 Grafik <i>Mean Squarred Error</i> (MSE) 5 <i>Neuron Hidden</i> dengan Pemrograman Manual	IV-76
Gambar 4. 23 Grafik Korelasi Pearson (R) 5 <i>Neuron Hidden</i> dengan Pemrograman Manual	IV-78
Gambar 4. 24 Grafik <i>Mean Squarred Error</i> (MSE) 6 <i>Neuron Hidden</i> dengan Pemrograman Manual	IV-79
Gambar 4. 25 Grafik Korelasi Pearson (R) 6 <i>Neuron Hidden</i> dengan Pemrograman Manual	IV-81
Gambar 4. 26 Grafik <i>Mean Squarred Error</i> (MSE) 7 <i>Neuron Hidden</i> dengan Pemrograman Manual	IV-82
Gambar 4. 27 Grafik Korelasi Pearson (R) 7 <i>Neuron Hidden</i> dengan Pemrograman Manual	IV-83
Gambar 4. 28 Grafik <i>Mean Squarred Error</i> (MSE) 8 <i>Neuron Hidden</i> dengan Pemrograman Manual	IV-84
Gambar 4. 29 Grafik Korelasi Pearson (R) 8 <i>Neuron Hidden</i> dengan Pemrograman Manual	IV-86
Gambar 4. 30 Grafik <i>Mean Squarred Error</i> (MSE) 9 <i>Neuron Hidden</i> dengan Pemrograman Manual	IV-87
Gambar 4. 31 Grafik Korelasi Pearson (R) 9 <i>Neuron Hidden</i> dengan Pemrograman Manual	IV-89
Gambar 4. 32 Grafik <i>Mean Squarred Error</i> (MSE) 10 <i>Neuron Hidden</i> dengan Pemrograman Manual	IV-90
Gambar 4. 33 Grafik Korelasi Pearson (R) 10 <i>Neuron Hidden</i> dengan Pemrograman Manual	IV-91
Gambar 4. 34 Tampilan Awal <i>Neural Network Toolbox</i>	IV-94
Gambar 4. 35 Inisialisasi Input dan Target <i>Neural Network Toolbox</i>	IV-95
Gambar 4. 36 Inisialisasi Parameter Pelatihan <i>Neural Network Toolbox</i>	IV-95
Gambar 4. 37 <i>Training Progres Neural Network Toolbox</i>	IV-96
Gambar 4. 38 Parameter Evaluasi <i>Neural Network Toolbox</i>	IV-96
Gambar 4. 39 <i>Export Model Terbaik Neural Network Toolbox</i>	IV-97
Gambar 4. 40 Grafik <i>Mean Squarred Error</i> (MSE) 2 <i>Neuron Hidden</i> dengan <i>Neural Network Toolbox</i>	IV-99

Gambar 4. 41 Grafik Korelasi Pearson (R) 2 Neuron Hidden dengan <i>Neural Network Toolbox</i>	IV-100
Gambar 4. 42 Grafik Mean Squarred Error (MSE) 3 Neuron Hidden dengan <i>Neural Network Toolbox</i>	IV-101
Gambar 4. 43 Grafik Korelasi Pearson (R) 3 Neuron <i>Hidden</i> dengan <i>Neural Network Toolbox</i>	IV-101
Gambar 4. 44 Grafik <i>Mean Squarred Error</i> (MSE) 4 Neuron <i>Hidden</i> dengan <i>Neural Network Toolbox</i>	IV-102
Gambar 4. 45 Grafik Korelasi Pearson (R) 4 Neuron Hidden dengan <i>Neural Network Toolbox</i>	IV-103
Gambar 4. 46 Grafik <i>Mean Squarred Error</i> (MSE) 5 Neuron Hidden.....	IV-104
Gambar 4. 47 Grafik Korelasi Pearson (R) 5 Neuron Hidden dengan <i>Neural Network Toolbox</i>	IV-105
Gambar 4. 48 Grafik <i>Mean Squarred Error</i> (MSE) 6 Neuron <i>Hidden</i>	IV-106
Gambar 4. 49 Grafik Korelasi Pearson (R) 6 Neuron Hidden	IV-106
Gambar 4. 50 Grafik <i>Mean Squared Error</i> (MSE) 7 Neuron <i>Hidden ANN Toolbox</i>	IV-108
Gambar 4. 51 Grafik Korelasi Pearson (R) 7 Neuron Hidden ANN Toolbox.....	IV-108
Gambar 4. 52 Grafik <i>Mean Squarred Error</i> (MSE) 8 Neuron <i>Hidden ANN Toolbox</i>	IV-110
Gambar 4. 53 Grafik Korelasi Pearson (R) 8 Neuron <i>Hidden ANN Toolbox</i>	IV-110
Gambar 4. 54 Grafik <i>Mean Squarred Error</i> (MSE) 9 Neuron <i>Hidden ANN Toolbox</i>	IV-111
Gambar 4. 55 Grafik Korelasi Pearson (R) 9 Neuron <i>Hidden ANN Toolbox</i>	IV-112
Gambar 4. 56 Grafik <i>Mean Squared Error</i> (MSE) 10 Neuron <i>Hidden ANN Toolbox</i>	IV-113
Gambar 4. 57 Grafik Korelasi Pearson (R) 10 Neuron <i>Hidden ANN Toolbox</i>	IV-114
Gambar 4. 58 Testing Pada Fold 1	IV-119
Gambar 4. 59 Testing Pada Fold 2	IV-120
Gambar 4. 60 Testing Pada Fold 3	IV-121

Gambar 4. 61 Testing Pada Fold 4.....	IV-121
Gambar 4. 62 Testing Pada Fold 5.....	IV-122
Gambar 4. 63 Grafik Kinerja Model Prediksi.....	IV-125
Gambar 4. 64 Model Arsitektur 2;7;3 <i>Artificial Neural Network</i> (ANN)	IV-126
Gambar 4. 65 Simulasi Model <i>Artificial Neural Network</i> (ANN) Simulink MATLAB.....	IV-129
Gambar 4. 66 Slider <i>Input</i> pH dan PPM	IV-130
Gambar 4. 67 Normalisasi <i>Input</i> pH dan PPM	IV-130
Gambar 4. 68 Proses <i>Feedforward Propagation</i>	IV-131
Gambar 4. 69 Denormalisasi Signal Durasi pH Up	IV-132
Gambar 4. 70 <i>Threshold</i>	IV-132
Gambar 4. 71 Denormalisasi Signal Durasi pH Down	IV-133
Gambar 4. 72 Denormalisasi Signal Durasi PPM AB Mix.....	IV-133
Gambar 4. 73 Komunikasi IoT Thingspeak.....	IV-134
Gambar 4. 74 Integrasi Sistem ANN (<i>Artificial Neural Network</i>)	IV-148
Gambar 4. 75 Visualisasi Tren Respon Durasi Pompa Sistem ANN (<i>Artificial Neural Network</i>).....	IV-157
Gambar 4. 76 Grafik RMSE pH terhadap Target	IV-159
Gambar 4. 77 Grafik RMSE PPM terhadap Target	IV-160
Gambar 4. 78 Grafik Korelasi Pearson Pengaruh Durasi Kerja Pompa Cairan pH terhadap Perubahan Nilai pH	IV-163
Gambar 4. 79 Grafik Korelasi Pearson Pengaruh Durasi Kerja Pompa Cairan Nutrisi AB Mix terhadap Perubahan Nilai PPM.....	IV-165
Gambar 4. 80 Grafik Korelasi Pearson Pengaruh Durasi Kerja Pompa Cairan pH terhadap Perubahan Nilai PPM	IV-167
Gambar 4. 81 Grafik Korelasi Pearson Pengaruh Durasi Kerja Pompa Cairan Nutrisi AB Mix terhadap Perubahan pH.....	IV-169
Gambar 4. 82 Grafik Standar Deviasi	IV-171
Gambar 4. 83 Koefisien Variansi.....	IV-173
Gambar 4. 84 Parsing Data di Node-Red.....	IV-175
Gambar 4. 85 Tampilan Database MySQL.....	IV-176
Gambar 4. 86 Tampilan <i>Login</i> dan <i>Signup</i>	IV-177

Gambar 4. 87 Tampilan <i>Realtime</i> Sensor	IV-177
Gambar 4. 88 Tampilan Grafik Tren Histori	IV-178
Gambar 4. 89 Tampilan Pengaturan Jaringan	IV-179
Gambar 4. 90 Tampilan Profil Developer.....	IV-179
Gambar 4. 91 Pengujian Komunikasi	IV-180