

KONTROL SEMBURAN AIR MANCUR MENGIKUTI NADA

SKRIPSI



Oleh :
Rifqi Aminullah
160491100012

**PROGRAM STUDI TEKNIK MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA**

2022

KONTROL SEMBURAN AIR MANCUR MENGIKUTI NADA

SKRIPSI

**Skripsi diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Teknik Mekatronika
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Trunojoyo Madura**

Oleh :

**Rifqi Aminullah
160491100012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA
2022**

KONTROL SEMBURAN AIR MANCUR MENGIKUTI NADA

Skripsi diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan

Program Studi Teknik Mekatronika

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Universitas Trunojoyo Madura

Oleh :

Nama : Rifqi Aminullah

NIM : 1160491100012

Disetujui oleh Tim Penguji Skripsi : Tanggal Sidang : 07 Juli 2022

Muhammad Latif, S.Kom., M.T.

NIP. 19820728 200812 1 004

_____ (Pembimbing I)

Hairil Budiarto, S.T., M.T.

NIP. 19820206 200812 1 001

_____ (Pembimbing II)

Faikul Umam, S.Kom., M.T.

NIP. 19830118 200812 1 001

_____ (Penguji I)

Dr. Muhammad. Fuad, S.Kom., M.T.

NIP. 19780211200812 1 001

_____ (Penguji II)

Sri Wahyuni, S.Kom., M.T.

NIP. 19820527 200812 1 002

_____ (Penguji III)

Bangkalan, Kamis 07 Juli 2022

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Sri Wahyuni, S.Kom., M.T.

NIP. 19820527 200812 1 002

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS JUDUL

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul :

KONTROL SEMBURAN AIR MANCUR MENGIKUTI NADA

1. Adalah asli, bukan merupakan karya pihak lain serta belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana teknik di Universitas Trunojoyo Madura maupun di Perguruan Tinggi yang lain.
2. Tidak terdapat karya atau pendapat pihak lain yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis telah diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti skripsi ini sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiasi atau terdapat hal-hal yang tidak sesuai dengan pernyataan di atas, maka saya sanggup menerima sanksi akademis yang berlaku, dengan segala akibat hukumnya sesuai peraturan Universitas Trunojoyo Madura dan/atau peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bangkalan, 07 Juli 2022

Yang Menyatakan,

Rifqi Aminullah
NIM.160491100012

MOTTO

“ yakini dan lakukan “

- **Rifqi Aminullah** -

KONTROL SEMBURAN AIR MANCUR MENGIKUTI NADA

Nama : Rifqi Aminullah
NIM : 160491100012
Program Studi : Teknik Mekatronika
Dosen Pembimbing : 1. Muhammad Latif, S.Kom., M.T.
2. Hairil Budiarto., S.T., M.T.

ABSTRAK

Air mancur adalah air yang mengalir secara *diagonal* dari sumbernya. Pada umumnya air mancur difungsikan sebagai hiasan kota atau menjadi *landmark* suatu negara. Namun sistem air mancur hanya dibuat sedemikian rupa dengan mengatur keluaran semburan melalui program tertentu tanpa mengikuti musik atau nada. Dari beberapa hasil pengamatan sebelumnya didapatkan gagasan rancangan “Kontrol Semburan Air Mancur Mengikuti Nada” dengan metode *Proporsional Integral Derivatif* (PID) dan kontrol manual. Perancangan ini memiliki sistem lebih interaktif mengikuti irama nada menggunakan dua metode kontrol untuk membandingkan hasil respon dari masing – masing kontrol. Kontrol manual dengan kalibrasi mengatur nilai *Pulse Width Modulation* (PWM) menghasilkan respon yang baik dan teratur secara *visual*. Dikarenakan pembacaan sensor *flow delay* 1 detik dalam pembacaannya kontrol PID tampak tidak berhasil dan pompa naik turun terus menerus namun menghasilkan *output* nilai *flow* yang baik. Hal tersebut terjadi karena kontrol PID terus berusaha mencapai *set point*. Hal ini dibuktikan dari nilai persentase kesalahan pembacaan sensor *flow1*=17%, *flow2*=32%, *flow3*=18%, *flow4*=33%, *flow5*=10%, *flow6*=14%, *flow7*=10%, *flow8*=15% dengan parameter $k_p = 0,5$, $k_i = 0,5$, $K_d = 1$ kontrol PID menghasilkan *output* kurang dari 50% persentase kesalahan yang masuk dalam kategori “wajar”.

Kata kunci : kontrol PID, nada dasar, sensor *flow*, air mancur

KATA PENGANTAR

Syukur Allhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah memberikan cinta, petunjuk, bimbingan dan ridhoNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dan mampu mengatasi segala hambatan yang ditemui atas tuntunanNya. Shalawat serta salam tak lupa selalu terkirim untuk nabi kita Muhammad SAW yang senantiasa memberi petunjuk arah jalan kebenaran. Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik oleh penulis tentunya tidak lepas dari dukungan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah memberikan dukungan doa serta bantuan moral dan material sampai penulis dapat menyelesaikan studi.
2. Muhammad Latif, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing satu yang dengan kesabaran dan keiklasannya telah membimbing penulis sehingga akhirnya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Bapak Hairil Budiarto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dua sekaligus dosen wali selama saya memulai dibangku perkuliahan sampai selesai. Terima kasih atas bimbingan dan arahan yang diberikan kepada penulis.
4. Bapak Faikul Umam, S.Kom., M.T., Bapak Dr. Muhammad Fuad, S.Kom., M.T., M.T., Ibu Sri Wahyuni S.Kom., M.T. selaku dosen penguji yang bersedia meluangkan waktunya untuk menguji dan memberikan masukan-masukan yang baik kepada penulis dalam penyusunan laporan.
5. Seluruh staf pengajar prodi Teknik Mekatronika atas ilmu yang diberikan selama proses perkuliahan, semoga menjadi amal soleh dan bermanfaat, Aamiin.
6. Teman-teman Teknik Mekatronika angkatan 2016 yang telah bersama-sama berjuang dalam bangku perkuliahan khususnya anak-anak HIMAMA yang telah banyak menghibur, memberi dukungan, berjuang bareng dan merasakan pahit manisnya bangku perkuliahan meskipun lima tahun lamanya. Terima kasih atas dukungan kalian yang tak terukur besarnya.
7. Temen-temen Nak_Kanak P.I.L terutama yang sering membully agar cepat diselesaikan (mas Ruly), kakak paling baik (Claudia), kos Gang Buntu dan kos PLTG yang telah memberi dukungan dan masukan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

8. Serta berbagai pihak yang belum tertulis dan yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah berperan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Sebagai manusia biasa, saya menyadari bahwasanya penulisan Tugas akhir ini masih terdapat beberapa kesalahan, keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu saya mengharapkan saran dan kritik yang membangun sebagai masukan untuk penyusun dan demi kesempurnaan Tugas akhir ini. Akhir kata semoga segala keikhlasan dan kebaikan yang telah diberikan mendapat berkah dan Rahmat dari Allah SWT. Semoga dengan Penulisan Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Bangkalan, 07 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS JUDUL	ii
MOTTO	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR ISTILAH	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	4
BAB II TEORI PENUNJANG	6
2.1 Penelitian pendukung	6
2.2 <i>Kontrol Proportional Integral Derivative (PID)</i>	9
2.3 Rata – rata Kesalahan dan persentase kesalahan.....	10
2.4 Gelombang	12
2.3.1 Gelombang Bunyi	12
2.3.2 Nilai Frekuensi Nada Dasar	14
2.5 Nilai Frekuensi Nada # (Kress).....	15
2.6 Arduino Mega 2560 Pro Mini	16
2.7 Sensor suara MAX4466	17
2.8 <i>Driver</i> motor L298N	18
2.9 Pompa Air Celup <i>Submersible</i>	18
2.10 <i>Power Supply</i>	19
2.11 <i>Water Flow</i> Sensor <i>small 1/8 inc</i>	20
BAB III PERANCANGANAN SISTEM.....	21
3.1 Gambaran umum	21

3.2	Perancangan Desain Alat	21
3.3	Rancangan Elektronika	23
3.4	Diagram Blok Sistem	24
3.5	<i>Flowchart</i> Sistem	25
3.6	Simulasi perhitungan kontrol manual Semburan Pompa Sesuai Nada ..	26
3.7	Simulasi Perhitungan Kontrol PID	28
3.8	Simulasi Varian Semburan	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS		33
4.1	Spesifikasi Air Mancur Mengikuti Nada	33
4.2	Hasil Alat	33
4.3	Cara Pengoperasian Alat	36
4.4	Hasil elektronika	36
4.4.1	Hasil perancangan Sensor suara	36
4.4.2	Hasil perancangan <i>Step down DC</i>	37
4.4.3	Hasil perancangan <i>Driver</i> motor L298N	38
4.4.4	Hasil perancangan Sensor <i>Flow yf – s401</i>	38
4.4.5	Hasil perancangan <i>Pump Air Celup Submersible</i>	39
4.5	Pengujian dan kalibrasi Pembacaan Sensor Suara MAX4466	40
4.5.1	Pengujian Pembacaan Sensor Suara Nada C-B	42
4.6	Pengujian sistem kerja pompa dengan sensor suara	45
4.7	Kalibrasi sensor <i>flow yf - s401</i>	47
4.7.1	Pembacaan nilai sensor <i>flow</i> di PWM minimal	47
4.7.2	Pembacaan nilai sensor <i>flow</i> PWM nada C	48
4.7.3	Pembacaan nilai sensor <i>flow</i> PWM nada D	49
4.7.4	Pembacaan nilai sensor <i>flow</i> PWM nada E	50
4.7.5	Pembacaan nilai sensor <i>flow</i> PWM nada F	51
4.7.6	Pembacaan nilai sensor <i>flow</i> PWM nada G	52
4.7.7	Pembacaan nilai sensor <i>flow</i> PWM nada A	53
4.7.8	Pembacaan nilai sensor <i>flow</i> PWM nada B	55
4.7.9	pembacaan nilai sensor <i>flow</i> PWM maksimal	56
4.8	Pengujian Alat	57
4.9	Pengujian alat dengan kontrol manual	57

4.9.1	Kalibrasi nilai PWM standart minimal <i>flow</i>	57
4.9.2	Simulasi Prediksi Ketinggian Air Mancur	62
4.9.3	Pengujian kontrol manual	72
4.10	Pengujian alat dengan konnrol PID.....	80
4.10.1	Pengujian <i>Trial and Error Tuning PID</i>	80
4.11	Analisis Perbandingan	86
BAB V		90
5.1	Kesimpulan.....	90
5.2	Saran	90
DAFTAR PUSTAKA		92
LAMPIRAN		94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Blok Kontrol PID	10
Gambar 2. 2 Gambar Frekuensi 1 - 4 Dan <i>Amplitudo</i> Nada Ke 4	13
Gambar 2. 3 Arduino Mega 2560	17
Gambar 2. 4 Sensor Suara Max4466	17
Gambar 2. 5 <i>Driver</i> Motor L298N.....	18
Gambar 2. 6 Pompa Air Celup <i>Submersible</i>	19
Gambar 2. 7 <i>Power Supply</i>	19
Gambar 2. 8 <i>Datasheet</i> Sensor <i>Flow</i>	20
Gambar 3. 1 Desain Alat Kontrol Semburan Air Mengikuti Nada.....	22
Gambar 3. 2 Desain Tampak Depan	22
Gambar 3. 3 Rancanganan Elektronika Sensor Suara Dengan Arduino.....	23
Gambar 3. 4 Rangkaian <i>Output</i> Sinyal PWM <i>Driver</i> Motor Ke Pompa	23
Gambar 3. 5 Pembacaan <i>Output</i> Pompa Oleh Sensor <i>Flow</i>	24
Gambar 3. 6 Diagram Blok Sistem	24
Gambar 3. 7 Diagram Blok Kontrol Sistem PID	24
Gambar 3. 8 <i>Flowchart</i> Sistem Kontrol Semburan Air Mancur Mengikuti Nada	25
Gambar 3. 9 <i>Flowchart</i> PID.....	26
Gambar 3. 10 Simulasi Varian Semburan 1	31
Gambar 3. 11 Simulasi Varian Semburan 2.....	31
Gambar 3. 12 Simulasi Varian Semburan 3.....	32
Gambar 4. 1 (a) Rangka Alat Dan (b) Komponen Alat	34
Gambar 4. 2 Hasil Perancangan Arduino dan Sensor Suara Max4466.....	37
Gambar 4. 3 Hasil Perancanganan <i>Step Down DC</i>	37
Gambar 4. 4 Hasil Perancanganan <i>Driver</i> Motor Dengan Arduino.....	38
Gambar 4. 5 Hasil Perancanganan Sensor <i>Flow</i> Dengan Arduino	39
Gambar 4. 6 Hasil Perancanganan <i>Pump</i> Dengan <i>Driver</i> Motor.....	39
Gambar 4. 7 Program Pembacaan Sensor Suara.....	40
Gambar 4. 8 Hasil Pembacaan Sensor Suara	41
Gambar 4. 9 Aplikasi Piano Nada Dasar	41
Gambar 4. 10 <i>Setting</i> Aplikasi Piano	42
Gambar 4. 11 Grafik Pembacaan Nilai Frekuensi Nada C	42

Gambar 4. 12 Grafik Pembacaan Nilai Frekuensi Nada D	43
Gambar 4. 13 Grafik Pembacaan Nilai Frekuensi Nada E.....	43
Gambar 4. 14 Grafik Pembacaan Nilai Frekuensi Nada F.....	44
Gambar 4. 15 Grafik Pembacaan Nilai Frekuensi Nada G	44
Gambar 4. 16 Grafik Pembacaan Nilai Frekuensi Nada A	45
Gambar 4. 17 Grafik Pembacaan Nilai Frekuensi Nada B	45
Gambar 4. 18 Hasil Uji Coba Pompa Dan Sensor Suara	46
Gambar 4. 19 Hasil Uji Coba Pompa Dan Sensor Suara Dengan <i>Input</i> Suara	46
Gambar 4. 20 Hasil Pembacaan <i>Flow</i> PWM Minimal.....	47
Gambar 4. 21 Hasil Pembacaan <i>Flow</i> PWM Nada C	48
Gambar 4. 22 Hasil Pembacaan <i>Flow</i> PWM Nada D	50
Gambar 4. 23 Hasil Pembacaan <i>Flow</i> PWM Nada E.....	50
Gambar 4. 24 Hasil Pembacaan <i>Flow</i> PWM Nada F.....	52
Gambar 4. 25 Hasil Pembacaan <i>Flow</i> PWM Nada G	53
Gambar 4. 26 Hasil Pembacaan <i>Flow</i> PWM Nada A	54
Gambar 4. 27 Hasil Pembacaan <i>Flow</i> PWM Nada B	55
Gambar 4. 28 Hasil Pembacaan <i>Flow</i> PWM maksimal.....	56
Gambar 4. 29 Nilai Hasil Percobaan Penyesuaian Nilai <i>Flow</i>	58
Gambar 4. 30 Ketinggian air dan <i>flow</i> 2111ml/menit frekuensi nada B.....	63
Gambar 4. 31 Grafik Simulasi Ketinggian Air Nada C	65
Gambar 4. 32 Grafik Simulasi Ketinggian Air Nada D	66
Gambar 4. 33 Grafik Simulasi Ketinggian Air Nada E	67
Gambar 4. 34 Grafik Simulasi Ketinggian Air Nada F.....	68
Gambar 4. 35 Grafik Simulasi Ketinggian Air Nada G	69
Gambar 4. 36 Grafik Simulasi Ketinggian Air Nada A	70
Gambar 4. 37 Grafik Simulasi Ketinggian Air Nada A	71
Gambar 4. 38 Hasil Uji Nada C	73
Gambar 4. 39 Hasil Uji Nada B	77
Gambar 4. 40 Percobaan Kontrol PID 1	81
Gambar 4. 41 Grafik Nilai Pembacaan <i>Flow</i> Kontrol PID	82
Gambar 4. 42 <i>Error</i> Pembacaan <i>Flow</i> Kontrol PID	82
Gambar 4. 43 Grafik Nilai Pembacaan <i>Flow</i> Kontrol PID	83

Gambar 4. 44 <i>Error</i> Pembacaan <i>Flow</i> Kontrol PID	84
Gambar 4. 45 Grafik Nilai Pembacaan <i>Flow</i> Kontrol PID	85
Gambar 4. 46 <i>Error</i> Pembacaan <i>Flow</i> Kontrol PID	85

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir.....	4
Tabel 2. 1 Nilai Frekuensi 7 Nada Pokok Dalam 8 Oktaf	14
Tabel 2. 2 <i>Interval</i> Dan Perbandingan Nilai Frekuensi Nada Pokok.....	15
Tabel 2. 3 Nilai Frekuensi 12 Jenis Nada Dalam 8 Oktaf.....	16
Tabel 2. 4 Spesifikasi <i>Driver Motor L298N</i>	18
Tabel 2. 5 Spesifikasi Air Celup <i>Submersible</i>	19
Tabel 2. 6 Spesifikasi <i>Power Supply</i>	20
Tabel 2. 7 Spesifikasi <i>Water Flow Sensor Small</i>	20
Tabel 3. 1 Keterangan <i>Variabel</i>	25
Tabel 3. 2 Nilai PWM Sesuai Frekuensi.....	28
Tabel 3. 3 Nilai <i>Set Point</i> Laju Alir	29
Tabel 4. 1 Spesifikasi Air Mancur Mengikuti Nada	33
Tabel 4. 2 Komponen Penyusun Air Mancur Mengikuti Nada	35
Tabel 4. 3 Kecepatan <i>Flow</i> Pada PWM Minimal	47
Tabel 4. 4 Kecepatan <i>Flow</i> Pada PWM Nada C	49
Tabel 4. 5 Kecepatan <i>Flow</i> Pada PWM Nada D.....	49
Tabel 4. 6 Kecepatan <i>Flow</i> Pada PWM Nada E	51
Tabel 4. 7 Kecepatan <i>Flow</i> Pada PWM Nada F	52
Tabel 4. 8 Kecepatan <i>Flow</i> Pada PWM Nada G.....	53
Tabel 4. 9 Kecepatan <i>Flow</i> Pada PWM Nada A.....	54
Tabel 4. 10 Kecepatan <i>Flow</i> Pada PWM Nada B	55
Tabel 4. 11 Kecepatan <i>Flow</i> Pada PWM Maksimal	56
Tabel 4. 12 Hasil Kalibrasi PWM <i>Flow</i>	58
Tabel 4. 13 Hasil Kalibrasi PWM <i>Flow</i> Nada C.....	59
Tabel 4. 14 Hasil Kalibrasi PWM <i>Flow</i> Nada D	59
Tabel 4. 15 Hasil Kalibrasi PWM <i>Flow</i> Nada E.....	60
Tabel 4. 16 Hasil Kalibrasi PWM <i>Flow</i> Nada F	60
Tabel 4. 17 Hasil Kalibrasi PWM <i>Flow</i> Nada G	61
Tabel 4. 18 Hasil Kalibrasi PWM <i>Flow</i> Nada A	61
Tabel 4. 19 Hasil Kalibrasi PWM <i>Flow</i> Nada B.....	62
Tabel 4. 20 Nilai Respon <i>Flow</i>	72

Tabel 4. 21 Perhitungan Kesalahan.....	73
Tabel 4. 22 Nilai Respon <i>Flow</i>	74
Tabel 4. 23 Perhitungan Kesalahan.....	74
Tabel 4. 24 Nilai Respon <i>Flow</i>	75
Tabel 4. 25 Perhitungan Kesalahan.....	76
Tabel 4. 26 Nilai Respon <i>Flow</i>	76
Tabel 4. 27 Perhitungan Kesalahan.....	77
Tabel 4. 28 Nilai Respon <i>Flow</i>	78
Tabel 4. 29 Perhitungan Kesalahan.....	79
Tabel 4. 30 Nilai Respon <i>Flow</i>	79
Tabel 4. 31 Perhitungan Kesalahan.....	80
Tabel 4. 32 Hasil Pembacaan <i>Flow</i> Kontrol PID.....	81
Tabel 4. 33 Hasil Pembacaan <i>Flow</i> Kontrol PID.....	83
Tabel 4. 34 Hasil Pembacaan <i>Flow</i> Kontrol PID.....	84
Tabel 4. 35 Analisis Perbandingan	86