



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI BANDUNG

Jln. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Bandung 40012, Kotak Pos 1234, Telepon (022) 2013789, Fax. (022) 2013889 Homepage : www.polban.ac.id Email : polban@polban.ac.id

LEMBAR SAMPUL DOKUMEN

Judul Dokumen : Dokumen B500 : “Sistem Pengendali Kadar pH Air pada Tanaman Hidroponik dengan Metode PID”
Jenis Dokumen : B500
Nomor Dokumen : B500 – 02
Nomor Revisi : 01
Nama File : 3C1_Devandri Suherman_191354007_SKD_B500_01
Tanggal Penerbitan : 9 Januari 2022
Unit Penerbit : -
Jumlah Halaman : 10

Data Pengusul				
Pengusul	Nama		Jabatan	Mahasiswa D-IV Teknik Elektronika
	Devandri Suherman			191354007
	Tanggal	9 – 01 – 2022	Tanda Tangan	
Lembaga	Politeknik Negeri Bandung			
Alamat	Jln. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga Bandung 40012, Kotak Pos 1234, Telepon (022) 2013789, Fax. (022) 2013889			
Telepon : 022-2013789	Fax : 022-2013889		Email : polban@polban.ac.id	

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	1
I. PENGANTAR	2
1.1 Ringkasan Dokumen	2
1.2 Tujuan Penulisan	2
II. PROPOSAL PENGEMBANGAN	2
2.1 Gambaran Umum	2
2.2 Integrasi Komponen	3
2.3 Desain Filter	4
2.4 Realisasi Filter Digital.....	6
2.5 Desain Kendali	7
III. KESIMPULAN	10
IV. PENUTUP	10

I. PENGANTAR

1.1 Ringkasan Dokumen

Dokumen B500 ini berisi tentang integrasi seluruh komponen dan desain kendali pada alat yang akan dibuat dengan judul “Sistem Pengendali Kadar pH Air pada Tanaman Hidroponik dengan Metode PID” yang ditujukan sebagai tugas mandiri mata kuliah Sistem Kendali Digital (SKD) program studi D4 – Teknik Elektronika Politeknik Negeri Bandung.

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan dokumen ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai dokumentasi selama rangkaian pelaksanaan pembuatan proyek mandiri mata kuliah Sistem Kendali Digital.
2. Mengintegrasikan komponen dan mendesain kendali.
3. Menghitung parameter filter pada sensor pH.
4. Menghitung nilai K_p , T_i dan T_d .
5. Mempermudah proses pengembangan alat yang akan dibuat.
6. Menjadi acuan dalam pengerjaan proyek.

II. PROPOSAL PENGEMBANGAN

2.1 Gambaran Umum

Sistem Pengendali Kadar pH Air pada Tanaman Hidroponik dengan Metode PID adalah sebuah alat yang dapat menurunkan pH pada air tanaman hidroponik dengan menggunakan kendali PID sehingga pH dalam air pada pH tertentu.

Alat ini menggunakan potensiometer untuk mengatur set point dan sensor analog pH untuk mengukur pH dalam air yang kemudian dibandingkan dengan nilai set point yang selanjutnya akan diproses oleh controller Arduino Uno. Output dari Arduino ini menuju driver motor L298N. Driver ini akan memanipulasi keluaran Arduino uno untuk mengontrol kecepatan pompa dalam menyedot larutan asam pada sebuah botol. Kemudian untuk mempercepat tercampurnya larutan tersebut ditambahkan motor yang terus berputar untuk memutar air.

Lingkup desain kendali yaitu menentukan nilai K_p , T_i dan T_d hasil desain. Adapun kendali yang akan digunakan yaitu *Close Loop ZNI*. Alasan menggunakan *CL ZNI* yaitu agar hasil kendali tidak terjadi *overshoot* dan plant nantinya termasuk kendali proses. Ketika terjadi *overshoot* tidak dapat turun pH nya sehingga menjadi *error steady state*.

2.2 Integrasi Komponen

Berikut ini hasil integrasi komponen sehingga menjadi satu kesatuan sistem kendali



Gambar 5. 1 Integrasi Komponen



Gambar 5. 2 Integrasi Komponen

2.3 Desain Filter

Desain filter ini bertujuan agar PV yang diperoleh dari pengukuran pH oleh sensor pH hanya sedikit *noise* – nya.

Source Code

```
B500_Desain_Filter_pH
1 /*
2  * Nama : Devandri Suherman
3  * NIM : 191354007
4  * Matkul : Sistem Kendali Digital
5  * Judul : PROYEK MANDIRI - Desain Filter
6  * IIR Sensor pH
7  * Tanggal: Rabu, 15 Desember 2021
8  */
9
10 #include <Wire.h> //Library I2C
11 #include <LiquidCrystal_I2C.h> //Library LCD I2C
12 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
13
14
15 const int pinPH = A2;
16 int nilaiSensor = 0;
17 unsigned long int rataADCPH;
18 int bufADCPH[10], temp;
19
20 void setup () {
21     Serial.begin(9600);
22     lcd.init();
23     lcd.begin(16,2);
24     lcd.backlight();
25     lcd.setCursor(0,0); // kolom x baris
26     lcd.print("pH Meter");
27     delay(2000);
28 }
29
30
31 void loop() {
32     for(int i = 0; i<10; i++){
33         bufADCPH[i] = analogRead(pinPH);
34         delay(10);
35     }
36
37     for (int i = 0; i<9; i++){
38         for(int j=i+1;j<10;j++){
39             if (bufADCPH[i]>bufADCPH[j]){
40                 temp =bufADCPH[i];
41                 bufADCPH[i] = bufADCPH[j];
42                 bufADCPH[j] = temp;
43             }
44         }
45     }
46     rataADCPH=0;
47     for(int i = 2; i<8; i++){
48         rataADCPH+=bufADCPH[i];
49     }
50
51     float teganganPH = (float)rataADCPH*5.0/1024/6;
52     float nilaipH = 2.101628 * teganganPH + 2.917;
53     // float nilaipH = 2.142857 * teganganPH + 2.89571436;
54     Serial.print(1);
55     Serial.print(" ");
56     Serial.print(14);
57     Serial.print(" ");
58     Serial.print("Nilai pH = ");
59     Serial.println(nilaipH);
60
61     lcd.setCursor(0,0); // kolom x baris
62     lcd.print("pH Meter");
63     lcd.setCursor(0,1);
64     lcd.print("pH : ");
65     lcd.setCursor(7,1);
66     lcd.print(nilaipH);
67 }
```

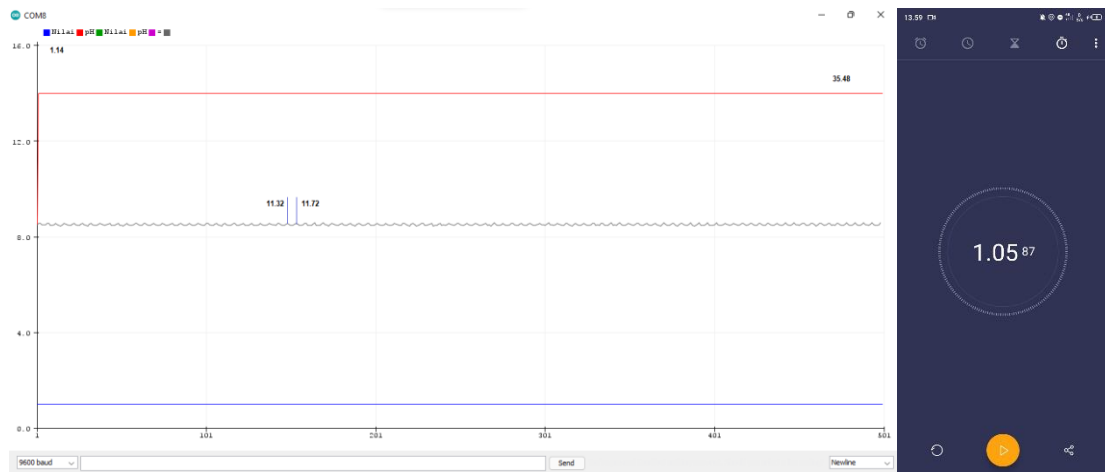
Gambar 5. 3 Source Code Desain Filter

Respon Sensor Tanpa Filter



Gambar 5. 4 Respon Filter

Dari plotter respon sensor, terdapat *noise*, sehingga dilanjutkan untuk desain filter digital.



Gambar 5. 5 Respon dan Waktu nyata

Analisa Desain Filter

Periode Waktu Nyata

$$T_{asli(s)} = T_{gambar} \left(\frac{W_{nyata}}{W_{gambar}} \right)$$

$$T_{asli(s)} = (11.72 - 11.32) \left(\frac{65.87}{(35.48 - 1.14)} \right)$$

$$T_{asli(s)} = 0.40 \left(\frac{65.87}{34.34} \right)$$

$$T_{asli(s)} = 0.767 \text{ detik}$$

Frekuensi Noise

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{0.767}$$

$$f = 1.304 \text{ Hz}$$

Kecepatan Sudut noise (ω)

$$\omega = 2\pi f = 2 * \pi * 1.304 = 8.193 \text{ rad/s}$$

Menentukan frekuensi cut-off

$$f_{c1dekade} = 0.819$$

$$f_{c1dekade} = 0.082$$

Menentukan RC

$$RC_{1dekade} = \frac{1}{2\pi f c_1} = \frac{1}{2\pi * 0.819} = 5.146$$

$$RC_{2dekade} = \frac{1}{2\pi f c_2} = \frac{1}{2\pi * 0.0819} = 51.46$$

2.4 Realisasi Filter Digital

Source Code

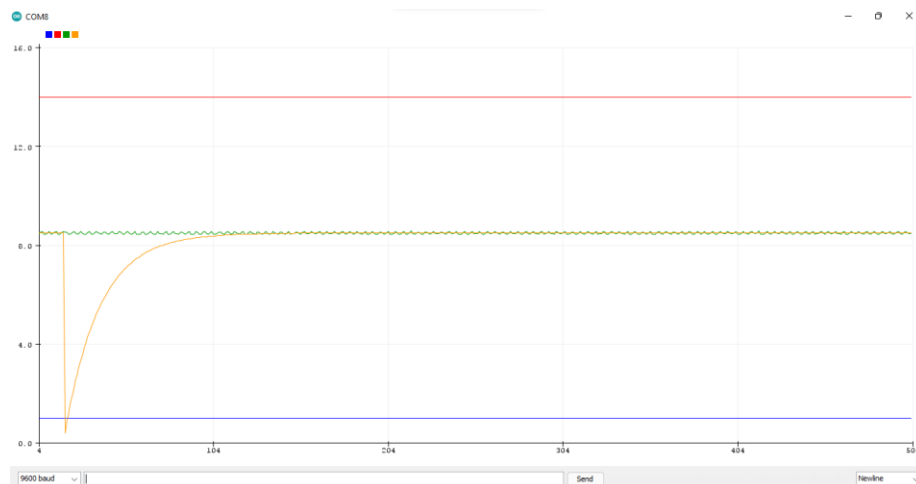
```

B500_Realisasi_Filter_pH
1 /*
2  * Nama   : Devandri Suherman
3  * NIM    : 191354007
4  * Matkul : Sistem Kendali Digital
5  * Judul  : PROYEK MANDIRI - Realisasi Filter
6  *       : IIR Sensor pH
7  * Tanggal: Sabtu, 8 Januari 2022
8  */
9
10 #include <Wire.h> //Library I2C
11 #include <LiquidCrystal_I2C.h> //Library LCD I2C
12 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
13
14
15 const int pinPH = A2;
16 int nilaiSensor = 0;
17 unsigned long int rataADCPH;
18 int bufADCPH[10], temp;
19
20 //Deklarasi Variabel
21 float SV, PV, PVf, PVf_l, fc, RC, fcl, RCl, a;
22 int MV;
23 unsigned long t;
24
25 double t_l, Ts;
26
27 void setup () {
28   Serial.begin(9600);
29   lcd.init();
30   lcd.begin(16,2);
31   lcd.backlight();
32   lcd.setCursor(0,0); // kolom x baris
33   lcd.print("pH Meter");
34   delay(2000);
35   fc=0.819; //pergeseran 1 dekade
36   RC=1/(6.28*fc);
37   Ts=0.01; //Hasil Pengukuran
38   a=RC/Ts;
39   PVf_l=0;
40 }
41
42
43 for(int i = 0; i<10; i++){
44   bufADCPH[i] = analogRead(pinPH);
45   delay(10);
46 }
47
48 for (int i = 0; i<9; i++){
49   for(int j=i+1;j<10;j++){
50     if (bufADCPH[i]>bufADCPH[j]){
51       temp =bufADCPH[i];
52       bufADCPH[i] = bufADCPH[j];
53       bufADCPH[j] = temp;
54     }
55   }
56 }
57 rataADCPH=0;
58 for(int i = 2; i<8; i++){
59   rataADCPH+=bufADCPH[i];
60 }
61
62 float teganganPH = (float) rataADCPH*5.0/1024/6;
63 float nilaiaPH = 2.101628 * teganganPH + 2.917;
64
65 //Mengecek nilai Ts
66 t_l=t;
67 t=millis();
68 Ts=(t - t_l)/1000; //Ts dalam
69
70 //[5]. Filter IIR
71 PVf=(nilaiaPH+a*PVf_l)/(a+1);
72
73
74 Serial.print(1);
75 Serial.print(" ");
76 Serial.print(14);
77 Serial.print(" ");
78 Serial.print(nilaiaPH);
79 Serial.print(" ");
80 Serial.println(PVf);
81
82 lcd.setCursor(0,0); // kolom x baris
83 lcd.print("pH Meter");
84 lcd.setCursor(0,1);
85 lcd.print("pH : ");
86 lcd.setCursor(7,1);
87 lcd.print(PVf);
88
89 PVf_l = PVf;
90 }

```

Gambar 5. 6 Source Code Realisasi Filter

Respon



Gambar 5. 7 Realisasi Filter Digital

2.5 Desain Kendali

Source Code :

```
B500_Desain_ZN1CL_Revisi1
1 //ID Program
2 /*
3  * Nama : Devandri Suherman
4  * NIM : 191354007
5  * Matkul : Sistem Kendali Digital
6  * Judul : Proyek Mandiri -
7  * Program Perancangan/Desain ZN1CL (Revisi 1)
8  * Tanggal: Sabtu, 08 Januari 2022
9  */
10
11 //1a. Deklarasi Untuk Perhitungan pH
12 //la. Deklarasi Untuk Perhitungan pH
13 const int pinPH = A2;
14 int nilaiSensor = 0;
15 unsigned long int rataADCPH;
16 int bufADCPH[10], temp;
17
18 //1b. Deklarasi untuk driver pompa
19 #define EN_A 11
20 #define IN_1 10
21 #define IN_2 9
22
23 //1c. Deklarasi pin untuk switch
24 #define pinON 8
25 #define pinS1 7 //pin input switch
26 #define pinOFF 6
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111 //3b. Membaca FV (Sensor pH)
112 for(int i = 0; i<10; i++){
113     bufADCPH[i] = analogRead(pinPH);
114     delay(10);
115 }
116
117 for (int i = 0; i<9; i++){
118     for (int j=i+1; j<10; j++){
119         if (bufADCPH[i]>bufADCPH[j]){
120             temp =bufADCPH[i];
121             bufADCPH[i] = bufADCPH[j];
122             bufADCPH[j] = temp;
123         }
124     }
125 }
126 rataADCPH=0;
127 for(int i = 2; i<8; i++){
128     rataADCPH+=bufADCPH[i];
129 }
130 float teganganPH = (float) rataADCPH*5.0/1024/6;
131 float nilaipH = 2.101628 * teganganPH + 2.917;
132 FV = nilaipH;
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163 //6] Cek hasil penjumlahan Ts akan di cek apakah sudah sama/ lebih dari batas interval
164 if (interval_elapsed >= interval_limit){
165 //7]
166 //7a. Menampilkan Display plotter
167 Serial.print(0);
168 Serial.print(" ");
169 Serial.print(12);
170 Serial.print(" ");
171 Serial.print(SV);
172 Serial.print(" ");
173 Serial.println(FV);
174
175 lcd.setCursor(3,0);
176 lcd.print(Fp);
177 lcd.setCursor(3,1);
178 lcd.print(SV);
179 lcd.setCursor(12,1);
180 lcd.print(FV);
181
182 //7b. Mereset nilai IE
183 interval_elapsed =0;
184 // setelah ditampilkan agar perhitungan di ulang dari nol lagi
185 else{
186     interval_elapsed = interval_elapsed;
187 }
188 }
```

Gambar 5. 8 Soure Code Desain ZN1 CL

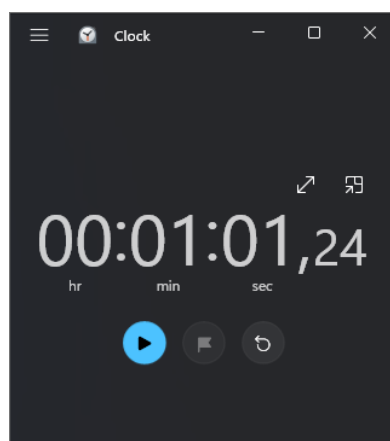
Respon Plant



Gambar 5. 9 Respon Plant



Gambar 5. 10 Desain Kendali



Gambar 5. 11 Waktu Nyata

Menghitung L dan T sinyal nyata

a. Mencari nilai L sinyal nyata

$$\frac{L_{SinyalNyata}}{Range_{SinyalNyata}} = \frac{L_{gambar}}{Range_{gambar}}$$

$$L_{SinyalNyata} = \frac{Range_{SinyalNyata} * L_{gambar}}{Range_{gambar}}$$

$$L_{SinyalNyata} = \frac{61.24 * (2.17 - 1.96)}{(35.63 - 1.14)} = 0.373$$

b. Mencari nilai T sinyal nyata

$$\frac{T_{SinyalNyata}}{Range_{SinyalNyata}} = \frac{T_{gambar}}{Range_{gambar}}$$

$$T_{SinyalNyata} = \frac{Range_{SinyalNyata} * T_{gambar}}{Range_{gambar}}$$

$$T_{SinyalNyata} = \frac{61.24 * (3.92 - 2.17)}{(35.63 - 1.14)} = 3.107$$

Table 8-1 Ziegler-Nichols Tuning Rule Based on Step Response of Plant (First Method)

Type of Controller	K_p	T_i	T_d
P	$\frac{T}{L}$	∞	0
PI	$0.9 \frac{T}{L}$	$\frac{L}{0.3}$	0
PID	$1.2 \frac{T}{L}$	$2L$	$0.5L$

Gambar 5. 12 Perhitungan nilai parameter kendali

Menghitung nilai parameter kendali

Rumus Umum				Skema	Lnyata	Tnyata
				Skema 1	0,373	3,107
Type of Controller	Kp	Ti	Td	Kp	Ti	Td
P	T/L	∞	0	8,32976	∞	0
PI	0,9(T/L)	L/0,3	0	7,49678	1,24333	0
PID	1,2(T/L)	2L	0,5L	9,99571	0,746	0,1865

III. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil desain kendali maka diperoleh data sebagai berikut :

Nilai $K_p = 9.995$, $T_i = 0.746$ dan $T_d = 0.187$

IV. PENUTUP

Demikian dokumen B500 ini dibuat untuk mendesain parameter kendali yang akan digunakan dalam pengujian realisasi proyek mandiri Sistem Kendali Digital yang akan dibuat. Untuk selanjutnya diharapkan dapat dijadikan acuan untuk pengembangan tahapan selanjutnya.