UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengembangan Sistem Prediksi Berbasis Internet of Things dalam Smart Farming: Perbandingan Performa
LSTM dan ARIMA pada Smart Farming PIAT UGM**
NINDI KUSUMA NINGRUM, I Wayan Mustika, S.T., M.Eng., Ph.D.;Ir. Lukito Edi Nugroho, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
KATA PENGANTAR iv
CATATAN REVISI DOKUMEN vi
ABSTRAK vii
ABSTRACT viii
RINGKASAN EKSEKUTIF ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xiii
PENDAHULUAN 1
I. PENYESUAIAN RANCANGAN DAN REALISASI 2
1.1. Penyesuaian Rancangan dan Realisasi Hardware 3
1.2. Penyesuaian Rancangan dan Realisasi Aplikasi Web 3
1.3. Penyesuaian Rancangan dan Realisasi *Web Service* Analisis Prediktif 4
II. PROSES DESAIN DAN IMPLEMENTASI 5
2.1. Proses Desain dan Implementasi Hardware 5
2.2. Proses Desain dan Implementasi Aplikasi Web 24
2.3. Proses Desain dan Implementasi *Web service* Analisis Prediktif 35
III. PENGUJIAN, ANALISIS DAN REVISI RANCANGAN 54
3.1. Pengujian Hardware 54
3.2. Metode, Proses, dan Analisis Pengujian Web App 61
3.3. Metode, Proses, dan Analisis Pengujian *Web Service* Analisis Prediktif 64
Kesimpulan 75
Saran 76
Referensi 79
Lampiran L-1 81
Lampiran L-2 82
Lampiran L-3 84
Lampiran L-4 85
Lampiran L-5 93
Lampiran L-6 113
Lampiran L-7 116

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Pengembangan Sistem Prediksi Berbasis Internet of Things dalam Smart Farming: Perbandingan Performa LSTM dan ARIMA pada Smart Farming PIAT UGM
NINDI KUSUMA NINGRUM, I Wayan Mustika, S.T., M.Eng., Ph.D.;Ir. Lukito Edi Nugroho, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1. Gambaran Rancangan Awal Sistem....2
Gambar I-2. Gambaran Rancangan Sistem setelah Penyesuaian....3
Gambar II-1. Segitiga Tekstur Tanah Berdasarkan Ukuran Partikel yang Disusun oleh USDA..5
Gambar II-2. WATERMARK Soil Moisture Sensor – Model 200SS....6
Gambar II-3. Skematis Isolasi....9
Gambar II-4. Rangkaian *Astable Multivibrator*....10
Gambar II-5. *Output* Sinyal Rangkaian *Astable Multivibrator*....11
Gambar II-6. Osilator dengan *duty cycle* 50% [3]....11
Gambar II-7. Skematis Rangkaian Pembacaan Sensor....12
Gambar II-8. Mikrokontroler STM32L476 pada *Board* Nucleo dengan 64 pin....13
Gambar II-9. Tampilan Jendela Editor Keil µVision 5....14
Gambar II-10. Tampilan Jendela Konfigurasi STM32CubeMX Versi 5.6.0.....15
Gambar II-11. Diagram Alir Modul *Firmware* Mode *Low-power*....17
Gambar II-12. Koneksi antara *Shield* Sensor Watermark dengan STM32L476....18
Gambar II-13. Diagram Alir Pembacaan Sensor Watermark....19
Gambar II-14. Diagram Alir Pemilihan Sensor Watermark....20
Gambar II-15. Pengaturan Pin Awal pada *Board* oleh STM32CubeMX....21
Gambar II-16. Tampilan Konfigurasi *Clock* pada STM32CubeMX....22
Gambar II-17. Tampilan Pengaturan Pin yang Sudah Dikonfigurasi pada STM32CubeMX....23
Gambar II-18. Diagram Alir Implementasi *Hardware*....24
Gambar II-19. Gambar Struktur Aplikasi Web....24
Gambar II-20. *Popup* Penambahan Menu (kiri) dan Tampilan Aplikasi Web di Beranda....34
Gambar II-21. Alur Pergerakan Data pada Sistem *Smart Farming*....35
Gambar II-22. *Memory Cell* dan *Gate Units* pada LSTM....39
Gambar II-23. Tahapan Pemrosesan Data pada Algoritma ARIMA.....46
Gambar III-1. Pengujian Bentuk Sinyal *Shield* pada Osiloskop....55
Gambar III-2. Tampilan *serial monitor* hasil pembacaan menggunakan mikrokontroler....56
Gambar III-3. Tampilan *Serial Monitor* Hasil Pengujian Modul *Firmware Low-Power*....57
Gambar III-4. Tampilan *Serial Monitor* Hasil Pengujian Integrasi Semua Modul....57
Gambar III-5. Grafik Hasil Kalibrasi Frekuensi terhadap Hambatan Shield....59
Gambar III-6. Tangkapan Layar Aplikasi *Curve Fitting Tool* dari MATLAB....60
Gambar III-7. Persentase Residual (Galat) untuk Setiap Nilai Pengukuran Resistansi....61

Pengembangan Sistem Prediksi Berbasis Internet of Things dalam Smart Farming: Perbandingan Performa
LSTM dan ARIMA pada Smart Farming PIAT UGM
NINDI KUSUMA NINGRUM, I Wayan Mustika, S.T., M.Eng., Ph.D.;Ir. Lukito Edi Nugroho, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar III-8. Data Sinusoidal 66
Gambar III-9. Data Pembanding *Soil Water Tension* 66
Gambar III-10. Hasil Plot Kehilangan Data 68
Gambar III-11. Hasil Prediksi Sinusoidal Dengan LSTM 68
Gambar III-12. *Dataset* Sinusoidal untuk ARIMA 69
Gambar III-13. Hasil Prediksi ARIMA pada *Dataset* 69
Gambar III-14. Hasil Prediksi ARIMA Data Sinusoidal 1 70
Gambar III-15. Hasil Prediksi ARIMA Data Sinusoidal 2 70
Gambar III-16. Hasil Prediksi Data Pembanding dengan LSTM 71
Gambar III-17. Perbedaan Hasil Prediksi dan Nilai Riil 72
Gambar III-18. Dekomposisi Seasonal 72
Gambar III-19. Hasil Prediksi Data Pembanding dengan ARIMA 1 73
Gambar III-20. Hasil Prediksi Data Pembanding dengan ARIMA 2 73
Gambar III-21. Perbedaan Nilai Hasil Prediksi dan Nilai Riil 74

Pengembangan Sistem Prediksi Berbasis Internet of Things dalam Smart Farming: Perbandingan Performa
LSTM dan ARIMA pada Smart Farming PIAT UGM
NINDI KUSUMA NINGRUM, I Wayan Mustika, S.T., M.Eng., Ph.D.;Ir. Lukito Edi Nugroho, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel II-1. Konfigurasi Pin untuk Pemilihan Sensor 19
Tabel II-2. Daftar API IoT *Dashboard* 32
Tabel II-3. API Analisis Prediksi 33
Tabel II-4. Perbandingan ANN, RNN, dan CNN 38
Tabel II-5. Skala Penilaian Akurasi Berdasarkan Ukuran MAPE (Lewis, 1982) 48
Tabel III-1. Hasil Pengujian Pembacaan Sensor dan Perbandingan Menggunakan Alat Ukur 56
Tabel III-2. Perbandingan Konsumsi Setiap Mode *Low-Power* STM32L476 58
Tabel III-3. Pengukuran Konsumsi Daya dengan Berbagai Pengaturan *Clock Auxiliary pada mode Shutdown* 59
Tabel III-4. Skenario Pengujian Aplikasi Web 61
Tabel III-5. Konfigurasi Algoritma 65
Tabel III-6. Tingkat Akurasi Setiap Level Prediksi 66
Tabel III-7. Perbandingan Performa Model LSTM dan ARIMA 74