

## RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI MOTOR DC

**Muhammad Saukat<sup>(1)</sup>, Dedy Prijatna<sup>(1)</sup>, Mimin Muhaemin<sup>(1)</sup>, Totok Herwanto<sup>(1)</sup>,  
Ghea Isabela Islam<sup>(2)</sup>, Wahyu K Sugandi<sup>(1)</sup>, Asep Yusuf<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> *Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjajaran,  
Bandung, Indonesia, Email : msaukat@unpad.ac.id*

<sup>(2)</sup> *Alumnus Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjajaran,  
Bandung, Indonesia, Email : gheaisabela@yahoo.com*

Kecepatan putar motor DC sebagai sumber tenaga penggerak, akan berkurang jika ada penambahan beban dan akan meningkat jika beban dikurangi. Penelitian ini dilakukan untuk merancang bangun sebuah sistem pengendali yang dapat mempertahankan kecepatan putar motor DC ketika terjadi perubahan beban sehingga perubahan kecepatan putar motor DC diusahakan tidak berubah jauh dengan target yang ditentukan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sistem pengendali motor DC, agar dapat digunakan sebagai sumber tenaga penggerak pada berbagai kebutuhan di masa yang akan datang, yang dapat melakukan pengaturan kecepatan putar motor dan dengan mempertahankan kecepatan putar pada saat motor dikenai beban yang berubah. Metode penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa dengan menggunakan kontrol PID sehingga penyesuaian pada kecepatan putar yang ditetapkan diharapkan dapat berlangsung dalam waktu respon yang singkat. Pengaturan kecepatan dilakukan dengan komponen potensiometer, dimana hubungan nilai analog dan kecepatan putar adalah  $y = 2,0121x + 125,26$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,997. Berdasarkan hasil yang diperoleh, komponen PID yang digunakan hanya komponen P saja sudah dapat mempertahankan kecepatan putar mendekati kecepatan sebelum beban berubah pada nilai yang ditetapkan. Beban diberikan sebagai beban pengereman pada poros motor DC, pada beban tetap 1,56 kg, kecepatan putar motor diuji pada beberapa tingkat rpm yaitu 346, 546, 700, 905, 1106, 1305, 1551 dan 1714 rpm. Rata-rata tingkat akurasi kecepatan putar motor terhadap target sebelum ditambahkan adalah 96,8%, ketika ditambahkan beban adalah 95,4%, sedangkan saat dikurangi beban adalah 96,4%. Rata-rata waktu respon yang dibutuhkan sistem untuk penyesuaian kecepatan setelah diberikan beban adalah 9 detik, dan setelah dikurangi beban adalah 7 detik. Sedangkan pengujian pada beban berubah pada rentang 0,5 kg hingga 2,0 kg dengan penambahan sebesar 0,25 kg, diberikan pada rpm awal 500 rpm dan diubah menjadi 1000 rpm setelah diberi beban. Dalam tahap pengujian ini, rata-rata tingkat akurasi target dan kecepatan motor sebelum ada beban adalah 96,6%. Saat beban diberikan juga 96,9% dan 97,5% pada saat beban diangkat. Sedangkan waktu respon rata-rata yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi konstan setelah beban diberikan adalah 6 detik, dan hanya 5 detik saat beban diangkat.

**Kata kunci :** Pengendali, PID, Motor DC, Kecepatan Motor, Pembebanan.

### 1. PENDAHULUAN

Motor listrik berfungsi sebagai pengubah energi listrik ke energi mekanis (Gottlieb, 1997). Pergerakan mekanis inilah yang secara langsung akan digunakan sebagai sebuah media yang dapat membantu manusia dalam melakukan berbagai kegiatan. Salah satu contoh sederhana dari penggunaan motor listrik ini antara lain sebagai tenaga penggerak pada pompa air, motor dan mobil listrik, dan juga sebagai penggerak alat dan mesin pada industri baik skala industri maupun skala rumah tangga.

Motor listrik dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis berdasarkan jenis sumber tenaganya yaitu

arus searah (motor DC) dan arus bolak-balik (motor AC) (Kim, 2017). Motor AC maupun motor DC banyak digunakan dalam pemakaian sehari-hari, namun pada bidang industri motor listrik yang sering digunakan adalah motor AC karena bidang industri membutuhkan tenaga penggerak dengan kapasitas yang besar, sedangkan arus listrik DC sulit untuk dipenuhi kebutuhannya dalam jumlah yang besar (Indrajit, 2007).

Motor DC memiliki kelebihan dari pada motor AC, diantaranya adalah motor DC lebih mudah untuk dikendalikan jika dibandingkan dengan motor AC, biaya untuk pemeliharaan motor DC juga lebih rendah (Barnes, 2003). Selain itu, motor AC belum dapat digunakan untuk

pengendalian kecepatan dengan presisi dan untuk penggunaan yang memerlukan torsi tinggi (Alerich and Keljik, 2001).

Kecepatan putar motor DC akan berkurang jika ada penambahan beban dan akan meningkat jika ada pengurangan beban. Jika kecepatan putar motor berubah ketika ada perubahan beban maka akan mempengaruhi pengoperasian mesin yang menjadi tidak stabil. Kecepatan putar motor DC harus dapat dipertahankan pada berbagai tingkatan beban yang berbeda agar pengoperasian mesin menjadi stabil.

## 2. METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2017-Januari 2018, dimana pengujiannya dilakukan di Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian, Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor. Metode penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa.

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah melakukan studi literatur, menentukan kriteria, perancangan sistem mekanik yang meliputi *driver* dan dudukan motor dan sensor *rotary encoder*, perancangan sistem kontrol yang berupa mikrokontroler dan pemrograman. Pemrograman meliputi pemrograman kontrol yang di dalamnya terdapat PID untuk mengatur kecepatan putar motor ketika motor diberikan beban.

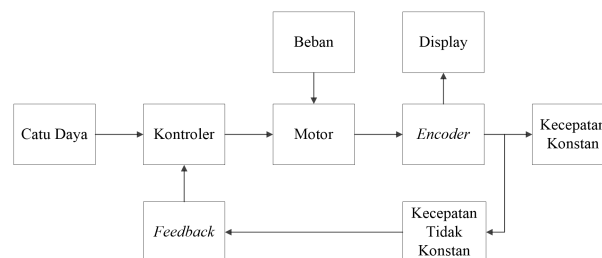
### 2.1 Kriteria perancangan

Perancangan sistem pengendali motor DC ini dibangun dengan beberapa kriteria perancangan yaitu:

- Dapat melakukan pengaturan kecepatan putar motor DC dengan menggunakan pengaturan digital
- Dapat mengetahui kecepatan putar motor DC dan tampil pada layar LCD
- Driver dapat memenuhi kebutuhan motor yaitu sebesar 89-72V dan 207-310A
- Dapat mempertahankan kecepatan putar saat motor dikenai beban
- Tingkat akurasi kecepatan motor minimal 80% tercapai

### 2.2 Mekanisme kerja

Mekanisme kerja dari sistem pengendali motor DC ini adalah mengaktifkan kontroler dari catu daya kemudian kontroler mengendalikan motor. Ketika motor diberikan beban, *encoder* akan membaca kecepatan putar motor dan *display* akan menampilkan besaran kecepatan putar motor. Jika kecepatan motor tidak konstan, akan ada *feedback* yang memberi informasi bahwa kecepatan tidak konstan. Kemudian kontroler akan memproses kembali perintah agar kecepatan motor dapat berjalan konstan. Mekanisme kerja ditampilkan melalui Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme Kerja

### 2.3 Perancangan fungsional

Pemilihan komponen yang akan digunakan harus berdasarkan fungsinya dan berdasarkan kebutuhan yang akan dikerjakan sehingga mekanisme kerja alat yang akan dibangun dapat berjalan sesuai dengan tujuan. Berikut ini merupakan komponen-komponen yang digunakan pada penelitian ini:

- Catu Daya: Motor DC dapat digerakkan jika diberikan daya yang sesuai dengan motor tersebut. Catu daya yang digunakan untuk memberikan daya pada driver motor yang terhubung dengan mikrokontroler.
- Motor DC: Motor DC digunakan untuk dapat diaplikasikan sebagai aktuator atau sumber tenaga penggerak dan dapat diaplikasikan sesuai dengan kebutuhan.

- *Driver*: *Driver* dapat digunakan untuk mengatur kecepatan motor dan juga untuk mengatur arah putaran motor.
- *Mikrokontroler*: Motor dapat dikendalikan dengan menggunakan sebuah mikrokontroler. Penggunaan mikrokontroler dilakukan dengan cara memasukkan perintah-perintah pada mikrokontroler atau dapat disebut dengan program.
- *Rotary Encoder*: Untuk mengetahui kecepatan putar motor DC, sensor pembaca kecepatan putar motor sangatlah diperlukan.
- *Sensor Arus*: Untuk dapat mengetahui perubahan nilai arus yang dibutuhkan, maka perlu digunakan sensor arus yang dapat mendeteksi kebutuhan arus yang dibutuhkan
- *Display*: Penggunaan *display* dilakukan sebagai media perantara komunikasi manusia dengan sistem kendali motor.

#### 2.4 Perancangan struktural

Dalam melakukan perancangan, alat yang dirancang harus terstruktur dengan baik agar alat yang dirancang dapat memenuhi syarat perancangan sehingga alat yang dibangun memiliki ketahanan yang baik dan juga pengoperasian yang mudah. Perancangan struktural ini juga akan berdampak pada efisiensi alat yang dibangun karena perancangan struktural meliputi dimensi, bentuk dan juga bahan yang akan digunakan.

- *Catu Daya*: *Catu daya* akan dihubungkan dengan driver motor agar motor mendapatkan sumber daya.
- *Motor DC*: Motor akan dihubungkan dengan driver motor yang sudah dihubungkan dengan catu daya.
- *Driver*: *Driver H-bridge* dan mikrokontroler akan diletakkan diatas sebuah PCB beserta komponen lainnya.
- *Rotary Encoder*: *Rotary encoder* akan disambungkan dengan poros motor sehingga ketika poros motor berputar, bagian dalam sensor rotary encoder ini akan ikut berputar sehingga dapat membaca setiap pergerakan poros motor.

- *Sensor Arus*: *Sensor arus* yang digunakan adalah sensor arus ACS712 yang berbentuk modul dan dapat membaca arus hingga 5A.
- *Display*: LCD akan menggunakan modul I2C Backpack agar penggunaan kabel dapat diminimalisir.

#### 2.5 Analisis teknik

Kendali yang dilakukan yaitu kendali kecepatan dan diperlukan data kecepatan perhitungan sebagai pembanding kecepatan aktual. Agar alat dapat berfungsi sebagaimana mestinya, analisis teknik merupakan tahapan yang tidak boleh terlewatkan karena kebutuhan kapasitas komponen yang akan digunakan dapat dihitung melalui tahapan analisis teknik ini.

##### 2.5.1 Hubungan torsi dan kecepatan

Torsi merupakan gaya yang bekerja pada kondisi P tetap dalam satuan meter. Torsi berbanding terbalik dengan kecepatan. Semakin besar gaya yang bekerja pada motor, maka kecepatan motor akan semakin rendah.

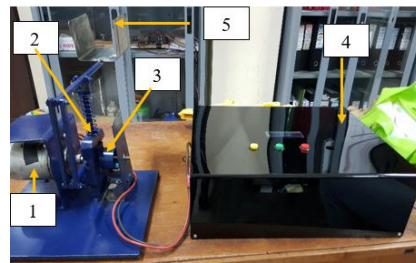
##### 2.5.2 Penentuan putaran konstan dengan pembebanan berubah

Kecepatan putar motor DC akan berubah ketika ada penambahan dan pengurangan beban. Kontroler PID (*Proportional Integral Derivative*) digunakan agar kecepatan putar motor DC tidak berubah ketika ada perubahan beban. Kontrol PID ini dapat dilakukan dengan cara mengubah-ubah nilai konstanta P, I dan D.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Rancang bangun sistem kendali motor DC

Sistem kendali motor DC yang dirancang bangun adalah sebuah sistem yang dapat menjalankan motor DC dan dapat mempertahankan kecepatan motor DC ketika motor DC pada berbagai tingkat beban. Gambar 2 merupakan hasil rancang bangun dari Sistem Kendali Motor DC ini.



- Keterangan:
1. Motor DC
  2. Poros dengan beban
  3. Rotary encoder
  4. LCD, potensiometer dan push button, kotak driver
  5. Dudukan beban

Gambar 2. Hasil rancangan sistem kendali motor DC.

Komponen yang digunakan pada sistem ini terdiri dari: motor yang berfungsi sebagai tenaga penggerak, poros motor yang terhubung dengan beban, sensor rotary encoder yang berfungsi sebagai sensor pembaca kecepatan motor, kotak yang terdapat driver motor, dan dudukan beban yang dapat menahan poros motor ketika diberikan beban di atasnya.

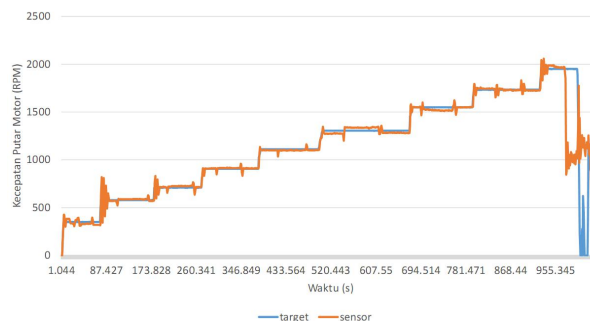
### 3.2 Pengujian

#### 3.2.1 Pengujian kecepatan setelah diberikan beban tetap

Kecepatan motor DC akan berkurang jika diberikan beban pada porosnya, begitu pula jika ada pengurangan beban, kecepatan motor DC akan

bertambah melebihi kecepatan sebelumnya. Pengujian kecepatan setelah motor diberikan beban dilakukan dengan cara mengatur target kecepatan motor kemudian motor diberikan beban tetap. Dengan menggunakan program pengendalian motor menggunakan komponen P, kecepatan motor DC dapat kembali mendekati kecepatan sebelum diberikan beban.

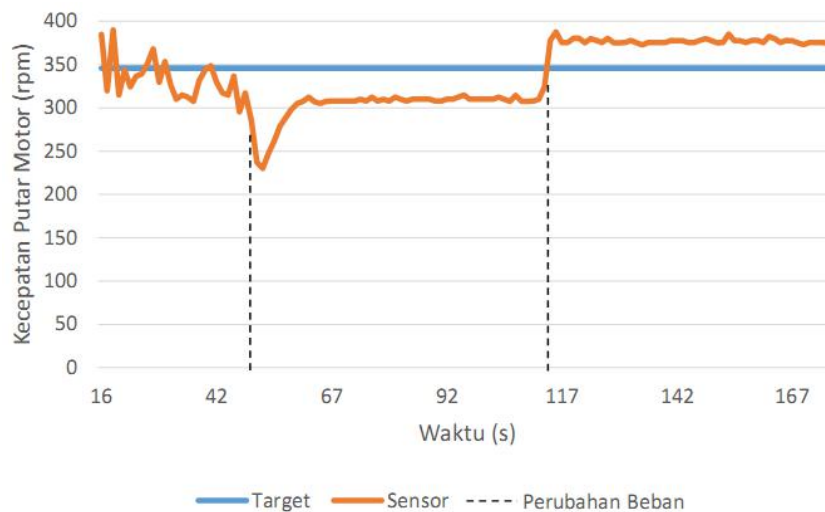
Grafik pada Gambar 3 menunjukkan kecepatan motor yang telah diberikan beban tetap yaitu 1,56 kg dan dengan target yang berubah. Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa kecepatan menurun ketika diberikan beban dan akan meningkat kembali mendekati kecepatan sebelum diberikan beban. Begitu pula ketika ada.



Gambar 3. Grafik kecepatan motor setelah diberi beban.

Pengurangan beban, kecepatan motor DC akan bertambah melebihi kecepatan sebelumnya dan akan berkurang kembali mendekati kecepatan sebelum diberikan beban. Melalui grafik pada Gambar 3 ini terlihat ada kenaikan dan penurunan kecepatan yang cukup tajam ketika target mendekati angka 2000 rpm. Hal ini terjadi karena

angka 2000 rpm mendekati kecepatan maksimal motor yaitu 2100 rpm dan ketika ada penambahan beban pada kecepatan 2000 rpm, setelah kecepatan motor berkurang, PWM motor yang ditingkatkan tidak dapat melebihi PWM 255 sehingga sistem akan terjadi seperti ini. Grafik pada target 346 rpm dapat dilihat pada Gambar 4.

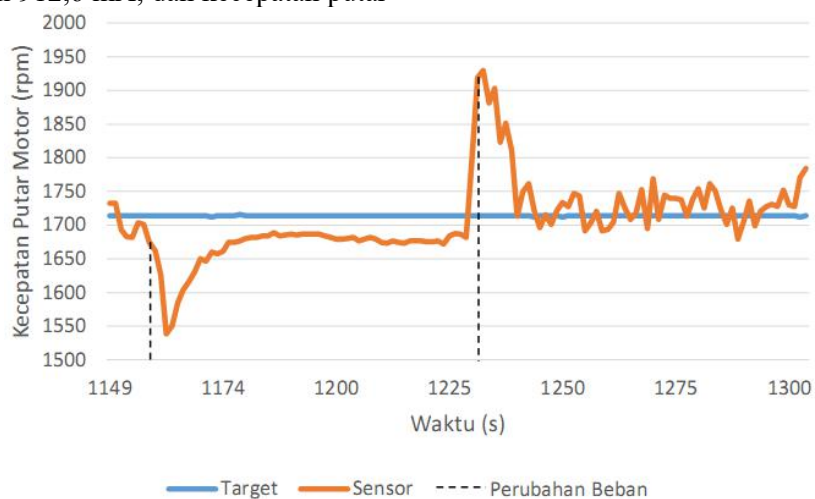


Gambar 4. Hubungan waktu terhadap kecepatan motor 346 rpm.

Grafik pada Gambar 4, motor diberikan beban pada detik ke-50 dan dikurangi beban pada detik ke-116. Melalui grafik tersebut dapat terlihat pengurangan kecepatan ketika ada penambahan beban dan kecepatan motor akan meningkat kembali mendekati kecepatan target. Begitu pula ketika ada pengurangan beban, kecepatan motor akan meningkat dan akan menurun kembali mendekati kecepatan target.

Kecepatan putar motor dan kebutuhan arus rata-rata sebelum diberikan beban adalah 333 rpm dan 374,9 mA, kecepatan putar motor dan kebutuhan arus rata-rata ketika diberikan beban adalah 311 rpm dan 912,6 mA, dan kecepatan putar

motor dan kebutuhan arus setelah dikurangi beban adalah 376 rpm 399,2 mA. Dengan target sebesar 346 rpm, tingkat akurasi target dengan kecepatan putar motor sebelum ditambahkan beban adalah 96,6%, tingkat keakurasian target dan kecepatan putar motor ketika ditambahkan beban adalah 89,9%, tingkat keakurasian target dan kecepatan putar motor ketika dikurangi beban adalah 92,0%. Waktu yang dibutuhkan sistem untuk menstabilkan kecepatan setelah diberikan beban adalah 9 detik, dan setelah dikurangi beban adalah 6 detik. Contoh lain dari grafik pengujian ini diberikan dengan pengaturan target pada 1714 rpm, seperti diberikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan waktu terhadap kecepatan motor 1714 rpm.

Data selengkapnya pengujian pada target 346 rpm hingga 1714 rpm, disajikan pada Tabel 1.

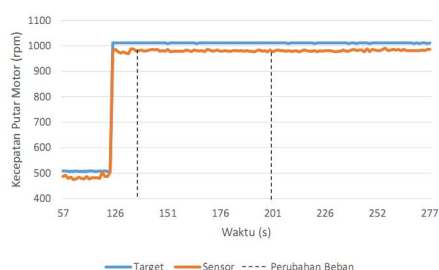
Tabel 1. Rekapitulasi hasil pengujian kecepatan pada beban tetap.

Target (rpm)	Akurasi sebelum ada beban (%)	Akurasi ketika ada beban (%)	Akurasi setelah beban diangkat (%)	Waktu respon saat diberi beban (s)	Waktu respon saat diangkat (s)
346	96,6	89,9	92,0	9	6
546	94,1	93,4	95,2	12	4
700	98,5	94,5	95,4	7	5
905	96,0	96,0	96,9	8	7
1106	96,9	97,1	97,0	7	8
1305	96,3	97,3	97,6	9	8
1551	97,6	97,6	98,3	11	9
1714	98,9	98,0	99,2	14	10
Rata-rata	96,8	95,4	96,4	9	7

Tabel 1 menunjukkan bahwa, rata-rata presentase tingkat keakurasian target dan kecepatan motor sebelum ditambah beban adalah 96,8%. Rata-rata presentase tingkat keakurasian target dan kecepatan motor ketika ditambah beban adalah 95,4%. Rata-rata presentase tingkat keakurasian target dan kecepatan motor setelah dikurangi beban adalah 96,4%. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mencapai konstan setelah ditambah beban adalah 9 detik. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mencapai konstan setelah dikurangi beban adalah 7 detik.

### 3.2.2 Pengujian kecepatan setelah diberikan beban berbeda

Berbeda dengan pengujian yang dilakukan sebelumnya, pengujian kali ini dilakukan dengan cara mengatur target tetap dan dengan beban yang berubah dengan rentang 0,5 kg hingga 2 kg. Kecepatan awal yang diatur adalah 500 rpm kemudian target diubah menjadi 1000 rpm. Gambar 6 menunjukkan grafik yang diperoleh dari pengukuran saat motor diberi beban 0,25 kg.

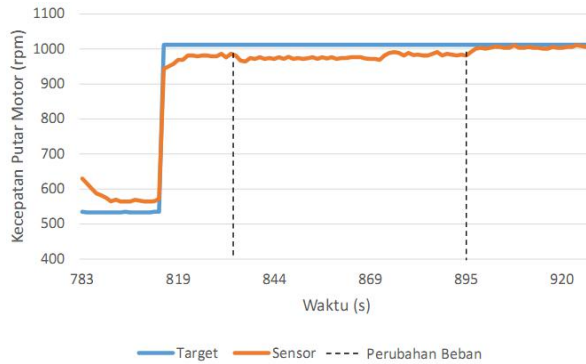


Gambar 6. Hubungan waktu terhadap kecepatan putar motor beban 0,25 kg.

Pada grafik pada Gambar 6, motor diberikan beban pada detik ke-137 dan beban pada motor diangkat kembali pada detik ke-202. Dari grafik tersebut tidak terlihat kecepatan motor berkurang ketika diberikan beban. Begitu pula ketika beban pada motor diangkat kembali, kecepatan motor meningkat dan tidak turun kembali. Hal ini terlihat dari kebutuhan arus yang dibutuhkan motor ketika motor diberikan dan tidak diberikan beban tidak berbeda jauh sehingga kecepatan motor kurang terpengaruh oleh beban yang diberikan.

Kecepatan putar motor dan kebutuhan arus rata-rata sebelum ditambahkan beban adalah 978 rpm 463,3 mA, kecepatan putar motor dan

kebutuhan arus rata-rata ketika ditambahkan beban adalah 980 rpm dan 461,0 mA, dan ketika beban dikurangi, kecepatan putar motor dan kebutuhan arus rata-rata adalah 981 rpm dan 457 mA. Dengan target 1012 rpm, tingkat keakurasian target dan kecepatan putar motor sebelum ditambahkan beban adalah 96,7%, tingkat keakurasian target dan kecepatan putar motor ketika ditambahkan beban adalah 96,9%, tingkat keakurasian target dan kecepatan putar motor setelah dikurangi beban adalah 97,0%. Pengendalian motor terlihat secara signifikan ketika beban diberikan sebesar 0,5 kg seperti yang dapat dilihat pada Gambar 7.



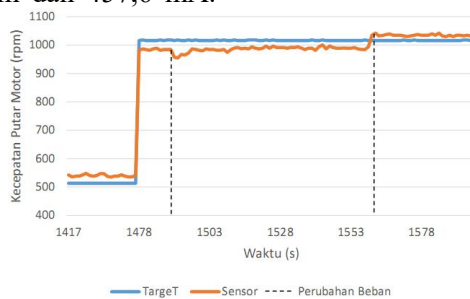
Gambar 7. Hubungan waktu terhadap kecepatan putar motor beban 0,5 kg

Pada Gambar 7, motor diberikan beban pada detik ke-834 dan dikurangi beban pada detik ke-895. Melalui grafik tersebut dapat terlihat pengurangan kecepatan ketika ada penambahan beban dan kecepatan motor akan meningkat kembali mendekati kecepatan target. Begitu pula ketika ada pengurangan beban, motor kecepatan motor akan meningkat mendekati kecepatan target.

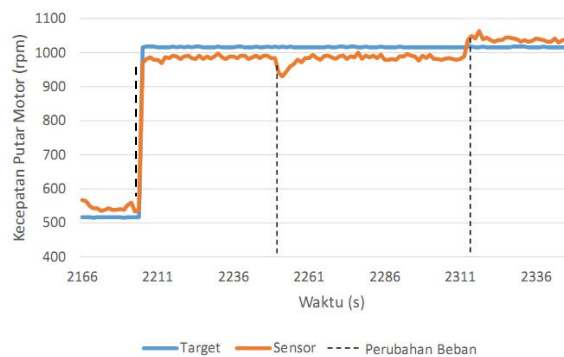
Kecepatan putar motor dan kebutuhan arus rata-rata sebelum diberikan beban adalah 973 rpm dan 414,9 mA, kecepatan putar motor dan kebutuhan arus rata-rata ketika diberikan beban adalah 977 rpm dan 588,9 mA, dan kecepatan putar motor dan kebutuhan arus rata-rata setelah dikurangi beban adalah 1004 rpm dan 457,6 mA.

Dengan target sebesar 1012 rpm, tingkat akurasi target dan kecepatan putar motor sebelum ditambahkan beban adalah 96,1%, tingkat akurasi target dan kecepatan putar motor ketika ditambahkan beban adalah 96,6%, sedangkan tingkat akurasi target dan kecepatan putar motor setelah dikurangi beban adalah 99,2%. Waktu yang dibutuhkan sistem untuk menstabilkan kecepatan setelah diberikan beban adalah 4 detik, dan setelah dikurangi beban adalah 2 detik.

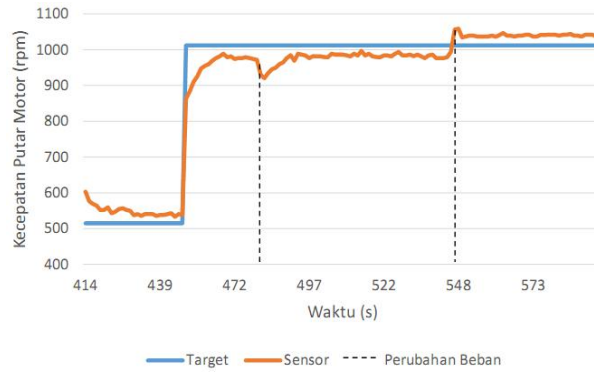
Grafik hubungan kecepatan dengan waktu ketika diberikan beban sebesar 0,75 kg, 1,0 kg, 1,25 kg, 1,5 kg, 1,75 kg dan 2,0 kg, secara berturut-turut diberikan pada Gambar 8 hingga Gambar 13.



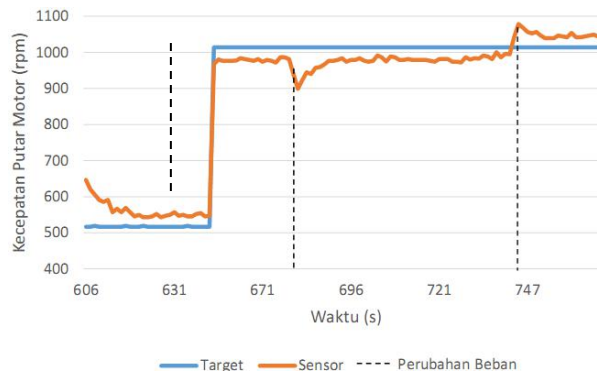
Gambar 8. Hubungan waktu terhadap kecepatan putar motor beban 0,75kg



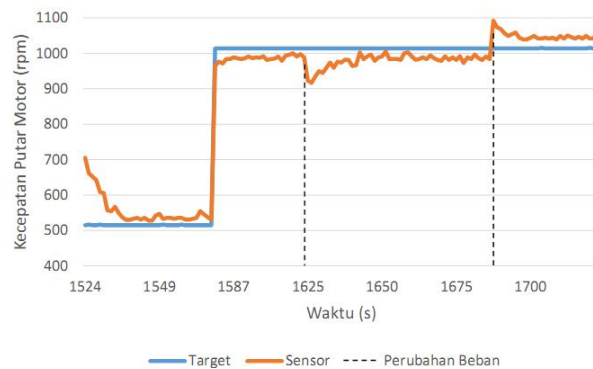
Gambar 9. Hubungan waktu terhadap kecepatan putar motor beban 1 kg



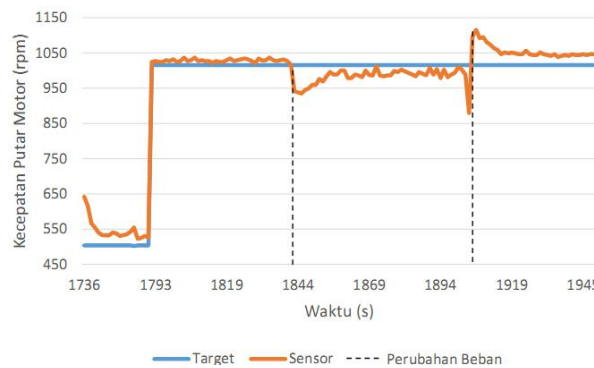
Gambar 10. Hubungan waktu terhadap kecepatan putar motor beban 1,25 kg



Gambar 11. Hubungan waktu terhadap kecepatan putar motor beban 1,5 kg



Gambar 12. Hubungan waktu terhadap kecepatan putar motor beban 1,75 kg



Gambar 13. Hubungan waktu terhadap kecepatan putar motor beban 2,0 kg



Pada pemberian beban maksimum 2,0 kg, seperti grafik yang ditunjukkan pada Gambar 13, motor diberikan beban pada detik ke-1843 dan dikurangi beban pada detik ke-1906. Grafik tersebut terlihat jelas pengurangan kecepatan ketika ada penambahan beban dan kecepatan motor akan meningkat kembali mendekati kecepatan target. Begitu pula ketika ada pengurangan beban, kecepatan motor akan meningkat dan akan menurun kembali mendekati kecepatan target. Kecepatan putar motor dan kebutuhan arus rata-rata sebelum diberikan beban adalah 1028 rpm dan 443,5 mA, kecepatan putar motor dan kebutuhan arus rata-rata ketika diberikan beban adalah 988

rpm dan 1283,2 mA, dan kecepatan putar motor dan kebutuhan arus rata-rata setelah dikurangi beban adalah 1046 rpm dan 435,8 mA. Dengan target sebesar 1016 rpm, tingkat keakurasian target dan kecepatan putar motor sebelum ditambahkan beban adalah 98,7%, tingkat keakurasian target dan kecepatan putar motor ketika ditambahkan beban adalah 97,3%, tingkat keakurasian target dan kecepatan putar motor setelah dikurangi beban adalah 97,5%. Waktu yang dibutuhkan sistem untuk menstabilkan kecepatan setelah diberikan beban adalah 8 detik, dan setelah dikurangi beban adalah 8 detik. Hasil selengkapnya pengujian pada pembebanan berubah, diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi hasil pengujian kecepatan pada beban berbeda

Beban (kg)	Akurasi sebelum ada beban (%)	Akurasi ketika ada beban (%)	Akurasi setelah beban diangkat (%)	Waktu respon saat diberi beban (s)	Waktu respon saat beban diangkat (s)
0,25	96,7	96,9	97,0	-	-
0,50	96,1	96,6	99,2	4	2
0,75	96,8	97,2	98,2	6	4
1,00	96,9	97,0	97,9	6	6
1,25	94,6	97,0	97,3	6	4
1,50	96,4	96,5	96,9	4	3
1,75	97,2	97,1	96,9	7	5
2,00	98,7	97,3	97,0	8	8
Rata-Rata	96,6	96,9	97,5	6	5

Tabel 2 menunjukkan bahwa, rata-rata presentase tingkat akurasi target dan kecepatan motor sebelum ditambah beban adalah 96,6%. Rata-rata presentase tingkat keakurasian target dan kecepatan motor ketika ditambah beban adalah 96,9%. Rata-rata presentase tingkat keakurasian target dan kecepatan motor setelah dikurangi beban adalah 97,5%. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mencapai konstan setelah ditambah beban adalah 6 detik. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mencapai konstan setelah dikurangi beban adalah 5 detik.

#### 4. KESIMPULAN

Telah berhasil dirancang bangun, sistem pengendali kecepatan motor DC dengan komponen driver H-Bridge yang secara teoritis dapat menguatkan arus hingga 296A. Hasil pengujian pada beban tetap dan target berubah, rata-rata presentase tingkat akurasi target dan kecepatan

motor sebelum ada beban adalah 96,8%. Saat beban diberikan adalah 95,4%. Sedangkan saat beban dilepas adalah 96,4%. Dengan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mencapai konstan setelah beban diberikan adalah 9 detik dan 7 detik untuk penyesuaian kembali setelah beban diangkat.

Hasil pengujian pada target tetap dengan beban berubah, rata-rata presentase tingkat akurasi target dan kecepatan motor sebelum ada beban adalah 96,6%. Saat beban diberikan juga 96,9% dan 97,5% pada saat beban diangkat. Sedangkan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mencapai konstan setelah beban diberikan adalah 6 detik, hanya 5 detik saat beban diangkat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Alerich, W.N. and Keljik, J. 2001. *Electricity 4: AC/DC Motors, Controls and Maintenance Seventh Edition*. Delmar Thomson Learning: Albany.
- Barnes, M. 2003. *Practical Variable Speed Drives and Power Electronics*. Newnes: Oxford.
- Gottlieb, I.M. 1997. *Practical Electric Motor Handbook*. Newnes: Burlington.
- Indrajit, D. 2007. *Mudah dan Aktif Belajar Fisika*. Setia Purnama Inves: Bandung.
- Kim, Sang-Hoon. 2017. *Electric Motor Control: DC, AC, and BLDC Motors*. Elsevier: Amsterdam.