



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PENINGKATAN PRODUKTIVITAS KERJA
OPERATOR MELALUI MONITORING INSTALASI
PENGOLAHAN AIR LIMBAH BERBASIS IOT**



TESIS

OLEH :

I GUSTI KETUT AGUNG BUDHA

NIM : 55419110032

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng.

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021**



**PENINGKATAN PRODUKTIVITAS KERJA
OPERATOR MELALUI MONITORING INSTALASI
PENGOLAHAN AIR LIMBAH BERBASIS IOT**

TESIS

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Pascasarjana
Program Studi Magister Teknik Elektro

OLEH :

I GUSTI KETUT AGUNG BUDHA

NIM : 55419110032

Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng.

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021**

ABSTRAK

Setiap perusahaan dalam menjalankan bisnisnya selalu berusaha memperoleh profit yang maksimal dengan pengeluaran yang seminimal mungkin. Namun selain menghasilkan barang produksi, perusahaan juga menghasilkan limbah dari proses produksi tersebut. Salah satu jenis limbah yang dihasilkan adalah limbah cair. Limbah cair ini harus diolah terlebih dahulu di instalasi pengolahan air limbah sebelum disalurkan untuk dibuang ke sungai. Air limbah yang dibuang ke sungai harus memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah melalui Kementerian Lingkungan Hidup. Dengan menggunakan sensor-sensor dan multi-parameter transmitter serta melalui jaringan internet maka system monitoring pengolahan air limbah berbasis IoT, dapat digunakan untuk memantau secara kontinyu kualitas hasil olahan air limbah yang telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan tersebut. Dengan menerapkan monitoring pengolahan air limbah berbasis IoT, maka pengukuran hasil pengolahan air limbah menjadi lebih cepat dan lebih fleksibel sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja operator mencapai 7 kali lipat dan peningkatan efisiensi 6,25%.

Kata Kunci: Pengolahan air limbah, Monitoring, Internet of Things.

ABSTRACT

Every company when running its business always tries to get maximum profit with minimal cost. However, apart from producing manufactured goods, the company also produces waste from its production process. One type of waste generated is liquid waste. This liquid waste must be treated first at the wastewater treatment plant before being discharged into the river. The wastewater which discharged into rivers must meet the quality standards which set by government through the Ministry of the Environment. By using sensors and multiparameter transmitters as well as through the internet network, an IoT-based wastewater treatment monitoring system can be used to continuously monitor the quality of treated wastewater that has met the specified quality standards. By implementing IoT-based wastewater treatment monitoring, the measurement of wastewater treatment results becomes faster and more flexible so that it can increase operator work productivity up to 7 times and increase efficiency by 6.25%.

Keywords: Waste water treatment, Monitoring, Internet of Things.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik dan tepat waktu.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini dapat terselesaikan atas kehendak Tuhan Yang Maha Esa serta dukungan dan bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng sebagai pembimbing yang telah banyak memberikan masukan, motivasi dan saran dalam pelaksanaan pembuatan dan penulisan tesis ini.
2. Bapak Prof. Dr-Ing Mudrik Alaydrus dan Ibu Dr. Umairah, S.ST sebagai Direktur Pasca Sarjana dan Kepala Program Magister Teknik Elektro UMB.
3. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa dan restu buat penulis dalam menempuh pendidikan sampai saat ini.
4. Istri dan anak-anak tercinta yang selalu mendukung dan menyemangati penulis.
5. Teman-teman MTEL 25 yang selalu saling mendukung dan memotivasi, serta semua pihak yang telah membantu menyelesaikan pembuatan penulisan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu saran dan masukan yang membangun akan penulis terima dengan senang hati. Penulis berharap agar tesis ini juga dapat bermanfaat bagi orang lain.

PENGESAHAN TESIS

Judul : Peningkatan Produktivitas Kerja Operator Melalui
Monitoring Pengolahan Air Limbah Berbasis IOT
Nama : I Gusti Ketut Agung Budha
NIM : 55419110032
Program : Magister Teknik Elektro
Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi
Tanggal : 22 Oktober 2021

Mengesahkan
Pembimbing,




(Prof. Dr. Ir. Andi Andriansyah, M.Eng)


MERCU BUANA

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi



(Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T)



(Dr. Umairah, S.ST)

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam tesis ini :

Judul : Peningkatan Produktivitas Kerja Operator Melalui Monitoring Pengolahan Air Limbah Berbasis IOT
Nama : I Gusti Ketut Agung Budha
NIM : 55419110032
Program : Magister Teknik Elektro
Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi
Tanggal : 22 Oktober 2021

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian dan karya saya sendiri dengan arahan pembimbing yang telah ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister (S2) pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data serta pengolahannya yang digunakan pada tesis ini telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya.

Jakarta, 22 Oktober 2021



I Gusti Ketut Agung Budha

PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : I Gusti Ketut Agung Budha
NIM : 55419110032
Program Studi : Magister Teknik Elektro

Dengan judul

“Peningkatan Produktivitas Kerja Operator Melalui Monitoring Pengolahan Air Limbah Berbasis IOT”,

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 30 September 2021, didapatkan nilai persentase sebesar 16 %.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 30 September 2021

Administrator Turnitin



Arie Pangudi, A.Md

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR	iv
PENGESAHAN TESIS	v
PERNYATAAN.....	vi
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Penelitian.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian.....	5
F. Batasan Penelitian.....	6
G. Lokasi Penelitian.....	6
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Instalasi Pengolahan Air Limbah Dan Cara Kerja.....	7
B. Penelitian Sebelumnya.....	11
C. Landasan Teori.....	15
1. Sensor.....	17
a) Dissolved Oxygen (DO) Sensor.....	18
b) Total Suspended Solid (TSS) Sensor.....	19

c) Total Disolved Solid (TDS) Sensor	20
d) pH dan Temperatur Sensor	21
2. Internet of Things (IoT).....	21
3. Software Pengolahan data.....	23
4. Jaringan Wifi.....	25
a) Pengertian Wifi.....	26
b) Cara Kerja Wifi.....	26
c) Kualitas Sinyal	28
5. Produktivitas Kerja.....	29
a) Pengertian Produktivitas kerja.....	29
b) Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Kerja...	31

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Metodologi.....	33
B. Rancangan Penelitian.....	38
1. Layout Area.....	39
2. Jaringan Komunikasi.....	39
3. System Perancangan IoT	40
C. Prduktivitas Kerja Operator	42
1. Meningkatkan Produktivitas.....	42
2. Menghitung Produktivitas.....	42

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan.....	43
1. Hasil Perancangan Monitoring Berbasis IoT	43
2. Transformasi Data.....	46
2. Hasil Perancangan Web	49
B. Data dan Pembahasan	53
1. Ketersediaan Jaringan	53

2. Quality of Service Jaringan.....	58
3. Monitoring Hasil Olahan Air Limbah.....	64
4. Peningkatan Produktivitas Kerja Operator.....	65
C. Perbandingan Penelitian.....	72
1. Monitoring Wastewater.....	72
2. Penggunaan Wifi.....	73
3. System Pengolahan Air Limbah.....	74
4. Software	74
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	76
B. Saran-Saran.....	76
 DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Penelitian Sebelumnya.....	12
Tabel 2.2. Baku Mutu Air Limbah Sesuai Lampiran XLVII PERMEN LH RI No.5 Tahun 2014	16
Tabel 2.3. Spesifikasi dari IEEE 802.11	27
Tabel 2.4. Skala Tingkatan Kualitas Sinyal	29
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Kuat Sinyal Untuk Access Point 1 (~44m)	55
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Kuat Sinyal Untuk Access Point 2 (~69m)	56
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Kuat Sinyal Untuk Access Point 3 (~124m)	57
Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Kuat Sinyal Seluruh Access Point.....	58
Tabel 4.5. Data Delay dari Logger ke Server.....	59
Tabel 4.6. Standarisasi Delay atau Latency (Menurut TIPHON)	60
Tabel 4.7. Data Packet Loss dari Logger ke Server.....	61
Tabel 4.8. Performansi Jaringan IP Berdasarkan Packet Loss (Menurut TIPHON)	61
Tabel 4.9. Pengambilan Data Jitter Dengan Aplikasi SPEED TEST	62
Tabel 4.10. Standarisasi Katagori Jitter (Menurut TIPHON)	63
Tabel 4.11. Indeks Parameter QOS (Menurut TIPHON).....	63
Tabel 4.12. Nilai Rata-Rata Pengujian Jaringan	64
Tabel 4.13. Standar Baku Mutu dan Hasil Monitoring.....	65
Tabel 4.14. Perbandingan Waktu Pengukuran pH, Conductivity, TSS, DO, Suhu	70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Instalasi pengolahan air limbah.....	9
Gambar 2.2. <i>Flow chart</i> proses pengolahan air limbah.	10
Gambar 2.3. Sensor DO model PFDO-700.....	18
Gambar 2.4. Sensor TSS model PSS-800.....	19
Gambar 2.5. Sensor TDS model PEC-500.....	20
Gambar 2.6. Konsep Model-View-Controller	24
Gambar 3.1. <i>Flow Chart</i> Alur Penelitian.....	34
Gambar 3.2. Layout Penerapan Monitoring Berbasis IoT Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Existing	39
Gambar 3.3. Layout Posisi Access Point terhadap Posisi Instalasi Pengolahan Air Limbah.....	40
Gambar 3.4. Design monitoring	41
Gambar 4.1. Pemasangan Box Panel Alat Ukur Dan Penyambungan Sensor.....	44
Gambar 4.2. Pemasangan System Monitoring Berbasis IoT	45
Gambar 4.3. Wiring Pada MUC 200 Multi Parameter Transmitter	46
Gambar 4.4. Tampilan Layar Monitor MUC 200 Multi Parameter Transmitter ..	47
Gambar 4.5. Wiring Pada Logger Z83 Mini PC Win.10.....	48
Gambar 4.6. Tampilan Request dan Response Sinyal.....	48
Gambar 4.7. LOGIN Aplikasi.....	50
Gambar 4.8. Dashboard Aplikasi.....	51
Gambar 4.9. Pilihan Pada Dashboard	52
Gambar 4.10. Laporan Dapat Di Download Dalam Bentuk Excel.....	52
Gambar 4.11. Tampilan Saat Pengukuran Kuat Sinyal Menggunakan Aplikasi Wifi Analyzer (a) Tampilan Channel Graph dan (b) Tampilan Access Points.....	54
Gambar 4.12. Ping Dari Logger ke Server	59
Gambar 4.13. Pengukuran Dengan Menggunakan Aplikasi SPEED TEST.....	62
Gambar 4.14. Pengukuran pH Air Limbah Secara Manual Di Laboratorium	66

Gambar 4.15. Pengukuran Conductivity Air Limbah Secara Manual Di Laboratorium.....	67
Gambar 4.16. Pengukuran TSS Air Limbah Secara Manual Di Laboratorium	68
Gambar 4.17. Pengukuran DO Air Limbah Secara Manual Di Laboratorium	68
Gambar 4.18. Pengukuran Suhu Air Limbah Secara Manual Di Laboratorium...	69
Gambar 4.19. System Konfigurasi <i>IoT Based Real-Time Monitoring of Phytoremediation of Wastewater</i>	72
Gambar 4.20. System Konfigurasi Monitoring Pengolahan Air Limbah Berbasis IoT	73



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomer 5 Tahun 2014.
- Lampiran 2. Baku Mutu Air Limbah Lampiran XLVII.
- Lampiran 3. Tahapan Pengukuran pH.
- Lampiran 4. Tahapan Pengukuran Conductivity.
- Lampiran 5. Tahapan Pengukuran TSS.
- Lampiran 6. Tahapan Pengukuran DO.
- Lampiran 7. Tahapan Pengukuran Suhu.
- Lampiran 8. Software Environment & Details.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA