

Implementasi Kontrol PID Pada Kecepatan Motor Untuk Pencucian Telur

Bristha Brenezavani, Indrazno Siradjuddin, Totok Winarno

Abstrak - Telur adalah sumber protein terbesar karena asam amino esensial yang dimilikinya hampir ideal untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Untuk mencaga protein yang ada di dalam telur salah satunya dengan mencuci cangkang telur. Pada alat ini diharapkan dapat mengatur kecepatan motor pada proses pencucian telur. Untuk dapat mengatur kecepatan motor menggunakan motor DC geared yang disertai *rotary encoder* sedangkan untuk mengendalikan kecepatan motor saat proses pencucian menggunakan metode kontrol *PID*. Pada hasil percobaan dapat dianalisa bahwa penggunaan kontrol *PID* sangat berpengaruh terhadap kecepatan motor. Penggunaan algoritma *PID* menjadikan kecepatan motor menjadi lebih stabil dalam proses pencucian telur. Kontroler ini akan menstabilkan putaran motor sesuai set point yang diinginkan. Setelah dilakukan pengujian ditemukan nilai *PID* adalah $K_p = 3$, $K_i = 1$, $K_d = 11$, dengan set point sebesar 66 rpm. Dari hasil pengujian pada pengaturan kecepatan motor, didapatkan bahwa motor dapat menjaga kestabilan dengan error $\pm 10\%$ dikarenakan mekanik alat terlalu berat.

tersebut dapat menyebabkan keracunan bagi yang mengkonsumsinya.

Di pasar banyak menjual telur dalam keadaan kotor di bagian cangkang. Pencucian cangkang telur bertujuan untuk mencegah tercemarnya isi telur dengan bakteri atau kuman dan untuk meningkatkan harga jual di pasar. Biasanya yang dilakukan oleh masyarakat luas adalah mencuci telur satu persatu menggunakan air bersih sebelum disimpan, namun kebiasaan ini membuat ketidak efisiensi waktu dan belum tentu telur tersebut akan benar-benar bersih.

Dari permasalahan yang dialami dalam proses pencucian cangkang telur yaitu tingkat ketidak pedulian masyarakat tentang pentingnya kebersihan telur yang akan dikonsumsi, dan menggunakan cara manual untuk mencuci telur satu persatu yang membutuhkan waktu lebih lama. Dalam proses pencucian tersebut mungkin telur dicuci terlalu keras yang bisa menyebabkan retaknya cangkang telur berakibat masuknya bakteri kedalam isi telur.

Kata kunci : Mesin Pencuci Telur, Rotary Encoder, PID.

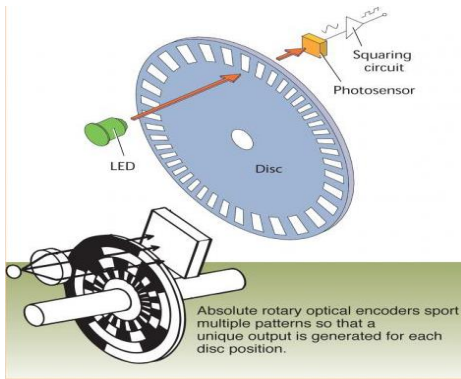
II. TINJAUAN PUSTAKA

I. PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan dasar manusia yang terpenting adalah pangan. Pangan merupakan sumber zat gizi yang diperlukan oleh tubuh manusia untuk tumbuh dan melakukan kegiatan fisik serta mengatur kerja organ tubuh. Zat gizi tersebut mencukupi protein, lemak, vitamin, mineral dan karbohidrat. Protein merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh, antara lain sebagai bahan pembentuk jaringan-jaringan baru yang selalu terjadi dalam tubuh, pada masa pertumbuhan dalam proses pembentukan jaringan, membentuk jaringan janin dan pertumbuhan embrio pada masa kehamilan, sebagai energi, serta protein sebagai pertahanan tubuh dari benda-benda asing yang masuk ke dalam tubuh seperti virus, bakteri dan lain-lain. Salah satu jenis bahan pangan yang mengandung protein tinggi adalah telur. Dalam keadaan tertentu atau dalam jumlah yang melebihi batas, mikroorganisme yang berada dalam telur

2.1 Rotary Encoder

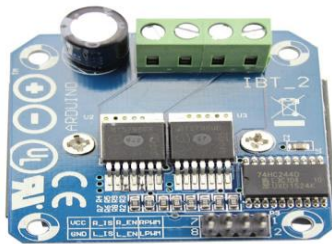
Pada sistem ini pengaturan awal didasarkan pada perbandingan kecepatan terhadap setpoint yang telah ditentukan. Sistem ini menggunakan input berupa kecepatan dari motor yang dikendalikan untuk dibandingkan dengan setpoint maka digunakanlah sensor kecepatan. Sensor ini digunakan untuk memonitor dan sebagai feedback kecepatan putar motor. Sinyal kecepatan yang dideteksi digunakan sebagai pembanding nilai error dengan setpoint dan diolah menggunakan kontrol PID. Sensor ini tersusun dari IC komparator LM393 untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi atau arah putar dari motor. Pada motor terpasang piringan berlubang dengan jumlah lubang 20 buah. Pada bagian coupler terdapat bagian receiver dan transmitter, bagian ini yang akan menghasilkan pulsa high atau low seiring tertutup atau tidaknya cahaya bagian transmitter ke receiver coupler ketika piringan yang terpasang pada poros motor berputar. Perubahan kondisi ada atau tidaknya cahaya yang melewati lubang dari piringan akan dikirimkan ke IC komparator LM393 [8]



Gambar 1 Konsep Sensor Kecepatan

2.2 Driver IBT_2

Driver motor merupakan rangkaian untuk mengendalikan kecepatan dan arah putar motor. Rangkaian ini akan memperkuat arus yang akan masuk ke motor dari mikrokontroler sehingga arus yang masuk ke motor cukup besar untuk menggerakkan motor. Driver motor yang digunakan pada penelitian ini adalah modul driver motor IBT 2 merupakan driver H-Bridge yang didesain untuk menghasilkan drive 2 arah baik searah jarum jam ataupun berlawanan arah jarum jam dengan arus kontinyu. Driver ini dapat mengeluarkan arus hingga 43A dan tegangan sebesar 5.5V hingga 27V. Supply daya yang dibutuhkan untuk menggunakan driver IBT 2 antara 3.3V – 5V DC. Didalamnya juga menggunakan rangkaian H-Bridge dengan IC BTS-7960 dengan tambahan fitur perlindungan saat panas dan terjadi arus berlebih.



Gambar 2 Driver IBT 2

Spesifikasi Driver:

- Double BTS7960 high current (43A) H-bridge drivers
- Input voltage: 6V-27V
- Model: IBT-2
- Maximum current: 43A
- Input level: 3.3-5V
- Control mode: PWM or level

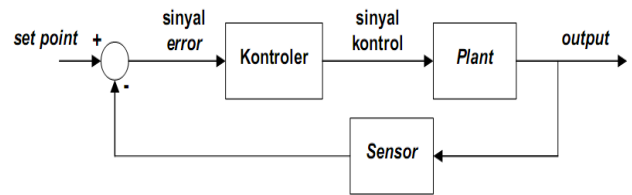
2.3 Metode PID (*Proportional Integral Derivative*)

PID (*Proportional-Integral-Derivative*) merupakan sistem kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan adanya umpan balik pada sistem tersebut. Keberadaan kontroler dalam sebuah sistem kontrol mempunyai kontribusi yang besar terhadap perilaku sistem. Pada prinsipnya hal itu

disebabkan oleh tidak dapat diubahnya komponen penyusun sistem tersebut. Artinya, karakteristik plant harus diterima sebagaimana adanya, sehingga perubahan perilaku sistem hanya dapat dilakukan melalui penambahan suatu sub sistem, yaitu kontroler.

Salah satu fungsi dari komponen kontroler adalah mereduksi sinyal kesalahan, yaitu perbedaan antara sinyal setting dan sinyal aktual. Hal ini sesuai dengan tujuan sistem kontrol yaitu mendapatkan sinyal aktual senantiasa (diinginkan) sama dengan sinyal setting. Semakin cepat reaksi sistem mengikuti sinyal aktual dan semakin kecil kesalahan yang terjadi, semakin baiklah kinerja sistem kontrol yang diterapkan.

Secara umum sistem umpan balik dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3 Sistem Umpan Balik

Set point merupakan keadaan tertentu yang ingin dicapai. Sensor berfungsi mendeteksi keluaran plant dan mengkonversikannya menjadi besaran dengan satuan yang sama seperti satuan set point. Keluaran sensor merupakan sinyal umpan balik (*feedback*) yang akan dikurangkan dengan set point menghasilkan sinyal error. Jika satuan dari keluaran sudah sama dengan set point maka blok sensor dapat dihilangkan sehingga sinyal umpan balik (*feedback*) adalah keluaran plant. Sinyal error diproses oleh kontroler lalu menghasilkan sinyal kontrol yang diumpankan ke plant, dengan tujuan agar keluaran dari plant sama dengan set point, yang berarti sinyal error bernilai (atau mendekati) nol. Dalam metode kontrol PID, sinyal kontrol dihasilkan dengan cara memperkuat sinyal error (*proportional*), mengintegrasikan sinyal error (*integral*), dan membuatnya sebanding dengan laju perubahan sinyal error itu sendiri (*derivative*). Kontroler yang melakukan mekanisme tersebut disebut dengan *PID controller*. Dalam perancangan sistem kontrol PID yang perlu dilakukan adalah mengatur parameter P, I atau D supaya tanggapan sinyal keluaran pada sistem terhadap masukan tertentu sesuai seperti yang diharapkan.

Karakteristik kontroler PID sangat dipengaruhi oleh kontribusi nilai dari ketiga parameter P, I dan D. Penyetelan konstanta K_p , T_i , dan T_d akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing elemen. Satu atau dua dari Ketiga konstanta tersebut dapat disetel lebih menonjol dibanding yang lain. Konstanta yang menonjol itulah akan memberikan kontribusi pengaruh pada respon sistem secara keseluruhan.

2.3.1 Kontrol Proporsional

Kontrol proposional merupakan salah satu kontrol yang dapat merubah lamanya waktu respon menuju *steady state*. Jika nilai proposional semakin kecil maka waktu respon menuju *steady state* akan semakin kecil begitupula sebaliknya jika nilai

proposional semakin besar maka waktu respon menuju steady state akan semakin besar.

Pada kontroler dengan kontrol proporsional, hubungan antara keluaran dari kontroler $m(t)$ dan sinyal kesalahan penggerak $e(t)$ adalah:

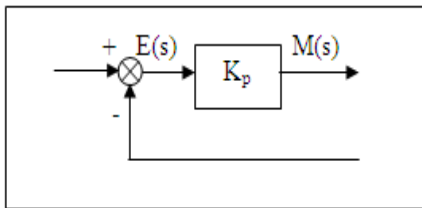
$$m(t) = K_p e(t)$$

atau, dalam besaran transformasi Laplace,

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \tag{1}$$

di mana K_p adalah kepekaan proporsional atau penguatan.

Bagaimanapun wujud mekanisme yang sebenarnya dan apapun bentuk daya penggeraknya, kontroler proporsional pada dasarnya merupakan penguat dengan penguatan yang dapat diatur[8]



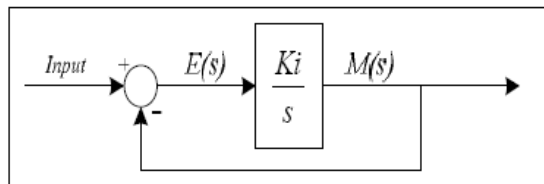
Gambar 4 Diagram Blok Kontroler Proporsional

2.3.2 Kontrol Integral

Pada kontroler integral, harga keluaran kontroler $m(t)$ diubah dengan laju yang sebanding dengan sinyal kesalahan penggerak $e(t)$.

$$\frac{dm(t)}{dt} = K_i e(t) \tag{2}$$

Dengan K_i adalah konstanta integral. Jika harga $e(t)$ diduakalikan, maka harga $m(t)$ berubah dengan laju perubahan menjadi dua kali semula. Jika kesalahan penggerak nol, maka harga $m(t)$ tetaplah stasioner. Aksi kontrol integral sering juga disebut kontrol *reset* yang digunakan untuk menghilangkan *error steady state* (Ogata, 1997).



Gambar 5 Diagram Blok Kontroler Integral

Kontrol ini bertujuan untuk mengurangi kesalahan keadaan tunak (*offset*) yang ditimbulkan oleh kontrol proporsional, yaitu dengan cara mengintegrasikan nilai *error* atau dengan kata lain menjumlahkan nilai *error* mulai dari *error* pertama hingga *error* ke- n ($\sum^n e_n$). Sehingga dapat disimpulkan bahwa *error* yang sebelumnya hingga *error* yang sekarang. Penerapan pada sistem adalah

$$I = K_I * (error + lastErrorI);$$

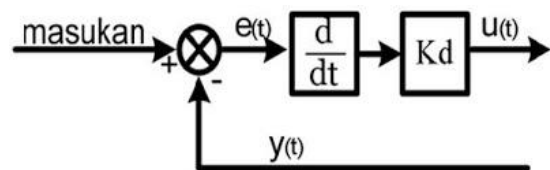
$$lastErrorI = error. \tag{3}$$

2.3.2 Kontrol Diferensial

Kontroler diferensial ini digunakan untuk memperbaiki atau mempercepat respons transien pada sebuah sistem kontrol dengan cara memperbesar *phase lead* terhadap penguatan kontrol serta mengurangi *phase lag* penguatan tersebut (Ogata, 1997). Kontroler diferensial tidak dapat mengeluarkan *output* bila tidak ada perubahan *input*, selain itu kontroler diferensial ini tidak dapat digunakan pada proses yang mengandung *noise*. Hubungan antara keluaran kontroler $m(t)$ dan sinyal kesalahan penggerak $e(t)$ adalah :

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_d \tag{4}$$

K_d merupakan konstanta diferensial yang digunakan untuk memperbaiki atau mempercepat respons transien dari sebuah sistem serta dapat meredam osilasi



Gambar 6 Diagram Blok Kontroler Diferensial

Kontrol ini bertujuan sebagai pengendali laju karena output controller sebanding dengan laju dari perubahan sinyal *error*, kontrol diferensial juga sering disebut sebagai fungsi turunan sehingga dapat disimpulkan bahwa *error* yang sekarang dikurangi *error* yang sebelumnya. Penerapan pada sistem adalah

$$D = K_d * (error - lastErrorD);$$

$$lastErrorD = error;$$

III. METODOLOGI

3.1 Spesifikasi Alat :

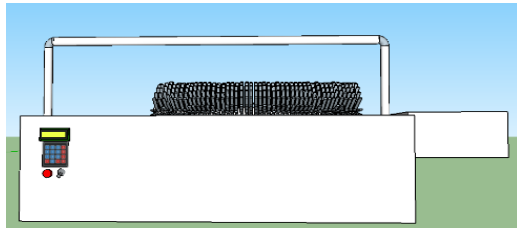
1. Telur yang digunakan = Ayam, Bebek
2. Kapasitas telur = 10 butir/120s
3. Sistem pembersihan = Air dan Sikat
4. Dimensi
 - Panjang = 105cm
 - Lebar = 50cm
 - Tinggi = 33cm
5. Bahan
 - Sikat = Benang Nilon
 - Ulir = Karpet
 - Rangka = Besi
6. Berat = 15 kg
7. Actuator = Motor DC 12V
8. Sensor = Sensor Rotary Encoder
9. Prosesor = ATMEGA 16
10. Display = LCD 16X2
11. Tegangan Kerja = 220VAC

3.2 Prinsip Kerja Alat

Pertama tombol Switch digunakan untuk mengaktifkan sistem, keypad digunakan untuk memasukkan nilai setpoint (RPM, Parameter PID(KP, KI, KD)). Kemudian tombol enter pada keypad ditekan maka motor akan berputar. Sensor

kecepatan akan melakukan pembacaan kecepatan. Dan mikrokontroller ATmega 16 akan membandingkan pembacaan kecepatan oleh sensor kecepatan dengan setpoint. Kontroler PID yang ditanamkan pada mikrokontroller ATmega 16 akan mengontrol kecepatan motor DC agar kecepatan aktual (PV) motor DC sesuai dengan setpoint yang telah ditentukan. Selisih antara kecepatan putar aktual (PV) motor DC dengan setpoint akan menghasilkan error. Disinilah kontroler PID bekerja, kontrol PID akan meminimalkan error yang terbaca oleh sensor kecepatan dengan setpoint. Keluaran PID adalah sinyal PWM yang diatur duty cycle, semakin tinggi duty cycle maka kecepatan putar tinggi.

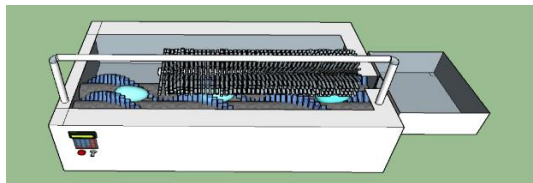
3.3 Perancangan dan Pembuatan Mekanik



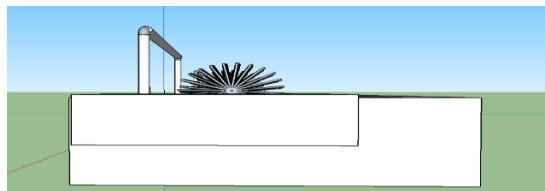
Gambar 7 Desain Mekanik Tampak Depan



Gambar 8 Desain Mekanik Tampak Atas

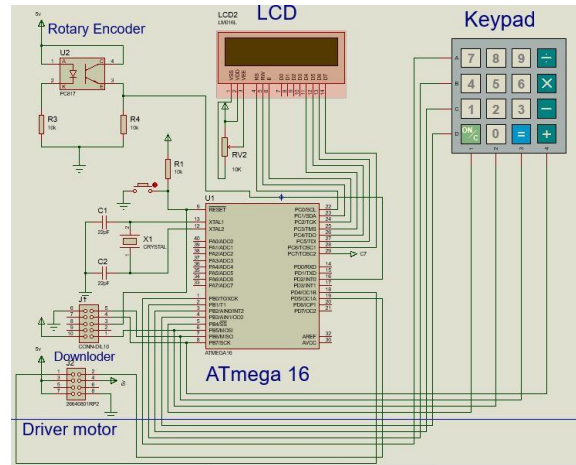


Gambar 9 Desain Mekanik Tampak Keseluruhan



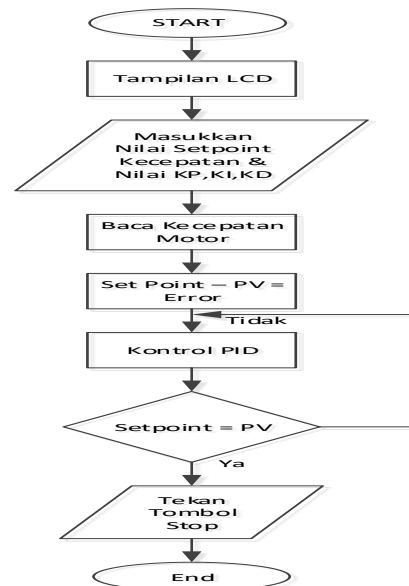
Gambar 10 Desain Mekanik Tampak Samping

3.4 Rangkaian Keseluruhan



Gambar 11 Rangkaian Sistem

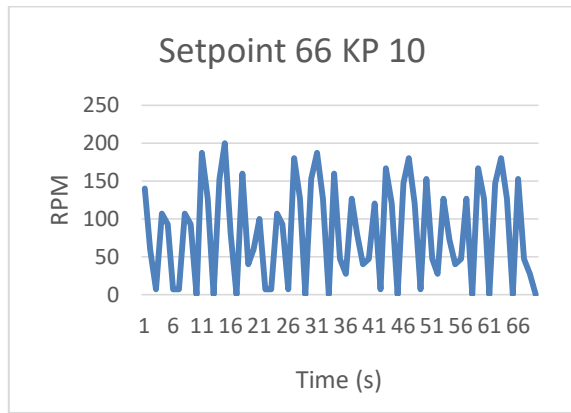
3.5 Perancangan Software



Gambar 12 Flowchart Program

3.6 Perancangan PID

Untuk memperoleh nilai Kp, Ki, dan Kd digunakan metode osilasi Ziegler-nichols atau Ziegler-nichols 2. Metode ini merupakan metode yang sesuai dengan sistem alat pembersih telur dikarenakan respon yang dihasilkan pada motor DC adalah respon yang cepat dan beresilasi.



Gambar 13 Percobaan dengan memasukkan nilai Kp = 10

Dari grafik diatas dengan Kp = 10 merupakan sistem yang mempunyai osilasi yang baik .

Sesuai dengan tuning PID nilai Kp yang didapat dapat digunakan untuk mencari nilai Kcr dan Pcr diambil dari slisih amplitude antara gelombang yang mempunyai tinggi yang sama. Berikut perhitungan menggunakan *Ziegler – Nichols*

➤ Diketahui

$$Kcr = 10 \quad Pcr = 8 - 4 = 4$$

Dari nilai Kcr dan Pcr dapat dicari nilai Kp, Ki, dan Kd

➤ Perhitungan nilai Kp

$$\begin{aligned} Kp &= 0.6 \times Kcr \\ &= 0.6 \times 10 \\ &= 6 \end{aligned}$$

➤ Perhitungan nilai Ki

$$\begin{aligned} Ti &= 0.5 \times Pcr & Ki &= Kp / Ti \\ &= 0.5 \times 4 & &= 6 / 2 \\ &= 2 & &= 3 \end{aligned}$$

➤ Perhitungan nilai Kd

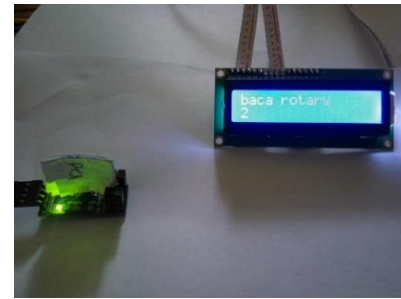
$$\begin{aligned} Td &= 0.125 \times Pcr & Kd &= Kp \times Td \\ &= 0.125 \times 4 & &= 6 \times 0.5 \\ &= 0.5 & &= 3 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai Kp= 6, Ki= 3, dan Kd = 3

IV. HASIL DAN ANALISA

4.1 Pengujian dan Analisa Sensor Rotary Encoder

Pengujian sensor *rotary encoder* ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor dapat membaca kecepatan putar motor dengan baik. Pengujian sensor *rotary encoder* ini menggunakan program bahasa C dengan menggunakan software *Codevision AVR*.



Gambar 14 Pengujian Sensor Rotary Saat Optokopler Terhalang

Gambar 14 merupakan data pembacaan sensor kecepatan ketika optokopler terhalang oleh benda, lcd akan menampilkan angka 2 dan seterusnya.



Gambar 15 Pengujian Sensor Rotary Saat Optokopler tidak Terhalang

Gambar 15 merupakan pembacaan sensor kecepatan ketika optokopler tidak terhalang oleh benda, lcd akan menampilkan angka 0 atau dalam keadaan sensor mulai membaca. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor rotary encoder bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Pada sensor rotary encoder terdapat optocoupler U yang tersusun dari LED dan photo transistor dimana saat led memancarkan cahaya dan mengenai photo transistor maka pada output (kaki kolektor dari phototransistor akan berlogika HIGH) begitupula sebaliknya jika cahaya led terhalang oleh sesuatu maka output (kaki kolektor dari photo transistor akan berlogika LOW). Berikut program pengujian sensor rotary encoder.

4.2 Pengujian dan Analisa Driver Motor DC

Pengujian driver motor DC IBT-2 bertujuan agar dapat mengetahui dan mengerti tentang karakteristik driver motor yang nantinya akan digunakan sebagai penggerak aktuator pada alat pencuci telur. Pengujian dilakukan dengan memberi inputan berupa logika "1" dan "0" pada pin PWM, pada dua pin inputan sebagai pengatur arah putaran secara bergantian, kemudian melihat perubahan pada pergerakan motor yang sudah disambungkan pada pin output dari driver. Berikut tabel hasil pengujian driver motor IBT-2

Tabel 1 Pengujian Driver IBT-2

PWM1	PWM2	KONDISI MOTOR
0	0	MATI
1	0	CW
0	1	CCW
1	1	MATI

Setelah melakukan pengujian driver IBT_2 seperti tabel diatas, dapat dilihat bahwa hasil tersebut sudah sesuai dengan yang diinginkan. Untuk mengontrol driver dengan memberikan logika dari kontroler secara bergantian, yaitu ketika PWM1 diberi logika 0 atau LOW dan PWM2 diberi logika 0 atau LOW maka kondisi motor akan mati, dan sebaliknya bila PWM1 diberi logika 1 atau HIGH dan PWM2 diberi logika 1 atau HIGH maka kondisi motor akan mati juga. Bila PWM1 diberi logika 1 atau HIGH dan PWM2 diberi logika 0 atau LOW maka kondisi motor akan berputar searah dengan jarum jam. Bila PWM1 diberi logika 0 atau LOW dan PWM2 diberi logika 1 atau HIGH maka kondisi motor akan berputar berlawanan dengan arah jarum jam.

Dari pengujian driver IBT_2 dapat dibuktikan bahwa driver mampu dioperasikan secara *fullbridge*, dan motor yang disambungkan pada driver mampu berputar searah jarum jam atau CW dan berlawanan arah jarum jam atau CCW.

4.3 Pengujian dan Analisa Kecepatan Putar (RPM) Motor DC 12V

Pengujian pada Motor DC 12V bertujuan apakah putaran motor dapat stabil dan bekerja secara baik.

Tabel 2 Data Tanpa Kontrol Dan Tanpa Beban

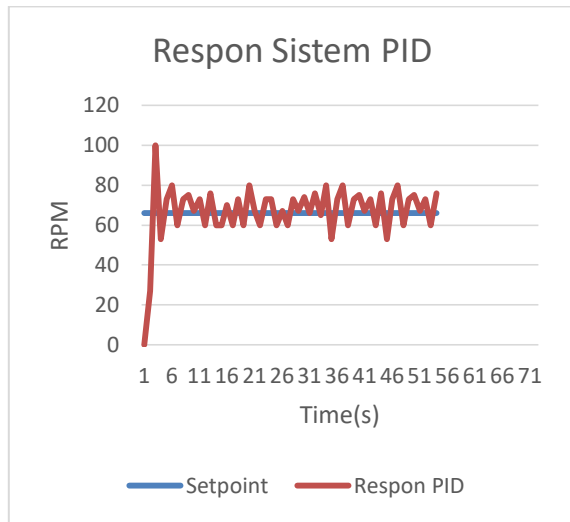
PWM	RPM LCD	RPM TACO	ERROR(%)	TEGANGAN(V)
0	0	0	0	0.48
10	0	0	0	0.48
20	0	0	0	0.92
30	0	0	0	1.37
40	0	0	0	1.82
50	0	0	0	2.27
60	0	0	0	2.71
70	0	0	0	3.1
80	43	42	2.38	3.6
90	53	54	1.85	4.1
100	66.7	66.6	0.15	4.63
110	76.7	76.2	0.65	5
120	86.7	86.7	0	5.5
130	90	90.7	0.77	5.6
140	103.3	103	0.29	6.8
150	110	111	0.9	6.94
160	120	120.9	0.74	7.4
170	126.7	126.4	0.23	7.8
180	136.7	136.8	0.07	8.3
190	150	150	0	8.8
200	160	160.3	0.18	9.2
210	163.3	163.5	0.12	9.7
220	180	179.5	0.27	10.2
230	186.7	187	0.16	10.6
240	190	190.2	0.1	11.1
250	206.7	206.4	0.14	11.6
255	203.3	203.2	0.09	11.8

Tabel 3 Data Tanpa Kontrol Dengan Beban

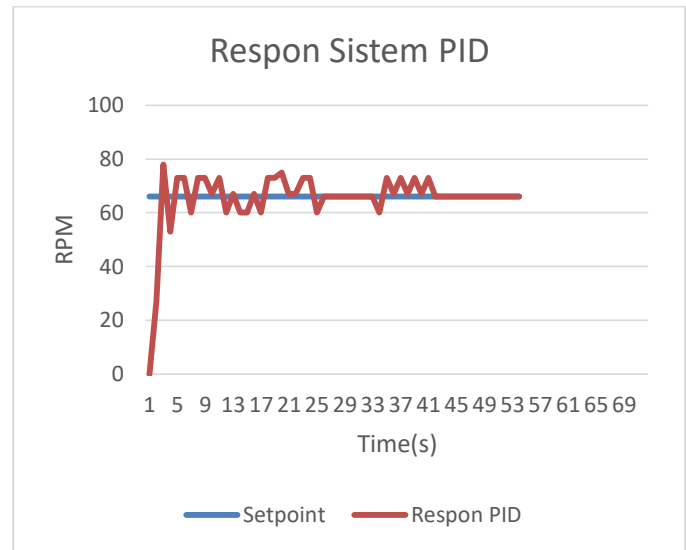
PWM	RPM LCD	RPM TACO	ERROR (%)	TEGANGAN (V)
0	0	0	0	0.48
10	0	0	0	0.48
20	0	0	0	0.92
30	0	0	0	1.37
40	0	0	0	1.82
50	0	0	0	2.27
60	0	0	0	2.71
70	0	0	0	3.1
80	34	35	2.85	3.6
90	46	46.3	0.64	4.1
100	56	56.7	1.23	4.63
110	66	67	1.49	5
120	79	80	1.25	5.5
130	86	86.7	0.8	6
140	89	89.5	0.55	6.8
150	96	96.7	0.72	6.94
160	116	117	0.85	7.4
170	126	128	1.56	7.8
180	129	130	0.76	8.3

4.4 Pengujian dan Analisa Kontrol PID pada Kecepatan Putaran Motor DC

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan konstanta K_p , K_i serta K_d satu persatu. Pertama-tama sistem akan diberikan kontrol K_p saja, kemudian diberikan K_i , kemudian diberikan nilai K_d . Setelah didapatkan respon sistem dengan konstanta kontroler PID, kemudian respon sistem akan kembali diuji dengan diberikan nilai K_p, K_i, K_d yang berbeda.



Gambar 15 Pengujian Kontrol dengan Nilai Kp=6, Ki=3, Kd=3



Gambar 16 Pengujian Kontrol dengan Nilai Kp=3, Ki=1, Kd=11

Pada gambar 15 dengan nilai Kp= dapat dilihat dan dianalisa bahwa:

1. Rise time (tr)= merupakan lama waktu yang diperlukan respon menuju set point mulai dari t=0 sampai dengan respon menyentuh sumbu set point yang pertama. Pada grafik gambar 4.7 nilai Tr = 26 s
2. Peak time (tp) = waktu puncak merupakan waktu yang diperlukan respon menuju titik puncak pertama dari overshoot. Pada grafik gambar 4.7 nilai Tp = 3 s
3. Overshoot maks (Mp) = merupakan perbandingan nilai maksimum respon (overshoot) yang melampaui nilai steady state yang akan dikonversikan dalam bentuk persentase dengan menggunakan persamaan

$$\%Os = \frac{Stp - Ssp}{Ssp} \times 100\%$$

Dimana :

- %Os = Persentase osilasi
- Stp = Nilai Rpm saat puncak
- Ssp = Nilai Rpm saat setpoint

Sehingga ditemukan nilai persentase osilasi :

$$\%Os = \frac{100-66}{66} \times 100\% = 51.5 \%$$

4. Setling time (ts) = merupakan waktu yang menyatakan respon telah masuk dalam keadaan steady state. Dari grafik gambar 4.7 nilai ts = 60 s
5. Error steady state (Ess) = besarnya kesalahan pada keadaan steady state.

Dari grafik gambar 4.7 nilai Ess =

$$Ess = \frac{Eo - Sp}{Sp} \times 100\%$$

Dimana :

Ess = Error steady state

Eo = Error osilasi

Sp = Setpoint

Sehingga ditemukan nilai error steady state :

$$Ess = \frac{73-66}{66} \times 100\% = 10.6\%$$

Dari gambar 16 dengan nilai Kp=3, Ki=1, Kd=11 dapat dilihat dan dianalisa bahwa :

1. Rise time (tr) = merupakan lama waktu yang diperlukan respon menuju setpoint mulai dari t=0 sampai dengan respon menyentuh sumbu setpoint yang pertama. Pada grafik gambar 4.8 nilai tr = 4 s
2. Peak time (tp) = waktu puncak merupakan waktu yang diperlukan respon menuju titik puncak pertama dari overshoot. Pada grafik gambar 4.8 nilai tp = 3 s
3. Persentase osilasi = merupakan perbandingan nilai maksimum respon (overshoot) yang melampaui nilai steady state yang akan dikonversikan dalam bentuk persentase dengan menggunakan persamaan

$$\%Os = \frac{Stp - Ssp}{Ssp} \times 100\%$$

$$\%Os = \frac{73 - 66}{66} \times 100\% = 10.6\%$$

4. Setling time (ts) = merupakan waktu yang menyatakan respon telah masuk dalam keadaan steady state. Dari gambar 4.8 nilai ts = 66 s
5. Error steady state =

$$Ess = \frac{Eo - Sp}{Sp} \times 100\%$$

$$Ess = \frac{60 - 66}{66} \times 100\% = 9\%$$

Dari hasil pengujian gambar diatas dapat dilihat bahwa respon yang terjadi adalah underdamp, dimana respon tersebut naik melewati nilai setpoint yang ditentukan dan kemudian mengalami penurunan yang sangat terlihat jauh dari nilai setpoint, lalu beresilasi pada nilai setpoint.

V. PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

5.1 Kesimpulan

1. Kecepatan motor yang digunakan untuk proses pencucian telur sebesar 66 rpm
2. Implementasi penggunaan metode PID pada alat pencucian telur telah sesuai dengan yang diharapkan dari hasil pengujian nilai konstanta k_p, k_i, k_d yang tepat untuk kontrol PID adalah $K_p=3, K_i=1, K_d=11$. Konstanta tersebut dihasilkan respon sistem yang cepat dan sesuai dengan yang diharapkan.
3. Motor yang digunakan untuk proses mencuci telur adalah Motor DC Gearbox
4. Cara melihat kebersihan telur secara manual

5.2 Saran

1. Untuk penggerak ulir lebih baik gunakan motor yang memiliki spesifikasi torsi yang besar, dikarenakan pada penelitian ini menggunakan motor dc yang mempunyai torsi kecil
2. Untuk mengikat kedua ulir sebaiknya menggunakan belt yang bergeriji,
3. dikarenakan pada penelitian ini pengikat kedua belt menggunakan belt yang bulat sehingga kedua ulir akan selip yang akan mengganggu pergerakan dari telur
4. Selain dengan kontrol PID sebagai kontrolernya banyak berbagai macam kontroler lain yang dapat digunakan. Seperti *fuzzy logic*

- [1] Benny Bintarjo, dkk 2016. Ibm Pengembangan Produksi Telur Asin "SIFAH" Desa Gesing, Banjar Sari, Buduran, Sidoarjo, Jawa Timur
- [2] Rievqi Alghoffary 2014. Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC pada Alat Ekstraktor Madu Menggunakan Kontroler PID".
- [3] Nita Rachmadyanti, Ardik Wijayanto dkk 2011. Kontrol Pid Untuk Pengaturan Kecepatan Motor Pada Prototype Ayunan Bayi Otomatis.
- [4] Hardy Purnama Nurba, 2015. Desain Dan Implementasi Kendali Pid Adaptif Pada Kecepatan Motor Dc
- [5] Tirta Wisesa, 2014. Perancang Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Dengan Pwm Menggunakan Pengendali Pid Berbasis Arduino
- [6] Nita Rahmadyanti, 2016. Kontrol Pid Untuk Pengaturan Kecepatan Motor Pada Prototype Ayunan Bayi Otomati
- [7] Aydan, Habib, 2015. Implementasi Kontrol PID pada Motor DC sebagai Penggerak Robot Beroda 4WD Omni Wheels dengan Metode Wall Following. Skripsi Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Malang : Politeknik Negeri Malang
- [8] Hardiansyah, Andy. 2017. Kontrol Kecepatan Motor Pelontar Pada Abu Robocon 2017 Dengan Metode PID. Skripsi Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang
- [8] Satya Darmayani, Dkk, 2017. Identifikasi Bakteri Salmonella Sppada Telur Yang Dijual Dipasar Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara
- [9] Vera Pramesti Wijaya, 2013. Daya Antibakteri Albumen Telur Ayam Kampung Dan Ayam Kate Terhadap Spesies Bakteri Coliform Tekal Pada Cangkang Telur
- [10] Akbar Darmawan, dkk, 2015. Rancang Bangun Teknologi Mesin Pembersih Telur Bebek Untuk Mempercepat Proses Produksi Telur Asin Di Desa Sidodadi Karang Tengah Sragen
- [11] Handy Wicaksono, 2004. Analisa Performansi Dan Robustness Beberapa Metode Tuning Kontroler Pid Pada Motor Dc