

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Industrial IoT	8
2.2.2 PLC Schneider M251	9
2.2.3 Modbus	11
2.2.4 OPC UA	14
2.2.5 OPEN62541	18
2.2.6 MQTT	19
2.2.7 Node-RED.....	21
2.2.8 Mosquitto	22
2.2.9 Eclipse Paho MQTT	22
2.2.10 Amazon Web Services	22
2.2.11 Kinerja sistem IoT	23
2.3 Analisis Perbandingan Metode	23
2.4 Pertanyaan Tugas Akhir	25
BAB III Metode Penelitian.....	26
3.1 Alat dan Bahan Tugas akhir	26
3.1.1 Alat Tugas akhir.....	26



3.1.2	Bahan Tugas akhir	26
3.2	Metode yang Digunakan.....	27
3.3	Alur Tugas Akhir	27
3.4	Arsitektur Sistem Industrial IoT yang Dirancang	30
3.5	<i>Plant</i> yang Digunakan	30
3.6	Pemrograman PLC Schneider M251	31
3.6.1	Konfigurasi Modbus	35
3.6.2	Konfigurasi OPC UA	37
3.7	Pemasangan Broker MQTT di <i>Cloud</i>	39
3.8	Perancangan Sistem IIoT dengan Modbus.....	41
3.9	Perancangan Sistem IIoT dengan OPC UA	45
3.10	Pengujian Sistem.....	54
3.10.1	Pengujian Waktu Respons	54
3.10.2	Pengujian Keandalan Data.....	55
3.10.3	Pengujian Penggunaan Sumber Daya	55
3.10.4	Pengujian Keamanan Data.....	55
BAB IV	Hasil dan Pembahasan.....	56
4.1	Sistem Industrial IoT yang Dirancang	56
4.1.1	Sistem dengan Modbus dan MQTT	56
4.1.2	Sistem dengan OPC UA dan MQTT	57
4.1.3	Klien MQTT yang Digunakan.....	59
4.2	Analisis Kedua Sistem Industrial IoT yang Telah Dirancang	60
4.2.1	Waktu Respons	60
4.2.2	Keandalan Data	61
4.2.3	Penggunaan Sumber Daya.....	62
4.2.4	Keamanan Data	64
BAB V	Kesimpulan dan Saran.....	65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....		66
LAMPIRAN		L-1
L.1	Foto <i>Plant</i>	L-1
L.2	<i>Flow Node-RED</i> untuk sistem Modbus dan MQTT	L-5
L.3	kode untuk sistem OPC UA dan MQTT	L-6
L.4	<i>Flow Node-RED</i> klien MQTT	L-11



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Function code</i> Modbus	12
Tabel 2.2	<i>Control Packet</i> dan <i>Flags</i> MQTT	20
Tabel 2.3	Perbandingan Studi Pustaka	24
Tabel 2.3	Lanjutan Tabel Perbandingan Studi Pustaka	25
Tabel 3.1	Hubungan <i>valve</i> dengan keadaan/ <i>state</i>	35
Tabel 3.2	<i>Mapping</i> Memori Variabel Modbus	35
Tabel 3.2	Lanjutan <i>Mapping</i> Memori Variabel Modbus	36
Tabel 3.2	Lanjutan <i>Mapping</i> Memori Variabel Modbus	37
Tabel 3.3	<i>Firewall</i> instan EC2	39
Tabel 4.1	Waktu respons data	60
Tabel 4.2	Rasio kesalahan data dari PLC ke MQTT	61
Tabel 4.3	Rasio kesalahan data dari MQTT ke PLC	61
Tabel 4.4	Penggunaan prosesor kedua sistem	62
Tabel 4.5	Penggunaan memori kedua sistem	63
Tabel 4.6	Perbandingan keamanan protokol Modbus dengan OPC UA	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Publikasi artikel mengenai IoT [1]	1
Gambar 1.2	Persentase penggunaan protokol industri [2]	2
Gambar 2.1	Arsitektur tiga lapis	9
Gambar 2.2	Arsitektur lima lapis	9
Gambar 2.3	TM251MESE(kiri) dan TM251MESC(kanan)	10
Gambar 2.4	Modul Ekspansi TM3	10
Gambar 2.5	Modbus <i>stack</i>	11
Gambar 2.6	Komunikasi <i>client/server</i>	11
Gambar 2.7	Format data untuk membaca <i>coils</i>	13
Gambar 2.8	Format data untuk membaca <i>holding register</i>	13
Gambar 2.9	Format data untuk menulis sebuah nilai ke <i>register</i>	14
Gambar 2.10	Format data ketika terjadi kesalahan	14
Gambar 2.11	Model objek OPC UA	16
Gambar 2.12	Model <i>Node</i> OPC UA	16
Gambar 2.13	Model referensi OPC UA	16
Gambar 2.14	Model keamanan OPC UA	17
Gambar 2.15	Format data MQTT	19
Gambar 2.16	Komunikasi data pada MQTT	21
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	29
Gambar 3.2	Arsitektur sistem Industrial IoT	30
Gambar 3.3	P&ID <i>Plant</i> adsorpsi minyak mentah	31
Gambar 3.4	Ekspansi TM3 pada Machine Expert	32
Gambar 3.5	<i>Mapping I/O</i>	33
Gambar 3.6	<i>Ladder diagram input</i> dan logika <i>latch</i>	34
Gambar 3.7	<i>Ladder diagram</i> untuk <i>valve</i>	34
Gambar 3.8	Pengaturan ethernet 1	37
Gambar 3.9	Pengaturan OPC UA	38
Gambar 3.10	Pengaturan variabel untuk OPC UA	38
Gambar 3.11	Sistem untuk membaca data Modbus	41
Gambar 3.12	<i>Flowchart</i> sistem untuk membaca data Modbus	42
Gambar 3.13	Sistem untuk menuliskan data Modbus	43
Gambar 3.14	<i>Flowchart</i> sistem untuk menulis data Modbus	44
Gambar 3.15	<i>Flowchart</i> sistem untuk monitor data OPC UA	47
Gambar 3.16	<i>Flowchart</i> sistem untuk menulis data OPC UA	52
Gambar 4.1	<i>Flow Node-RED</i> untuk mengendalikan PLC	56
Gambar 4.2	<i>Flow Node-RED</i> untuk monitor data	57
Gambar 4.3	Program OPC UA dijalankan di awal	58
Gambar 4.4	Program ketika terjadi perubahan data	58
Gambar 4.5	Program ketika terdapat pesan MQTT	59
Gambar 4.6	UI untuk klien MQTT pada Node-RED	59
Gambar 4.7	Klien MQTT pada <i>smartphone</i>	60
Gambar 4.8	Komunikasi Modbus untuk menulis data	62
Gambar 4.9	Respons OPC UA saat menulis data ke <i>node</i>	62



Gambar 4.10	Penggunaan prosesor pada kedua sistem	63
Gambar 4.11	Penggunaan memori pada kedua sistem	63
Gambar 1	<i>Plant</i> adsorpsi minyak mentah	L-1
Gambar 2	Panel pada <i>Plant</i>	L-2
Gambar 3	<i>Wiring</i> PLC pada <i>Plant</i>	L-3
Gambar 4	<i>Wiring plant</i> bagian belakang	L-4