

Pengontrolan Kecepatan *Bulking Agent Mixing* Motor Pada Proses Ekstraksi Daging Buah Sirsak Menggunakan DCS (*Distributed Control System*) Dengan Metode PID

Muhammad Nurul Burhan , Edi Sulistio Budi , Tarmukan

Abstrak — Ada empat tahap pemrosesan ekstrak buah sirsak menjadi bubuk yaitu *crusher* (penghancur), *spinner* (penyaring), *mixing* (pencampuran), dan *drying* (pemasanan). Proses *mixing* (pencampur) merupakan proses untuk mengolah sari perasan sirsak dengan mencampurkan *bulking agent* kedalamnya untuk memperoleh campuran yang siap dijadikan bubuk nantinya. Proses *mixing* dilakukan dengan menambahkan *maltodekstrin* sebanyak 200 gram/liter dan *tween-80* sebanyak 5 ml/liter dan menggunakan metode kontrol PID pada pengontrolan *mixing* motor untuk mendapatkan waktu yang lebih efisien dengan hasil yang baik dengan controller DCS. Prinsip kerja dari sistem *mixing* ini adalah dengan menstabilkan kecepatan *mixing* motor sesuai dengan *setpoint* yang diberikan pada PC sebagai *operator station*. Dengan hasil nilai parameter K_p , K_i , dan K_d didapatkan dengan perhitungan metode *Ziegler Nichols 2* dengan nilai $K_p=0.6$ $K_i = 2$ dan $K_d = 0.5$. Memiliki nilai *rise time* (tr) sebesar 27 s, *settling time* (ts) 22 s, *peak time* (tp) 27s dan *Percent Overshoot* (Po) sebesar 0% pada *setpoint* 1500 rpm dan $K_p=0.6$ $K_i = 2$ dan $K_d = 0.5$. Memiliki *rise time* (tr) sebesar 9 s, *settling time* (ts) 8s, *peak time* (tp) 13 s dan *percent overshoot* (Mo) sebesar 4% pada *setpoint* 500 rpm.

Kata kunci : DCS, Motor Mixing, PID Control, Rotary Encoder, Ziegler Nichols

I. PENDAHULUAN

Vitamin C adalah salah satu jenis antioksidan yang banyak terdapat pada berbagai jenis buah buahan, salah satunya adalah buah sirsak. Buah sirsak mempunyai ukuran cukup besar yaitu 20-30 cm, dengan berat sampai 2,5 kg per buah. Buah ini banyak mengandung karbohidrat, terutama fruktosa dan kandungan vitamin seperti vitamin C, vitamin B1 dan B2. (Prasetyorini, dkk. 2014). Buah sirsak yang telah dipanen akan mulai mengalami proses pematangan pada 3-5 hari setelahnya, dan sisa waktu penyimpanannya hanya 2-3 hari setelah proses pematangan tersebut walaupun didinginkan. Jadi total waktu penyimpanan

adalah sekitar 5-8 hari setelah masa panen. Parameter kritis yang dipilih untuk menduga umur simpan buah sirsak adalah kadar air. Agar buah sirsak tetap dapat dimanfaatkan lebih lama maka buah sirsak dapat dijadikan berbagai macam olahan salah satunya dengan menjadikan buah sirsak menjadi bubuk buah sirsak dengan mengurangi kadar air didalamnya.

Untuk mengolah daging buah sirsak menjadi bubuk, banyak teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam dunia industri dengan sistem automasi industri. Perkembangan teknologi di dunia industri begitu cepat. Salah satu bidang yang terus mengalami perkembangan adalah bidang otomasi industri. Sistem otomasi berguna untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan, mengurangi waktu produksi dan mengurangi biaya untuk tenaga kerja manusia, sehingga tuntutan proses produksi lebih efisien dan lebih cepat untuk dicapai

Salah satu sistem otomasi industri yang terus mengalami perkembangan adalah dalam bidang manufaktur, khususnya sistem kontrol. Saat ini banyak sekali ditawarkan suatu metode kontrol yang efektif dan mudah untuk diimplementasikan dalam sebuah proses. Sistem kontrol yang saat ini sedang marak digunakan yaitu DCS (*Distributed Control System*) dan SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) yang pada umumnya memanfaatkan PLC (*Programmable Logic Control*) sebagai kontrolnya.

Penelitian yang dilakukan dengan judul “Implementasi PID Control Pada Tingkat Keasaman (Ph) *Mixing Process* Sari Apel Dengan Fitur HMI (*Human Machine Interface*)” hasilnya adalah alat untuk membuat ekstrak apel dengan sistem kontrol berbasis mikrokontroler sehingga dapat dikembangkan lagi dengan mengganti sistem kontrol menjadi DCS.

Berdasarkan latar belakang diatas penulis membuat jurnal dengan judul “Pengontrolan Kecepatan Perkembangan teknologi di dunia industri begitu cepat. Salah satu bidang yang terus mengalami perkembangan adalah bidang otomasi industri. Sistem otomasi berguna untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan, mengurangi waktu produksi dan mengurangi biaya untuk tenaga kerja manusia, sehingga tuntutan proses produksi lebih efisien dan lebih cepat untuk dicapai pada proses ekstraksi daging buah sirsak menggunakan DCS dengan metode PID.

Muhammad Nurul Burhan adalah mahasiswa D4 Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang, email : burhanxxvii@gmail.com
Edi Sulistio Budi dan Tarmukan adalah dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, email: edi.sulitio@polinema.ac.id, tarmukan@polinema.ac.id

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Pulse Width Modulation*(PWM)

PWM secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dalam pulsa dalam suatu periode, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Pada sistem ini PWM digunakan untuk mengatur kecepatan motor DC.

2.2. *Sensor Rotary Encoder*

Sensor rotary encoder adalah komponen elektronik yang dapat men-sensing kecepatan sudut (putaran). Banyak berbagai macam sensor *rotary encoder* dan dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok *rotary encoder* keluaran digital dan keluaran analog.

Sensor rotary encoder digunakan sebagai pengukur kecepatan putaran motor DC.

2.3 Motor DC

Motor DC merupakan salah satu jenis motor listrik. Motor DC memiliki 2 bagian yaitu stator dan rotor. Untuk menggerakkan motor DC diperlukan suplai tegangan searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik.

Pada proses *mixing* motor DC berfungsi sebagai aktuator untuk mengaduk campuran dan menyalurkan *maltodekstrin* dari penampung ke tabung adukan. Dimana kecepatan putaran motor DC ini dikendalikan oleh controller.

2.4 PID Control

PID (*Proportional – Integral - Derivative controller*) merupakan salah satu metode untuk menentukan presisi suatu system instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada system tersebut.

Untuk menentukan berapa nilai K_p, K_i, K_d ada beberapa cara yaitu *Zieger-Nichols I*, *Zieger-Nichols II* dan *Trial and Error*.

2.4 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan salah satu Arduino yang murah, mudah didapat, dan sering digunakan. Arduino Uno ini dibekali dengan mikrokontroler ATMEGA328P dan versi terakhir yang dibuat adalah versi R3. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk menunjang sistem *mixing*

Dimana Arduino ini digunakan untuk pengkondisi sinyal dari sensor serta pembangkit PWM untuk mengendalikan kecepatan motor DC

2.5 DCS (*Distributed Control System*)

DCS adalah suatu pengembangan sistem kontrol dengan menggunakan komputer dan alat elektronik lainnya agar didapat suatu pengontrol loop sistem lebih terpadu dan dapat dilakukan oleh semua orang dengan cepat dan mudah. DCS juga merupakan suatu jaringan komputer control yang dikembangkan untuk tujuan monitoring dan pengendalian proses variabel pada proses industri. Sistem ini dikembangkan

melalui penerapan teknologi *microcomputer*, software dan network. Sistem *hardware* dan *software* mampu menerima sinyal input berupa sinyal analog, digital maupun pulsa dari peralatan instrument di lapangan. Kemudian melalui fungsi *feedback control* sesuai algoritma kontrol maupun sequence program yang telah ditentukan, sistem akan menghasilkan sinyal output analog maupun digital yang selanjutnya digunakan untuk mengendalikan *final control element* (kontrol valve, dll) maupun untuk tujuan monitoring, reporting, dan alarm. Perlu diperhatikan disini bahwa fungsi kontrol tidak dilakukan secara terpusat, melainkan ditempatkan di dalam *satellite room (out station)* yang terdistribusi dilapangan (*field*). Setiap unit proses biasanya memiliki sebuah *out station*, di dalam *out station* tersebut terdapat peralatan controller (*control station & monitoring station*). Oleh karena peralatan tersebut berfungsi sebagai fasilitas untuk koneksi dengan peralatan instrumen lapangan (*instrument field devices*), maka peralatan tersebut sering juga disebut sebagai *process connection device*.

Fungsi DCS

- DCS berfungsi sebagai alat untuk melakukan kontrol suatu *loop system* dimana satu loop bisa terjadi beberapa proses control.
- Sebagai pengganti alat kontrol manual dan auto yang terpisah - pisah menjadi suatu kesatuan, sehingga lebih mudah untuk pemeliharaan dan penggunaannya.
- Sarana pengumpul data dan pengolahan data agar didapat suatu proses yang benar-benar diinginkan.

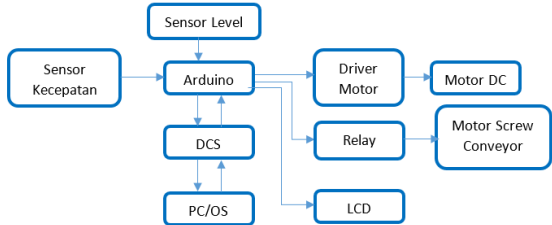
III. METODE PENELITIAN

3.1 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja dari pengontrolan putaran motor DC untuk *mixing* motor ekstrak buah sirsak Pertama, sirsak yang sudah dicrusher dan telah diberikan campuran air berbanding 1:1 langsung disalurkan melalui manual *valve* ke tabung *spinner*. Sirsak yang sudah melalui proses *spinner* dan bebas dari ampas, sirsak kemudian disalurkan menuju tabung *mixer*.

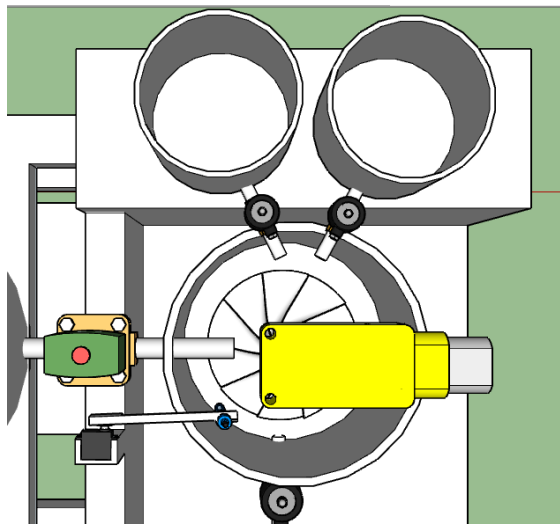
Pada tabung *mixer*, sirsak yang sudah disalurkan diukur ketinggian permukannya dengan menggunakan level sensor agar dapat diketahui volumenya. LCD menampilkan volume yang telah diukur. Untuk menjalankan *mixing* proses diperlukan untuk menekan tombol hijau pada panel. Setelah itu sistem berjalan, *maltodekstrin* diberikan secara otomatis sesuai volume yang telah dibaca sensor level. LCD menampilkan volume beserta jumlah *maltodekstrin* dan *tween-80* yang diperlukan pada proses *mixing* dengan jumlah *maltodekstrin* sebanyak 20% dan *tween-80* sebanyak 0,5% terhadap hasil perasan sirsak dan hitung mundur waktu sebelum menjalankan proses *mixing*. Jadi *maltodekstrin* dimasukan secara otomatis sesuai dengan takaran, *tween 80* dimasukan secara manual. *Setpoint* untuk mengatur kecepatan motor dimasukan melalui program pada PC. Setelah *setpoint* dimasukan kemudian program untuk menjalankan proses *mixing* berjalan tampilan LCD berubah menampilkan nilai aktual kecepatan dari *mixing motor*. Kontrol PID pada DCS

akan mengontrol kecepatan motor DC agar *set point* yang telah ditentukan bisa tercapai. Perbandingan antara kecepatan putar dengan *setpoint* akan menghasilkan *error*. Sehingga, kontrol PID didalam DCS secara otomatis akan merespon *error* sehingga dapat mengontrol kecepatan putar motor agar sesuai atau mendekati *setpoint*. Setelah mencapai *setpoint* motor maka DCS akan mengatur agar motor tetap berputar dengan kecepatan tersebut selama beberapa. Sehingga, hasil akhir dari campuran setelah proses *mixing* adalah produk yang berbentuk busa sedikit kental. Produk berbentuk busa ini selanjutnya akan dilanjutkan pada *foam-mat drying*.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

3.2 Perancangan Mekanik



Gambar 2. Perancangan Mekanik

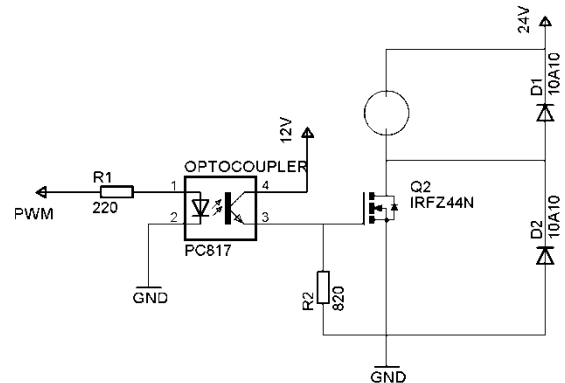
Pada perencanaan alat yang akan di buat ini memiliki beberapa spesifikasi, diantaranya adalah:

1. Dimensi
 - Panjang : 150 cm
 - Lebar : 60 cm
 - Tinggi : 210 cm
2. Bahan
 - *Crusher, Spinner* dan *Mixing Process*: Stainless Steel
 - Rangka Alat : Besi
3. Warna
 - *Crusher, Spinner* dan *Mixing Process*: *Metalic Silver*
 - Rangka Alat : Besi
4. Sensor : Sensor *Rotary Encoder*

5. Display : PC
6. Tegangan Kerja
 - Kontroler DCS : 24 VDC
 - Aktuator : Motor DC (24 VDC)
 - Sumber Daya : 220 VAC
 - Catu Daya DC 24 V : 24V (Max 30 A)
 - EATON APR24
 - Catu Daya DC 12V : 12V (Max 5 A)
7. Kontroler : DCS SIMATIC PCS 7
 - Power Supply : PS 307 24 VDC
 - Sinyal Input : 4 – 20 mA / 0 – 10 VDC
 - Sinyal Output : 4 – 20 mA / 0 – 10 VDC
 - CPU 416-2 : 416-2XN05-0AB0
 - CP 443-1 : 443-1EX20-0AA0
 - Bus Address : IM 153-2
 - Digital Input : DI 32 x DC 24V (321-1BL00-0AA0)
 - Digital Output : DO 16 x REL AC 120/230V (322-1H01- 0AA0)
 - Analog Input : AI 8 x 16 BIT (331-7NF00-0AB0)
 - Analog Output : AO 8 x 12 BIT (322-5HF00-0AB0)
8. Actuator : Motor DC
9. Display : PC & LCD

3.3 Perancangan Elektronik

1. Rangkaian Driver Motor



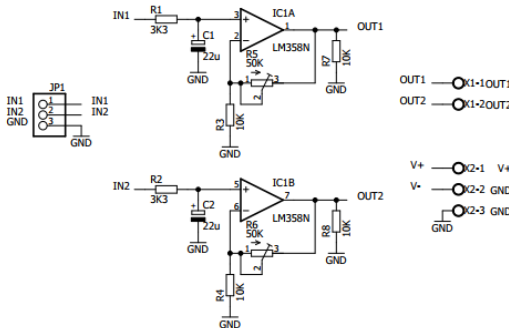
Gambar 3. Rangkaian *Driver Motor*

Rangkaian *driver* motor DC ini digunakan untuk memutar motor DC dengan tegangan 24V. *Driver* motor yang digunakan merupakan *driver* motor yang menggunakan MOSFET IRFZ44N. Pada kaki 1 *Optocoupler* PC817 di beri masukan PWM dengan disambungkan Arduino pada pin 9. *Optocoupler* PC817 disini terdiri dari infrared (LED) yang dikopel dengan *phototransistor*. *Phototransistor* akan aktif apabila terkena cahaya .Saat pada pin 9 berlogika 1 ada tegangan yang melewati R1 LED aktif(di dalam *Optocoupler*) sehingga arus akan mengalir dari *Collector* ke *Emitor*. *Optocoupler* jenis PC817 digunakan pada *driver* motor DC ini sebagai komponen yang berfungsi men-*trigger* MOSFET IRFZ44N, untuk membuat *mixing motor* berputar. *Optocoupler* disini adalah untuk men-*trigger* MOSFET IRFZ44N. mosfet ini adalah tipe NPN atau MOSFET aktif apabila diberi logika “1” (high) maka Pada *Gate* MOSFET IRFZ44N diberikan *pulldown* resistor agar logika yang terdapat pada MOSFET tidak mengambang. Dioda pada motor

digunakan untuk pengaman arus balik agar tidak masuk ke *driver* motor. Dioda tipe 6A05 dipasang paralel pada motor DC. Anoda dioda dipasang searah dengan kutub negatif (-) motor DC menuju *drain* MOSFET..

2. Rangkaian DAC (*Digital to Analog Converter*)

Rangkaian DAC ini digunakan untuk mengubah data sinyal digital menjadi analog dari arduino menuju DCS. Dimana sinyal digital dari arduino berupa PWM dengan tegangan maksimum 5V (V_{in}) dan analog *input* DCS membutuhkan data berupa sinyal analog dengan tegangan 0 – 10V. Pada rangkaian DAC ini terdapat dua proses yaitu pertama, *low pass filter* untuk mengubah data dari sinyal digital ke analog dengan frekuensi *input* PWM 500 Hz dan besar f_c (*frequency cut off*) 200 kali lebih kecil dari frekuensi *input* PWM sebesar 2 Hz agar hasil sinyal analog yang dihasilkan *ripple* yang kecil. Kedua, penguat *non-inverting* untuk menguatkan tegangan *input* (V_{in}) yang hanya memiliki tegangan maksimum 5V sedangkan *analog input* DCS membutuhkan tegangan sebesar 0 – 10V jadi pada penguat *non-inverting* membutuhkan penguatan sebesar 2 kali agar V_{out} memiliki tegangan maksimum 10V.



Gambar 4. Rangkaian DAC

IV. HASIL DAN ANALISA

4.1 Pengujian Sensor Kecepatan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sensor kecepatan dapat bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan mengatur nilai *duty cycle* melalui program pada *arduino* yang selanjutnya melihat dan membandingkan besar kecepatan putar motor yang terlihat ada LCD dengan pembacaan pada *Tachometer*.

Tabel 1. Pengujian Sensor Kecepatan

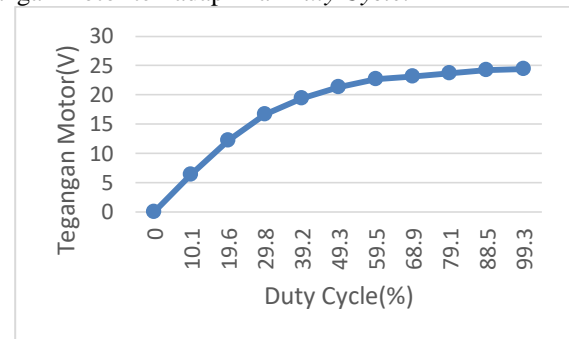
Duty Cycle (%)	Sensor (RPM)	Tachometer (RPM)	Error (%)
0	0	0	0
10.1	637	634	0.473
19.6	1267	1262	0.396
29.8	1740	1737	0.173
39.2	2025	2025	0
49.3	2216	2213	0.135
59.5	2358	2336	0.942
68.9	2441	2419	0.909

79.1	2493	2474	0.767
88.5	2546	2520	1.031
99.3	2572	2556	0.625
Rata-Rata			0.5451

Dari tabel 1, didapatkan bahwa hasil pembacaan sensor kecepatan masih memiliki *error* namun sangat kecil jika dibandingkan dengan hasil pembacaan *tachometer*.

4.2 Pengujian Driver Motor

Pengujian *driver* motor dilakukan dengan cara mengatur lebar pulsa (*duty cycle*) melalui program pada arduino dan melihat tegangan keluaran pada motor. Perubahan nilai tegangan motor terhadap nilai *Duty Cycle*.



Gambar 5. Grafik Pengujian Driver Motor

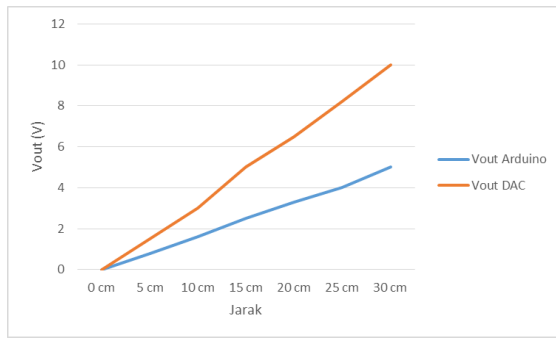
Hasil pengujian pada Gambar 5. menunjukkan bahwa perubahan nilai *duty cycle* yang diberikan pada *driver* motor memberikan pengaruh pada tegangan motor, meskipun perubahan tidak *linier*. Pada nilai *duty cycle* maksimal yaitu 99.3 % mencapai tegangan motor 24.4V seharusnya 26V hal ini diakibatkan karena adanya *drop* tegangan.

4.3 Pengujian Rangkaian DAC

Pengujian rangkaian DAC dilakukan untuk kalibrasi agar tegangan *output* dari arduino yang berupa PWM (max 5V) dapat diproses pada DCS yang menggunakan *setting* $\pm 10V$ (PWM arduino di filter kemudian di kali dua). Pengujian ini menggunakan sensor *ultrasonic* dengan batas atas 30cm (5V) – batas bawah 0 cm (0V), arduino, dan rangkaian DAC

Tabel 2. Pengujian DAC

Sensor Ultrasonic	Vout Arduino	Vout DAC
0 cm	0	0
5 cm	0.8	1.5
10 cm	1.6	3
15 cm	2.5	5
20 cm	3.3	6.5
25 cm	4	8.2
30 cm	5	10

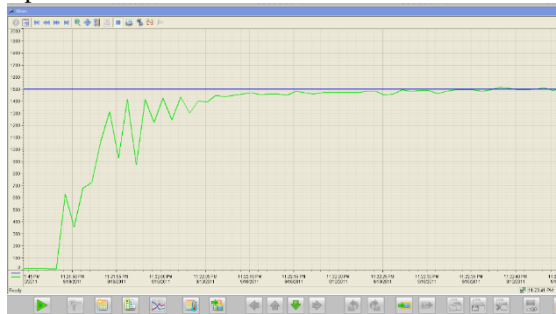


Gambar 6. Grafik pengujian DAC

Dari gambar 6 perbandingan antara *Vout* DAC & arduino memiliki perbedaan sebesar dua kali, jadi rangkaian DAC dapat digunakan karena memiliki *Vout* maksimal 10V (dua kali dari *Vout* arduino).

4.3 Pengujian Kontrol PID Tanpa Beban

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil data tanpa beban. Berikut merupakan hasil respon pengujian tanpa menggunakan beban yang diberikan *Set point* 1500 rpm dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini :

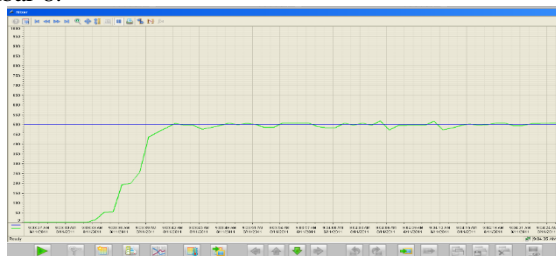


Gambar 7. Grafik Pengujian PID Control Tanpa Beban

Dalam pengujian ini dilakukan dengan cara megambil satu sampel data tanpa menggunakan beban. *Set point* disini menggunakan 1500 rpm. Apabila tidak menggunakan beban grafik menunjukkan respon sistem sudah dapat stabil dengan *setling time* 22 detik.

4.4 Pengujian control PID dengan Kecepatan 500 rpm Beban 700 ml

Dengan pengujian ini set point yang di berikan adalah 500 rpm dengan menggunakan beban hasil perasan sebanyak 700 ml dan ditambah *maltodekstrin* dan *tween-80* berturut turut 15%, 0.5% untuk mengetahui respon yang di berikan sistem apakah berkerja dengan baik apa tidak yang di tunjukan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Pengujian PID Control Speed 500 rpm Beban 700 ml

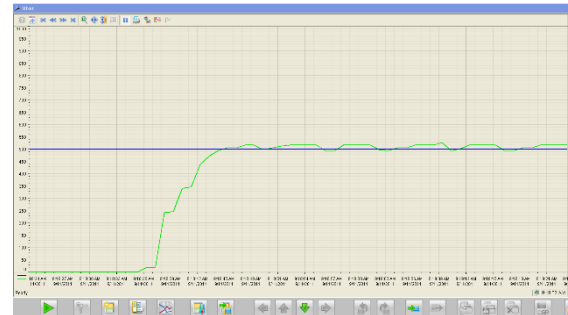
Dari hasil pengujian sistem dengan menggunakan beban 700 Gram dan *setpoint* kecepatan adalah 500 rpm didapatkan grafik seperti pada gambar diatas sehingga didapat Analisa sebagai berikut:

1. Waktu tunda (*delay time*) $t_d = 0.5$ s.
2. Waktu naik (*rise time*) $t_r = 9.5$ s.
3. Waktu puncak (*peak time*) $t_p = 10$ s.
4. Overshoot maksimal (*maximum overshoot*) $m_o = 505$.Dan dirumuskan pada persentase:

$$M_o = \frac{505-500}{500} \times 100 = 1\%$$

4.5 Pengujian Kontrol PID Control dengan Kecepatan 500 rpm Beban 1400 ml

Dengan pengujian ini *setpoint* yang di berikan adalah 500 rpm dengan menggunakan beban hasil perasan sebanyak 1400 ml dan ditambah *maltodekstrin* dan *tween-80* berturut turut 15%, 0.5% untuk mengetahui respon yang di berikan sistem apakah berkerja dengan baik apa tidak yang di tunjukan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Pengujian PID Control Speed 500 rpm Beban 1400 g

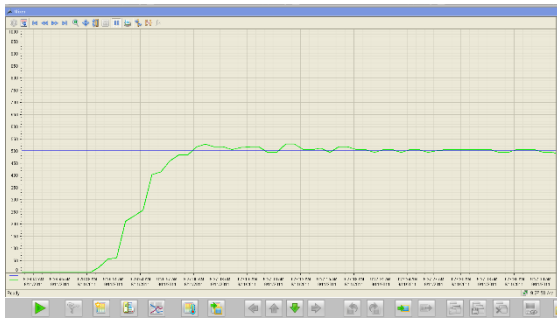
Dari hasil pengujian sistem dengan menggunakan beban 1400 Gram dan *setpoint* kecepatan adalah 500 rpm didapatkan grafik seperti pada gambar diatas sehingga didapat Analisa sebagai berikut:

5. Waktu tunda (*delay time*) $t_d = 0.5$ s.
6. Waktu naik (*rise time*) $t_r = 9.5$ s.
7. Waktu puncak (*peak time*) $t_p = 12$ s.
8. Overshoot maksimal (*maximum overshoot*) $m_o = 520$.Dan dirumuskan pada persentase:

$$M_o = \frac{520-500}{500} \times 100 = 4\%$$

4.4 Pengujian Kontrol PID dengan Kecepatan 500 rpm Beban 2100 g

Dengan pengujian ini *setpoint* yang di berikan adalah 500 rpm dengan menggunakan beban hasil perasan sebanyak 2100 ml dan ditambah *maltodekstrin* dan *tween-80* berturut turut 15%, 0.5% untuk mengetahui respon yang di berikan sistem apakah berkerja dengan baik apa tidak yang di tunjukan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Pengujian PID Control Speed 500 rpm Beban 2100 g

Dari hasil pengujian sistem dengan menggunakan beban 2100 Gram dan *setpoint* kecepatan adalah 500 rpm didapatkan grafik seperti pada gambar diatas sehingga didapat Analisa sebagai berikut:

1. Waktu tunda (*delay time*) $t_d = 0.5$ s.
2. Waktu naik (*rise time*) $t_r = 11$ s.
3. Waktu puncak (*peak time*) $t_p = 12.5$ s.
4. Overshoot maksimal (*maximum overshoot*) $m_o = 530$.Dan dirumuskan pada persentase:

$$M_o = \frac{530-500}{500} \times 100 = 6\%$$

4.5 Analisis Data

1. Rpm 500 beban 700 ml

Berdasarkan gambar 8 respon pada *set point* 500 dan beban 700 adalah stabil namun memiliki *rise time* agak lambat 9.5 detik. Bisa dilihat pada gambar 4.5 di atas M_o 1% *delay time* cepat juga respon *peak time* 10 detik. Namun keseluruhan pengujian ini menunjukkan kontrol PID bekerja sudah dapat berkerja dengan baik.

2. Rpm 500 beban 1400 ml

Berdasarkan gambar 9 respon pada *set point* 500 dan beban 700 adalah stabil namun memiliki *rise time* agak lambat 9.5 detik. Bisa dilihat pada gambar 4.5 di atas M_o 4% *delay time* 0.5 respon *peak time* 12 detik. Sehingga keseluruhan pengujian ini menunjukkan kontrol PID bekerja sudah dapat berkerja dengan baik.

3. Rpm 500 beban 2100 ml

Berdasarkan gambar 10 respon pada *setpoint* 500 dan beban 2100 adalah stabil namun memiliki *rise time* agak lambat 11 detik. Bisa dilihat pada gambar 4.5 di atas M_o 4% *delay time* 0.5 respon *peak time* 12.5 detik. Sehingga keseluruhan pengujian ini menunjukkan kontrol PID bekerja sudah dapat berkerja dengan baik.

Tabel 3. Perbandingan respon rpm 1500 & 2000

Performa Respon	Beban 700ml	Beban 1400ml	Beban 2100ml
t_d (<i>delay time</i>)	0.5s	0.5s	0.5s
t_r (<i>rise time</i>)	9.5s	9.5s	9.5s
t_p (<i>peak time</i>)	10s	12s	12.5s
M_o (<i>maximum overhoot</i>)	1%	4%	8%

Berdasarkan tabel 3 perbandingan antara beban 700 ml, 1400 ml dan 2100 ml, pada *setpoint* 1500 adalah semakin besar beban *motor* maka semakin lama *peak time*-nya dan juga semakin besar *Maximum Overshoot*-nya. Namun keseluruhan pengujian ini menunjukkan kontrol PID bekerja dengan baik

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan menganalisisnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perancangan yang telah dilakukan bahwa nilai parameter K_p , K_i , dan K_d didapatkan dengan perhitungan metode *Ziegler Nichols 2* dengan nilai $K_p=0.6$ $K_i = 2$ dan $K_d = 0.5$. Memiliki nilai *rise time* (t_r) sebesar 27 s, *settling time* (t_s) 22 s, *peak time* (t_p) 27s dan *Percent Overshoot* (P_o) sebesar 0% pada *setpoint* 1500 rpm.
2. Berdasarkan perancangan yang telah dilakukan bahwa nilai parameter K_p , K_i , dan K_d didapatkan dengan perhitungan metode *Ziegler Nichols 2* dengan nilai $K_p=0.6$ $K_i = 2$ dan $K_d = 0.5$. Memiliki *rise time* (t_r) sebesar 9 s, *settling time* (t_s) 8s, *peak time* (t_p) 12.5 s dan *Percent Overshoot* (M_o) sebesar 4% pada *setpoint* 500 rpm.
3. Dengan *setpoint* yang sama dengan peningkatan beban *mixing motor* masih stabil dan memberikan respon hampir sama.

5.2 Saran

Alat yang telah dibuat ini masih banyak kekurangan. Perlu adanya perbaikan dan penyempurnaan agar alat ini dapat bekerja secara optimal. Ada beberapa hal yang disarankan untuk perbaikan dan penyempurnaan yaitu :

1. Input Analog DCS masih menggunakan sensor yang dikombinasikan dengan Arduino sehingga melalui banyak pengolahan sinyal untuk sampai ke DCS, jadi sensor untuk ke DCS sebaiknya diganti dengan Transmitter yang langsung mengeluarkan output 4-20mA/0-10 V (Hal 28)
2. Sebaiknya tabung proses *mixing* diberi tutup sehingga kecepatan yang digunakan untuk *mixing* motor bisa lebih tinggi agar proses *mixing* bisa lebih cepat
3. Sensor level perlu diberi pelindung atau dipindah posisi karena saat terkena cipratan ekstrak sirsak terjadi error pembacaan level dan harus dibersihkan setiap sistem akan digunakan
4. Adanya getaran saat proses berjalan dapat mengganggu proses pembacaan sensor pada arduino.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gytha, Nafisah, Sukara.2007.Kajian Penyimpanan Irisan Sirsak (Annona Muricata Linn.) Segar Terolah Minimal Dalam Kemasan Atmosfer Termodifikasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- [2] Nugroho, Chrisyanto Eko.2015.Sistem SCADA Untuk Pengepakan Produk. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma
- [3] Amalia,Dinda Putri.2018.Implementasi PID Control Pada Tingkat Keasaman (Ph) Mixing Process Sari Apel Dengan Fitur Hmi (Human Machine Interface).Malang:Politeknik Negeri Malang
- [4] Kirom,Andre Dwi Syahrul.2018.Penerapan Metode Fuzzy Logic Pada Pengaturan Kecepatan Crusher Motor Dalam Proses Sari Buah Apel Dengan Fitur HMI(Human Machine Interface. Malang:Politeknik Negeri Malang
- [5] Amalia,Tsalsa.2018. Penerapan PID Control Untuk Pengendalian Kecepatan Spinner Motor Pada Proses Sari Apel Dengan Fitur HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE).Malang:Politeknik Negeri Malang
- [6] Damayanti,Annisa Maulidia.2016.Implementasi Sistem Kontrol PID Pada Proses Reverse Osmosis Pengolahan Air Laut Berbasis DCS.Malang:Politeknik Negeri Malang
- [7] Kurniawati,Mahgarita Tri.2018.Pengontrolan suhu pada proses pemanasan air Menggunakan DCS (distributed control system) Dengan metode MPC (model predictive control).Malang:Politeknik Negeri Malang
- [8] Hayat,Latiful.Dkk.2016.Perbandingan metode tuning pid pada pengaturan kecepatan Motor dc berbasis programable logic controller. Purwokerto: Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Purwokerto
- [9] Kartadinata, Budi.2017.Kendali Kecepatan Motor Crane terhadap Sumbu Vertikal menggunakan Distributed Control System (DCS). Jakarta: Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya