

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI GAS KARBON  
MONOKSIDA (CO) MENGGUNAKAN ALGORITMA  
PROPORSIONAL INTEGRAL DERIVATIF (PID) DENGAN  
METODE *TUNNING ZIEGLER-NICHOLS* PADA KABIN  
MOBIL**

***DESIGN AND CONSTRUCTION OF CARBON MONOXIDE (CO)  
GAS DETECTION EQUIPMENT USING THE PROPORTIONAL  
INTEGRAL DERIVATIVE ALGORITHM (PID) WITH THE  
ZIEGLER-NICHOLS TUNNING METHOD IN THE CAR CABIN***



Disusun oleh

**YULIAN TAUFIQ ANUGRAH  
20107016**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

**2024**

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI GAS KARBON  
MONOKSIDA (CO) MENGGUNAKAN ALGORITMA  
PROPORSIONAL INTEGRAL DERIVATIF (PID) DENGAN  
METODE *TUNNING ZIEGLER-NICHOLS* PADA KABIN  
MOBIL**

***DESIGN AND CONSTRUCTION OF CARBON MONOXIDE (CO)  
GAS DETECTION EQUIPMENT USING THE PROPORTIONAL  
INTEGRAL DERIVATIVE ALGORITHM (PID) WITH THE  
ZIEGLER-NICHOLS TUNNING METHOD IN THE CAR CABIN***



Disusun oleh

**YULIAN TAUFIQ ANUGRAH  
20107016**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

**2024**

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI GAS KARBON  
MONOKSIDA (CO) MENGGUNAKAN ALGORITMA  
PROPORSIONAL INTEGRAL DERIVATIF (PID) DENGAN  
METODE *TUNNING ZIEGLER-NICHOLS* PADA KABIN  
MOBIL**

***DESIGN AND CONSTRUCTION OF CARBON MONOXIDE (CO)  
GAS DETECTION EQUIPMENT USING THE PROPORTIONAL  
INTEGRAL DERIVATIVE ALGORITHM (PID) WITH THE  
ZIEGLER-NICHOLS TUNNING METHOD IN THE CAR CABIN***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)  
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
2024**

Disusun oleh

**YULIAN TAUFIQ ANUGRAH  
20107016**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Slamet Indriyanto, S.T., M.T.  
Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**


**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI GAS KARBON  
MONOKSIDA (CO) MENGGUNAKAN ALGORITMA  
PROPORSIONAL INTEGRAL DERIVATIF (PID) DENGAN  
METODE *TUNNING ZIEGLER-NICHOLS* PADA KABIN  
MOBIL**

***DESIGN AND CONSTRUCTION OF CARBON MONOXIDE (CO)  
GAS DETECTION EQUIPMENT USING THE PROPORTIONAL  
INTEGRAL DERIVATIVE ALGORITHM (PID) WITH THE  
ZIEGLER-NICHOLS TUNNING METHOD IN THE CAR CABIN***

Disusun oleh  
**YULIAN TAUFIQ ANUGRAH**  
20107016

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 10 Juli 2024  
Susunan Tim Penguji

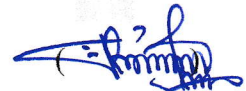
Pembimbing Utama : Slamet Indriyanto, S.T., M.T.  
NIDN. 0622028804

()

Pembimbing Pendamping : Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T.  
NIDN. 1012078103

()



Penguji 1 : Indah Permatasari, S.Si., M.Si.  
NIDN. 0625079302

()

Penguji 2 : Melinda Br. Ginting, S.T., M.T.  
NIDN. 0622079601

()

**Mengetahui,**  
Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro  
Institut Teknologi Telkom Purwokerto

  
  
Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T.  
NIDN. 1012078103

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **YULIAN TAUFIQ ANUGRAH**, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ **RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI GAS KARBON MONOKSIDA (CO) MENGGUNAKAN ALGORITMA PROPORSIONAL INTEGRAL DERIVATIF (PID) DENGAN METODE *TUNNING ZIEGLER-NICHOLS* PADA KABIN MOBIL**” adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 25 Juni 2024  
Yang menyatakan,



(Yulian Taufiq Anugrah)

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Algoritma Proporsional Integral Derivatif (PID) Dengan Metode *Tunning Ziegler-Nichols* Pada Kabin Mobil**”.

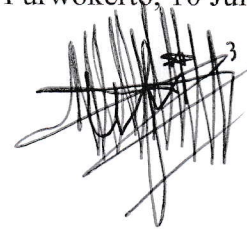
Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan Kesehatan dan kemudahan dalam penyusunan skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikannya.
2. Orang tua dan keluarga tercinta Bapak Moh. Saefurrohman dan Ibu Riyati yang telah memberikan doa restu dan dukungan kepada penulis secara moral yang mendalam ataupun dalam materil sehingga skripsi ini dapat dilakukan.
3. Ibu Dr. Tenia Wahyuningrum, S.Kom., M.T. selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
4. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
5. Bapak Slamet Indriyanto, S.T., M.T. selaku pembimbing I atas arahan serta banyaknya masukan moral dan lainnya selama proses bimbingan penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi S1 Teknik Elektro sekaligus dosen pembimbing II atas arahan serta banyaknya masukan moral dan lainnya selama proses bimbingan penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh dosen Program studi S1 Teknik Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

8. Nanda Kurniasih yang telah memberikan semangat dan dukungan selama proses pengerjaan tugas akhir ini dari awal sampai akhir.
9. Teman-teman kelas S1-TE-04A yang telah memberikan semangat dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
10. Kepada semua pihak teman, sahabat, rekan seperjuangan yang lain telah membantu banyak dalam penyusunan skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu – satu namanya.

Purwokerto, 10 Juli 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping, stylized strokes. The signature is somewhat illegible but appears to be 'Yulian Taufiq Anugrah'.

(Yulian Taufiq Anugrah)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	I
HALAMAN PENGESAHAN .....	II
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	III
PRAKATA .....	IV
ABSTRAK .....	VI
ABSTRACT .....	VII
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR GAMBAR.....	X
DAFTAR TABEL .....	XII
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    LATAR BELAKANG .....	1
1.2    RUMUSAN MASALAH .....	3
1.3    BATASAN MASALAH.....	3
1.4    TUJUAN .....	3
1.5    MANFAAT .....	4
1.6    SISTEMATIKA PENULISAN .....	4
<b>BAB 2 DASAR TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1    KAJIAN PUSTAKA .....	5
2.2    DASAR TEORI.....	7
2.2.1    Pencemaran Udara .....	7
2.2.2    Karbon Monoksida (CO) .....	8
2.2.3 <i>Hardware</i> .....	8
2.2.3.1    Arduino UNO .....	8
2.2.3.2    Sensor MQ-7 .....	10
2.2.3.3 <i>Liquid Crystal Display (LCD) 16x2</i> .....	11
2.2.3.4 <i>Buzzer</i> .....	13
2.2.3.5 <i>Light Emitting Diode (LED)</i> .....	14
2.2.3.6 <i>Dimmer AC</i> .....	14
2.2.3.7 <i>Exhaust Fan AC</i> .....	15
2.2.4 <i>Software</i> .....	16
2.2.4.1 <i>Arduino Integrated Development Environment (IDE)</i> .....	16
2.2.5    Proporsional Integral Derivatif (PID) .....	17
2.2.5.1    Kontrol Proporsional (P) .....	20
2.2.5.2    Kontrol Integral .....	21
2.2.5.3    Kontrol Derivatif .....	21
2.2.6    Metode <i>Ziegler-Nichols</i> .....	22
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>



3.1	ALAT YANG DIGUNAKAN.....	24
3.1.1	Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....	25
3.1.2	Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	25
3.2	ALUR PENELITIAN.....	26
3.2.1	Perancangan <i>Hardware</i> .....	27
3.2.2	Skematik Rangkaian.....	28
3.2.3	Perancangan <i>Software</i> .....	30
3.2.4	Desain Alat Pendeteksi Gas CO Pada Kabin Mobil.....	32
3.3	SKEMA PENGUJIAN.....	34
3.3.1	Pengujian Akurasi dan <i>Error</i> Sensor MQ-7.....	35
3.3.2	Pengujian Keseluruhan Alat.....	35
3.3.3	Pengujian Sistem Tanpa Kendali PID dan Dengan Kendali PID.....	36
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
4.1	HASIL PERANCANGAN ALAT.....	37
4.2	PENGUJIAN SENSOR DENGAN ALAT PEMBANDING.....	38
4.3	HASIL PENGUJIAN KESELURUHAN ALAT.....	43
4.4	HASIL PENGUJIAN SISTEM TANPA KENDALI PID.....	50
4.5	HASIL PENGUJIAN SISTEM DENGAN KENDALI PID.....	54
4.5.1.	Menentukan Parameter PID.....	55
4.5.2.	Hasil Pengujian Analisa Tanggapan Waktu Sistem Kendali PID.....	58
4.6	HASIL PERBANDINGAN PERFORMANSI SISTEM.....	62
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>65</b>
5.1.	KESIMPULAN.....	65
5.2.	SARAN.....	66
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>67</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Uno R3.....	9
Gambar 2.2 Sensor MQ-7.....	10
Gambar 2.3 <i>Liquid Crystal Display</i> 16x2 Dan I2C.....	12
Gambar 2.4 <i>Buzzer</i> .....	13
Gambar 2.5 LED .....	14
Gambar 2.6 <i>Dimmer AC</i> .....	15
Gambar 2.7 <i>Exhaust Fan</i> .....	16
Gambar 2.8 Arduino IDE.....	17
Gambar 2.9 Blok Diagram <i>Unity Feedback System</i> .....	18
Gambar 2.10 Kurva Reaksi <i>Ziegler-Nichols</i> .....	22
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian .....	26
Gambar 3.2 Diagram Sistem Keseluruhan.....	27
Gambar 3.3 Skematik Rangkaian Menggunakan <i>Software EasyEDA</i> .....	28
Gambar 3.4 Diagram Alur Perancangan <i>Software</i> .....	31
Gambar 3.5 Desain Peletakkan Alat Pada Kabin Mobil.....	33
Gambar 3.6 Desain Peletakkan Alat Pada Bagian Kabin Mobil Depan.....	33
Gambar 3.7 Desain Peletakkan Alat Pada Bagian Kabin Mobil Belakang...	34
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Alat.....	37
Gambar 4.2 Bagian Dalam Alat.....	38
Gambar 4.3 <i>Chamber</i> Untuk Pengujian Akurasi Dan <i>Error</i> Sensor MQ-7...	39
Gambar 4.4 Proses Pada Saat Memasukan Asap Kendaraan Ke Dalam <i>Chamber</i> .....	39
Gambar 4.5 Proses Pengujian Akurasi Dan <i>Error</i> Sensor MQ-7 Dengan Alat Perbandingan AS8700A .....	40
Gambar 4.7 Peletakan <i>Black Box</i> Pada Bagian Kabin Mobil Depan.....	44
Gambar 4.8 Peletakan Sensor MQ-7 A Pada Bagian Kabin Mobil Depan ...	44
Gambar 4.9 Peletakan Sensor MQ-7 B Pada Bagian Kabin Mobil Belakang .....	45
Gambar 4.10 Peletakan <i>Exhaust Fan</i> 1 Pada Bagian Kaca Jendela Depan Mobil .....	45

<b>Gambar 4.11 Peletakan <i>Exhaust Fan 2</i> Pada Bagian Kaca Jendela Belakang Mobil .....</b>	<b>46</b>
<b>Gambar 4.12 Hasil Pengujian Sistem Pertama .....</b>	<b>47</b>
<b>Gambar 4.13 Hasil Pengujian Sistem Kedua .....</b>	<b>47</b>
<b>Gambar 4.14 Hasil Pengujian Sistem Ketiga .....</b>	<b>48</b>
<b>Gambar 4.15 Grafik Pengujian Sistem Tanpa Pengendali PID Pertama.....</b>	<b>50</b>
<b>Gambar 4.16 Grafik Pengujian Sistem Tanpa Pengendali PID Kedua.....</b>	<b>52</b>
<b>Gambar 4.17 Grafik Pengujian Sistem Tanpa Pengendali PID Ketiga.....</b>	<b>53</b>
<b>Gambar 4.18 <i>Tunning Ziegler-Nichols 1</i> .....</b>	<b>55</b>
<b>Gambar 4.19 <i>Tunning Ziegler-Nichols 2</i> .....</b>	<b>56</b>
<b>Gambar 4.20 <i>Tunning Ziegler-Nichols 3</i> .....</b>	<b>57</b>
<b>Gambar 4.21 Grafik Sistem Dengan Pengendali PID Pertama.....</b>	<b>59</b>
<b>Gambar 4.22 Grafik Sistem Dengan Pengendali PID Kedua .....</b>	<b>60</b>
<b>Gambar 4.23 Grafik Sistem Dengan Pengendali PID Ketiga .....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR TABEL

tabel 2.1 Sumber Dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang .....	7
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Uno R3 .....	9
Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor MQ-7 .....	11
Tabel 2.4 Spesifikasi LCD 16x2 .....	12
Tabel 2.5 Respon PID Terhadap Perubahan Konstanta .....	18
Tabel 2.6 Metode <i>Tunning Ziegler-Nichols</i> .....	23
Tabel 3.1 Spesifikasi Alat Dan Bahan .....	24
Tabel 3.2 Koneksi <i>Port</i> Sensor MQ-7 Ke Arduino Uno.....	29
Tabel 3.3 Koneksi <i>Port</i> LCD 16x2 Ke Arduino Uno .....	29
Tabel 3.4 Koneksi <i>Port Dimmer</i> AC Ke Arduino Uno .....	30
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Akurasi Dan <i>Error</i> Sensor MQ-7 A (Kabin Depan) Dengan Alat Pembanding .....	40
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Akurasi Dan <i>Error</i> Sensor MQ-7 A (Kabin Depan) Dengan Alat Pembanding (Lanjutan).....	41
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Akurasi Dan <i>Error</i> Sensor MQ-7 B (Kabin Belakang) Dengan Alat Pembanding .....	42
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem .....	49
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Parameter PID Menggunakan Metode <i>Tunning Ziegler Nichols</i> .....	58
Tabel 4.5 Hasil Performansi Sistem Tanpa Pengendali PID.....	62
Tabel 4.5 Hasil Performansi Sistem Tanpa Pengendali PID (Lanjutan).....	63
Tabel 4.6 Hasil Performansi Sistem Dengan Pengendali PID.....	63