

PERANCANGAN PENGENDALI PID-CIANCONE PADA SISTEM PRESSURE PROCESS RIG 38-714

Sukma Abadi¹⁾

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang pengendali PID untuk sistem/plant Pressure Process Rig 38-714. Pressure Process Rig (Feedback 38-714) merupakan peralatan laboratorium yang berguna sebagai alat peraga dan simulasi untuk penelitian yang terkait dengan pengaturan tekanan (*pressure*) dan kecepatan alir (*flow*) udara. Instrumen ini dapat digunakan untuk mendemonstrasikan prinsip-prinsip dari proses pengukuran dan pengendalian. Metode yang digunakan untuk memperoleh nilai-nilai parameter pengendali PID adalah metode tuning Ciancone. Parameter-parameter K_p , T_i , dan T_d ditentukan dengan menggunakan *grafik Ciancone*. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, diperoleh nilai-nilai K_c , T_i , dan T_d berturut-turut sebesar 0,91; 0,139; dan 0,009 untuk input sebesar 1-2 volt. Dengan memasukkan nilai-nilai parameter tersebut ke dalam simulink controller PID, diperoleh grafik output yang dapat mengikuti input step yang diberikan.

Kata kunci: *PID, pressure process rig, tuning Ciancone.*

I. PENDAHULUAN

Kontroler PID adalah kontroler yang paling populer hingga saat ini. Berbagai proses di industri sebagian besar masih dikontrol dengan menggunakan kontroler PID. Hal ini dikarenakan efektifitasnya tinggi, implementasinya sederhana, dan aplikasinya sangat luas.

Meskipun populer dalam penggunaan, dalam prakteknya kontroler PID memiliki persoalan tersendiri. Masalah utama dari kontroler PID adalah penentuan nilai-nilai dari parameter-parameternya yang disebut sebagai tuning kontroler PID. Tuning kontroler PID umumnya masih dilakukan secara coba-coba (*trial and error*), sehingga memerlukan waktu yang cukup lama.

Metode lain yang lebih efektif dalam tuning kontroler PID adalah dengan metode *tuning Ciancone*. Parameter-parameter K_p , K_i , dan K_d ditentukan dengan menggunakan *grafik Ciancone*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang pengendali PID untuk sistem/plant Pressure Process Rig 38-714 dengan metode Tuning PID Ciancone. Pengendali PID yang dirancang dengan metode ini diharapkan menghasilkan nilai-nilai parameter yang optimal.

¹⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

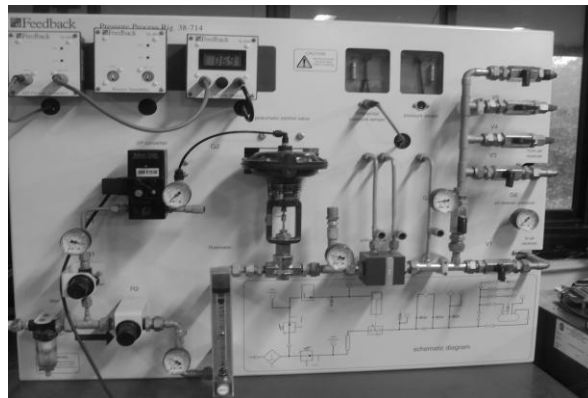
II. LANDASAN TEORITIS

2.1 Sistem Pressure Rig 38-714

Pressure Process Rig (Feedback 38-714) merupakan peralatan laboratorium yang berguna sebagai alat peraga dan simulasi untuk penelitian yang terkait dengan pengaturan tekanan (*pressure*) dan kecepatan alir (*flow*) udara. Instrumen ini dapat digunakan untuk mendemonstrasikan prinsip-prinsip dari proses pengukuran dan pengendalian.

Sistem ini terdiri dari:

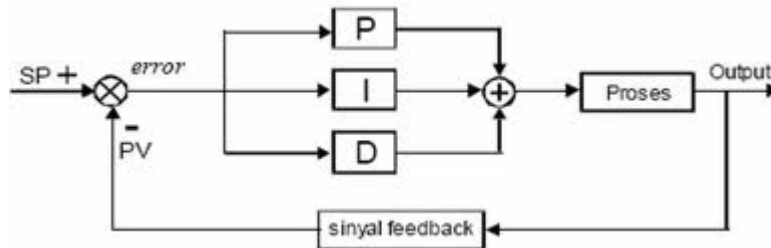
- Kompresor
- I/P Converter
- Control Valve
- Pressure Sensor
- Differential Pressure Sensor
- Air Receiver
- Manual Valve
- PC, ADC-DAC, PCI Card
- Modul Pengaturan Analog
- Gauge dan Regulator



Gambar 1. Pressure Process Rig (Feedback 38-714)

2.2 Sistem Kontrol

Salah satu jenis pengontrolan yang dipakai pada kontrol proses adalah PID. PID (dari singkatan bahasa [Inggris](#): *Proportional-Integral-Derivative controller*) merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem [instrumentasi](#) dengan karakteristik adanya [umpan balik](#) pada sistem tersebut.



Gambar 2. Sistem kontrol PID

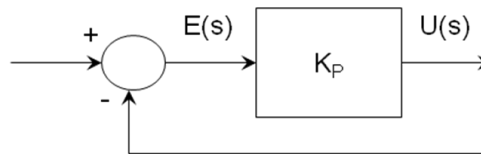
Komponen kontrol PID ini ada tiga, yaitu Proportional, Integratif, dan Derivatif. Ketiganya dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri bergantung pada respon yang kita inginkan terhadap suatu plant/sistem.

Kontrol Proporsional

Dalam Persamaan Laplace dituliskan:

$$G(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p$$

dengan K_p adalah *konstanta proporsional*



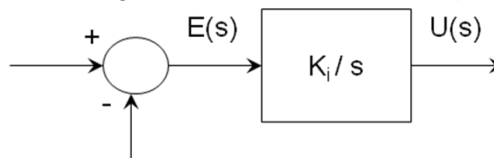
Gambar 3. Sistem kontrol Proporsional

Kontrol Integratif

Jika $G(s)$ adalah kontrol I maka $u(t)$ dapat dinyatakan sebagai:

$$G(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{K_i}{s}$$

dengan K_i adalah *konstanta Integral*

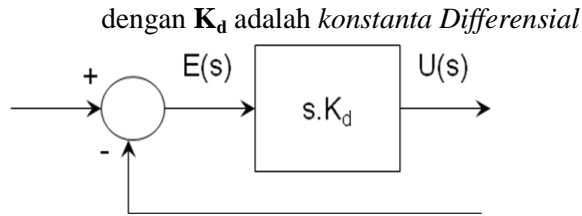


Gambar 4. Sistem kontrol Integratif

Kontrol Derivatif

Sinyal kontrol u yang dihasilkan oleh kontrol D dapat dinyatakan sebagai:

$$G(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = s \cdot K_d$$

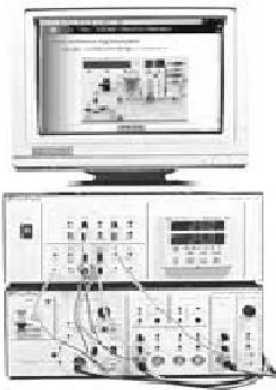


Gambar 5. Sistem kontrol Differensiatif

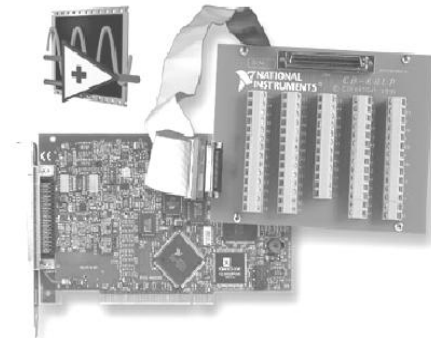
III. METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan meliputi:

1. PC dengan sistem operasi Windows XP / Windows 2000 Professional
2. Software Matlab 7.1
3. Pressure Process Rig 38-714
4. Slot PCI Card National Instruments 6024E

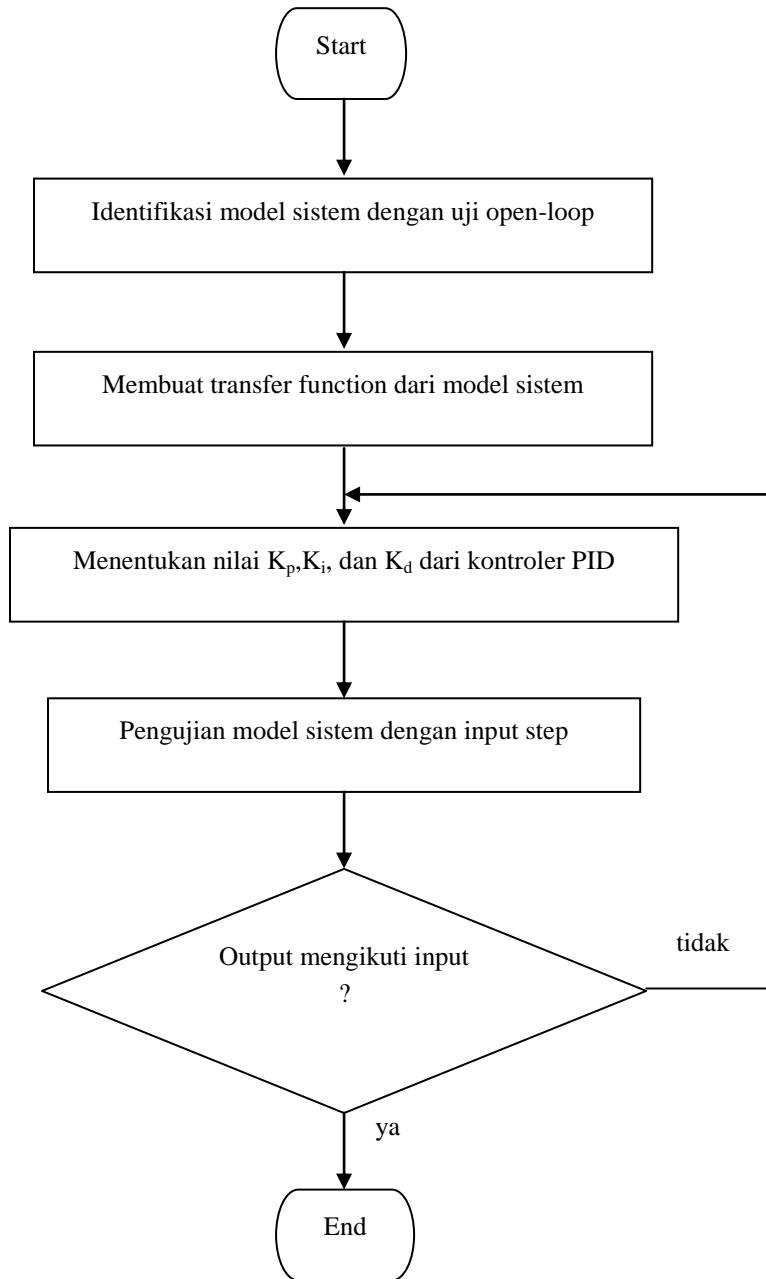


NI PCI-6024E/CB-68LP Academic Starter Kit

Gambar 6. PC (*kiri*) dan NI PCI-6024E/CB-68 LP Academic Starter kit (*kanan*)

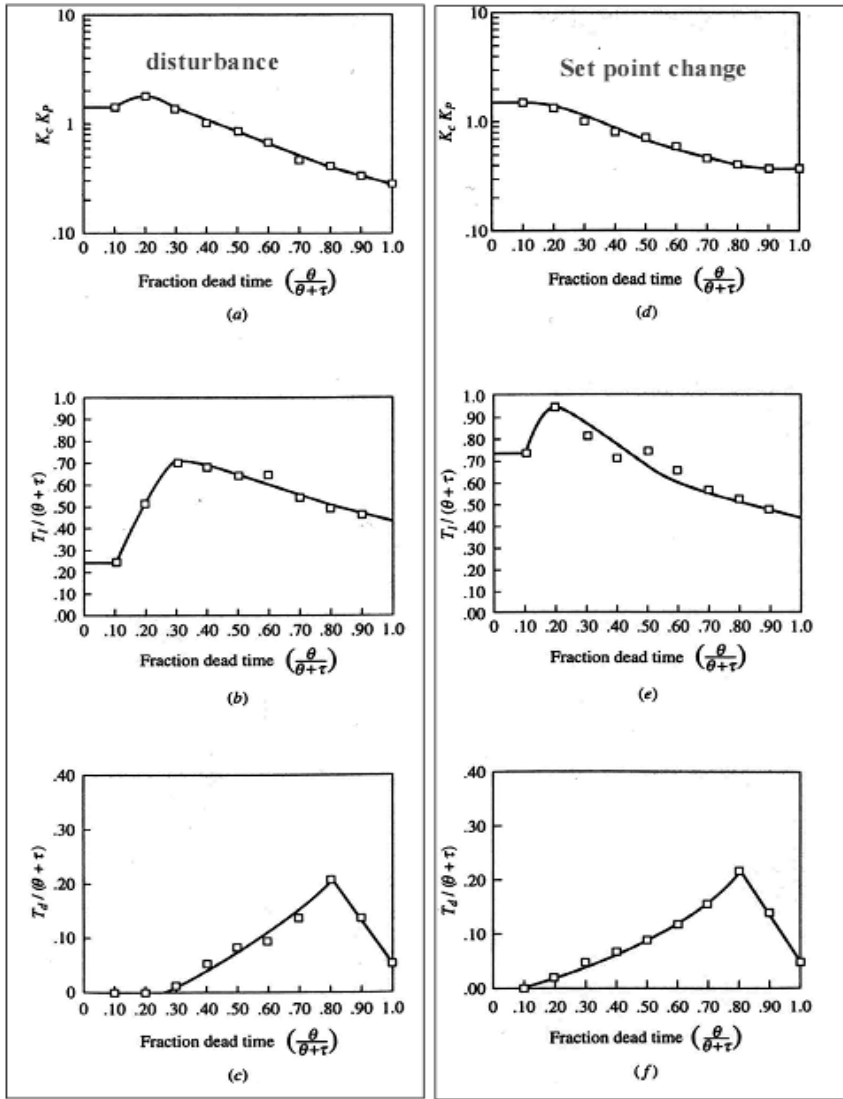
Metode yang digunakan untuk merancang pengendali PID pada sistem/plant Pressure Process Rig 38-714 adalah metode Tuning PID Ciancone. Desain pengendali dengan metode Ciancone, merupakan sebuah metode tuning parameter konstanta PID berdasarkan grafik.

Bagan alir proses perancangan dan pengujian hasil rancangan adalah sebagai berikut:



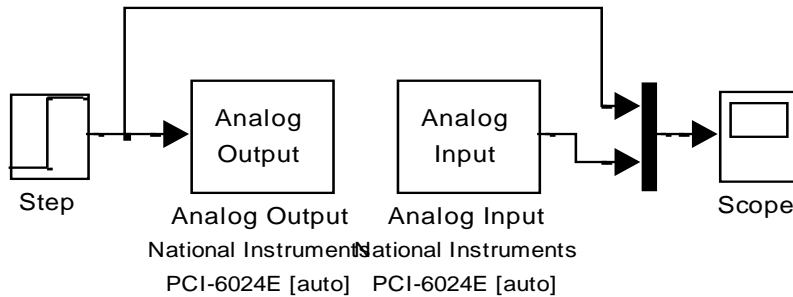
Gambar 7. Flowchart perancangan pengendali PID

Berikut ini adalah grafik Ciancone yang dijadikan sebagai dasar untuk menentukan nilai-nilai parameter K_p , K_i , dan K_d .



Gambar 8. Grafik Ciancone

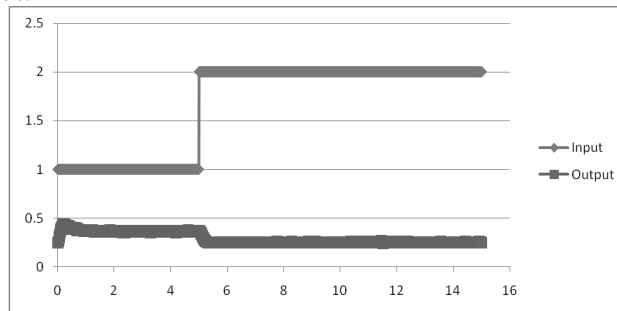
Untuk menghubungkan CPU (yang bekerja berbasis digital) dan sistem (yang bekerja berbasis analog), dibutuhkan suatu Analog-to-Digital Converter (ADC). ADC yang digunakan pada penelitian ini adalah PCI-6024E, yang ditanamkan pada motherboard CPU. Koneksi antara ADC dengan Process Interface (Feedback 38-200) ini membutuhkan CB-68LP dan konektor R6868.



Gambar 9. Blok diagram kontroler PID pada Pressure Rig 38-714

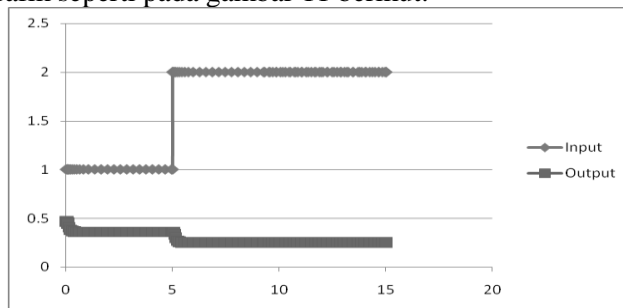
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan memberikan input step seperti pada gambar 9, diperoleh grafik hasil percobaan di Lab. Kontrol Jurusan Teknik Elektro UI sebagaimana terlihat pada gambar 10 berikut:



Gambar 10. Grafik system hasil percobaan di lab.kontrol

Sistem di atas dimodelkan, kemudian dibuat simulink-nya, sehingga menghasilkan grafik seperti pada gambar 11 berikut:



Gambar 11. Grafik model dari sistem

Agar sinyal output dapat dibalik, maka transfer function sistem dikalikan dengan (-1) kemudian ditambahkan dengan konstanta sebesar 0,305. Step input disetting pada nilai antara 0,1 dan 0,5 (diambil input 0 s/d 0,2 Volt).

Simulink Sistem dengan Kontroler PID

- Menentukan K_c :

$$K_p' = \frac{\Delta'}{\delta'}$$

$$\Delta' \text{ (pd sinyal output)} = 0,022 - 0 = 0,022$$

$$\delta' \text{ (pd sinyal input)} = 0,2 - 0 = 0,2$$

$$K_p' = \frac{0,22}{0,2} = 1,1$$

$$63\% \Delta' = 63\%(0,022) = 0,0139 \rightarrow t_{63\%} = 5,1696$$

$$28\% \Delta' = 28\%(0,022) = 0,0062 \rightarrow t_{28\%} = 5,0985$$

$$\tau' = 1,5 (5,1696 - 5,0985) = 0,107$$

- Time Delay:

$$\theta' = t_{63\%} - \tau' = 0,170 - 0,107 = 0,063$$

Maka:

$$\frac{\theta'}{\theta' + \tau'} = \frac{0,063}{0,063 + 0,107} = 0,371$$

Dari “Ciancone tuning correlations” diperoleh:

$$K_c K_p' = 1 \Rightarrow K_c = \frac{1}{1,1} = 0,91$$

- Menentukan T_i :

Dari “Ciancone tuning correlations” diperoleh:

$$\frac{T_i}{\theta' + \tau'} = 0,82 \Rightarrow T_i = 0,82(0,17) = 0,139$$

- Menentukan T_d :

Dari “Ciancone tuning correlations” diperoleh:

$$\frac{T_d}{\theta' + \tau'} = 0,05 \Rightarrow T_d = 0,05(0,17) = 0,009$$

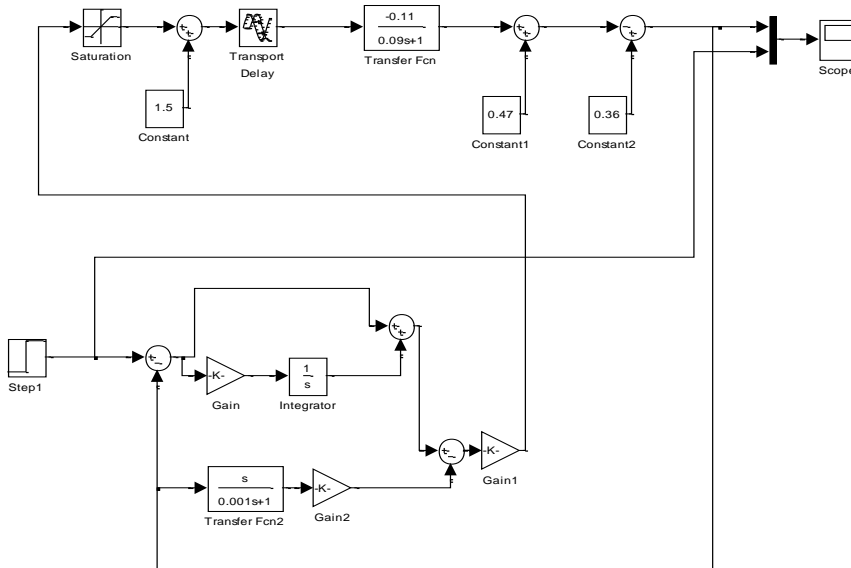
- Fungsi alih PID controller:

$$G_{c1} = K_c \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right) = 0,91 \left(1 + \frac{1}{0,139s} \right)$$

$$G_{c1} = 0,91 \left(1 + \frac{7,19}{s} \right) = \frac{0,91(s + 7,19)}{s}$$

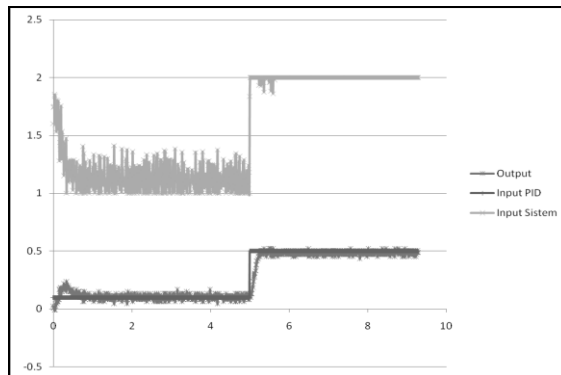
$$G_{c2} = \frac{K_c T_d s}{0,001s + 1} = \frac{0,91(0,009)s}{0,001s + 1}$$

$$G_{c2} = \frac{0,0082s}{0,001s + 1}$$



Gambar 12. Simulink Controller PID pada sistem

Grafik hasil simulasi dari simulink kontroler PID pada sistem dapat dilihat pada gambar 13 berikut:



Gambar 13. Grafik hasil pengujian controller PID sistem dengan input step

V. KESIMPULAN

- Pengukuran dan pengendalian proses dapat berlangsung dengan baik pada perangkat “pressure process rig 38-714”
- Tuning nilai-nilai K_p , K_i , dan K_d dengan metode Ciancone terbukti efektif dalam merancang pengendali PID untuk sistem “Pressure Process Rig 38-714”.
- Dengan input sebesar 1 s/d 2 Volt, diperoleh nilai-nilai parameter K_c , T_i , dan T_d berturut-turut sebesar 0,91; 0,139; dan 0,009.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Iwan Setiawan. 2008. *Kontrol PID untuk Proses Industri*. Elex Media Komputindo.

M.Nur Qomaruddin, Fajar Shodiq, dan Edi Kurniawan. 2010. *Studi Instrumen Laboratorium B105*. Jurusan Teknik Elektro ITS Surabaya.

Thomas E. Marlin. 2000. *Process Control; Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance*. McGraw-Hill.