

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur <i>Internet of Things</i> [13]	8
Gambar 2.4 Pita Frekuensi <i>Wi-Fi HaLow</i> [15]	10
Gambar 2.5 Arsitektur <i>Wi-Fi HaLow</i> [15]	10
Gambar 2.6 Fitur dan Keunggulan <i>Wi-Fi HaLow</i> [15]	11
Gambar 2.7 <i>Wi-Fi HaLow Extender</i> Frekuensi 915 MHz [19]	12
Gambar 2.8 Mikrokontroler ESP32 [24]	14
Gambar 2.9 Sensor Kelembapan Tanah [27]	15
Gambar 2.10 <i>Message Queuing Telemetry Transport</i> (MQTT) [32]	17
Gambar 2.11 Arsitektur MQTT [33]	17
Gambar 2.12 EMQX MQTT Broker [37]	18
Gambar 2.13 <i>Software</i> Node-Red [40]	19
Gambar 2.14 Arsitektur <i>Smart Agriculture</i> [43]	20
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian	24
Gambar 3.2 Laptop	25
Gambar 3.3 Sensor Kelembapan Tanah YL-69	26
Gambar 3.4 Sensor Kelembapan Tanah <i>Stainless Steel</i>	26
Gambar 3.5 Mikrokontroler ESP32	27
Gambar 3.6 <i>Access Point/Router</i>	27
Gambar 3.7 <i>Wi-Fi HaLow Extender</i>	28
Gambar 3.8 Kabel <i>Ethernet</i>	29
Gambar 3.9 <i>Software</i> Arduino IDE	29
Gambar 3.10 EMQX MQTT Broker	30
Gambar 3.11 <i>Software</i> Wireshark	30
Gambar 3.12 Node-RED	31
Gambar 3.13 Alur Perancangan Sistem	32
Gambar 3.14 Diagram Blok Sistem	32
Gambar 3.15 Diagram Alir Sistem	33
Gambar 3.16 Rancangan Perangkat Keras Sistem	33
Gambar 3.17 Rancangan Perangkat Lunak Sistem	34
Gambar 3.18 Desain Koneksi <i>End Device</i>	35
Gambar 3.19 Blok Pengujian <i>Quality of Service</i> (QoS)	38
Gambar 3.20 <i>Flowchart</i> Pengukuran <i>Packet Loss</i> Pengiriman Paket Data	39
Gambar 3.21 <i>Flowchart</i> Pengukuran <i>Delay</i>	41
Gambar 3.22 <i>Flowchart</i> Pengukuran <i>Jitter</i>	42
Gambar 3.23 <i>Flowchart</i> Pengukuran Jarak Jangkauan Maksimal	44
Gambar 3.24 Alokasi <i>End Device</i> dan <i>Gateway</i> pada Pengukuran	45
Gambar 4.1 Perangkat Sensor Kelembapan Tanah	46
Gambar 4.2 Tampilan Data pada Node-RED	47
Gambar 4.3 Nilai PMS710 Tanah Tanpa Tambahan Air Percobaan 1	48
Gambar 4.4 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah Tanpa Tambahan Air Percobaan 1	48
Gambar 4.5 Nilai PMS710 Tanah Tanpa Tambahan Air Percobaan 2	49

Gambar 4.6 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah Tanpa Tambahan Air Percobaan 2	49
Gambar 4.7 Nilai PMS710 Tanah Tanpa Tambahan Air Percobaan 3	50
Gambar 4.8 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah Tanpa Tambahan Air Percobaan 3	50
Gambar 4.9 Nilai PMS710 Tanah Tanpa Tambahan Air Percobaan 4	51
Gambar 4.10 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah Tanpa Tambahan Air Percobaan 4	51
Gambar 4.11 Nilai PMS710 Tanah Tanpa Tambahan Air Percobaan 5	52
Gambar 4.12 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah Tanpa Tambahan Air Percobaan 5	52
Gambar 4.13 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 25 ml Percobaan 1	53
Gambar 4.14 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 25 ml Percobaan 1	53
Gambar 4.15 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 25 ml Percobaan 2	54
Gambar 4.16 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 25 ml Percobaan 2	54
Gambar 4.17 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 25 ml Percobaan 3	55
Gambar 4.18 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 25 ml Percobaan 3	55
Gambar 4.19 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 25 ml Percobaan 4	56
Gambar 4.20 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 25 ml Percobaan 4	56
Gambar 4.21 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 25 ml Percobaan 5	56
Gambar 4.22 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 25 ml Percobaan 5	57
Gambar 4.23 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 50 ml Percobaan 1	58
Gambar 4.24 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 50 ml Percobaan 1	58
Gambar 4.25 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 50 ml Percobaan 2	59
Gambar 4.26 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 50 ml Percobaan 2	59
Gambar 4.27 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 50 ml Percobaan 3	60
Gambar 4.28 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 50 ml Percobaan 3	60
Gambar 4.29 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 50 ml Percobaan 4	61
Gambar 4.30 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 50 ml Percobaan 4	61
Gambar 4.31 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 50 ml Percobaan 5	62
Gambar 4.32 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 50 ml Percobaan 5	62
Gambar 4.33 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 75 ml Percobaan 1	63
Gambar 4.34 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 75 ml Percobaan 1	63
Gambar 4.35 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 75 ml Percobaan 2	64
Gambar 4.36 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 75 ml Percobaan 2	64
Gambar 4.37 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 75 ml Percobaan 3	64
Gambar 4.38 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 75 ml Percobaan 3	65
Gambar 4.39 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 75 ml Percobaan 4	65
Gambar 4.40 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 75 ml Percobaan 4	65
Gambar 4.41 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 75 ml Percobaan 5	66
Gambar 4.42 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 75 ml Percobaan 5	66
Gambar 4.43 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 100 ml Percobaan 1	67
Gambar 4.44 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 100 ml Percobaan 1	67
Gambar 4.45 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 100 ml Percobaan 2	68
Gambar 4.46 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 100 ml Percobaan 2	68
Gambar 4.47 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 100 ml Percobaan 3	69
Gambar 4.48 <i>Soil</i> Data YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 100 ml Percobaan 3	69
Gambar 4.49 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 100 ml Percobaan 4	69

Gambar 4.50 <i>Soil Data</i> YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 100 ml Percobaan 4	70
Gambar 4.51 Nilai PMS710 Tanah dengan Tambahan Air 100 ml Percobaan 5	70
Gambar 4.52 <i>Soil Data</i> YL-69 Tanah dengan Tambahan Air 100 ml Percobaan 5	70
Gambar 4.53 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 65 Meter Percobaan 1	74
Gambar 4.54 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 65 Meter Percobaan 2	75
Gambar 4.55 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 65 Meter Percobaan 3	75
Gambar 4.56 <i>Capture Dashboard</i> Node-Red pada Jarak 65 Meter	76
Gambar 4.57 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 105 Meter Percobaan 1	77
Gambar 4.58 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 105 Meter Percobaan 2	78
Gambar 4.59 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 105 Meter Percobaan 3	78
Gambar 4.60 <i>Capture Dashboard</i> Node-Red pada Jarak 105 Meter	79
Gambar 4.61 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 160 Meter Percobaan 1	80
Gambar 4.62 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 160 Meter Percobaan 2	80
Gambar 4.63 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 160 Meter Percobaan 3	81
Gambar 4.64 <i>Capture Dashboard</i> Node-Red pada Jarak 160 Meter	82
Gambar 4.65 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 215 Meter Percobaan 1	83
Gambar 4.66 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 215 Meter Percobaan 2	83
Gambar 4.67 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 215 Meter Percobaan 3	84
Gambar 4.68 <i>Capture Dashboard</i> Node-Red pada Jarak 215 Meter	84
Gambar 4.69 <i>Packet Loss</i> pada Pengukuran <i>Quality of Service</i>	86
Gambar 4.70 <i>Delay</i> pada Pengukuran <i>Quality of Service</i>	88
Gambar 4.71 <i>Jitter</i> pada Pengukuran <i>Quality of Service</i>	91
Gambar 4.72 Skenario Pengujian Jangkauan Maksimal	92
Gambar 4.73 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 230 Meter	93
Gambar 4.74 <i>Capture Dashboard</i> Node-Red pada Jarak 230 Meter	93
Gambar 4.75 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 300 Meter	94
Gambar 4.76 <i>Capture Dashboard</i> Node-Red pada Jarak 300 Meter	94
Gambar 4.77 <i>Capture File</i> Wireshark pada Jarak 450 Meter	95
Gambar 4.78 <i>Capture Dashboard</i> Node-Red pada Jarak 450 Meter	95