



**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN KADAR PH PADA MODEL  
TAMBAK UDANG DENGAN SISTEM PID *ZIEGLER-NICHOLS 2* BERBASIS  
*INTERNET OF THINGS***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada  
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi  
Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro**

**Disusun Oleh:**

**INAZ REHAN FAUZI  
40040318650001**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2022**

**HALAMAN PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN KADAR PH PADA MODEL  
TAMBAK UDANG DENGAN SISTEM PID *ZIEGLER-NICHOLS 2* BERBASIS  
INTERNET OF THINGS**

Diajukan Oleh:

Inaz Rehan Fauzi

40040318650001

Telah dilakukan pembimbingan dan dinyatakan layak untuk mengikuti ujian tugas akhir di  
Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Jatmiko Endro Suseno, M.Si  
NIP. 197211211998021001

Tanggal: 15 Juni 2022

Ketua Program Studi  
STr Teknologi Rekayasa Otomasi  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro



Much. Azam, M.Si  
NIP. 196903211994031007

Tanggal: 20 Juni 2022

**HALAMAN PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN KADAR PH PADA MODEL  
TAMBAK UDANG DENGAN SISTEM PID ZIEGLER-NICHOLS 2 BERBASIS  
INTERNET OF THINGS**

Disusun Oleh:

Inaz Rehan Fauzi

40040318650001

**Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji  
Pada Tanggal (29 / 07 / 2022)**

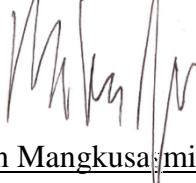
**Tim Penguji,  
Ketua Penguji Pembimbing**



(Dr. Jatmiko Endro Suseno, M.Si)

NIP. 197211211998021001

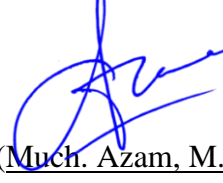
**Penguji I**



(Fakhruddin Mangkusa, S.T., M.T.)

NIP. 198908202019031012

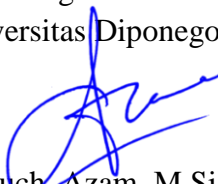
**Penguji II**



(Much. Azam, M.Si.)

NIP. 196903211994031007

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro



(Much. Azam, M.Si)

NIP. 196903211994031007

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT


Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Inaz Rehan Fauzi  
NIM : 40040318650001  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Pengendalian Kadar pH pada Model Tambak Udang dengan Sistem PID *Ziegler-Nichols 2* Berbasis *Internet of Things*.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat ini yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 5 Juni 2022

Yang Membuat Pernyataan,



Inaz Rehan Fauzi

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kedua Orang Tua saya yang selalu sabar dan ikhlas membayarkan UKT yang jika dikumpulkan bisa digunakan untuk jalan-jalan ke Eropa.
3. Adik saya Annisa Fauzi yang selalu mengganggu saya dalam segala hal.
4. Nila Chairulnisa yang tidak mandi-mandi selama pengerjaan tugas akhir ini, terimakasih telah menjadi saudara, teman dan orang tua bagi saya selama menjalani perkuliahan di kota ini.
5. Orang-orang terdekat dan teman-teman yang tidak bisa penulis tulis satu persatu namanya yang telah memberikan dukungan dalam bentuk moril maupun materil
6. Teman-teman Osbornveda semoga kita sukses bersama kedepannya!
7. Para akademisi yang haus akan ilmu pengetahuan dan teknologi
8. Inaz Rehan Fauzi, terimakasih telah bertahan hingga sejauh ini, menjadi penguat dan orang terpercaya bagi diri sendiri, walau kadang tersesat dan bingung, terima kasih tetap bertahan untuk selalu mencoba memberikan yang terbaik.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Bangun Sistem Pengendalian Kadar Ph Pada Model Tambak Udang Dengan Sistem PID *Ziegler-Nichols 2 Berbasis Internet Of Things*” yang merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi untuk menempuh gelar Sarjana Terapan di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Pada kesempatan ini penulis ingin memberikan ucapan terima kasih atas segala bentuk doa, dukungan serta fasilitas yang telah diperoleh penulis baik selama proses pengerjaan Tugas Akhir maupun penulisan laporan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi.
2. Bapak Much. Azam, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
4. Bapak Dr. Jatmiko Endro Suseno, Msi sebagai pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dan memberikan masukan serta sabar mengajarkan penulis selama pengerjaan tugas akhir.
5. Bapak Drs. Eko Ariyanto, M.T. selaku dosen wali.

Meskipun telah berusaha menyelesaikan laporan tugas akhir ini sebaik mungkin, penulis menyadari bahwa laporan magang ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca.

Semarang, 05 Juni 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	i
TUGAS AKHIR .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
TUGAS AKHIR .....	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
ABSTRAK .....	xiii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Tugas Akhir .....	2
1.4. Manfaat Tugas Akhir .....	3
1.5. Batasan Masalah .....	3
1.6. Sistematika Tugas Akhir.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Parameter Kualitas Air Budidaya Udang.....	5
2.2. PH Air .....	6
2.3. Metode PID.....	9
2.4. Metode PID Ziegler-Nichols 2 (Osilasi).....	11
2.5. Internet of Things (IoT) .....	13
2.6. <i>Software</i> Arduino IDE .....	15
2.7. ThingSpeak .....	16
2.8. MIT App Inventor .....	17
2.9. Mikrokontroler NodeMCU ESP32 .....	18
2.9.1. Spesifikasi NodeMCU ESP32 .....	19

2.9.2.	Layout Pin NodeMCU ESP32.....	19
2.10.	Mikrokontroler Arduino Uno.....	20
2.10.1.	Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Uno.....	21
2.11.	Sensor pH Analog.....	22
2.12.	Mini Pump DC.....	23
2.12.1.	Spesifikasi <i>Mini Pump</i> DC.....	23
2.13.	PWM (Pulse Width Modulation).....	24
2.14.	<i>Driver Motor</i> L298N.....	26
2.14.1.	Spesifikasi <i>Driver Motor</i> L298N.....	27
2.14.2.	Skema Rangkaian <i>Driver Motor</i> L298N.....	28
2.14.3.	Cara Kerja <i>Driver Motor</i> L298N.....	30
2.15.	<i>Step Down</i> LM2596.....	30
2.15.1.	Spesifikasi Step-Down LM2596.....	31
2.16.	DC Gear Motor.....	32
2.16.1.	Spesifikasi DC Gear Motor.....	33
2.16.2.	Prinsip Kerja DC Gear Motor.....	33
2.17.	<i>Power Supply</i> .....	33
2.17.1.	Spesifikasi <i>Power Supply</i> .....	35
2.17.2.	Prinsip Kerja <i>Power Supply</i> .....	34
2.18.	I2C LCD.....	36
2.18.1.	Spesifikasi Pin LCD.....	37
2.18.2.	Hubungan LCD dan I2C.....	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		38
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
3.2.	Diagram Blok.....	38
3.2.1.	Diagram Blok Alat.....	38
3.2.2.	Diagram Blok Sistem.....	39
3.3.	Perancangan Alat.....	39
3.3.1.	Gambar 3D.....	39
3.3.2.	Rangkaian Sistem.....	40
3.3.3.	Deskripsi Sistem dan Cara Kerja.....	41
3.4.	Spesifikasi dan Fitur.....	43
3.4.1.	Dimensi Alat.....	43



3.4.2.	Alat dan Bahan .....	43
3.5.	Diagram Alir Sistem .....	45
3.6.	Teknik Perancangan <i>Interface</i> .....	47
3.6.1.	Perancangan Platform <i>ThingSpeak</i> .....	47
3.6.2.	Rancangan Aplikasi di MIT App Inventor .....	49
3.6.3.	Pemrograman Arduino Uno melalui Arduino IDE .....	57
3.6.4.	Pemrograman NodeMCU ESP-32 melalui Arduino IDE.....	61
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA.....		68
4.1.	Uji Fungsionalitas Aplikasi pada <i>Smartphone</i> .....	68
4.2.	Pengujian dan Pengambilan Data .....	70
4.2.1.	Kalibrasi dan Pengujian Sensor.....	71
4.2.2.	Pengujian dengan Kontrol On/Off.....	74
4.2.3.	Pencarian Nilai <i>Ultimate Period</i> ( $P_{cr}$ ).....	75
4.2.4.	Tuning Sistem PID <i>Ziegler-Nichols 2</i> .....	76
4.3.	Pengujian Pengiriman dan Tampilan Data .....	80
BAB V PENUTUP .....		83
5.1.	Kesimpulan .....	83
5.2.	Saran .....	83
DAFTAR PUSTAKA.....		84

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Fluktuasi Nilai pH Saat Malam dan Siang Hari .....	7
Gambar 2. 2. Diagram Blok Sistem Umpan Balik (Feedback) .....	9
Gambar 2. 3. Blok Diagram Kontroler PID.....	10
Gambar 2. 4. Karakteristik Output Sistem dengan Penambahan Nilai Kp.....	12
Gambar 2. 5. Konsep Cara Kerja Internet of Things.....	14
Gambar 2. 6. Display Awal Arduino IDE .....	15
Gambar 2. 7. Ilustrasi Cara Kerja ThingSpeak.....	17
Gambar 2. 8. Mikrokontroler NodeMCU ESP-32.....	18
Gambar 2. 9. Konfigurasi Layout Pin NodeMCU ESP-32 .....	20
Gambar 2. 10. Mikrokontroler Arduino Uno .....	21
Gambar 2. 11. Sensor pH Analog Pro Kit .....	22
Gambar 2. 12. Mini Pump DC.....	23
Gambar 2. 13. Sinyal PWM.....	25
Gambar 2. 14. Pinout Driver Motor L298N .....	27
Gambar 2. 15. Diagram Blok Driver Motor L298N.....	28
Gambar 2. 16. Rangkaian Skematik Driver Motor L298N .....	29
Gambar 2. 17. Modul Step-Down LM2596 .....	31
Gambar 2. 18. DC Gear Motor .....	32
Gambar 2. 19. Power Supply 12V 5A .....	33
Gambar 2. 20. Regulated Linear Power Supply .....	34
Gambar 2. 21. Lapisan Penyusun LCD .....	36
Gambar 2. 22. LCD dan I2C Module .....	37
Gambar 3. 1. Diagram Blok Alat.....	38
Gambar 3. 2. Diagram Blok Sistem.....	39
Gambar 3. 3. Gambar 3D Alat.....	40
Gambar 3. 4. Rangkaian Skematik Sistem .....	41
Gambar 3. 5. Diagram Alir Pembacaan Nilai PH pada Arduino Uno.....	45
Gambar 3. 6. Diagram Alir Sistem pada NodeMCU ESP-32 .....	46
Gambar 3. 7. Tampilan Awal Platform ThingSpeak .....	47
Gambar 3. 8. Tampilan Halaman Login Akun ThingSpeak.....	48
Gambar 3. 9. Tampilan Halaman Pembuatan Channel Baru ThingSpeak .....	48

Gambar 3. 10. Tampilan Halaman API Keys ThingSpeak.....	49
Gambar 3. 11. Tampilan Halaman Designer MIT App Inventor .....	50
Gambar 3. 12. Tampilan Halaman Blocks MIT App Inventor.....	51
Gambar 3. 13. Tampilan Halaman Utama Web MIT App Inventor.....	52
Gambar 3. 14. Halaman Awal Pembuatan Aplikasi pada Web MIT App Inventor .....	52
Gambar 3. 15. Halaman Penamaan Project Aplikasi MIT App Inventor.....	52
Gambar 3. 16. Program Awal pada Blok Clock.....	53
Gambar 3. 17. Program Awal pada Blok Web.....	53
Gambar 3. 18. Pengaturan Bagian Header Aplikasi.....	54
Gambar 3. 19. Penambahan Nama dengan Komponen Label.....	54
Gambar 3. 20. Pembuatan Bagian Tampilan Monitoring.....	55
Gambar 3. 21. Block Program Inisialisasi Bagian Display Aplikasi .....	55
Gambar 3. 22. Block Program Perintah Pembacaan Data ThingSpeak.....	56
Gambar 3. 23. Block Program Pengaturan Data dan Nilai Set Point .....	56
Gambar 3. 24. Block Program untuk Membaca Data Nilai dari ThingSpeak.....	57
Gambar 4. 1. Tampilan Monitoring Melalui Aplikasi Android .....	68
Gambar 4. 2. Tampilan Aplikasi Saat Jaringan Internet Terputus .....	69
Gambar 4. 3. Tampilan Aplikasi Saat Sensor Membaca Nilai.....	70
Gambar 4. 4. Pengujian Sistem .....	70
Gambar 4. 5. Serial Monitor Hasil Kalibrasi dengan Larutan pH 4.....	71
Gambar 4. 6. Serial Monitor Hasil Kalibrasi dengan Larutan pH 7.....	72
Gambar 4. 7. Serial Monitor Hasil Kalibrasi dengan Larutan pH 9.18.....	72
Gambar 4. 8. Respon Sistem dengan Kontrol On/Off.....	74
Gambar 4. 9. Grafik Osilasi $K_p=K_{cr}=200$ .....	75
Gambar 4. 10. Respon Sistem Kontroler P Asam ke Netral .....	77
Gambar 4. 11. Respon Sistem Kontroler P Basa ke Netral .....	77
Gambar 4. 12. Respon Sistem Kontroler PI Asam ke Netral .....	78
Gambar 4. 13. Respon Sistem Kontroler PI Basa ke Netral.....	78
Gambar 4. 14. Respon Sistem Kontroler PID Asam ke Netral .....	79
Gambar 4. 15. Respon Sistem Kontroler PID Basa ke Netral.....	79
Gambar 4. 16. Hasil Pengujian Pengiriman Data pada Display Aplikasi .....	81
Gambar 4. 17. Hasil Pengujian Pengiriman Data pada Display LCD.....	82

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Standar Kualitas Air Untuk Budidaya Udang .....	5
Tabel 2. 2. Respon Sistem Kontrol PID Terhadap Perubahan Parameter .....	10
Tabel 2. 3. Penalaan Ziegler-Nichols 2 .....	13
Tabel 2. 4. Spesifikasi NodeMCU ESP-32 .....	19
Tabel 2. 5. Spesifikasi Arduino Uno .....	21
Tabel 2. 6. Spesifikasi Mini Pump DC.....	24
Tabel 2. 7. Spesifikasi Driver Motor L298N.....	27
Tabel 2. 8. Spesifikasi Step Down LM2596.....	31
Tabel 2. 9. Spesifikasi DC Gear Motor .....	33
Tabel 2. 10. Spesifikasi Power Supply .....	35
Tabel 2. 11. Spesifikasi Pin LCD .....	37
Tabel 4. 1. Hasil Perbandingan Pembacaan nilai Sensor pH Analog dan pH Meter.....	73
Tabel 4. 2. Hasil Parameter Tuning PID dengan Metode Ziegler-Nichols 2 .....	76
Tabel 4. 3. Hasil Perhitungan Konstanta Tuning PID dengan Metode Ziegler-Nichols 2.....	76
Tabel 4. 4. Perbandingan Hasil Respon Sistem.....	80

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Listing Program Arduino Uno .....	85
LAMPIRAN 2 Listing Program NodeMCU ESP-32 .....	87
LAMPIRAN 3 Program Rancangan Aplikasi Smartphone .....	92
LAMPIRAN 4 Datasheet NodeMCU ESP-32 .....	94
LAMPIRAN 5 Datasheet Arduino Uno .....	99
LAMPIRAN 6 Datasheet Motor Driver L298N .....	104
LAMPIRAN 7 Datasheet Power Supply S-60-12 .....	107
LAMPIRAN 8 Datasheet Stepdown LM2596 .....	109
LAMPIRAN 9 Datasheet Sensor pH DFRobot Pro .....	110
LAMPIRAN 10 Datasheet I2C Serial Interface 16x2 LCD Module.....	112
LAMPIRAN 11 Datasheet Mini Water Pump.....	115
LAMPIRAN 12 Dokumen Kegiatan Tugas Akhir .....	116

## ABSTRAK

Kegiatan budidaya udang telah banyak dilakukan di Indonesia, namun dalam proses pengembangannya masih banyak kendala yang dialami oleh petambak tradisional, diantaranya yaitu banyaknya benih udang yang mati pada usia yang masih terbilang dini. Yang mana pemicu utama dari hal tersebut disebabkan oleh faktor kualitas air yang kurang baik sehingga udang mengalami kematian. Udang akan tumbuh dengan baik apabila pH air berada pada kisaran 6,5 sampai 9. Namun masih banyak petambak tradisional yang melakukan pengujian kadar pH pada tambak dengan cara manual, sehingga fluktuasi perubahan pH pada air tambak tidak diketahui secara *realtime*. Tujuan perancangan alat ini adalah untuk membuat sistem pengendali kadar pH secara otomatis dengan ketepatan hasil respon kadar pH *plant* yang stabil sesuai *setpoint*, serta monitoring nilai yang dapat diakses dengan sistem *Internet of Things*. Percobaan dilakukan dengan metode PID *Ziegler-Nichols 2* yang memanfaatkan osilasi respon sistem. Perancangan *hardware* untuk alat ini menggunakan Arduino Uno sebagai slave kontroler dan NodeMCU ESP-32 sebagai master kontroler dengan menggunakan PID untuk mengatur PWM kecepatan pompa dalam mengendalikan *plant*, serta sensor pH analog pro sebagai pembaca nilai kadar pH air. Hasil percobaan dengan nilai konstanta PID sebesar  $K_p = 200$ ,  $K_i = 0$ ,  $K_d = 0$  memberikan respon sistem dengan *rise time* ( $t_r$ ) = 92 detik dan *steady state* ( $t_s$ ) = 125 detik pada pengujian sistem dari asam ke netral, dan respon *rise time* ( $t_r$ ) = 57 detik dan *steady state* ( $t_s$ ) = 80 detik pada pengujian sistem dari basa ke netral, dengan masing-masing hasil nilai persentasi *Overshoot* tidak lebih dari 2%.

**Kata Kunci :** *Internet of Things* (IoT), MIT App Inventor, pH Air, Tambak Udang, *Ziegler-Nichols 2* PID

## ABSTRACT

*Many shrimp farming activities have been carried out in Indonesia, but in the development process, there are still many obstacles experienced by traditional farmers, including the number of shrimp seeds that die at a relatively early age. Which is the main trigger of this is caused by factors of poor water quality so that the shrimp die. Shrimp will grow well if the pH of the water is in the range of 6.5 to 9. However, there are still many traditional farmers who test the pH levels in ponds manually, so fluctuations in pH changes in pond water are not known in real-time. The purpose of this tool design is to create a pH level control system automatically with the accuracy of the response results of a stable pH plant level according to the setpoint, as well as monitoring values that can be accessed with the Internet of Things system. The experiment was carried out using the Ziegler-Nichols 2 PID method which utilizes the system response oscillations. The hardware design for this tool uses the Arduino Uno as a slave controller and NodeMCU ESP-32 as a master controller by entering the PID source to adjust the PWM pump speed in controlling the plant, as well as an analog pro pH sensor as a reader of the pH value of the water. The results of the experiment with the PID constant value of  $K_p = 15$ ,  $K_i = 1.515$ ,  $K_d = 0.37875$  provide a system response with a rise time ( $t_r$ ) = 92 seconds and steady state ( $t_s$ ) = 125 seconds in the test system from acid to neutral, and the response rise time ( $t_r$ ) = 57 seconds and steady state ( $t_s$ ) = 80 seconds in the test system from alkaline to neutral, with each result of the Overshoot percentage not exceeding 2%.*

**Kata Kunci** : Internet of Things (IoT), MIT App Inventor, Water pH, Shrimp Pond, Ziegler-Nichols 2 PID