

**Rancang Bangun Alat Pengendali Kualitas PH Air
Dengan Menggunakan Sensor PH SEN0161 Pada
Kolam Ikan Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano**

SKRIPSI



Disusun oleh :

Hibatullah Miftahul Falah Baihaqi

201810130311227

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

Rancang Bangun Alat Pengendali Kualitas PH Air Dengan Menggunakan Sensor PH SEN0161 Pada Kolam Ikan Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Gelar Sarjana (S1)
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun oleh:

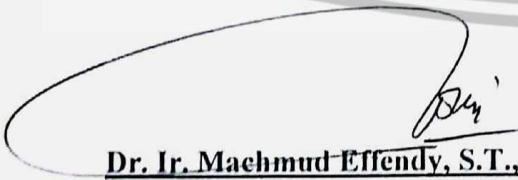
Hibatullah Miftahul Falah Baihaqi

201810130311227

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Maehmud Effendy, S.T.,
M.Eng., IPM., Asean Eng.
NIDN: 0715067402


La Febry Andira Rose Cynthia, ST., MT.
NIDN: 0722029302

LEMBAR PENGESAHAN

Rancang Bangun Alat Pengendali Kualitas PH Air Dengan Menggunakan Sensor PH SEN0161 Pada Kolam Ikan Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Gelar Sarjana (S1)
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun oleh:

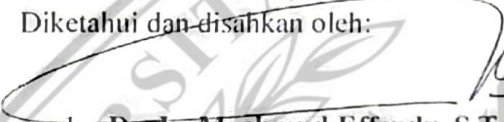
Hibatullah Miftahul Falah Baihaqi


201810130311227

Tanggal Ujian : 24 Juni 2025


Periode Wisuda : III

Diketahui dan disahkan oleh:


1. Dr. Ir. Maclmud Effendy, S.T., M.Eng., (Pembimbing I)
IPM., Asean Eng.
NIDN: 0715067402


2. La Febrv Andira Rose Cynthia, S.T., M.T. (Pembimbing II)
NIDN: 0722029302


3. Merinda Lestandy, S.Kom, M.T. (Penguji I)
NIDN: 0703039302


4. Basri Noor Cahyadi, S.T., M.Sc. (Penguji II)
NIDN: 0718069102

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Hidayat, S.T., M.T.
NIDN: 0723108202


LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hibatullah Miftahul Falah Baihaqi
Tempat/Tanggal Lahir : Malang, 02 Agustus 2000
NIM : 201810130311227
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul "**Rancang Bangun Alat Pengendali Kualitas PH Air Dengan Menggunakan Sensor PH SEN0161 Pada Kolam ikan Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano**", beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri tanpa adanya unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah oleh orang lain, terkecuali yang tersebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran, adanya unsur penjiplakan, atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya penelitian saya maka saya siap menerima segala bentuk resiko / sanksi

Malang, 24 Juni 2025
Yang menyatakan,

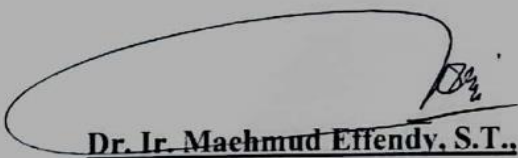


Hibatullah Miftahul Falah Baihaqi

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Maehmud Effendy, S.T.,
M.Eng., IPM., Asean Eng.
NIDN: 0715067402


La Febry Andira Rose Cynthia, ST., MT.
NIDN: 0722029302

ABSTRAK

Budidaya ikan merupakan salah satu sektor penting dalam industri perikanan di Indonesia yang memiliki potensi besar untuk meningkatkan ekonomi nasional. Kualitas air memainkan peran kunci dalam menentukan keberhasilan budidaya ikan, Salah satu faktor seperti kualitas pH air secara langsung mempengaruhi kesehatan, pertumbuhan, dan produktivitas ikan terutama ikan Lele. Menjaga kualitas air pada tingkat yang optimal sangat penting untuk mengurangi risiko penyakit, meningkatkan laju pertumbuhan, dan memastikan keberhasilan panen. Kondisi pH yang tidak stabil dapat menyebabkan penyakit, stress, hingga kematian pada ikan, yang bisa berdampak pada penurunan hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengendali pH air otomatis pada kolam ikan dengan menggunakan sensor pH SEN0161 yang berbasis mikrokontroler arduino nano. Metode penelitian melibatkan integrasi sensor pH SEN0161, mikrokontroler arduino nano sebagai pengendali, serta pompa motor dc yang berfungsi untuk menambahkan larutan penaik pH (pH Up) atau penurun pH (pH Down), pengujian alat dilakukan dengan memberikan gangguan pada pH air kolam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat yang dirancang berhasil bekerja dengan baik dan efektif dalam menjaga stabilitas pH air. Sensor pH SEN0161 memiliki tingkat akurasi dengan rata – rata error sekitar 1,51% hingga 1,55%. Ketika pH air dibawah 6,5 pompa pH up akan aktif secara otomatis. Sebaliknya, jika pH diatas 7,5 pompa pH down akan bekerja. Berdasarkan hasil pengujian, alat kontrol pH air berfungsi dengan baik dan berhasil menstabilkan nilai pH air sesuai dengan rentang netral yang ditetapkan. Dengan demikian, rancang bangun alat pengendali pH air ini memberikan solusi inovatif untuk menjaga kualitas air kolam ikan secara otomatis, berpotensi meningkatkan kualitas hasil panen ikan.

KATA KUNCI : Budidaya Ikan, Arduino Nano, Sensor pH SEN0161, pH UP, pH Down, Stabilitas, Ikan Lele.

ABSTRACT

Fish farming is a crucial sector in Indonesia's fisheries industry, holding significant potential for boosting the national economy. Water quality plays a key role in determining the success of fish farming, with factors like water pH directly impacting the health, growth, and productivity of fish, particularly catfish. Maintaining optimal water quality is essential for reducing disease risk, improving growth rates, and ensuring successful harvests. Unstable pH conditions can lead to disease, stress, and even death in fish, which can result in reduced yields. This research aims to design and build an automatic water pH control device for fish ponds using a SEN0161 pH sensor integrated with an Arduino Nano microcontroller. The research methodology involves the integration of the SEN0161 pH sensor and an Arduino Nano microcontroller as the controller, along with DC motor pumps that add either pH Up or pH Down solutions. Device testing was conducted by intentionally disturbing the pond water's pH. The test results demonstrate that the designed device functions well and is effective in maintaining water pH stability. The SEN0161 pH sensor exhibits good accuracy, with an average error ranging from approximately 1.51% to 1.55%. When the water's pH drops below 6.5, the pH Up pump automatically activates. Conversely, if the pH rises above 7.5, the pH Down pump engages. Based on these findings, the water pH control device operates effectively and successfully stabilizes water pH within the designated neutral range. Therefore, the design and construction of this automatic water pH control device offer an innovative solution for maintaining fish pond water quality, potentially enhancing the quality of fish harvests.

KEY WORDS : Fish Farming, Arduino Nano, pH Sensor SEN0161, pH UP, pH Down, Stability, Catfish.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan, kelancaran dan petunjuk dalam pengerjaan skripsi ini.
2. Kedua orangtua dan seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik itu materi maupun nonmateri sehingga Tugas Akhir ini dapat disusun dengan baik.
3. Dekan Fakultas Teknik, serta para pembantu Dekan Fakultas Teknik dan keluarga besar Universitas Muhammadiyah Malang.
4. Ketua Jurusan Teknik Elektro Bapak Khusnul Hidayat, S.T, M.T beserta seluruh stafnya
5. Bapak Dr. Ir. Machmud Effendy, S.T., M.Eng., IPM., Asean Eng. selaku dosen Pembimbing I yang telah memberikan ilmu, saran, serta bimbingan dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Ibu La Febry Andira Rose Cynthia, ST., MT. selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan ilmu, saran, serta bimbingan dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini
7. Bapak Widiyanto, S.T., MT. selaku dosen wali.
8. Teman-teman kelas Elektro Angkatan'18 dan teman – teman embongan yang selalu kompak yang saling menyemangati selama masa perkuliahan berlangsung.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberi kami kemudahan sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir(TA) ini dengan tepat waktu. Tanpa pertolongan-Nya tentunya kami tidak sanggup untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga terlimpahkan curahan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafaatnya di akhirat nanti. Penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas limpahan sehat-Nya, baik itu berupa sehat fisik maupun akal pikiran, sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul :

” Rancang Bangun Alat Pengendali Kualitas PH Air Dengan Menggunakan Sensor PH SEN0161 Pada Kolam ikan Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano”.

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Universitas Muhammadiyah Malang. Selain itu penulis berharap agar tugas akhir ini dapat menambah kepustakaan dan dapat memberikan manfaat bagi semuanya.

Penulis menyadari bahwa dalam pembautan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan dan penyusunannya oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan sarannya yang bersifat membangun demi penyempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, dan semua pembaca bagi penulis khususnya.

Malang, 24 Juni 2025
Penulis,

Hibatullah Miftahul Falah
Baihaqi

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sensor pH SEN0161.....	4
2.2 Modul Signal Conversion Board (Transmitter) V2.....	5
2.3 Mikrokontroler Ardiono Nano	6
2.4 Software Arduino IDE.....	7
2.5 LCD 16X2 I2C.....	8
2.6 Module Relay.....	9

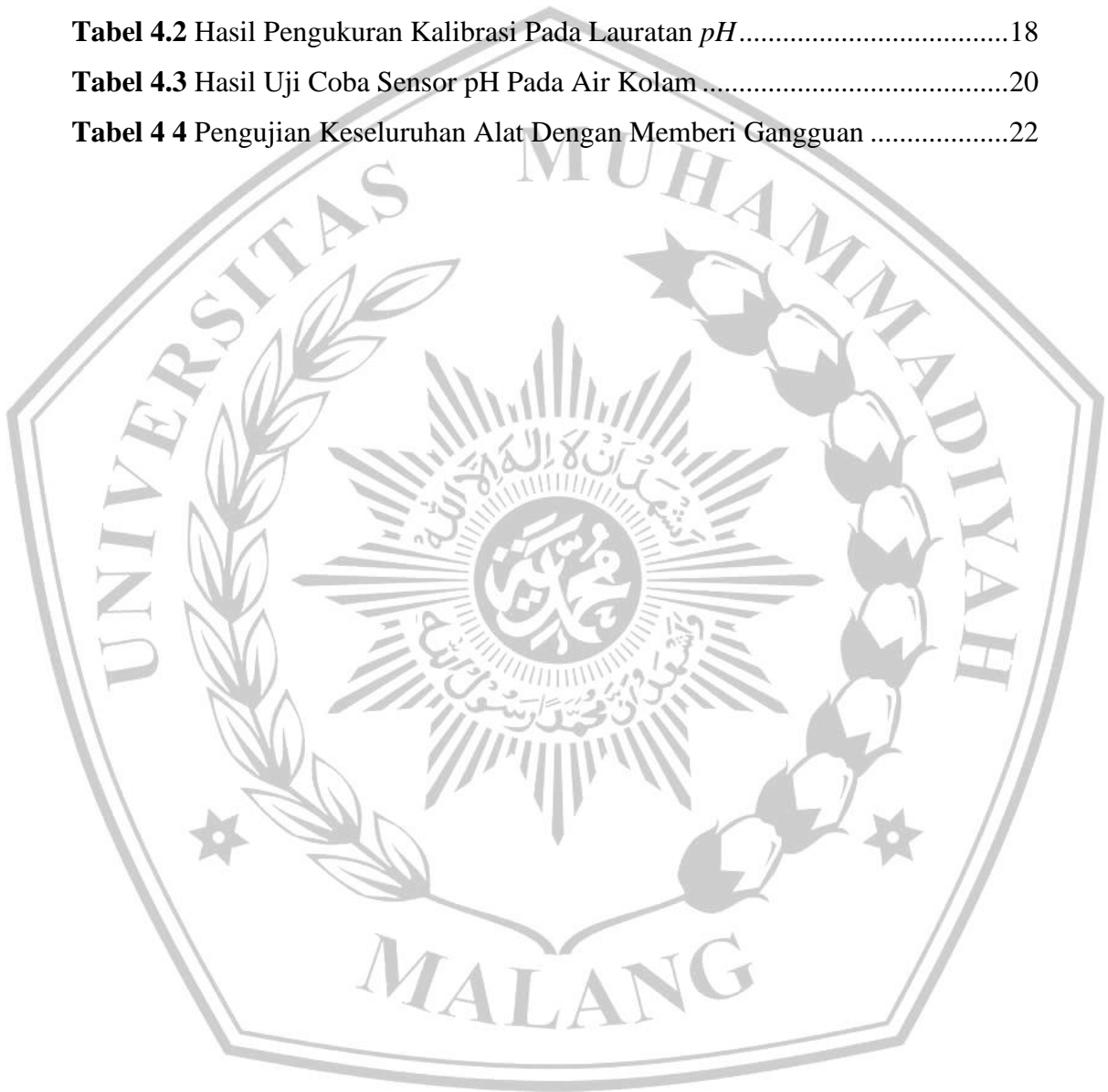
BAB III PERANCANGAN SISTEM	10
3.1 Perancangan Alat.....	10
3.2 Penentuan Status Nilai pH.....	11
3.3 Pengendalian pH air dalam kondisi basa.....	12
3.4 Pengendalian pH air dalam kondisi asam	13
3.5 Perbandingan Sensor pH-4502C dan Sensor pH SEN0161	14
3.5.1 Sensor pH-4052C	14
3.5.2 Sensor pH SEN0161	15
3.6 Perancangan sistem pengendalian pH air	16
BAB IV ANALISA DAN PENGUJIAN SISTEM.....	17
4.1 Hasil Uji Coba Sensor <i>pH</i>	17
4.2 Uji Coba Sensor pH Pada Air Kolam.....	20
4.3 Pengujian Tampilan LCD.....	21
4.4 Pengujian Pompa DC	21
4.5 Pengujian Keseleruhan Alat	22
4.6 Pengujian Model Alat.....	24
BAB V KESIMPULAN	27
5.1 Kesimpulan.....	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor pH SEN0161	4
Gambar 2.2 Signal Conversion Board (Transmitter) V2.....	5
Gambar 2.3 Arduino Nano	6
Gambar 2.4 Software Arduino IDE.....	7
Gambar 2.5 LCD 16x2 12 C	8
Gambar 2.6 Module Relay 1 Channel	9
Gambar 3.1 Blok Diagram Alat Pengendali Kualitas Air	10
Gambar 3.2 Flowchart Penentuan Status Nilai pH.....	11
Gambar 3.3 Flowchart Pengendali pH Air Dalam Kondisi Basa	12
Gambar 3.4 Flowchart Pengendali pH Air Dalam Kondisi Asam	13
Gambar 3.5 Wiring Diagram Sistem	16
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengukuran Sensor pH Menggunakan Larutan pH 4	17
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengukuran Sensor pH Menggunakan Larutan pH 7	19
Gambar 4.3 Tampilan LCD Pada Kondisi pH Rendah	21
Gambar 4.4 Tampilan LCD Pada Kondisi pH Tinggi.....	21
Gambar 4.5 Grafik Waktu Pada pH Tinggi.....	23
Gambar 4.6 Grafik Waktu Pada pH Rendah	24
Gambar 4.7 Alat Pengendali pH Air	25
Gambar 4.8 Listing Program Kontrol pH Air	26

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Spesifikasi Sensor pH SEN0161	5
Table 1.2 Spesifikasi Modul Signal Conversion Board V2	6
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Pada Lauratan pH 4	17
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Kalibrasi Pada Lauratan <i>pH</i>	18
Tabel 4.3 Hasil Uji Coba Sensor pH Pada Air Kolam	20
Tabel 4 4 Pengujian Keseluruhan Alat Dengan Memberi Gangguan	22



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irfan Wahyu Ramadhan and Firdaus, “Kajian Awal Pemanfaatan Sistem Cerdas untuk Pemantauan Kualitas Air dalam Konteks Pembangunan Pabrik AMDK,” *J. Zetroem*, vol. 6, no. 1, pp. 49–57, 2024, doi: 10.36526/ztr.v6i1.3550.
- [2] I. Vipriyandhito, A. Pandu Kusuma, and D. Fanny Hebrasianto Permadi, “Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Ikan Koi Berbasis Arduino,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 2, pp. 875–879, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5768.
- [3] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, and S. D. Riskiono, “SISTEM MONITORING PH AIR PADA AQUAPONIK MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO,” vol. 01, no. 1, pp. 23–28, 2020.
- [4] J. Lin and H. Tsai, “An Integrated Wireless Multi-Sensor System for Monitoring the Water Quality of Aquaculture,” 2021.
- [5] R. A. Murdiyantoro, A. Izzinnahadi, and E. U. Armin, “Sistem Pemantauan Kondisi Air Hidroponik Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266,” *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 54–61, 2021, doi: 10.20895/jtece.v3i2.258.
- [6] M. Gregoryan, J. Andjarwirawan, and R. Lim, “Sistem Kontrol dan Monitoring Ph Air serta Kepekatan Nutrisi pada Budidaya Hidroponik Jenis Sayur dengan Teknik Deep Flow Techcnique,” *J. Infra*, vol. 7, no. 2, pp. 1–6, 2019.
- [7] A. Saputra, H. Nasbey, and M. Subekti, “KARAKTERISASI SENSOR TDS SEN-0244 DAN SENSOR PH-4502C DALAM IMPLEMENTASINYA,” vol. XII, pp. 145–150, 2024.
- [8] Y. Triawan and J. Sardi, “Perancangan Sistem Otomatisasi Pada Aquascape Berbasis Mikrokontroller Arduino Nano,” *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 76–83, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.30.
- [9] W. Andrianto, “Sistem Pengontrolan Lampu menggunakan Arduino berbasis Android,” *J. TEKINKOM*, vol. 1, pp. 1–10, 2019, [Online]. Available: <http://repository.unim.ac.id/id/eprint/285>.

- [10] I. P. L. Dharma, S. Tansa, and I. Z. Nasibu, "Perancangan Alat Pengendali Pintu Air Sawah Otomatis dengan SIM800l Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Tek.*, vol. 17, no. 1, pp. 40–56, 2019, doi: 10.37031/jt.v17i1.25.
- [11] G. A. Saputra, "Analisis Cara Kerja Sensor pH-E4502C Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian pH Air Pada Tambak," *J. Univ. Lampung*, no. December, pp. 1–62, 2020, doi: 10.13140/RG.2.2.32110.84809.
- [12] S. Nirwan and H. MS, "Rancang Bangun Aplikasi Untuk Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Peralatan Elektronik Berbasis Pzem-004T," *Tek. Inform.*, vol. 12, no. 2, pp. 22–28, 2020.
- [13] A. Bhawiyuga and W. Yahya, "Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Budidaya Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Protokol LoRa," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 1, pp. 99–106, 2019, doi: 10.25126/jtiik.2019611292.
- [14] S. I. H. M Fatkur Rozik, "Microcontroller Arduino Pada Instalasi Otomasi Kelistrikan Industri," *J. Tek. elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 219–227, 2019, [Online]. Available: <http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/viewFile/26475/24248>.
- [15] S. Tansa, N. Latekeng, R. Yunginger, and I. Z. Nasibu, "Monitoring Kualitas Air Sungai (Kekeruhan, Suhu, TDS,pH) Menggunakan Mikrokontroler Atmega328," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 70–75, 2024, doi: 10.37905/jjee.v6i1.23315.
- [16] F. Ilmu, T. Informasi, U. Gunadarma, J. Margonda, R. No, and J. Barat, "Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar PH Air pada Sistem Akuaponik Berbasis NodeMCU ESP8266 Menggunakan Telegram," *J. Ilm. Komputasi*, vol. 19, no. 4, pp. 597–604, 2020, doi: 10.32409/jikstik.19.4.336.
- [17] F. G. Marrera, B. H. Prasetio, and H. Fitriyah, "Sistem Klasifikasi Air Mineral Layak Minum berdasarkan Nilai PH dan Kekeruhan Menggunakan Metode Naïve Bayes berbasis Arduino Uno," vol. 7, no. 1, pp. 209–215, 2023.

- [18] R. A. Wibowo, A. Suhendi, and M. R. Kirom, "RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KADAR KEASAMAN (pH) DAN SUHU PADA BIODIGESTER ANAEROB BERBASIS INTERNET OF THINGS (DESIGN AND IMPLEMENTION OF INTERNET OF THINGS BASED ACIDITY (pH) AND TEMPERATURE MONITORING SYSTEM ON ANAEROB BIODIGESTER)," vol. 8, no. 5, pp. 5908–5920, 2021.
- [19] M. Kapiudin, T. Sembiring, and N. Aulia, "Prototipe Sistem Kontrol PH Air Berbasis Mikrokontroler Arduino dengan Visualisasi Visual Basic pada Final Waste Water Treatment," *J. Tek.*, vol. 18, no. 02, pp. 115–121, 2019.
- [20] S. A. Angioni *et al.*, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA IKAN HIAS AIR TAWAR BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)," *Fish. Res.*, vol. 140, no. 1, p. 6, 2021, doi: 10.23960/komputasi.v9i2.2858.
- [21] Baskoro, Gazali, and Kholis, "PERANCANGAN SISTEMs PENGENDALIAN pH AIR BERBASIS ARDUINO UNO PADA BUDIDAYA'IKAN AIR TAWAR," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 299–305, 2021.
- [22] I. P. Y. pramesia Pratama, K. S. Wibawa, and I. M. A. D. Suarjaya, "Perancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino," *JITTER J. Ilm. Teknol. dan Komput.*, vol. 3, no. 2, p. 1034, 2022, doi: 10.24843/jtrti.2022.v03.i02.p02.
- [23] J. Gunung Anyar Lor No, G. Anyar, K. Gn Anyar, and J. Timur, "Prototype Monitoring Dan Kontrol Kualitas Nilai Ph Air Pada Kapal (Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal) ¹Galuh Ayu Hapsari, ²Sri Mulyanto Herlambang, ³Arleiny Politeknik Pelayaran Surabaya," *J. Penelit. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 3, no. 2, pp. 12–32, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.55606/juprit.v3i2.3712>.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO & D3 TEKNIK ELEKTRONIKA
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144 Telp. 0341 - 464318 Ext. 129, Fax. 0341 - 460782

FORM CEK PLAGIASI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hibatullah Miftahul Falah Baihaqi.....
NIM : 201810130311227.....
Judul TA : Rancang Bangun Alat Pengendali Kualitas PH Air Dengan Menggunakan
Sensor PH SEN0161 Pada Kolam Ikan Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano
.....

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	5%
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	18%
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	0%
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	0%
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	0%
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	13%

Mengetahui,

Pembimbing I,

(Dr. Ir. Machmud Effendy, S.T.,
M.Eng., IPM., Asean Eng.)

Pembimbing II,

(La Febry Andira Rose Cynthia, ST., MT.)