

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
NOMENKLATURE .....	xi
ABSTRAK.....	xiii
<b>BAB 1</b> Pendahuluan .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan Penelitian.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB 2</b> Tinjauan Pustaka .....	<b>8</b>
2.1 Teknologi Siklotron.....	8
2.2 Kendali Sistem Siklotron .....	8
2.3 Landasan Teori .....	10



2.3.1 Siklotron.....	10
2.3.2 Sumber Ion.....	13
2.3.3 Persamaan Gerak Partikel .....	14
2.3.4 Sistem Kendali .....	15
2.3.5 PID .....	17
2.3.6 Metode Ziegler Nichols .....	19
2.3.7 Metode Fuzzy .....	21
<b>BAB 3 Metodologi Penelitian .....</b>	<b>24</b>
3.1 Metode Penelitian.....	24
3.2 Tempat Penelitian.....	24
3.3 Perangkat Lunak.....	25
3.4 Perangkat Keras .....	26
3.5 Prosedur Penelitian.....	28
<b>BAB 4 Hasil dan Pembahasan.....</b>	<b>37</b>
4.1 Pengujian Sistem Gas Hidrogen .....	37
4.1.1 Kalibrasi Sistem Aliran Gas .....	37
4.1.2 Pengujian Aliran Gas Tanpa Kendali .....	38
4.1.3 Pengujian Kendali Aliran Gas .....	39
4.2 Pengujian Sistem Pengerak Head SI.....	42
4.2.1 Kalibrasi Sistem Penggerak .....	42



4.2.2 Pengujian Sistem Penggerak.....	43
<b>BAB 5 Kesimpulan dan Saran.....</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Rekomendasi.....	51
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>52</b>
<b>Lampiran .....</b>	<b>54</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1-1. Beberapa Isotop Penanda.....	2
Tabel 2-1. Spesifikasi Siklotron DECY-13.....	12
Tabel 2-2. Komponen Utama DECY-13.....	12
Tabel 2-3. Penalaan Parameter PID Metode ZN-1 .....	20
Tabel 2-4. Penalaan Parameter PID Metode ZN-2 .....	20
Tabel 3-1. <i>Rule Base</i> Kp .....	35
Tabel 3-2. <i>Rule Base</i> Ki .....	35
Tabel 3-3. <i>Rule Base</i> Kp .....	36
Tabel 4-1. Respon Kendali Sistem Gas Sumber Ion.....	42
Tabel 4-2. Respon Kendali Sistem Penggerak Sumbu-x .....	47
Tabel 4-3. Respon Kendali Sistem Penggerak Sumbu-y .....	49



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1. Citra Kanker Payudara Dengan PET-CT .....	2
Gambar 2-1. Prinsip Siklotron .....	10
Gambar 2-2. Siklotron DECY-13 (a) bagian luar; (b) bagian dalam .....	11
Gambar 2-3. Skema Sumber Ion .....	13
Gambar 2-4. Perangkat Pengujian Sumber Ion .....	13
Gambar 2-5. Kurva Respon .....	16
Gambar 2-6. Blok Diagram Kendali PID .....	17
Gambar 2-7. Blok Diagram Kp .....	17
Gambar 2-8. Blok Diagram Ki .....	18
Gambar 2-9. Blok Diagram Kd .....	18
Gambar 2-10. Kurva S Metode ZN-1 .....	19
Gambar 2-11. Respon osilasi sistem metode ZN II .....	20
Gambar 2-12. Kurva Keanggotaan Segitiga .....	21
Gambar 2-13. Kurva Keanggotaan Trapesium .....	22
Gambar 2-14. Susunan Sistem Fuzzy .....	22
Gambar 3-1. Software Labview .....	25
Gambar 3-2. PLC Fx-2424 .....	27
Gambar 3-3. EVR-116 .....	27
Gambar 3-4. Gas Flow Meter .....	28
Gambar 3-5. Diagram Alir Penelitian .....	29
Gambar 3-6. Kendali SI .....	30
Gambar 3-7. Diagram Alir Metode ZN .....	31



Gambar 3-8. Diagram Alir Penerapan Kendali FUZZY-PID .....	32
Gambar 3-9. <i>Membership Function Input</i> (a) <i>error</i> dan (b) <i>delta error</i> .....	33
Gambar 3-10. <i>Membership Function Output</i> Kp, (Ki) dan (Kd) .....	34
Gambar 4-1. Perbandingan Tegangan dengan Aliran Gas .....	37
Gambar 4-2. Perbandingan <i>Input</i> PC dengan Aliran Gas .....	38
Gambar 4-3. Aliran Gas Hidrogen pada (a) 2 sccm dan (b) 3 sccm .....	39
Gambar 4-4. Respon Aliran Gas Metode ZN-1 .....	40
Gambar 4-5. Grafik Kendali Aliran Gas Dengan ZN .....	40
Gambar 4-6. Respon Aliran Menggunakan PID-Fuzzy .....	41
Gambar 4-7. Kalibrasi Posisi Batang SI (a) Sumbu-x dan (b) Sumbu-y .....	43
Gambar 4-8. Respon Posisi SI Pada Arah (a) Sumbu-x dan (b) Sumbu-y .....	44
Gambar 4-9. Partikel keluar dari <i>Head</i> SI.....	44
Gambar 4-10. Respon Posisi Sumbu-x Menggunakan Metode ZN-1 .....	45
Gambar 4-11. Respon Posisi Sumbu-x Menggunakan PID ZN.....	46
Gambar 4-12 Respon Posisi Sumbu-x Menggunakan PID-Fuzzy.....	46
Gambar 4-13 Respon Posisi Sumbu-y Menggunakan Metode ZN-1 .....	47
Gambar 4-14 Respon Posisi Sumbu-y Menggunakan PID ZN.....	48
Gambar 4-15 Respon Posisi Sumbu-y Menggunakan Metode PID-Fuzzy.....	48
Gambar 4-16 Simulasi Pergerakan Partikel Yang Keluar Dari SI.....	49



## NOMENKLATURE

### SINGKATAN

DECY	Design Experimental of. Cyclotron in Yogyakarta
PET	Positron Emission Tomography
CTI	Computer Technology and Imaging
SI	Sumber Ion
LLRF	Low Level Radio Frequency
PLC	Programable Logic Controller
PID	Proportional, Integral dan Derivative
Kp	Kendali Proporsional
Ki	Kendali Integral
Kd	Kendali Derivativ

### SATUAN

sccm	standart cubic centimeter per minute
s	second
mm	mili meter
cm	Centimeter
V	Volt
m	Meter
MeV	Mega elektron Volt

