

SKRIPSI SARJANA TERAPAN
PENERAPAN SISTEM FILTRASI HYBRID ZEOLIT-REVERSE
OSMOSIS UNTUK PENGOLAHAN AIR TANAH MENJADI
AIR SIAP MINUM BERBASIS IoT



Intelligentia - Dignitas

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi

Mohammad Noval Annas

1527422002

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2026

HALAMAN JUDUL

**PENERAPAN SISTEM FILTRASI HYBRID ZEOLIT-REVERSE
OSMOSIS UNTUK PENGOLAHAN AIR TANAH MENJADI
AIR SIAP MINUM BERBASIS IoT**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi

Mohammad Noval Annas

1527422002

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2026

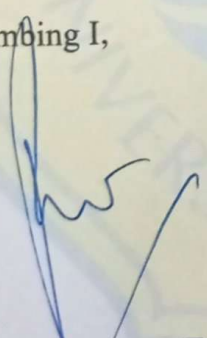
**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
BENTUK: SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : Mohammad Noval Annas
NIM : 1527422002
Judul Penelitian : PENERAPAN SISTEM FILTRASI HYBRID
ZEOLIT-REVERSE OSMOSIS UNTUK
PENGOLAHAN AIR TANAH MENJADI AIR SIAP
MINUM BERBASIS IoT

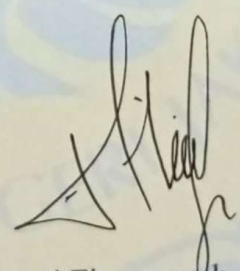
Ini telah disetujui dan dinyatakan dan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian tugas akhir.

Jakarta, 20 Juli 2026

Pembimbing I,


Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIDN. 0030037203

Pembimbing II,

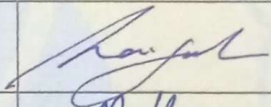
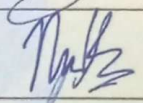
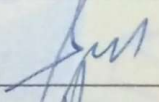
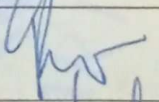
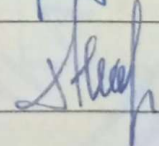

Heri Firmansyah, S.T., M.T.
NIDN. 0014028408

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
BENTUK : SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Mohammad Noval Annas
NIM : 1527422002
Program Studi/Fakultas : Teknologi Rekayasa Otomasi/Fakultas Teknik
Judul Penelitian : Penerapan Sistem Filtrasi Hybrid Zeolit – Reverse Osmosis Untuk Pengolahan Air Tanah Menjadi Air Siap Minum Berbasis IoT.

Ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan ~~Lulus/Tidak~~ **Lulus** *. Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 20 Juli 2026

Tim Penguji,

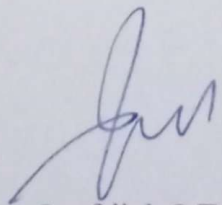
Ketua Penguji	Nur Hanifah Yuninda, S.T., M.T. NIDN. 0011068204	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 1)	Churnia Sari, S.T., M.T NIDN. 0708129004	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 2)	Syufrijal, S.T., M.T. NIDN. 0027037604	
Anggota Penguji (Pembimbing 1)	Rafiuddin Syam, Ph.D. NIDN. 0030037203	
Anggota Penguji (Pembimbing 2)	Ir. Heri Firmansyah, S.T., M.T. NIDN. 0014028408	

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Koordinator Program Studi
Teknologi Rekayasa Otomasi



Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si, Apt., M.Si.
NIDN. 0029027204


Syufrijal, S.T., M.T.
NIDN. 0027037604

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Nama Mahasiswa : Mohammad Noval Annas
NIM : 1527422002
Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Otomasi
Fakultas : Teknik
Judul Penelitian : PENERAPAN SISTEM FILTRASI HYBRID
ZEOLIT-REVERSE OSMOSIS UNTUK
PENGOLAHAN AIR TANAH MENJADI AIR
SIAP MINUM BERBASIS IoT

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah ini.

Jakarta, 20 Juli 2026

Yang Menyatakan,



Mohammad Noval Annas

NIM. 1527422002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN
TEKNOLOGI UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Mohammad Noval Annas
Nim : 1527422002
Fakultas/Prodi : Teknik/D4 Teknologi Rekayasa Otomasi
Alamat Email : mnovalannas@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain

yang berjudul :

**PENERAPAN SISTEM FILTRASI HYBRID ZEOLIT-REVERSE
OSMOSIS UNTUK PENGOLAHAN AIR TANAH MENJADI AIR
SIAP MINUM BERBASIS IoT**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 20 Juli 2026

Penulis

Mohammad Noval Annas

NIM. 15274220002

PENGANTAR

Dengan segenap kerendahan hati, penulis memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT. Atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat merampungkan skripsi yang berjudul “Penerapan Sistem Filtrasi Hybrid Zeolit – Reverse Osmosis untuk Pengolahan Air Tanah Menjadi Air Siap Minum Berbasis IoT”. Skripsi ini disusun sebagai pemenuhan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Universitas Negeri Jakarta. Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Syufrijal, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, atas dukungan beliau dalam mengelola program studi sehingga seluruh kegiatan akademik dapat terselenggara dengan baik dan lancar.
2. Bapak Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I, atas kesediaan waktu, bimbingan intensif, serta masukan berharga yang senantiasa memotivasi penulis untuk melakukan perbaikan berkelanjutan, mulai dari tahap penelitian hingga penyusunan akhir skripsi.
3. Bapak Ir. Heri Firmansyah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan akademik, serta dukungan moral yang telah memperkaya wawasan dan perspektif penulis, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan secara komprehensif dan sistematis.
4. Orang tua dan Keluarga yang sudah selalu mendukung, atas dukungan moril yang tak pernah lekang, topangan finansial yang senantiasa dicukupkan, serta doa yang mengiringi di setiap sujud adalah alasan utama penulis mampu bertahan dan menyelesaikan studi ini. Terima kasih telah menjadi sumber kekuatan dan inspirasi terbesar.
5. Teman-teman Pendopo (DPR) Dibawah Pohon Rindang, khususnya dari angkatan 2022 di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, yang telah memberikan kontribusinya dalam membantu penulis dalam meneliti penelitian ini hingga terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan, khususnya dalam pengembangan sistem filtrasi hybrid reverse osmosis untuk kesadaran masyarakat terhadap kualitas air.



ABSTRAK

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang vital bagi kehidupan manusia, namun ketersediaannya di wilayah perkotaan padat penduduk seperti DKI Jakarta menghadapi tantangan serius akibat pencemaran air tanah secara kimiawi, mikrobiologis, dan logam berat. Penelitian ini bertujuan menerapkan sistem monitoring dan pengendalian berbasis Internet of Things (IoT) pada sistem filtrasi Hybrid Zeolit–Reverse Osmosis (RO) yang telah tersedia, untuk mengolah air tanah terkontaminasi menjadi air siap minum sekaligus memungkinkan pengguna memantau debit air dan mengoperasikan pompa serta valve dari jarak jauh. Sistem terdiri atas ESP32 sebagai pengendali utama, sensor flow meter sebagai pembaca debit air, pompa feeder, pompa booster, dan solenoid valve, yang terintegrasi dengan Firebase Realtime Database dan aplikasi Kodular. Hasil pengujian menunjukkan seluruh perangkat dapat dikendalikan sesuai perintah tanpa kesalahan komunikasi, serta sistem monitoring debit air berhasil bekerja secara real-time dengan rata-rata error pembacaan sensor sebesar 1,884% (akurasi 98,12%) terhadap target pengisian 5 liter. Hasil pengujian kualitas air menunjukkan penurunan nilai TDS dari 153 ppm menjadi 19 ppm (efisiensi 87,6%), EC dari 201 $\mu\text{S}/\text{cm}$ menjadi 38 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (efisiensi 81,1%), salinitas dari 50 ppm menjadi 0 ppm (efisiensi 100%), serta peningkatan nilai ORP dari 150 mV menjadi 228 mV, dengan seluruh parameter berada dalam rentang standar WHO dan sebanding dengan air minum kemasan bermerk. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi sistem filtrasi hybrid dengan IoT mendukung optimalisasi pemanfaatan air tanah secara otomatis dan terpantau.

Kata kunci: air tanah, filtrasi hybrid, zeolit, reverse osmosis, Internet of Things, monitoring debit air

ABSTRACT

Clean water is a vital basic need for human life, yet its availability in densely populated urban areas such as DKI Jakarta faces serious challenges due to chemical, microbiological, and heavy-metal groundwater contamination. This research aims to implement an Internet of Things (IoT)-based monitoring and control system on an existing Hybrid Zeolite–Reverse Osmosis (RO) filtration system, to treat contaminated groundwater into drinking-ready water while allowing users to monitor water discharge and remotely operate the pumps and valve. The system consists of an ESP32 as the main controller, a flow meter sensor for reading water discharge, a feeder pump, a booster pump, and a solenoid valve, integrated with Firebase Realtime Database and the Kodular application. Functional testing showed that all devices could be controlled according to commands without communication errors, and the water discharge monitoring system operated successfully in real time, with an average sensor reading error of 1.884% (98.12% accuracy) against a 5-liter filling target. Water quality testing showed a decrease in TDS from 153 ppm to 19 ppm (87.6% efficiency), EC from 201 $\mu\text{S}/\text{cm}$ to 38 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (81.1% efficiency), salinity from 50 ppm to 0 ppm (100% efficiency), and an increase in ORP from 150 mV to 228 mV, with all parameters falling within WHO standard ranges and comparable to branded bottled drinking water. This research demonstrates that integrating a hybrid filtration system with IoT supports the automatic and monitored optimization of groundwater utilization.

Keywords: groundwater, hybrid filtration, zeolite, reverse osmosis, Internet of Things, water discharge monitoring

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Perumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.6.1 Manfaat Akademis	5
1.6.2 Manfaat Praktis	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kerangka Teoritik.....	6
2.1.1 Kualitas Air	6
2.1.2 Sistem Filtrasi Hybrid	8
2.1.2.1 Tabung 1 Sand Filter dan Zeolit.....	10
2.1.2.2 Tabung 2 Manganese Greensand.....	12
2.1.2.3 Tabung 3 Karbon Aktif.....	13

2.1.2.4 Reverse Osmosis	14
2.1.3 Internet of Things (IoT)	16
2.1.3.1 ESP32	17
2.1.3.2 Firebase Console	18
2.1.3.3 Kodular	19
2.1.3.4 Sistem Komunikasi Data	19
2.1.3.5 Flow Meter YF-S201	21
2.1.3.6 Relay	22
2.1.3.7 Pompa Feeder	23
2.1.3.8 Pompa Booster	24
2.1.3.9 Solenoid Valve	25
2.2 Penelitian yang Relevan	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	27
3.1.1.1 Tempat Penelitian	27
3.1.2 Waktu Penelitian	27
3.2 Metode Pengembangan Produk	27
3.3 Tahapan Penelitian	29
3.3.1 Studi Literatur	31
3.3.2 Perancangan Sistem	32
3.3.2.1 Diagram Blok Sistem	33
3.3.2.2 Perancangan Hardware	34
3.3.2.3 Perancangan Software	36
3.3.2.4 Skematik Rangkaian	41
3.3.2.5 Diagram Alur Komunikasi Data	43
3.3.3 Pengujian Sistem	44
3.3.3.1 Pengujian Kontrol Perangkat	45
3.3.3.2 Pengujian Monitoring Debit Air	45
3.4 Teknik Analisis Data	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Deskripsi Hasil Penelitian	49
4.2 Hasil Perancangan Sistem	49

4.2.1 Hasil Perancangan Hardware	50
4.2.2 Hasil Perancangan Software	50
4.2.3 Hasil Implementasi Komunikasi Data	51
4.3 Hasil Pengujian Sistem	51
4.3.1 Hasil Pengujian Kontrol Perangkat	51
4.3.2 Hasil Pengujian Monitoring Debit Air	52
4.3.2.1 Pengujian Akurasi Pengukuran Volume (Target 5 Liter)	53
4.3.3 Hasil Pengujian Kualitas Air	54
4.4 Pembahasan	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN - LAMPIRAN	63
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	66



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alat Filtrasi Hybrid Reverse Osmosis	9
Gambar 2. 2 ESP32	17
Gambar 2. 4 Firebase Console	18
Gambar 2. 5 Kodular.....	19
Gambar 2. 6 Diagram Alur Komunikasi Data.....	20
Gambar 2. 7 Flow Meter YF-S201.....	21
Gambar 2. 8 Relay 4 Channel	22
Gambar 2. 9 Pompa Feeder.....	23
Gambar 2. 10 Pompa Booster	24
Gambar 2. 11 Solenoid Valve.....	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	31
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem	34
Gambar 3. 3 Perancangan Filtrasi Reverse Osmosis	36
Gambar 3. 4 Flowchart Program ESP 32	40
Gambar 3. 5 Tampilan Firebase Console	41
Gambar 3. 6 Tampilan Aplikasi.....	41
Gambar 3. 7 Skematik Rangkain	43
Gambar 3. 8 Diagram Alur Komunikasi Data.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar TDS Air Minum Permenkes Nomor 2 Tahun 2023.....	7
Tabel 2. 2 Dampak TDS Tinggi pada Air.....	7
Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	27
Tabel 3. 2 Konfigurasi Pin ESP 32.....	43
Tabel 3. 3 Parameter Pengujian Kontrol	45
Tabel 3. 4 Parameter Pengujian Monitoring Debit Air	47
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kontrol Perangkat	52
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Monitoring Debit Air	52
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Akurasi Volume 5 Liter	53
Tabel 4. 4 Hasil Hasil Pengujian Parameter Kualitas Air	55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Proses Pengerjaan alat.....	63
Lampiran 2 Dokumentasi Tampilan Aplikasi	64
Lampiran 3 Tampilan Firebase Console	65

