JURNAL SURYA ENERGY| ISSN (p): **2528-7400**| ISSN (e): **2615-871X**
DOI : https://doi.org/10.32502/jse.v7i1.4563 Vol. 7 | No. 1 | Halaman 1 - 4
[September] [2022]

Rancang Bangun Program Untuk Menggambarkan Kurva Lup Terbuka Pada Suatu Proses Industri

Feby Ardianto[1*], Taufik Barlian[2], Armin Sofijan[3]
[1,2]*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang.*
[3]*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya*
feby_ardianto@um-palembang.ac.id[1],taufikbar018@gmail.com[2], A_sofijan@ft.unsri.ac.id[3]

Received 31 Mei 2022| *Revised 13* Oktober2022| *Accepted* 27 Oktober 2022

**Corresponding Author*:*Feby Ardianto*[*], *Email* : *feby_ardianto@um-palembang.ac.id*

Abstrak---Identifikasi kurva lup terbuka pada suatu proses industri sangatlah diperlukan. Identifikasi melalui suatu analisa grafik pemetaan untuk mendapatkan parameter-parameter pengendali PID. Parameter-parameter pengendali PID diperlukan untuk mengadaptasi perubahan parameter proses yang terjadi, dan sekaligus melakukan penalaan kembali perameter pengendali secara otomatis. Pada penelitian ini akan dirancang bangun program untuk menggambarkan kurva lup terbuka pada suatu proses industri. Dari kurva lup terbuka pada suatu proses industri dapat diidentifikasi pada harga set point (r) yang diinginkan adalah 60ºC dan harga persentase proses variabel (PV) yang diinginkan adalah 50 %. Identifikasi dapat dilakukan dengan model : tangent, tangent plus titik, C.L Smith, Broida, dan Strejc.

Kata kunci---kurva lup terbuka, identifikasi, parameter-parameter pengendali PID.

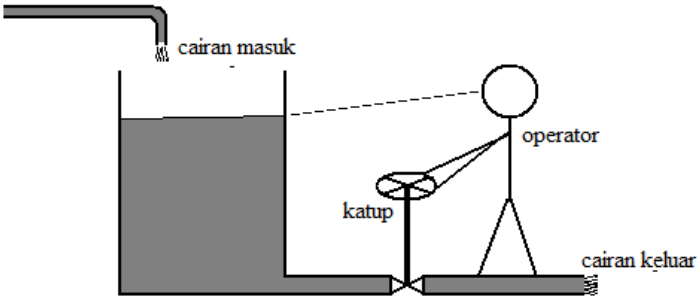
I. PENDAHULUAN

Sulitnya dalam mencari data kurva lup terbuka pada suatu proses industri, dikarenakan proses industri sedang berjalan dalam mengolah suatu atau beberapa bahan produk. Kurva lup terbuka pada suatu proses industri sangat berguna untuk identifikasi dalam menentukan setting pengendali PID lup tertutup. Dengan didapatkan kurva lup terbuka pada suatu proses industri akan memudahkan dalam mendapatkan parameter-parameter pengendali PID melalui suatu analisa grafik pemetaan. Seringkali operator pengendali pada suatu proses industri untuk mendapatkan parameter-parameter unjuk kerja pengendali yang baik melalui metode *trial and error* atau *rule of thumb*. Metode ini sangatlah tidak baik dan sangat berbahaya sekali. Karena setiap perubahan karakteristik proses harus disertai dengan penalaan kembali parameter pengendali (Iplikci, 2013)(Wu et al., 2019). Akibatnya operator tidak bisa bergerak secara leluasa karena harus mamantau perubahan dinamika dari proses industri tersebut. Pekerjaan melakukan setting ulang pengendali untuk menentukan paramter-parameternya adalah pekerjaan yang membutuhkan waktu dan sangat mengganggu proses yang sedang berjalan. Untuk itu diperlukan suatu teknik yang mampu mengadaptasi perubahan parameter proses yang terjadi, dan sekaligus melakukan penalaan kembali perameter pengendali secara otomatis. Pada penelitian kan dirancang bangun program untuk menggambarkan kurva lup terbuka pada suatu proses industri yang dapat digunakan untuk identifikasi dalam menentukan parameter-parameter pengendali PID. Identifikasi dapat digunakan dengan model : tangent, tangent plus titik, C.L Smith, Broida, dan Strejc.

II. METODE PENELITIAN

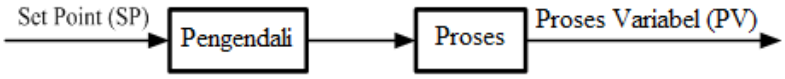
A. Sistem Pengendalian Secara manual

Sistem pengendalian secara *manual* adalah suatu sistem pengendalian yang dilakukan oleh manusia sebagai operatornya. Sebagai contoh sistem pengendalian secara *manual* dapat dilihat seperti Gambar 1. Pada gambar tersebut adalah pengendalian tinggi permukaan cairan pada sebuah tangki. Operator mempertahankan permukaan cairan yang diinginkan (*set point*). Dalam hal ini permukaan cairan diingat oleh operator sendiri, dan sebagai sensor adalah pengelihatan operator. Operator membandingkan tinggi permukaan caian sesungguhnya pada saat itu, dengan tinggi permukaan cairan yang diinginkan dengan cara membuka atau menutup katup (*valve*) sebagai actuator(Dorf & Bishop, 2008).



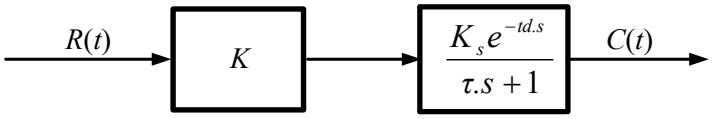
Gambar 1. Pengendalian Tinggi Permukaan Cairan Secara *Manual* Pada Sebuah Tangka

Sistem pengendalian *loop* terbuka adalah sistem pengendalian yang keluarannya (*process variable*) tidak dapat dibandingkan dengan masukan acuan (*set point*). Sebagai contoh sistem pengendalian *loop* terbuka adalah mesin cuci (Ogata, 2010). Perendaman, pencucian dan pembilasan dilakukan atas basis waktu. Gambar diagram blok sistem pengendalian *loop* terbuka dapat dilihat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Pengendali *Loop* Terbuka(Corripio & Smith, 1997)

Dalam simbol matematis dari Gambar 2 adalah seperti Gambar 3.



Gambar 3. Simbol matematis dari Gambar 2 (Stephanopoulos, 1984)

B. Fungsi Alih

Turuan fungsi alih dari Gambar 3 secara matematis adalah

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K.K_s e^{-td.s}}{\tau s + 1} \quad (1)$$

Bila $K = 1$, Persamaan (1) menjadi

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K_s e^{-td.s}}{\tau s + 1} \quad (2)$$

Perkalian silang antara ruas kiri dan kanan dari sama dengan pada Persamaan (2) adalah

$$\tau s\, C(s) + C(s) = K_s e^{-td.s} R(s) \quad (3)$$

Persamaan (3) dalam bentuk kawasan fungsi t dan dibagi dengan τ menjadi

$$\frac{dc}{dt} + \frac{c}{\tau} = \frac{K_s e^{-td.s}}{\tau} r \quad (4)$$

Persamaan (4) di atas diidentikan dengan persamaan berikut(Greenberg, 2014)

$$\frac{dy}{dx} + P(x)y = Q(x) \quad (5)$$

Penyelesaian Persamaan (5) adalah

$$e^{\int P(x)dx} y = \int e^{P(x)dx} Q(x)\, dx + k \quad (6)$$

atau

$$y = e^{-\int P(x)\,dx}\left[\int e^{P(x)\,dx} Q(x)\,dx + k\right] \tag{7}$$

Jadi, penyelesaian Persamaan (4), disini

$$P(t) = \frac{t}{\tau} \tag{8}$$

Sehingga,

$$e^{\frac{t}{\tau}} c = \int e^{\frac{t}{\tau}} . \frac{K_s . r}{\tau} e^{-td.t}\,dt + k \tag{9}$$

atau

$$e^{\frac{t}{\tau}} c = \frac{K_s . r}{2.td.t} e^{\frac{-td.t^2}{\tau}} + k \tag{10}$$

atau

$$c = k - \frac{K_s . r}{2.td.t} e^{\frac{-td.t^2 - t}{\tau}} \tag{11}$$

dalam fungsi waktu Persamaan (11) adalah

$$c(t) = k - \frac{K_s . r(t)}{2.td.t} e^{\frac{-td.t^2 - t}{\tau}} \tag{12}$$

C. Kode Program

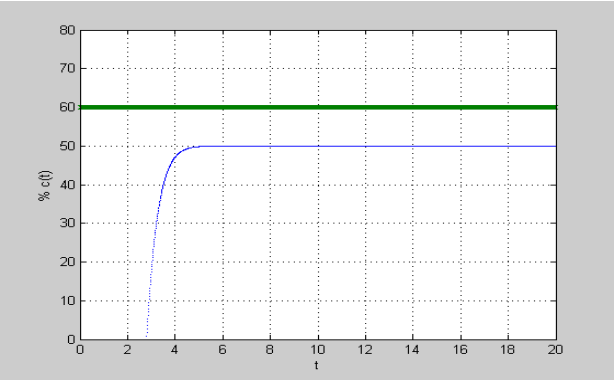
Program dibuat dengan bahasa MATLAB Versi 6.5.(Lindfield & Penny, 2018)(Education & Course, n.d.) Susunan bahasa programnya seperti berikut:

```
% ====================================================
% == PROGRAM UNTUK MENGGAMBARKAN KURVA LUP TERBUKA ==
% ====================================================
disp(' Harga r yang diinginkan :')
disp('--------------------------')
r = input('r = ');
disp(' Persentasi harga c yang diingnkan :')
disp('-----------------------------------')
persen = input('persen = ');
Ks = 1.2;
tau = 2.41;
td = 0.59;
K = 1;
for t = 0 : 0.009 : 20
    c = K-(r*Ks/(2*t*td))*exp((-t-(td*t^2))/(tau));
    % Persentasi harga c :
    cp = persen*c;
    v = [0 20 0 80];
    axis(v);
    plot(t,cp,'--',t,r,'x')
    grid on
    hold on
    xlabel('t')
    ylabel('% c(t)')
end
```

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Kurva lup terbuka dari program adalah kurva heat exchanger (Khan, 2017) dengan Ks = 1,2, τ = 2,41 menit, td = 0,59 menit, pada r diinginkan adalah 60^{o}C dan harga c diinginkan dalam persen adalah 50 %. Hasil dari program seperti Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Program Kurva Lup Terbuka

B. Pembahasan

Dalam menghasilkan kurva lup terbuka ang mendekati dinamika di lapangan perlu diketahui terlebih dahulu harga-harga parameter proses : gain static (Ks), tau (τ), dan waktu tunda (td), juga perlu ditetapkan harga r yang diinginkan dan persentase harga c yang diinginkan. Dari Gambar 4 kurva lup terbuka yang dihasilkan yaitu kurva lup terbuka heat exchanger dengan Ks = 1,2, τ = 2,41 menit, td = 0,59 menit, pada harga set point (r) yang diinginkan adalah 60^{o}C dan harga persentase proses variabel (PV) yang diinginkan adalah 50 %. Terlihat dari hasil perhitungan pada Gambar 4 mendekati kejadian di lapangan.

IV. KESIMPULAN

Hasil program simulasi kurva lup terbuka terlihat seperti pada Gambar 4 mendekati dinamika di lapangan. Dalam merancang program simulasi kurva lup terbuka pada heat exchanger terlebih dahulu diketahui harga-harga parameter proses : gain static (Ks), tau (τ), dan waktu tunda (td). Kemudian langkah selanjutnya perlu ditetapkan harga r yang diinginkan dan persentase harga c yang diinginkan. Pada harga set point (r) yang diinginkan adalah 60^{o}C dan harga persentase proses variabel (PV) yang diinginkan adalah 50 %.

DAFTAR PUSTAKA

Corripio, A. B., & Smith, C. (1997). *Principles and practice of automatic process control*. John Wiiley.

Dorf, R. C., & Bishop, R. H. (2008). *Modern control systems*. Pearson Prentice Hall.

Education, P., & Course, N.-C. (n.d.). Semester-I. *Electrical Engineering*, *3*(2), 1.

Greenberg, M. D. (2014). *Solutions manual to accompany ordinary differential equations*. John Wiley & Sons.

Iplikci, S. (2013). Runge–Kutta model-based adaptive predictive control mechanism for non-linear processes. *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, *35*(2), 166–180.

Khan, S. (2017). *Modeling and Temperature Control of Heat Exchanger Process*. LAP LAMBERT Academic Publishing.

Lindfield, G., & Penny, J. (2018). *Numerical methods: using MATLAB*. Academic Press.

Ogata, K. (2010). *Modern control engineering* (Vol. 5). Prentice hall Upper Saddle River, NJ.

Stephanopoulos, G. (1984). *Chemical process control* (Vol. 2). Prentice hall New Jersey.

Wu, Z., Li, D., & Xue, Y. (2019). A New PID controller design with constraints on relative delay margin for first-order plus dead-time systems. *Processes*, *7*(10), 713.