



Institut Teknologi Nasional Malang

**SKRIPSI – TEKNIK ELEKTRONIKA KENDALI DAN INSTRUMENTASI
DESAIN SCADA IOT UNTUK MONITORING DAN KONTROL
TANDON AIR PADA SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH
DILENGKAPI AKSES VIA TELEGRAM**

**Radityo Indrastata
NIM 2112008**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT.
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto., MT.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
2026**



Institut Teknologi Nasional Malang

**SKRIPSI – TEKNIK ELEKTRONIKA KENDALI DAN
INSTRUMENTASI**

**DESAIN SCADA IOT UNTUK MONITORING DAN
KONTROL TANDON AIR PADA SISTEM
PENYEDIAAN AIR BERSIH
DILENGKAPI AKSES
VIA TELEGRAM**

Radityo Indrastata
NIM 2112008

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT.
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
2026

**DESAIN SCADA IOT UNTUK MONITORING DAN
KONTROL TANDON AIR PADA SISTEM
PENYEDIAAN AIR BERSIH
DILENGKAPI AKSES
VIA TELEGRAM**

SKRIPSI

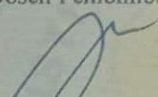
**Radityo Indrastata
2212008**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Elektro S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Prof. Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, ST, MT
NIP. Y. 1030800417


Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT
NIP. Y. 1028700171

Mengetahui:



Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT.
NIP. P. 1030000365

**MALANG
Juli, 2026**

ABSTRAK

DESAIN SCADA IOT UNTUK MONITORING DAN KONTROL TANDON AIR PADA SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DILENGKAPI AKSES VIA TELEGRAM

Radityo Indrastata, NIM: 2212008

Dosen Pembimbing I: Prof.Dr.Eng. Aryunto Soetedjo, ST., MT.

Dosen Pembimbing II: Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, ST., MT

Sistem Water Level Control (WLC) berbasis SCADA pada penelitian sebelumnya masih memiliki keterbatasan, yaitu belum tersedianya fitur notifikasi jarak jauh saat terjadi gangguan, serta belum adanya pembacaan debit air meskipun pembacaan level air sudah tersedia. Kondisi ini menyebabkan operator tidak dapat memantau, mengontrol, maupun menerima peringatan dini dari jarak jauh, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan air dan listrik.

Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem SCADA IoT untuk monitoring dan kontrol tandon air yang dilengkapi akses notifikasi, monitoring, dan kontrol jarak jauh melalui Telegram Bot API dengan bantuan ESP32 sebagai jembatan komunikasi antara Haiwell SCADA dan Telegram. Sensor ultrasonik HC-SR04 mengukur ketinggian air, yang diolah matematis menjadi debit air (metode $\Delta V/\Delta t$) dan volume air (rumus frustum) tanpa sensor flowmeter, sehingga solusi lebih ekonomis. Sistem diuji pada tiga prototipe tandon air yang terintegrasi dengan PLC, HMI, dan Telegram Bot

Hasil pengujian menunjukkan sensor HC-SR04 mengukur water level dengan rata-rata Error FSO di bawah 2% pada ketiga tandon. Estimasi debit air berbasis ultrasonik menghasilkan selisih rata-rata di bawah 1 L/menit dibanding flowmeter referensi, sedangkan estimasi volume dengan rumus frustum menghasilkan Error FSO di bawah 2% dengan akurasi di atas 95%. Sistem alarm, kontrol pompa, serta notifikasi dan kontrol via Telegram Bot mencapai keberhasilan 100%, dengan delay notifikasi 2,25–2,32 detik, EWS 3,54–3,61 detik, dan kontrol pompa 2,24–2,79 detik, tanpa perbedaan signifikan antara WiFi dan 4G. Sistem SCADA IoT berbasis Telegram Bot melalui ESP32 terbukti akurat, responsif, dan ekonomis.

Kata Kunci: Modbus TCP/IP, ESP32, Telegram Bot, Sensor Ultrasonik,

ABSTRACT

IOT SCADA DESIGN FOR MONITORING AND CONTROLLING WATER TANKS IN CLEAN WATER SUPPLY SYSTEMS EQUIPPED WITH TELEGRAM ACCESS

Radityo Indrastata, NIM: 2212008

Dosen Pembimbing I: Prof.Dr.Eng. Aryunto Soetedjo, ST., MT.

Dosen Pembimbing II: Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, ST., MT

The Water Level Control (WLC) system based on SCADA in previous research still has limitations, namely the absence of remote notification during disturbances and the lack of water flow rate readings, even though water level readings were already available. This prevents operators from monitoring, controlling, or receiving early warnings remotely, potentially causing water and electricity waste.

This research designs and implements an IoT SCADA system for monitoring and controlling water tanks, equipped with remote notification, monitoring, and control access via the Telegram Bot API, assisted by an ESP32 as a communication bridge between Haiwell SCADA and Telegram. An HC-SR04 ultrasonic sensor measures water height, which is then processed mathematically to calculate water flow rate ($\Delta V/\Delta t$ method) and volume (frustum formula) without requiring a flowmeter, making the solution more economical. The system was tested on three water tank prototypes integrated with a PLC, HMI, and Telegram Bot for

Test results show the HC-SR04 sensor measures water level with an average FSO error below 2% across all three tanks. Flow rate estimation produced an average difference below 1 L/minute compared to a reference flowmeter, while volume estimation produced an average FSO error below 2%, with accuracy above 95%. The alarm system, pump control, and Telegram Bot notification and control all achieved a 100% success rate, with delays of 2.25–2.32 seconds (monitoring), 3.54–3.61 seconds (EWS), and 2.24–2.79 seconds (pump control), with no significant difference between WiFi and 4G. The IoT SCADA system proved accurate, responsive, and economical.

Keywords: Modbus TCP/IP, ESP32, Telegram Bot, Ultrasonic Sensor

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas karunia kuasaNya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Karenanya, penulis mengharapkan kritik mengharapdan saran yang membangun dalam rangka pembelajaran terus-menerus. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
4. Kedua orang tua atas cinta dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
5. Teman-teman Angkatan 2022 yang telah membantu penulis dalam berdiskusi, rekan belajar, serta berbagi pengalaman selama proses penelitian ini.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Panjang umur perjuangan, panjang umur pengetahuan.

Malang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penelitian Terdahulu	7
2.2. Internet of Things (IoT)	8
2.3. ESP 32	9
2.4. Telegram	10
2.5. Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)	10
2.6. Software Haiwell Scada Designer	11
2.7. HMI Haiwell	11
2.8. Modbus	12
2.9. Ultrasonik.....	13
2.10.1. Perhitungan Water Level	14
2.10.2. Rumus Frustum Kerucut	15
2.10.3. Perhitungan Debit air.....	15
2.10.4. Kesalahan Relatif (<i>error relative</i>)	16
2.10.5. Kesalahan Full Scale Output (error FSO)	16
2.10. Sensor YF-S201	17

BAB III RANCANGAN SISTEM.....	19
3.1. Rancangan Sistem	19
3.1.1. Gambar keseluruhan sistem.....	19
3.1.2. Gambar Sistem Telegram	20
3.1.3. Alur kerja Sistem Telegram.....	22
3.2. Perancangan Perangkat Keras	25
3.3. Perancangan Perangkat Lunak	29
3.3.1. Tampilan Visual Haiwell SCADA.....	29
3.3.2. Konfigurasi Sistem Scada.....	39
3.3.3. Rumus Sensor Ultrasonik	44
3.4. Flowchart Haiwell Scada	47
3.5. Flowchart Esp32 Telegram	51
BAB IV IMPLEMENTASI SISTEM DAN HASIL PEMBAHASAN .	57
4.1. Implementasi Perancangan Perangkat keras.....	57
4.2. Konfigurasi Sistem HMI Haiwell Scada.....	58
4.2.1. Konfigurasi Device	58
4.2.2. Setting Register address	62
4.2.3. Implementasi Task Script Event	64
4.3. Implementasi Tampilan Visual Haiwell Scada.....	71
4.4. Implementasi program Telegram.....	75
4.5. Hasil Pengukuran Water Level Dengan Sensor Ultrasonik	80
4.5.1. Water Level Tandon 1.....	81
4.5.2. Water Level Tandon 2.....	87
4.5.3. Water Level Tandon 3.....	92
4.6. Hasil Pengukuran Debit air Dengan Sensor Ultrasonik	98
4.6.1. Debit Air Tandon 1	99
4.6.2. Debit Air Tandon 2	104

4.6.3.	Debit Air Tandon 3	109
4.7.	Hasil Pengukuran Volume air Dengan sensor ultrasonik .	114
4.7.1.	Volume Tandon 1	114
4.7.2.	Volume Tandon 2	116
4.7.3.	Volume Tandon 3	117
4.8.	Hasil Pengujian Alarm.....	119
4.8.1.	Alarm Tandon 1	119
4.8.1.	Alarm Tandon 2	121
4.8.2.	Alarm Tandon 3	123
4.9.	Hasil Pengujian Kontrol Status Pompa	125
4.9.1.	Kontrol Status Pompa Manual	126
4.9.2.	Kontrol Status Pompa Otomatis.....	127
4.10.	Hasil Pengujian Telegram	129
4.10.1.	Pengujian Delay Monitoring	129
4.10.2.	Notifikasi Early Warning System	132
4.10.3.	Kontrol Status Pompa	136
4.11.	Pengujian Keseluruhan Sistem	140
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		149
5.1.	Kesimpulan	149
5.2.	Saran.....	150
DAFTAR PUSTAKA		151

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Internet of Things (IoT).....	8
Gambar 2.2 ESP 32.....	9
Gambar 2.3 Telegram	10
Gambar 2.4 Software Haiwell Scada Designer.....	11
Gambar 2.5 HMI Haiwell.....	12
Gambar 2.6 Protokol Modbus	13
Gambar 2.7 HC-SR04.....	14
Gambar 2.8 Sensor YF-S201.....	17
Gambar 3.1 Blok Diagram Keseluruhan Sistem.....	19
Gambar 3.2 Gambar Sistem Telegram.....	20
Gambar 3.3 Alur Kerja Sistem Telegram.....	23
Gambar 3.4 Perancangan Sistem Telegram.....	26
Gambar 3.5 Desain Tampilan Utama.....	30
Gambar 3.6 Desain Tandon1	31
Gambar 3.7 Desain Historis Scada Tandon1	32
Gambar 3. 8 Desain Alarm Tandon1	33
Gambar 3.9 Desain Tandon2	34
Gambar 3.10 Desain Historis Scada Tandon2	35
Gambar 3.11 Desain Alarm Tandon2	36
Gambar 3.12 Desain Tandon3	37
Gambar 3.13 Desain Historis Scada Tandon3	38
Gambar 3.14 Desain Alarm Tandon3	39
Gambar 3.15 Flowchart Mode Otomatis.....	47
Gambar 3.16 Flowchart Mode Manual	49
Gambar 3.17 Flowchart Esp32 Telegram Utama.....	51
Gambar 3.18 Flowchart Esp32 Telegram proses notifikasi.....	53
Gambar 3.19 Flowchart Esp32 Telegram Proses Monitoring dan Kontrol	54
Gambar 4.1 Perangkat Keras Keseluruhan Sistem Telegram	57
Gambar 4. 2 Perangkat Keras Esp32 Telegram	57
Gambar 4.3 Protipe Keseluruhan Sistem.....	58
Gambar 4.4 Konfigurasi Device Tandon.....	59
Gambar 4. 5 Konfigurasi Device Modbus_TCP_PLC	60
Gambar 4. 6 Modbus_TCP_Telegram	61
Gambar 4.7 Setting Register Address Modbus_TCP_Tandon.....	62
Gambar 4.8 Modbus_TCP_PLC.....	62
Gambar 4 9 Modbus_TCP_Telegram	63

Gambar 4.10 Event Saklar Mode	65
Gambar 4.11 Event Water level	66
Gambar 4.12 Event Notifikasi Telegram.....	66
Gambar 4.13 Event Alarm.....	67
Gambar 4.14 Event Automation	68
Gambar 4. 15 Event rumus debit air dan volume.....	69
Gambar 4.16 Event Kontrol Tandon	70
Gambar 4.17 Event Kontrol Telegram Tandon	71
Gambar 4.18 Main Display	72
Gambar 4.19 Display Tandon1.....	73
Gambar 4.20 Display Historis Scada Tandon1	74
Gambar 4.21 Display Alarm Tandon1	75
Gambar 4.22 deklarasi library	75
Gambar 4.23 konfigurasi WiFi.....	76
Gambar 4.24 Konfigurasi Telegram Bot	76
Gambar 4.25 Konfigurasi Modbus.....	77
Gambar 4.26 inisialisasi program	78
Gambar 4. 27 Proses Notifikasi	78
Gambar 4.28 proses Monitoring Telegram.....	79
Gambar 4.29 Proses Kontrol via Telegram	79
Gambar 4. 30 Hasil Pengukuran Pengisian Tandon1(Scada)	82
Gambar 4.31 Hasil Pengukuran Pengisian Tandon1 (Video) dan posisi take video meteran tandon.....	82
Gambar 4.32 Hasil Pengukuran Pengurusan Tandon1 (Scada).....	84
Gambar 4.33 Hasil Pengukuran Pengurusan Tandon1 (video)	84
Gambar 4.34 Hasil Pengukuran Pengurusan dan pengisian Tandon1 (scada).....	86
Gambar 4.35 Hasil Pengukuran Pengurusan dan pengisian Tandon1 (video).....	86
Gambar 4.36 Hasil Pengukuran Pengisian Tandon2 (Scada)	88
Gambar 4.37 Hasil Pengukuran Pengisian Tandon2 (video)	88
Gambar 4.38 Hasil Pengukuran Pengurusan Tandon2 (scada)	90
Gambar 4.39 Hasil Pengukuran Pengurusan Tandon2 (video)	90
Gambar 4.40 Hasil Pengukuran Pengurusan dan pengisian Tandon2 (scada).....	91
Gambar 4.41 Hasil Pengukuran Pengurusan dan pengisian Tandon2 (video).....	92
Gambar 4.42 Hasil Pengukuran pengisian Tandon3 (scada)	94
Gambar 4.43 Hasil Pengukuran pengisian Tandon3 (video)	94

Gambar 4.44 Hasil Pengukuran Pengurasan Tandon3 (scada)	96
Gambar 4.45 Hasil Pengukuran Pengurasan Tandon3 (video)	96
Gambar 4.46 Hasil Pengukuran Pengurasan dan pengisian Tandon3 (scada).....	97
Gambar 4. 47 Hasil Pengukuran Pengurasan dan pengisian Tandon3 (video).....	98
Gambar 4.48 Debit Air Tandon1 Kondisi Pengisian.....	100
Gambar 4.49 Debit Air Tandon1 Kondisi Pengurasan.....	102
Gambar 4. 50 Debit Air Tandon1 Kondisi Pengisian dan Pengurasan	103
Gambar 4.51 Debit Air Tandon2 Kondisi Pengisian.....	105
Gambar 4.52 Debit Air Tandon2 Kondisi Pengurasan.....	107
Gambar 4.53 Debit Air Tandon2 Kondisi Pengisian dan Pengurasan.	108
Gambar 4.54 Debit Air Tandon3 Kondisi Pengisian.....	110
Gambar 4. 55 Debit Air Tandon3 Kondisi Pengurasan	112
Gambar 4. 56 Debit Air Tandon3 Kondisi Pengisian dan Pengurasan	113
Gambar 4.57 Volume Tandon1	115
Gambar 4.58 Volume Tandon2	117
Gambar 4.59 Volume Tandon3	118
Gambar 4.60 Alarm Low Level Tandon1	120
Gambar 4. 61 Alarm High Level Tandon1	121
Gambar 4.62 Alarm Low Level Tandon2	122
Gambar 4.63 Alarm High Level Tandon2.....	123
Gambar 4.64 Alarm Low Level Tandon3	124
Gambar 4.65 Alarm High Level Tandon3.....	125
Gambar 4. 66 Status Pompa ON.....	127
Gambar 4. 67 Status Pompa OFF	127
Gambar 4.68 Kontrol Pompa Otomatis.....	128
Gambar 4.69 /cek Tandon Provider Indoosat	130
Gambar 4.70 /cek Tandon Provider Wifi	132
Gambar 4.71 Notifikasi Alarm Provider Wifi	134
Gambar 4. 72 Notifikasi Alarm Provider Indoosat	136
Gambar 4.73 Kontrol Status /on3 &/off3 Provider Wifi	138
Gambar 4.74 Kontrol Status /on1 &/off1 Provider Indoosat	140
Gambar 4.75 Pengujian Keseluruhan /on2 dan /cek (Scada).....	146
Gambar 4.76 pengujian Keseluruhan /on2 dan /cek (Telegram).....	147

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi HMI Haiwell B7S	12
Tabel 2.2 Spesifikasi Flow Sensor	17
Tabel 3.1 Alur Komunikasi Rancangan	26
Tabel 3.2 Pengalamatan Device Scada.....	40
Tabel 3.3 Setting Register Tandon1.....	40
Tabel 3.4 Setting Register Tandon2.....	41
Tabel 3.5 Setting Register Tandon3.....	42
Tabel 3.6 Setting Register PLC_TCP	42
Tabel 3.7 Setting Register Telegram.....	43
Tabel 3.8 Setting Register Tandon 1-3.....	52
Tabel 4.1 Water Level Kondisi Pengisian Tandon1.....	81
Tabel 4. 2 Water Level Kondisi Pengurusan Tandon1	83
Tabel 4.3 Water Level Kondisi Pengisian dan Pengurusan Tandon1	85
Tabel 4.4 Water Level Kondisi Pengisian Tandon2.....	87
Tabel 4.5 Water Level Kondisi Pengurusan Tandon2.....	89
Tabel 4. 6 Water Level Kondisi Pengisian dan Pengurusan Tandon2...	90
Tabel 4.7 Water Level Kondisi Pengisian Tandon3.....	92
Tabel 4. 8 Water Level Kondisi Pengurusan Tandon3.....	95
Tabel 4. 9 Water Level Kondisi Pengisian dan Pengurusan Tandon3...	96
Tabel 4.10 Debit Air Kondisi Pengisian Tandon1	99
Tabel 4.11 Debit Air Kondisi Pengurusan Tandon1	100
Tabel 4.12 Debit Air Kondisi Pengisian dan Pengurusan Tandon1	102
Tabel 4.13 Debit Air Kondisi Pengisian Tandon2	104
Tabel 4.14 Debit Air Kondisi Pengurusan Tandon2	105
Tabel 4.15 Debit Air Kondisi Pengisian dan Pengurasann Tandon2 ..	107
Tabel 4.16 Debit Air Kondisi Pengisian Tandon3	109
Tabel 4.17 Debit Air Kondisi Pengurusan Tandon3	110
Tabel 4.18 Debit Air Kondisi Pengisian dan Pengurusan Tandon3	112
Tabel 4.19 Volume Tandon1	114
Tabel 4.20 Volume Tandon2	116
Tabel 4.21 Volume Tandon3.....	117
Tabel 4.22 Alarm Tandon1	119
Tabel 4.23 Alarm Tandon2	121
Tabel 4.24 Alarm Tandon3	123
Tabel 4.25 Kontrol Pompa Mode Manual	126
Tabel 4.26 Kontrol Pompa Mode Otomatis.....	127
Tabel 4.27 Delay Monitoring Telegram Provider Indoosat	129

Tabel 4.28 Delay Monitoring Telegram Provider Wifi	131
Tabel 4.29 Delay Notifikasi EWS Telegram Provider Wifi	132
Tabel 4.30 Delay Notifikasi EWS Telegram Provider Indoosat	134
Tabel 4.31 Kontrol Pompa Via Telegram Provider Wifi.....	136
Tabel 4.32 Kontrol Pompa Via Telegram Provider Indoosat	138
Tabel 4.33 Pengujian Keseluruhan Bagian Monitoring dan Notifikasi	141
Tabel 4.34 Pengujian Keseluruhan Bagian Kontrol Pompa	144