# PENGENDALIAN KECEPATAN PUTARAN BLENDER BUAH DENGAN PID CONTROLLER BERBASIS ATMEGA 328P

## **JURNAL SKRIPSI**

## KONSENTRASI SISTEM KONTROL

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

OKTA HERMAWAN NIM. 0810633069

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016

### LEMBAR PERSETUJUAN

## PENGENDALIAN KECEPATAN PUTARAN BLENDER BUAH DENGAN PID CONTROLLER BERBASIS ATMEGA 328P

## **JURNAL SKRIPSI**

KONSENTRASI SISTEM KONTROL

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

OKTA HERMAWAN

NIM. 0810633069

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

**Dosen Pembimbing I** 

**Dosen Pembimbing II** 

M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D NIP. 1974 1203 200012 1 001 <u>Ir. Bambang Siswoyo, M.T</u> NIP. 19621211 198802 1 001

## PENGENDALIAN KECEPATAN PUTARAN BLENDER BUAH DENGAN PID CONTROLLER BERBASIS ATMEGA 328P

Okta Hermawan, M. Aziz Muslim, Bambang Siswoyo

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Jalan MT Haryono 167 Malang 65145-Telp (0341)567886 E-mail: oktahmw@gmail.com

#### RINGKASAN

Peralatan elektronik seperti Vacuum Cleaner, Hand Tools, Mesin Jahit, Peralatan dengan putaran tinggi, Mixer menggunakan motor universal sebagai pengeraknya. Motor universal yang digunakan tersebut pada umumnya dikendalikan secara open loop dengan beberapa metode seperti: Metode Resistansi, Metode Tapping-Field, Metode Sentrifugal, Metode SCR atau TRIAC. Kelemahan utama dari semua metode itu dalam penerapannya terhadap motor universal yang digunakan pada peralatan elektronik adalah masih bersifat openloop. Sehingga kecepatan dan torsi dari peralatan elektronik tersebut tidak bisa dipantau dan ditinjau keakuratanya.

Berdasarkan pemasalahan yang dikemukan maka penelitian ini mencoba menerapkan kontrol PID untuk menagatur kecepatan motor dengan metode pengaturan supply tegangan mengunakan switching TRIAC. Parameter PID yang digunakan dicari menggunakan metode Ziegler-Nichols pertama. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan kp=3.2571, ki=0.14, kd=0.035.

Kontroler menggunakan ardunio nano sebagai pengolah data dan menghasilkan sinyal kontrol berupa sudut penyalaan untuk Driver TRIAC sehingga dihasilkan tegangan AC variabel. Kecepatan motor diatur dengan mengatur tegangan kerjanya. Feedback kecepatan motor diberikan hall efek sensor. Catu daya yang digunakan berasal dari listrik PLN 220 V.

Hasil pengujian diketahui response sistem menjadi lebih cepat 0.3 s untuk settling time, 0.05 s untuk time delay dan rise time, 0.4 s untuk peak time. Namun memliki overshoot 3% lebih besar dibandingkan sebelum menggunakan PID meski error stedy state setelah menggunakan PID hanya 2.24%.

Kata kunci: PID, Motor universal, response, TRIAC

#### **SUMMARY**

Electronic equipment such as Vacuum Cleaner, Hand Tools, Sewing Machines, equipment with high rotation, Mixer are using universal motors as actuator. Universal motors are generally used in open-loop controlled by several methods such as: Method of Resistance, Tapping-Field Methods, centrifugal method, Method of SCR or TRIAC. The main drawback of all the methods in the application of the universal motors used in electronic equipment is still open-loop. So the speed and torque of electronic equipment that can not be monitored and reviewed the accuracy.

Based probem from above this research tries to apply PID control for Regulates motor speed by using the method of setting the supply voltage with switching TRIAC. PID parameters are determined by Ziegler-Nichols method first. Based on the testing and calculating that was done then obtained kp = 3.2571, ki = 0.14 Kd = 0.035.

The controller uses ardunio nano as a data processor and generates a control signal in the form of the firing angle for TRIAC drivers to produce a variable AC voltage. Motor speed is set by adjusting the working voltage. Feedback of motor speed give by hall effect sensor. The power supply is derived from the electricity of PLN 220 V.

The test results are known to be faster system response 0.3 s for settling time, 0:05 s for the time delay and rise time, 0.4 s for peak time. But the overshoot is 3% higher than before using the PID despite error stedy state after using PID only 2:24%

Keywords: PID, motor universal, response, TRIAC

#### A. PENDAHULUAN

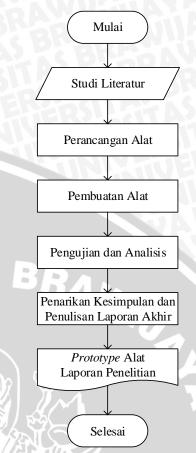
Peralatan elektronik seperti Vacuum Cleaner, Hand Tools, Mesin Jahit, Peralatan dengan putaran tinggi, Mixer menggunakan motor universal sebagai pengeraknya. Motor universal yang digunakan tersebut pada umumnya dikendalikan secara open loop dengan beberapa metode seperti: Metode Resistansi, Metode Tapping-Field, Sentrifugal, Metode SCR atau TRIAC. Pada metode resistansi diberikan nilai resistansi tertentu untuk mengatur nilai kecepatan motor sedangkan metode tapping field dengan cara memberikan selector kecepatan. Metode setrifugal sedikit berbeda dengan kedua metode sebelumnya, pada metode ini jika kecepatan motor berkurang hingga kurang dari 70% maka setrifugal switch yang terpasang akan lepas.

Kemajuan teknologi dibidang elektronika daya telah memungkinkan untuk mengatur kecepatan dan torsi dari catu daya yang disupplykan ke motor. Salah satu metode yang digunakan adalah metode sudut penyalaan pada komponen elektronika daya yaitu SCR atau TRIAC. Metode ini memungkinkan untuk mengubah besarnya supply tegangan yang masuk pada motor. Sehingga bisa meminimalkan rugi-rugi yang terjadi jika mengunakan metodemetode sebelumnya.

Kelemahan utama dari semua metode itu dalam penerapannya terhadap motor universal yang digunakan pada peralatan elektronik adalah masih bersifat open-loop. Sehingga kecepatan dan torsi dari peralatan elektronik tersebut tidak bisa dipantau ditinjau keakuratanya. Maka diperlukan pengendalian yang lebih baik dengan mengabungan sistem kendali dan metode sudut penyalaan TRIAC. Metode kontrol PID dipilih karena sederhana dan mudah untuk diimplementasikan. Sedangkan metode sudut penyalaan pada TRIAC dipilih karena memiliki jangkuan pengaturan yang cukup lebar dengan mengatur besarnya nilai rms tegangan AC. Maka pada penelitian ini akan difokuskan pada pengendalian kecepatan motor universal dengan plant berupa blender. Kecepatan dari blender untuk berbagai jenis beban akan dipertahankan dengan metode yang telah dipilih.

#### B. METODE

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan informasi dengan tujuan dan manfaat tertentu. Dalam menyelesaikan rumusan masalah dan merealisasikan tujuan penelitian yang terdapat di bab pendahuluan maka diperlukan langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah tersebut. Metode penelitian dalam penelitian ini secara garis besar ditampilkan pada gambar 3.1.

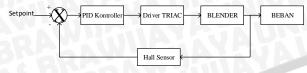


Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.

Pada gambar 3.1 Penelitian dimulai dengan studi literature terkait untuk memecahkan permasalahan seperti text book dan jurnal penelitian yang pernah dilakukan lalu dilanjutkan dengan perancangan dan pembuatan perangkat keras dan lunak sistem. Pembuatan hardware dan software dimulai dengan perancangan blok diagram dan skema implementasinya. Untuk perangkat lunak sendiri difokuskan pada metode PID. Setelah alat selesai dibuat maka diperlukan pengujian dan analisis data hasil pengujian untuk melihat apakah sistem yang telah dibuat bisa bekerja sesuai perancangan serta apakah respon sistem bisa lebih baik setelah ditambahkan kontroller. Bagian akhir dari metode peneltian ini adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil pengujian sistem dan pemberian saran untuk pengembangan lebih lanjut.

#### 1. Perancangan Blok Diagram Sistem

Pada perancangan alat diperlukan perancangan blok diagram sistem yang dapat menjelaskan sistem secara garis besar dan diharapkan alat dapat bekerja sesuai dengan rencana. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 3.2.

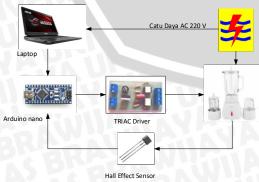


Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem

Pada blok diagram sistem yang ditunjukan oleh gambar 3.2 kontroller menerima dua masukan berupa setpoint dan hall sensor, sebelum diolah oleh PID kontroller kedua masukan dbandingkan untuk mendapatkan nilai error, dari nilai error yang didapatkan akan dikonversikan untuk menghasilkan sinyal kontrol berupa besarnya sudut penyalaan yang harus diberikan kepada TRIAC sehingga dihasilkan tegangan AC yang bisa diatur besar nilai rmsnya. Plant sendiri berupa blender yang mengunakan motor universal sebagai aktuatornya. Plant akan berputar dan menghasilkan kecepatan sesuai masukan tegangan yang diberikan oleh driver TRIAC.

#### 2. Perancangan Perangkat Keras

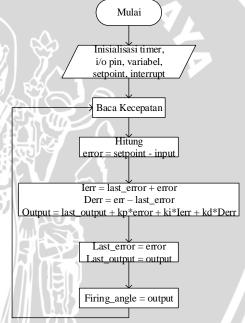
Skema dari implementasi alat bisa dilihat pada gambar 3.3. PC atau Laptop berfungsi sebagai membuat program dan mendownloadnya dalam Arduino nano serta untuk memantau proses yang terjadi dalam Arduino melalai serial monitor. Catu daya yang digunakan dalam sistem berasal dari listrik PLN dengan besar tegangan sebesar 220 volt untuk mencatu plant berupa blender. Driver TRIAC sendiri terdiri dari dua rangkaian utama yaitu zero crossing detector dan rangkaian dimmer AC. Zero crossing detector akan memberikan sinyal berlogika satu ketika sinyal sinus tegangan AC milik PLN bermagnitud nol. Titik nol ini penting untuk mensinkronkan besar sudut penyalaan TRIAC dengan sumber yang digunakan. Dimmer AC sendiri berguna untuk merubah tegangan AC yang berasal dari PLN menjadi tegangan AC yang variabel. Maksudnya nilai rms dari tegangan listrik PLN bisa diubah-ubah dengan memberikan nilai sudut penyalaan pada TRIAC.



Gambar 3. 3 Skema Implementasi Alat

#### 3. Perancangan Perangkat Lunak

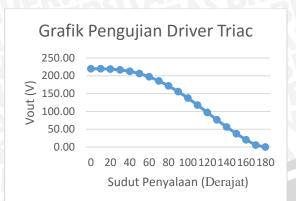
Algoritma program dari perangkat lunak Arduino nano diberikan oleh gambar 3.4. berdasarkan flowchart tersebut ketika program dieksekusi pertama kali akan melakukan inisialisasi i/o, timer, variabel, setpoint, interrupt, serta konstanta proporsional, integral dan diferensial. Kemudian program dilanjutkan dengan membaca masukan hall effect sensor untuk mendeteksi kecepatan motor universal pada blender. Error antara setpoint dan masukan dari sensor yang dibandingkan akan dikalkulasi ke dalam program PID diskrit sehingga dihasilkan sinyal kontrol berupa besar sudut penyalaan pada driver TRIAC. Program akan terus berulang membaca kecepatan motor dan begitu seterusnya kecuali catu daya dihentikan maka blender akan off total. Parameter yang diamati dalam serial monitor pada PC atau laptop berupa waktu, kecepatan motor, dan sudut penyalaan.



Gambar 3. 4 Flowchart program Arduino nano

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN1. Pengujian Driver TRIAC

Pegujian driver TRIAC bertujuan untuk melihat kinerja driver dalam melakukan switching tegangan AC sehingga dihasilkan Vrms yang variabel Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan diketahui bahwa nilai tegangan keluaran dari driver TRIAC berbanding terbalik terhadap besar sudut penyalaan yang diberikan. Hal ini bisa bisa amati pada grafik yang diberikan oleh Gambar 4.2



Gambar 4. 1 Grafik hasil pengujian driver TRIAC

#### 2. Pengujian Magnet dan Hall Sensor

Pengujian manget dan hall efek sensor bertujuan untuk mengetahui tipe magnet yang memiliki medan magnetic terkuat dan jarak minimal yang diperlukan hall sensor untuk mendeteksi medan magnet tersebut. Sehingga magnet dan sensor dapat digunakan untuk sensing kecepatan motor universal pada blender

Berdasarkan pegujian yang telah dilakukan didapatkan magnet dengan tipe neodymium 35 dapat dideteksi dengan jarak minimal 11 mm, lalu manet tipe ceramic 5 dapat dideteksi dengan jarak minimal 6 mm sedangkan magnet tipe SmCo26 dapat dideteksi dengan jarak minimal 8 mm. Magnet yang digunakan adalah tipe neodymium 35 dengan jarak pemasangan sebesar 7 mm untuk penyesuaian posisi pada blender.

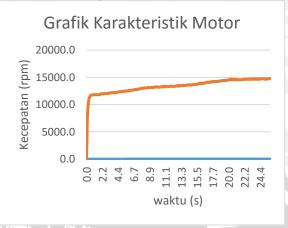
Tabel 4. 1 Hasil pengujian jenis magnet terhadap

sensor					
jarak	jenis magnet				
mm	neodymium 35	Ceramic 5	SmCo 26		
1	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi		
2	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi		
3	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi		
4	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi		
5	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi		
6	terdeteksi	terdeteksi	terdeteksi		
7	terdeteksi	tidak	terdeteksi		
8	terdeteksi	tidak	terdeteksi		
9	terdeteksi	tidak	tidak		
10	terdeteksi	tidak	tidak		
11	terdeteksi	tidak	tidak		
12	tidak	tidak	tidak		
13	tidak	tidak	tidak		
14	tidak	tidak	tidak		
15	tidak	tidak	tidak		

#### 3. Pengujian Motor Universal

Pengujian motor universal dilakukan untuk melihat karakteristik motor, kecepatan maksimum motor.

Kecepatan rpm dari motor didapatkan dengan menjadikan clock timer pada Arduino sebagai. referensi. Hasil pengujian diberikan oleh Gambar 4.5. Kecepatan motor meningkat dengan sangat cepat pada satu sekon pertama lalu naik dengan lambat. Sesuai karakteristik motor dc seri bahwa kecepatan motor akan tinggi saat torsi beban nol. Pada grafik diketahui kecepatan motor saat beban nol adalah 14000 rpm

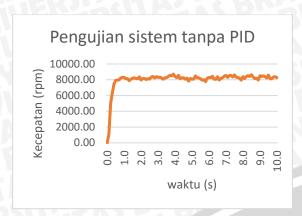


Gambar 4. 2 Hasi pengujian Motor Universal

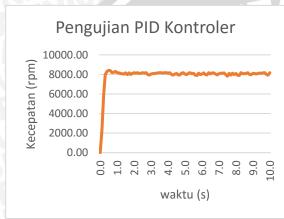
#### 4. Pengujian keseluruhan sistem

Pengujian keseluruhan sistem bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem sebelum dan setelah diberi PID kontroler Berdasarkan pengujian sistem keseluruhan dengan memberikan setpoint 8000 rpm tanpa metode PID didapatkan respon plant yang ditunjukan oleh gambar 4.6. konstanta proporsional, integral, derivatif dapat ditentukan dengan metode ziegel-nichols pertama. Berdasarkan metode tersebut maka didapatkan nilai L=0.07 dan T=0.19. menurut aturan ZN-1 maka didapatkan kp=3.2571, ki=0.14, kd=0.035.

Perbandingan sebelum dan setelah plant diberi PID kontroler bisa diamati pada tabel 4.3. response sistem menjadi lebih cepat 0.3 s untuk settling time, 0.05 s untuk time delay dan rise time, 0.4 s untuk peak time. Namun memliki overshoot 3% lebih besar dibandingkan sebelum menggunakan PID meski error stedy state setelah menggunakan PID hanya 2.24%.



Gambar 4. 3 Hasil pengujian sistem keseluruhan tanpa PID kontroler



Gambar 4. 4 Grafik hasil pengujian dengan penambahan PID kontroler

.Tabel 4. 2 Perbandingan response sebelum dan setelah diberi PID

No	Parameter	sebelum	setelah
1	time delay (td)	0.25 s	0.2 s
2	rise time (tr)	0.35 s	0.25 s
3	peak time (tp)	0.9 s	0.5 s
4	maksimum overshoot (Mp)	2.70%	5.20%
5	settling time (ts)	1.1 s	0.7 s
6	error steady state	9.10%	2.24%

#### D. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Kontroler menggunakan ardunio nano sebagai pengolah data dan menghasilkan sinyal kontrol berupa sudut penyalaan untuk Driver TRIAC sehingga dihasilkan tegangan AC variabel. Kecepatan motor diatur dengan mengatur tegangan kerjanya. Feedback kecepatan motor diberikan hall efek sensor kembali ke kontroler.
- 2. Response sistem menjadi lebih cepat 0.3 s untuk settling time, 0.05 s untuk time delay dan rise time, 0.4 s untuk peak time. Namun memliki overshoot 3% lebih besar dibandingkan sebelum menggunakan PID meski error stedy state setelah menggunakan PID hanya 2.24%.

Demi pengembangan selanjutnya maka diperlukan saran beradasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan. Beberapa saran yang bisa diberikan adalah sebagai berikut:

- 1. Metode pengaturan dengan TRIAC memiliki range yang lebih sempit karena hanya mengatur tegangan saja. Maka diperlukan metode selain itu, salah satunya dengan inverter satu fasa sehingga baik tegangan dan frekuensi dapat diatur
- 2 Metode kontrol yang digunakan bisa diganti dengan selain PID

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Alciatore, David G dan Histand, Michael B. 2012.

Introduction to Mechatronics and Measurement Systems. New York.

McGraw-Hill.

Amstrom, K. J. & Hagglund, Tore. 1995. *PID*Controllers: Theory, Design and Tuning

Instrument Society of Amerika: Research

Instrument Society of Amerika: Research
Triangle Park

Daniel W. Hart. 2010. *Power Electronics*. India. Valparaiso University.

Gunterus, Frans. 1994. Falsafah Dasar: Sistem Pengandali Proses. Jakarta: PT Elex Media Komputindo

Ogata, Katsuhiko. 2002. *Modern Control Engineering 4th editon*. New Jersey:
Prentice Hall

