

SISTEM PENGATURAN MOTOR DC MENGGUNAKAN *PROPOTIONAL IINTEGRAL DEREVATIVE* (PID) KONTROLER

Nursalim

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto-Penfui Kupang, Telp. (0380)8037977

E-mail: nursalim_99@ymail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengendalian putaran motor dc dengan menggunakan sistem kendali PID (*Propotional Integral Derivative*). Untuk melihat kinerja dari PID, maka akan dibandingkan dengan motor dc yang menggunakan kontroler PI (*Propotional Integral*). Dari hasil percobaan yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa motor dc yang menggunakan kontroler PID pada saat starting tanpa beban membutuhkan waktu yang lebih cepat, yaitu sekitar 0,066 detik. Sedangkan motor dc yang menggunakan kontroler PI membutuhkan waktu sekitar 2,345 detik. Pada saat pemberian beban, motor dc yang menggunakan kontroler PID membutuhkan waktu pemulihan untuk kembali mencapai setpoint adalah 0,34 detik. Sedangkan untuk motor dc yang menggunakan kontroler PI membutuhkan waktu pemulihan untuk kembali mencapai setpoint adalah 0,411 detik.

Abstract

This research aims to control the DC motor rotation using the control system using PID (Proportional Integral Derivative). To see the performance of PID controller, it will be compared to a DC motor using PI controller (Proportional Integral). From the results of experiments that have been done indicate that the DC motor using PID controller when starting without load takes about 0.066 seconds. While the DC motor using PI controller takes about 2.345 seconds. At the time of granting the load, the DC motor using PID controller requires recovery time to reach the setpoint was 0.034 seconds. While for DC motor using PI controller requires recovery time to reach the setpoint is 0.411 seconds.

Keywords: PID Controllers, DC Motors

1. Pendahuluan

Motor searah, atau yang lebih dikenal sebagai motor dc adalah merupakan motor listrik yang banyak digunakan di industri baik sebagai penggerak maupun pengangkat beban. Alasan utama penggunaan mesin dc terutama pada industri-industri modern adalah karena kecepatan kerja motor-motor dc mudah diatur dalam suatu rentang kecepatan yang luas. Selain itu, banyaknya metode-metode pengaturan kecepatan yang dapat digunakan.[1].

Salah satu permasalahan yang sering ditemui pada sistem pengaturan kecepatan motor dc, yaitu terjadinya penurunan putaran ketika diberi beban tertentu. Semakin besar beban yang diberikan maka penurunan putaran motor juga akan semakin besar. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu kontroler agar putaran motor dc tersebut dapat konstan walaupun diberi beban yang berubah-ubah.

Kontroler PID adalah kontroler berumpan balik yang paling populer di dunia industri. Selama lebih dari 50 tahun, kontroler PID terbukti dapat memberikan performa kontrol yang baik meski mempunyai algoritma sederhana yang mudah dipahami. Hal krusial dalam desain kontroler PID ialah *tuning* atau pemberian parameter P, I, dan D agar didapatkan respon sistem yang diinginkan.[2]

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan simulasi dan desain dengan menggunakan sistem pengendali PID pada pengaturan kecepatan motor DC:

2.1 Instrumen Penelitian

Alat yang digunakan dalam desain dan implementasi sistem kendali pada motor listrik arus searah adalah:

- *Software*: Matlab 2008b (Matlab Simulink 7.7).
- *Hardware*: Laptop dengan spesifikasi Intel Celeron (R) Dual – Core CPU T3000 @1.80GHZ

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu data motor dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Daya = 5 HP
- Kecepatan putaran (n) = 1750 RPM
- Resistansi jangkar = 2.581 Ohm
- Induktansi jangkar = 0.028 Henry
- Medan resistansi = 281.3 Ohm
- Medan induktansi = 156 Henry
- Mutual medan induktasi jangkar = 0.9483 Henry
- Total inersia = 0.02215 J (Kg m²)

2.2 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diambil langsung dari pengukuran dan hasil simulasi, sedangkan data sekunder diambil dari data yang ada dalam Matlab.

2.3 Analisis Data

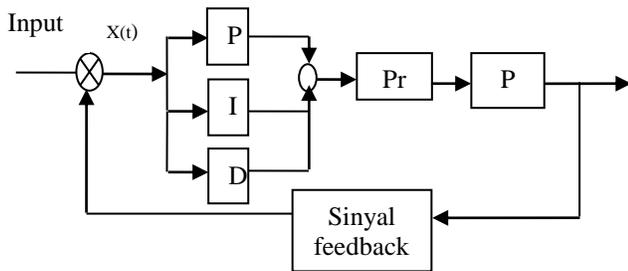
Bahan perbandingan dalam menganalisa data, yaitu hasil analisa parameter respon transient antara lain:

- Pengaruh tegangan dan arus terhadap kecepatan putaran motor DC.
- *Setting time* (ts) adalah waktu yang diperlukan sistem dari waktu naik hingga mencapai keadaan steady state.
- *Maximum Overshoot* (Mp) adalah persentase nilai puncak pada keadaan steady state. *M_p* dihitung dengan menggunakan rumus:

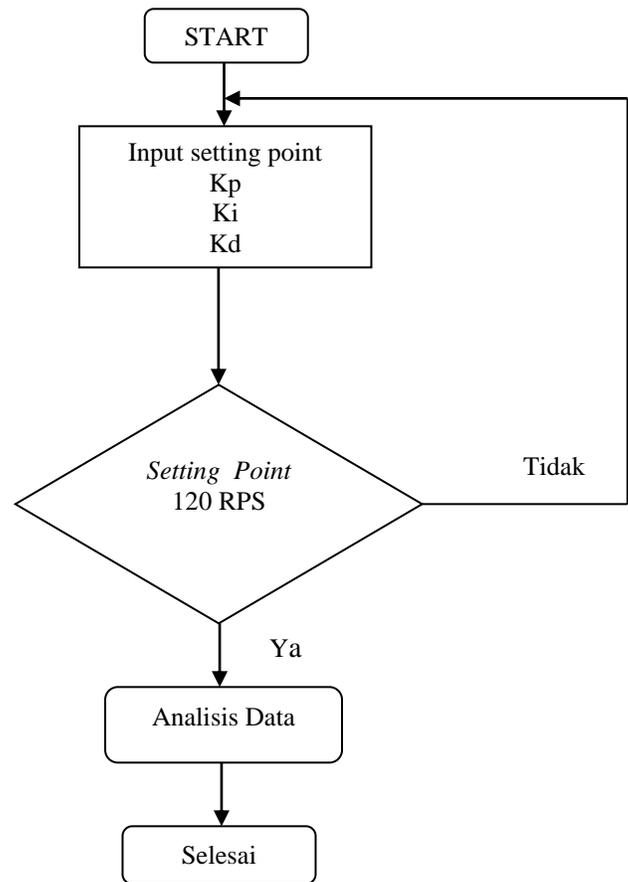
$$\% Mp = \frac{Max.overshoot - reference}{reference} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

2.4 Desain Sistem Kerja Kontroler

Adapun blok diagram alur kerja dalam perancangan dan implementasi sistem kendali motor DC dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Kendali PID



Gambar 2. Diagram Blok Alur Simulasi PID

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaturan Kecepatan

Pengaturan kecepatan memegang peranan penting dalam motor arus searah karena motor arus searah mempunyai karakteristik kopel-kecepatan yang menguntungkan dibandingkan dengan motor listrik lainnya. Untuk motor arus searah berlaku hubungan sebagai berikut:

$$V_t = E_a + I_a R_a \dots\dots\dots (2)$$

$$E_a = Cn\phi \dots\dots\dots (3)$$

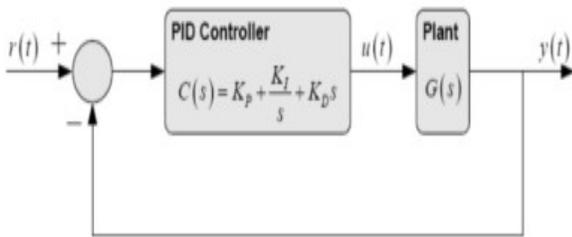
$$n = \frac{V_t - I_a R_a}{C\phi} \dots\dots\dots (4)$$

Dari persamaan 4, terlihat bahwa kecepatan (n) dapat diatur dengan mengubah-ubah besaran ϕ , R_a atau V_t . Apabila beban ditambahkan pada motor, kecepatan motor cenderung langsung menjadi lambat. Kemudian Ggl-lawan langsung

berkurang karena ggl-lawan bergantung pada kecepatan. Berkurangnya arus jangkar menyebabkan penurunan Ia Ra lebih besar yang berarti ggl-lawan tidak kembali pada harga semula, tetapi tetap pada harga yang lebih rendah.

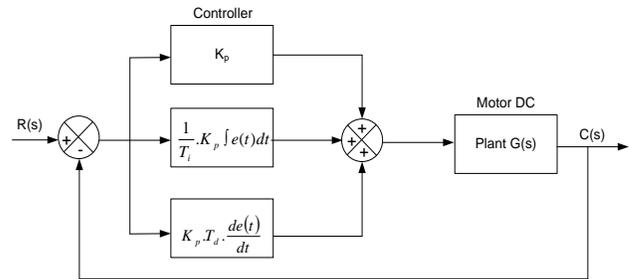
3.2 Pengendali PID

Pengendali *Proportional Integral Derivative* (PID) merupakan salah satu pengendali yang bertujuan memperbaiki kinerja suatu sistem, termasuk sistem kendali putaran motor dc. Pengontrol PID ini merupakan jenis pengontrol yang paling banyak diaplikasikan dalam kontrol proses industri karena kesederhanaan strukturnya, lebih tahan terhadap gangguan luar serta dapat diterapkan dalam kondisi operasi yang bervariasi . Tetapi pengontrol PID perlu ditala secara benar, yaitu menentukan harga konstanta pengontrol *proportional, integral dan derivatif* agar kinerja sistem dapat lebih optimal. Setelah tiga parameter tersebut ditala, maka nilai parameter pengontrol tersebut pada PID biasanya dipertahankan tetap selama proses pengontrolan (1). Sebuah sistem kendali *close-loop* yang dasar, diperlihatkan pada Gambar 3 yang terdiri dari sebuah pengendali dan sebuah *plant*.



Gambar 3. Sistem Close-Loop

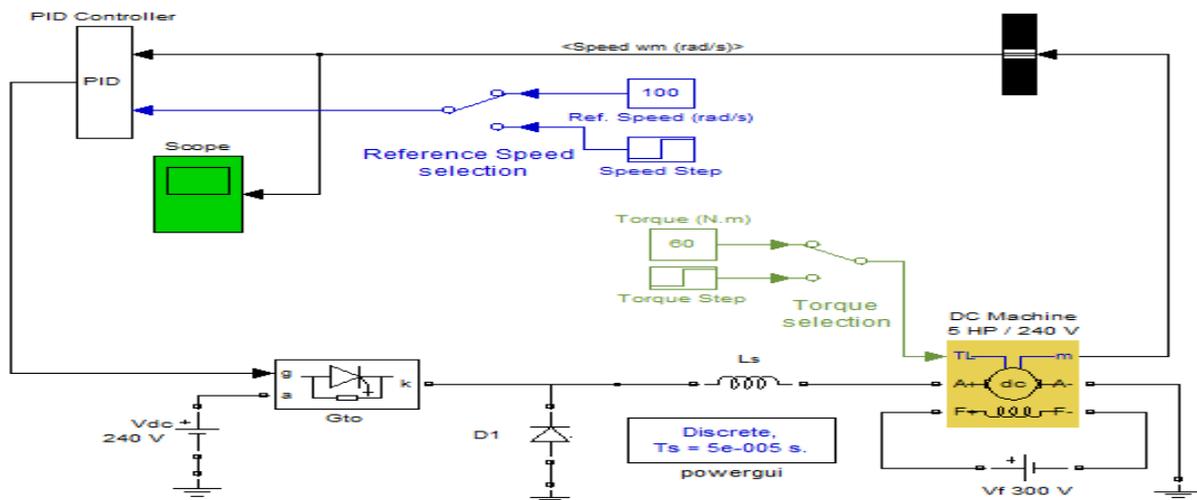
Kendali yang diaplikasikan pada sistem pengaturan putaran motor dc pada makalah ini adalah kendali PID. Secara umum, blok diagram kontroler PID yang digunakan, terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Blok Kontroler PID

3.3 Pemodelan Sistem Kontrol Motor DC

Pemodelan sistem pengaturan motor DC ini menggunakan perangkat lunak Matlab 7.7 yang dapat dilihat pada Gambar 4. Pada Gambar 4 ini diperlihatkan sebuah sistem pengaturan motor DC dengan *seting point* sebesar 100 (rad/s) dan beban Motor yang bervariasi antara 10-60 Nm. Berdasarkan hal tersebut, maka parameter-parameter PID dapat ditentukan sehingga *setting point* yang diinginkan dapat tercapai [3].

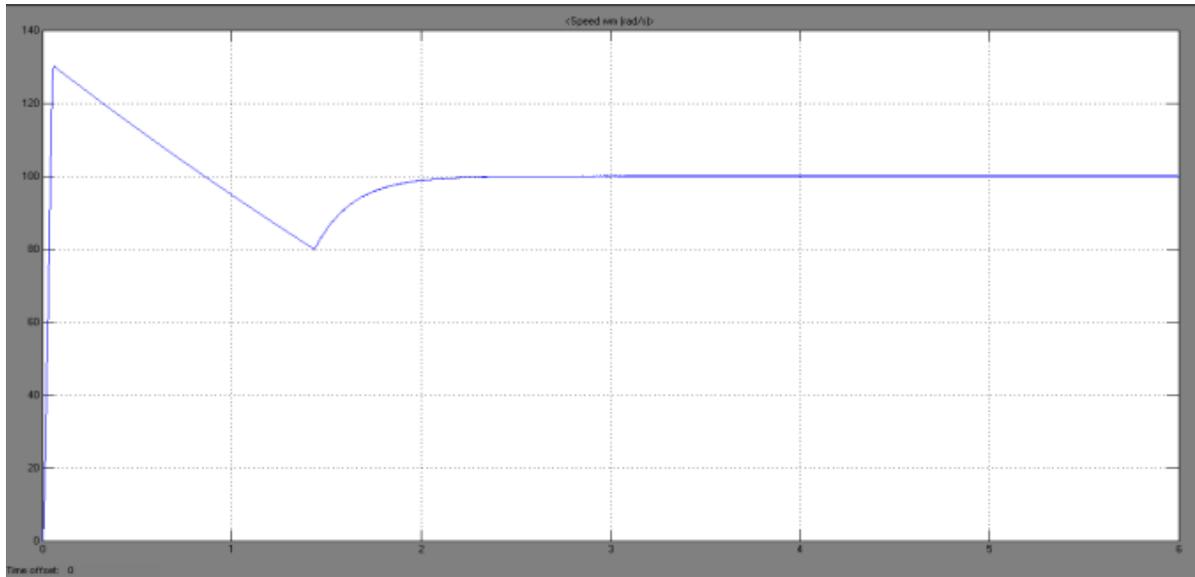


Gambar 4. Pemodelan Sistem Pengaturan Motor DC dengan Kontroler PID

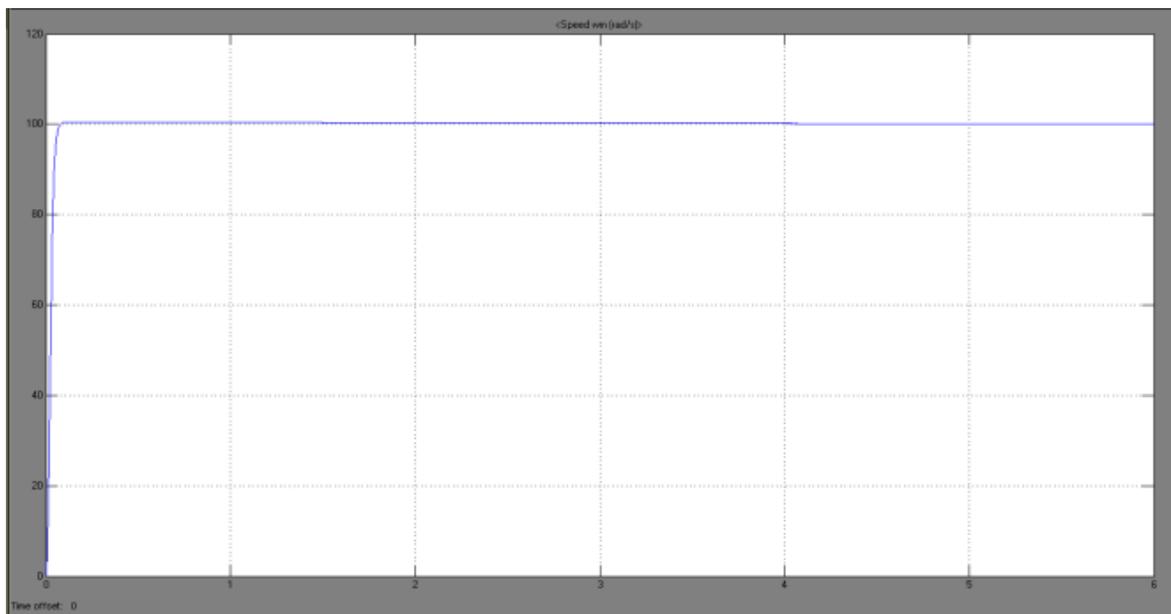
3.4 Simulasi

Simulasi menggunakan perangkat lunak MATLAB versi 7.7. Pemberian beban pada motor mulai dari skala 0 sampai 60 Nm, tetapi dalam pengujian ini hanya ditampilkan pembebanan 60 Nm yang diasumsikan sebagai penurunan putaran akibat adanya penambahan atau gangguan pada output. Respon plant dengan pengontrolan PI pada kondisi

tanpa beban dapat dilihat pada Gambar 5, dan respon plant dengan pengontrolan PID pada kondisi tanpa beban ditunjukkan pada Gambar 6.



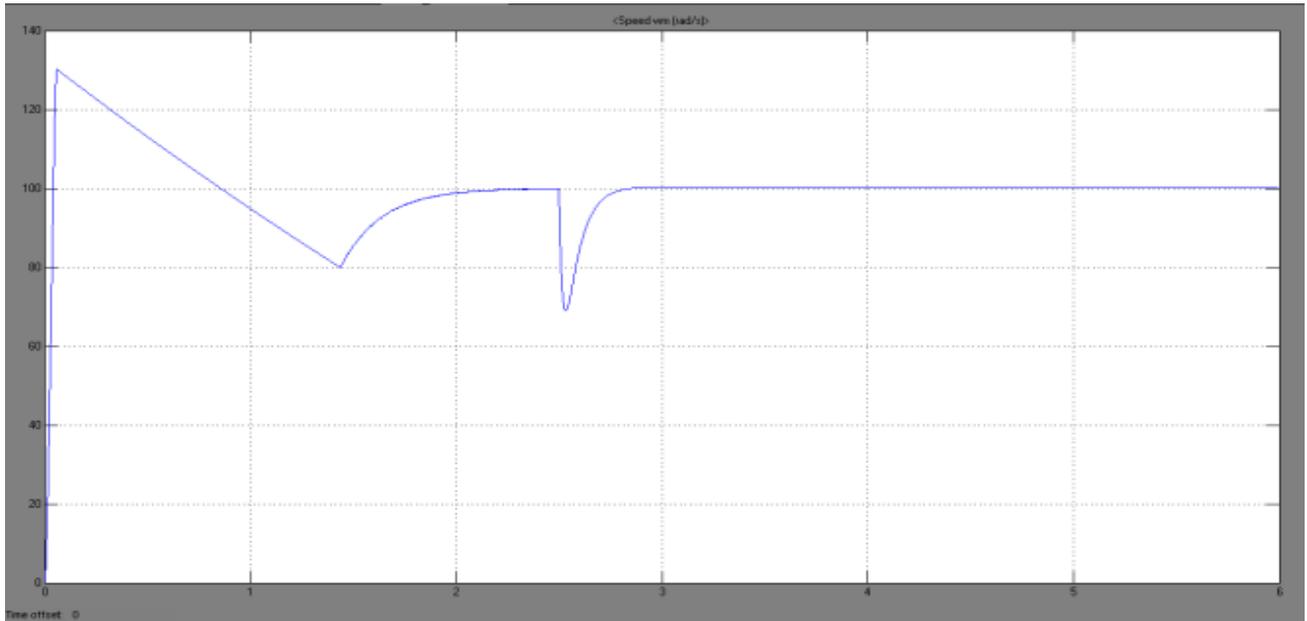
Gambar 5. Kinerja Motor DC Menggunakan Kontroler PI



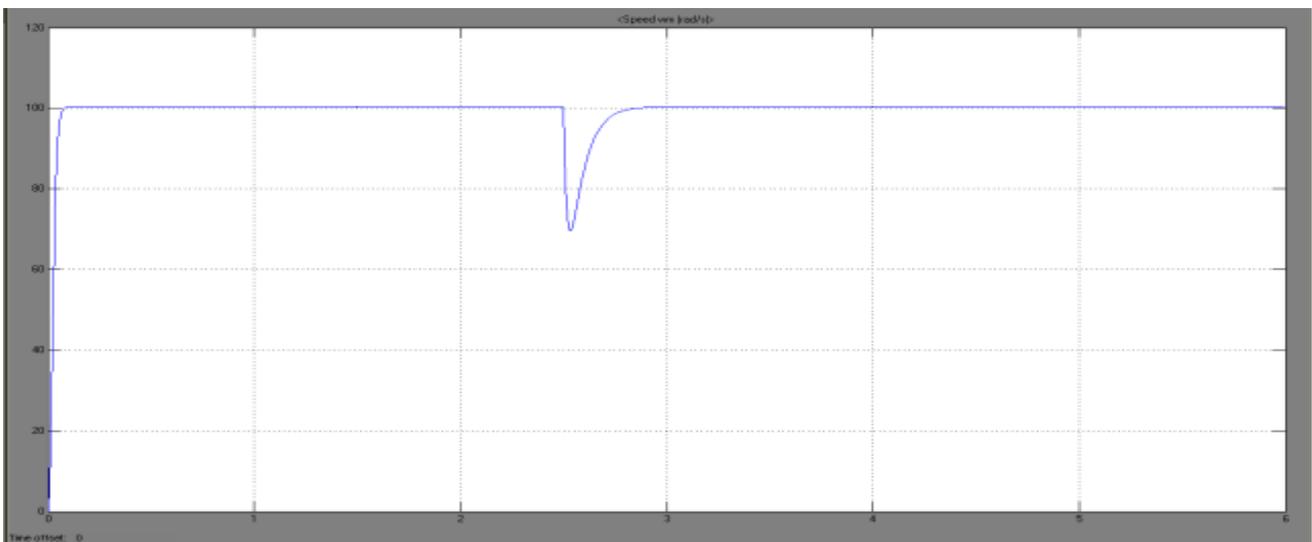
Gambar 6. Kinerja Motor DC Tanpa Beban dengan Kontroler PID

Pada kondisi tanpa beban seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5, dengan menggunakan pengontrol PI motor berputar dari 0 rpm hingga mencapai nilai setpoint membutuhkan waktu tempuh (*settling time*) selama 2.345 detik, dan pada Pengontrol PID seperti pada gambar 6, membutuhkan waktu tempuh (*settling Time*) sekitar 0.066 detik.

Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian respon plant yang menggunakan kontroler PI, dan Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian respon plant yang menggunakan kontroler PID. Masing-masing plant diberi pembebanan sebesar 60 Nm.



Gambar 7. Kinerja Motor DC Menggunakan Kontroler PI dengan Beban 60 Nm



Gambar 8. Kinerja Motor DC dengan Beban 60 Nm Menggunakan Kontroler PID

3.5 Pembahasan Hasil Penelitian

Respon sistem pada kondisi berbeban diperlihatkan pada Gambar 7 dan 8, dengan *setpoint* sebesar 100 rps. Setelah respon putaran berada pada daerah *steady state*, maka sistem diberi beban sebesar 60 Nm. Hal ini akan menyebabkan putaran turun di bawah *setpoint* yang telah ditetapkan. Dengan menggunakan kontroler, maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *steady state* kembali (waktu pemulihan) untuk pengontrol PI membutuhkan waktu selama 0.411 detik. Sedangkan pada pegontrol PID membutuhkan waktu selama 0.34 detik.

Sesuai dengan penamaannya, sistem kontrol PID merupakan gabungan pengaturan yang saling dikombinasikan, yaitu P (*Proportional*) *Controller*, D (*Derivative*) *Controller*, dan I (*Integral*) *Controller*. Masing - masing memiliki parameter tertentu yang harus diset untuk dapat beroperasi dengan baik, yang disebut sebagai *konstanta*. Setiap jenis, memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari tabel 1 diketahui bahwa pada aksi kendali proporsional, keluaran sistem kendali akan berbanding lurus dengan masukan dan *error*, dan menghasilkan tanggapan yang cepat. Akan tetapi *overshoot* meningkat sehingga sistem cukup bermasalah terutama saat awal beroperasi. Untuk kendali integral, keluaran sistem berubah dengan cepat sesuai perubahan *error*, sehingga *error steady state* mendekati nol, dan aksi kendali derivative bekerja sesuai dengan laju perubahan *error*

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan analisa yang dilakukan terhadap penggunaan PID dan kelebihan dibanding dengan kontroler PI sebagai pengatur putaran motor dc maka dapat dibuat suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi *steady state* untuk sistem yang menggunakan PID memiliki nilai yang lebih baik dibanding dengan yang menggunakan kontroler PI. Untuk rangkaian yang menggunakan kontroler PI, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *steady state* sekitar 2.345 detik. Sedangkan pada kontroler PID, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *steady state* sekitar 0.066 detik
2. Pada saat terjadi perubahan beban dengan gangguan sebesar 60 Nm, sistem dengan PID akan lebih stabil dengan respon waktu pemulihan sebesar 0.34 detik sedangkan respon PI membutuhkan waktu pemulihan sekitar 0.411 detik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Brilliant Adhi Prabowo, 2001. *Pemodelan Sistem Kontrol Motor DC dengan Temperatur Udara sebagai Pemicu*, jurnal informatika LIPI.

[2] Handy Wicaksono dkk . 1999. *Kontrol PID Untuk Pengaturan Kecepatan Motor DC Dengan Metode Tuning Direct Synthesis*.

[3] H. LeHuy dan G. Sybille *Help Matlab 7.4*

Tabel 1. Respon PID Controller Terhadap Perubahan Konstanta [2]

Respon Close Loop	Rise Time	Over Shoot	Settling Time	Error
Proporsional	Berkurang	Meningkat	Berubah Sedikit	Berkurang
Integral	Berkurang	Meningkat	Meningkat	Hampir Nol
Derivative	Berubah Sedikit	Berkurang	Berkurang	Berubah Sedikit