

TUGAS FINAL (LAPORAN PRAKTIKUM)

TEKNOLOGI KENDALI PROSES



DISUSUN OLEH:

MUH. IHSAN SHALIHIN (D41112256)

UMAR HASAN (D41112303)

TEKNIK KOMPUTER, KENDALI, DAN ELEKTRONIKA

JURUSAN ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Laporan ini dibuat untuk memenuhi syarat melulusi matakuliah Teknologi Kendali Proses. Sebagaimana kita ketahui, teknologi berkembang dengan pesatnya pada tiap tahunnya. Kita tidak hanya dituntut untuk mengetahui bidang ilmu kita, khususnya sebagai mahasiswa Elektro. Kita juga dituntut untuk mempelajari ilmu-ilmu lain khususnya yang berkaitan dengan ilmu Teknik Elektro. Dalam mata kuliah ini kita mempelajari bagaimana itu proses fisika dan proses kimia terjadi dalam suatu industri. Dalam makalah ini kita mempelajari atau membahas tentang bagaimana itu proses Teknologi Kendali Proses dan bagaimana keluarannya juga bagaimana membuatnya stabil.

1.2. TUJUAN

Praktikum dari matakuliah ini bermaksud agar kita mampu membuat suatu model sistem fisik dan mengubahnya kedalam model yang dapat dianalisis, sehingga dapat dianalisis kestabilan dan respon keluarannya. Dalam hal ini akan dilakukan dengan bantuan software Simulink MATLAB.

BAB II

CONTROLLED LEVEL TANK

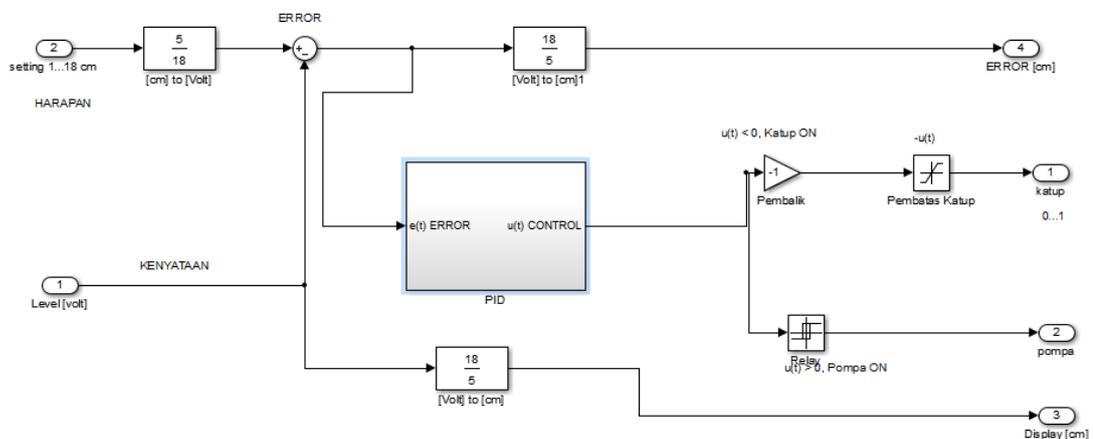
Level control adalah sebuah proses yang menjaga kestabilan level air dalam tangki penampungannya. Sebuah pompa untuk memompa air dari bawah ke dalam tangki penampungan, juga katup untuk mengalirkan keluar air berlebih dari dalam tangki, dan sensor tekanan yang berfungsi mengukur ketinggian air didalam tangki.

Berikut ini adalah data-data teknis yang dibutuhkan dalam perancangan model proses:

- a. Tangki Kendalian Level
- b. Tangki
- c. Pompa
- d. Katup Proporsional
- e. Sensor Tekanan

Diasumsikan bahwa tinggi tangki adalah 20 cm dengan tinggi pipa pembuangan overflow adalah 18 cm.

Dapat diamati bahwa sistem alat ini mempunyai dua blok, blok pengendali dan blok kendalian. Pengendali akan mendapat isyarat setpoint, yang berupa nilai pengaturan ketinggian air yang diinginkan. Pada pengendali, dibutuhkan dua buah masukan sebagai parameter acuannya, yaitu setpoint dan level ketinggian air yang telah dicapai. Pada kendalian didalam sistem disamping, kendalian akan menerima masukan berupa isyarat kendalian dari pengendali, yaitu isyarat kendalian pompa katup. Satu-satunya keluaran dari kendalian adalah hasil dari pembacaan sensor ketinggian dengan satuan volt.



1. KENDALIAN LEVEL

Kendalian atau Plant memiliki dua masukan (isyarat kendalian dan dua buah keluaran: feedback dari sensor dan monitor).

Pompa

Pompa memiliki isyarat kendalian dari 0 sampai 1. Pompa yang digunakan memiliki kecepatan aliran maks. 8 liter/menit.

Pompa diputar oleh motor yang dikontrol oleh sebuah relay, maka pada pompa akan berlaku suatu model hysteresis (kondisi saat pompa tidak memiliki titik yang sama untuk on atau off dari keadaan sebelumnya).

Digunakan sebuah blok transfer function untuk membuat lagging dengan time constant τ dengan persamaan $\frac{1}{\tau s + 1}$.

Keluaran dari blok tranfer function ini dapat dipasang variabel monitoring“pompa” untuk mengetahui respon dari kecepatan motor pompa.

Kita dapat menggunakan sebuah blok product dengan keluaran berupa kecepatan aliran yang dipompa kedalam tangki dalam satuan liter/detik. Diasumsikan $\tau = 2.5$, blok diagramnya sebagai berikut:

Katup

Katup akan beroperasi dengan rentang isyarat kendalian dari 0 sampai 1.

Seperti pada motor, katup juga tidak dapat langsung menutup dan membuka sekat berdasarkan isyarat kendaliannya.

Katup dapat membuang fluida dengan debit maksimum 0.7 m³/hours, dan isyarat kendalian yang telah keluar dari blok lagging akan menghasilkan isyarat dari 0 sampai 1.

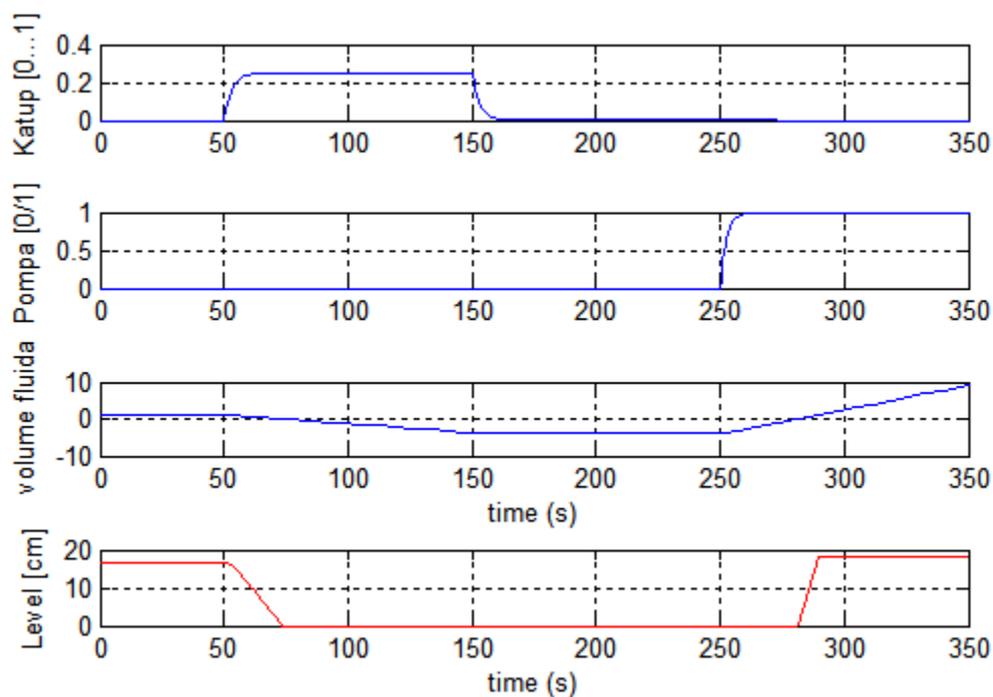
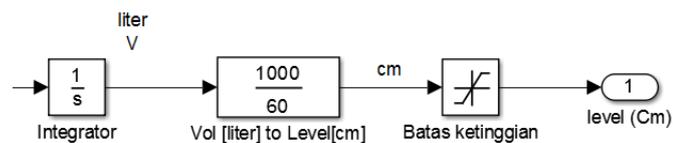
Untuk noise generator, tujuannya adalah menghasilkan gangguan berbentuk pulsa yang dapat diaktifkan selama waktu tertentu, misalnya dari 100 sampai 150 detik dengan amplitudo 0.25.

Level controlled tank

Level controlled tank merupakan tangki penampungan yang akan diatur ketinggiannya.

Hasil dari penjumlahan memiliki satuan liter/detik –turunan volume terhadap waktu–. Sehingga untuk mendapatkan volume sesaat pada tangki maka dilakukan pengintegralan sehingga menghasilkan satuan volume.

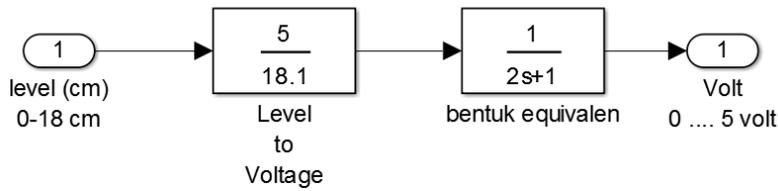
Pada blok diagram yang menggunakan saturation setelah blok integrator, volume akan tetap bernilai negatif, dan level air akan mulai bertambah saat volume ini telah melewati titik nol. Blok integrator with saturation akan diberikan batas bawah 0 dan batas atas 1.086. Pada blok ini juga dapat diisi initial condition, yakni kondisi awal dari tangki dalam satuan liter (misalnya 1).



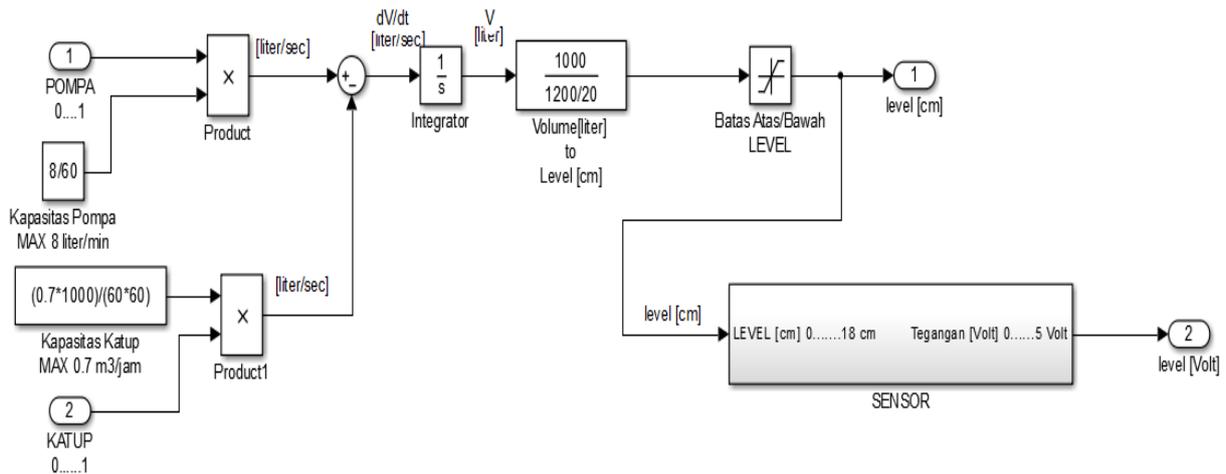
Sensor

Pada sensor ketinggian maksimum adalah 18.1 cm, dan akan dikonversi dalam satuan volt dari 0 sampai 5, maka dari satuan cm dapat diubah ke volt dengan mengalikannya dengan sebuah blok transfer function $\frac{5}{18.1}$.

Blok diagram sensor ditunjukkan pada gambar berikut:



Blok kendalian level:



PENGENDALIAN PID

Pengendalian PID memberikan isyarat kendalian pada kendalian agar level ketinggian fluida pada tangki tetap stabil sesuai dengan nilai setpoint. Masukan dari pengendali ada dua, yaitu setpoint dan hasil pembacaan sensor dalam volt. Sedangkan galat (error) adalah selisih antara harapan (setpoint) dan kenyataan(hasil pembacaan).

Display menunjukkan hasil pembacaan sensor dalam satuan centimeter. Rentang keluaran sensor adalah 0 sampai 5 volt untuk pembacaan 0 sampai 18.1 cm, maka perlu diberikan blok pembalik dari volt ke cm, yaitu dengan memberi nilai $\frac{18.1}{5}$.

Hasil pembacaan sensor adalah dalam satuan volt, maka untuk mencari error atau galat satuan perlu dikonversi menjadi satuan yang sama. Yang perlu diperhatikan juga adalah pembatasan pada setpoint, yang diatur berlebih, yang mengakibatkan pompa terus on karena tinggi fluida pada tangki tidak akan mungkin melebihi tinggi pipa pembuangan overflow tersebut. Dari masukan setpoint dipasang sebuah blok saturation yang nilainya adalah 0 sampai 18.1 cm.

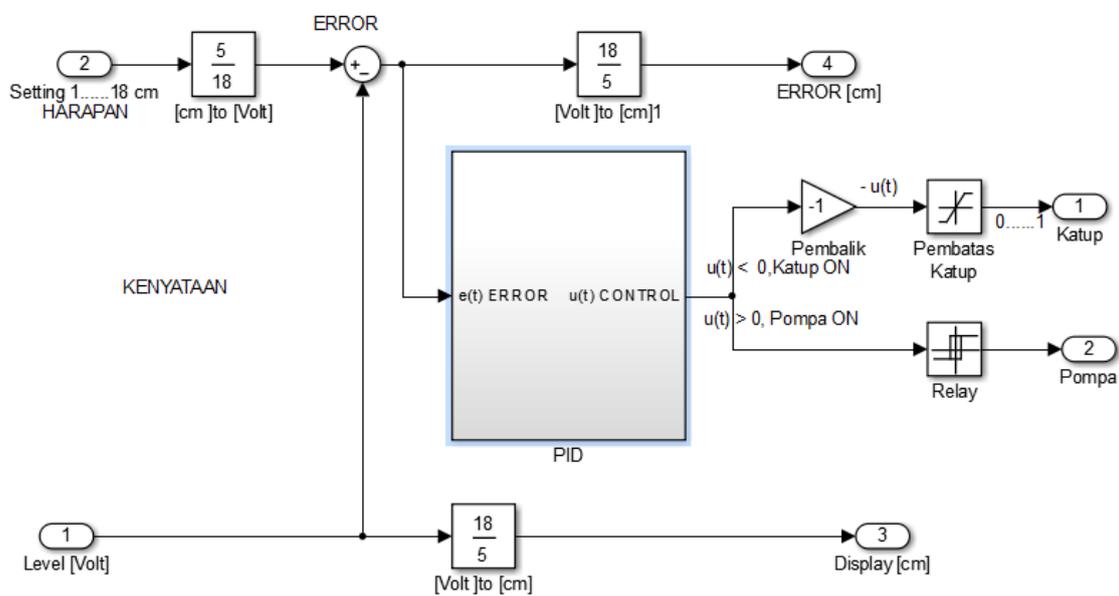
Harapan dan kenyataan haruslah dalam satuan yang sama agar error (volt) bisa didapatkan dengan menghitung selisih antara keduanya. Apabila bernilai positif, artinya ketinggian fluida

kurang dari harapan, dan jika hasilnya negatif, artinya ketinggian fluida melebihi harapan (katup perlu dibuka).

PID ditambahkan untuk pengendalian pompa dan katup. Keluaran dari pengendali apabila bernilai positif akan menggerakkan pompa dan apabila bernilai negatif akan menggerakkan katup.

Untuk membuat katup tidak terlalu rentan terhadap gangguan, batasan atas yang dimasukkan adalah 5-10. Batasan atas juga tidak boleh terlalu tinggi, sebab efek lagging pada katup dapat menyimpan isyarat yang terlalu besar sehingga dapat menyebabkan sistem malah menjadi lebih tidak stabil.

Blok diagram PID secara lengkap:



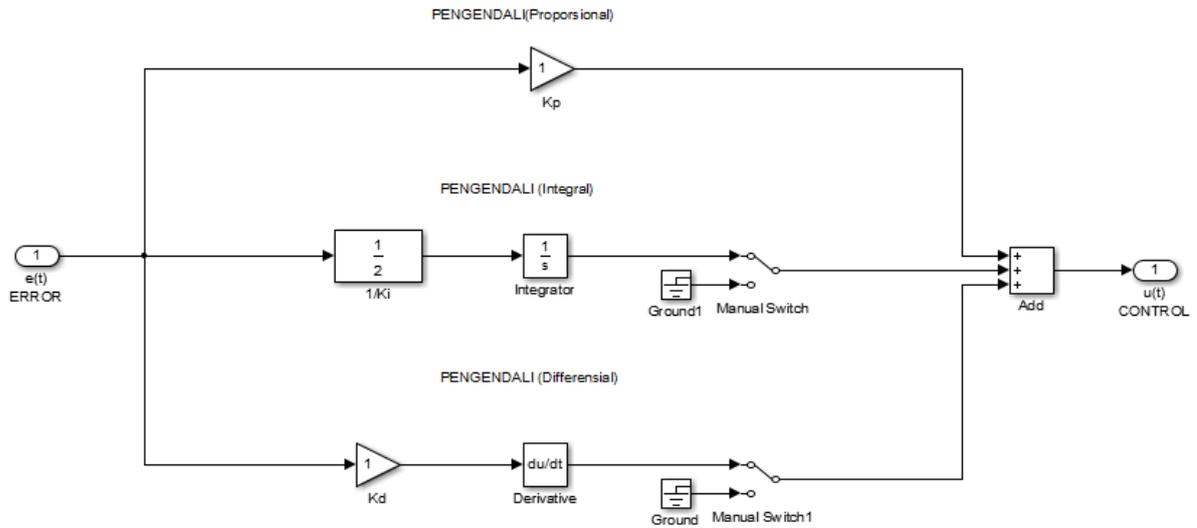
Selanjutnya adalah PID. Pengendali PID terdiri atas tiga buah pengendali; pengendali proporsional (P), pengendali Differensial (D) dan pengendali Integral (I).

Pengendali proporsional : memperbesar error sehingga akan lebih cepat dilakukan koreksi.

Pengendali differensial : meredam osilasi pada respon sistem.

Pengendali integral : mempercepat respon sistem mencapai keadaan stabil.

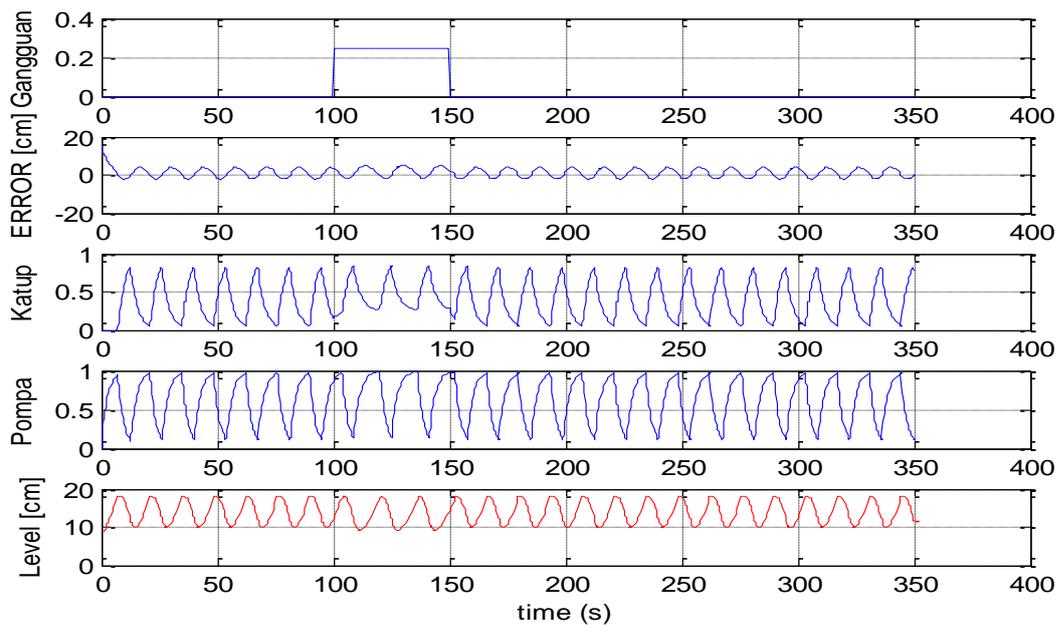
Blok diagram pengendali PID:



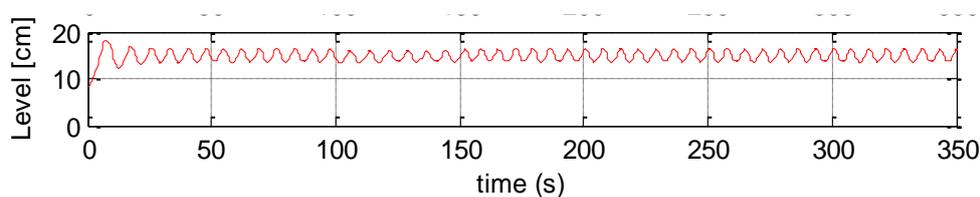
- 4 (empat) macam pengendali
- (1) Pengendali P, $K_P > 0$, $1/K_I = 0$ dan $K_D = 0$
 - (2) Pengendali PI, $K_D = 0$
 - (3) Pengendali PD, $1/K_I = 0$
 - (4) Pengendali PID, $K_P > 0$, $1/K_I > 0$, $K_D > 0$

Pelajari dan literatur, karakteristik masing-masing 4 pengendali kemudian terapkanlah

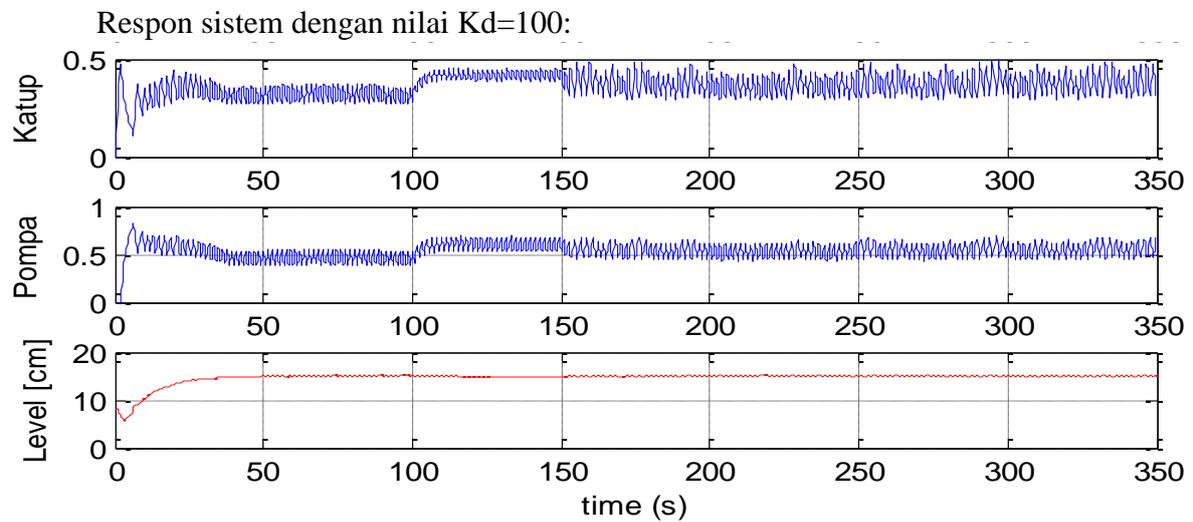
Keluaran pengendali PID $u(t)$ merupakan akumulasi dari pengendali P, I dan D.



Respon sistem menunjukkan bahwa level ketinggian fluida hanya beresilasi di sekitar setpoint. Untuk meredam osilasi maka dipasanglah kombinasi pengendali PD ($K_D=10$), sehingga respon sistem menjadi seperti grafik di bawah ini:

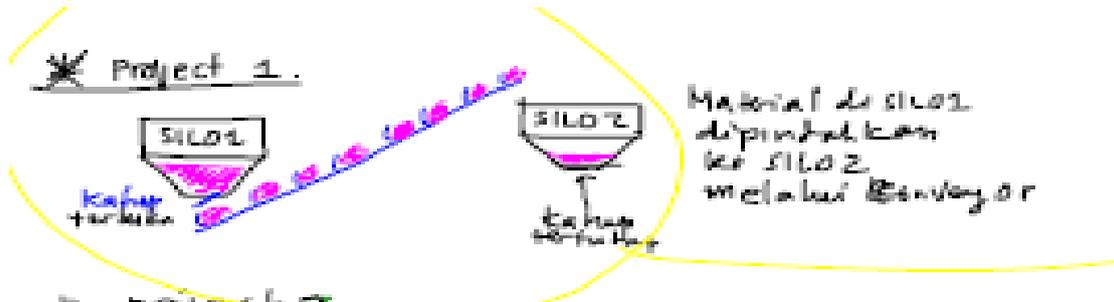


Terlihat bahwa osilasi yang dihasilkan cukup teredam. Untuk lebih meredam respon level ketinggian fluida, perlu dinaikkan nilai koefisien differensial (K_d) menjadi cukup besar untuk meredam osilasi yang terjadi (misal $K_d=50-100$).



BAB III

PROYEK SILO-TO-SILO



Sistem ini adalah suatu model proses untuk memindahkan benda berupa pasir antara dua tempat penampung atau silo. Sistem ini dilengkapi wadah-wadah seperti gelas atau cawan sebagai penahan tiap gundukan pasir.

Tempat menampung pasir pertama adalah Silo1. Pada bagian bawah Silo1 terdapat sebuah katup proporsional. Ujung katup akan langsung mengarah ke sebuah conveyor. Conveyor ini mempunyai wadah-wadah atau cawan-cawan yang menahan pasir yang akan jatuh dari katup sehingga tidak jatuh selama perjalanan. Conveyor akan bergerak membawa gundukan pasir menuju Silo2 untuk ditumpahkan pada Silo 2 tersebut.

Data-data perancangan model proses:

a. Silo1

-Katup (debit maks 1liter/20detik)

-Penampung

Diameter tabung 26 cm

Tinggi tabung 20.5 cm

Diameter atas kerucut terpancung terbalik 26 cm

Diameter bawah kerucut terpancung terbalik 4.5 cm

Tinggi kerucut terpancung terbalik 12 cm

b. Silo2

-Katup (debit maks 1liter/20detik)

-Penampung

Diameter tabung 26 cm

Tinggi tabung 10.5 cm

Diameter atas kerucut terpancung terbalik 26 cm

Diameter bawah kerucut terpancung terbalik 4.5 cm

Tinggi kerucut terpancung terbalik 12 cm

c. Conveyor

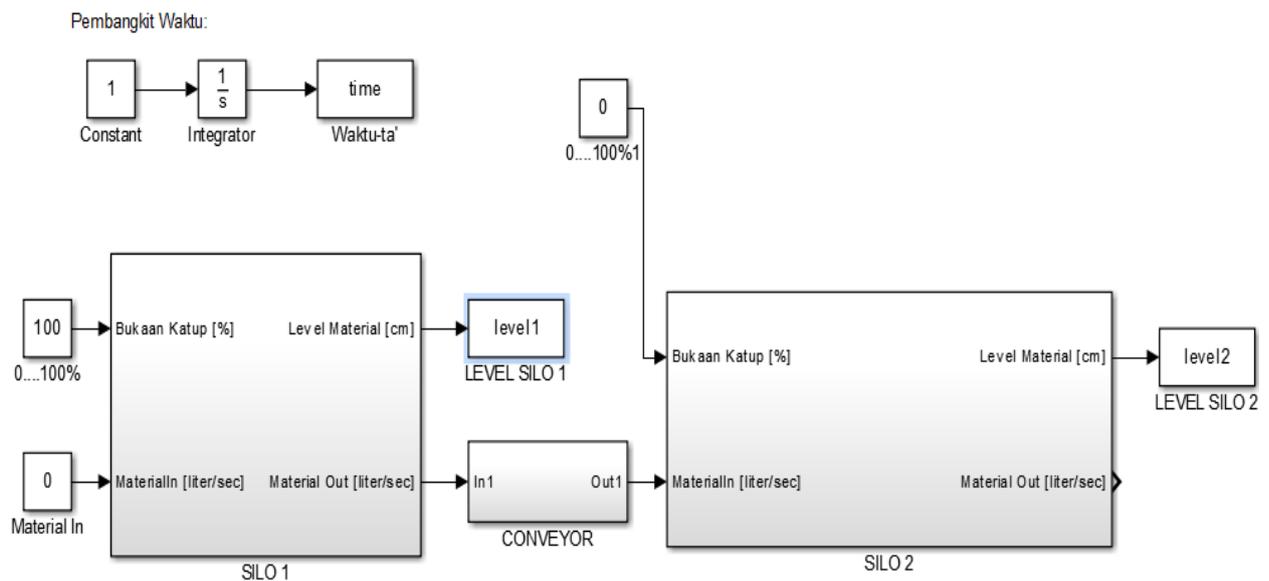
Kecepatan Motor 250rpm, (adjustable)

Roda gigi (kecepatan conveyor) 1:5 motor

Banyaknya cawan di atas conveyor: 10 cawan

Silo1 akan diisi material dari luar. Sebagai keluaran dari silo1, adalah material yang keluar dari katup. Untuk mengamati level material (dalam cm) pada Silo1, dapat pula ditambahkan sebuah variabel monitoring “Level1” pada keluaran lain dari Silo1.

Silo1 akan menjatuhkan material pada conveyor dan membentuk gundukan-gundukan pasir yang berjalan di atasnya. Pada conveyor dibuat dua parameter masukan, yaitu material_in dan kecepatan motor. Hanya akan dibuat keluaran tunggal untuk conveyor, yaitu material_out, yakni berupa gundukan-gundukan pasir yang dibawa dan dijatuhkan pada Silo2. Dipasang variabel monitoring dengan nama “_out” untuk memonitoring bentuk keluaran dari conveyor.



Pada Silo2 juga akan ditambahkan sebuah variabel monitoring dengan nama “Level2” untuk memantau ketinggian sesaat pasir pada Silo2. Katup pada Silo2 dibuat selalu tertutup, agar tidak ada material yang terbuang.

Silo1

Bukan cuma bukaan katup yang menjadi parameter masukan dari Silo1. Material_In merupakan parameter masukannya. Kita harus membagi nilai bukaan pada katup tersebut dengan 100. Untuk membagi, kita dapat menggunakan sebuah transfer function. Data menunjukkan bahwa katup memiliki debit 1 liter / 20 detik untuk bukaan penuh (setara dengan 0.05liter/detik).

Debit penambahan material pada Silo adalah material_in dikurangi debit bukaan katup. Dari parameter masukan material_in pada Silo langsung dapat dikurangkan dengan debit bukaan katup dalam satuan yang sama.

Untuk kerucut terpancung berlaku rumus $V = \frac{1}{3} \pi h (R^2 + Rr + r^2)$

Didapatkan bahwa volume maksimum dari Silo1 adalah 13.4389 liter. Mak batasan blok integrator yang digunakan diberi batasan saturasi dari 0 sampai 13.4389.

Variabel monitoring “Level1” dipasang bertujuan untuk memantau level ketinggian material pada Silo1. Perlu dilakukan konversi dari volume material dalam liter menjadi ketinggian material dalam cm.

Menggunakan “Interpreted MATLAB Fcn”, blok yang memiliki respon keluaran berdasarkan listing program vol to vol.

$$\text{Kerucut yang belum penuh, } t = \sqrt[3]{\frac{\pi h_0^3 r^2 + 3 V h_0^2}{\pi r^2}} - h_0.$$

Perlu ada sebuah blok pembatas yang me-0-kan material keluaran saat material di dalam Silo telah habis. Kita gunakan blok Interpreted MATLAB Fcn, yang keluarannya dikalikan dengan debit keluaran Silo1. Jika material belum habis, blok Interpreted MATLAB Fcn akan memberikan isyarat 1, sedangkan apabila material sudah habis, akan diberikan isyarat 0. Hasil perkalian inilah yang menjadi keluaran dari subsystem Silo1 untuk ditujukan ke conveyor.

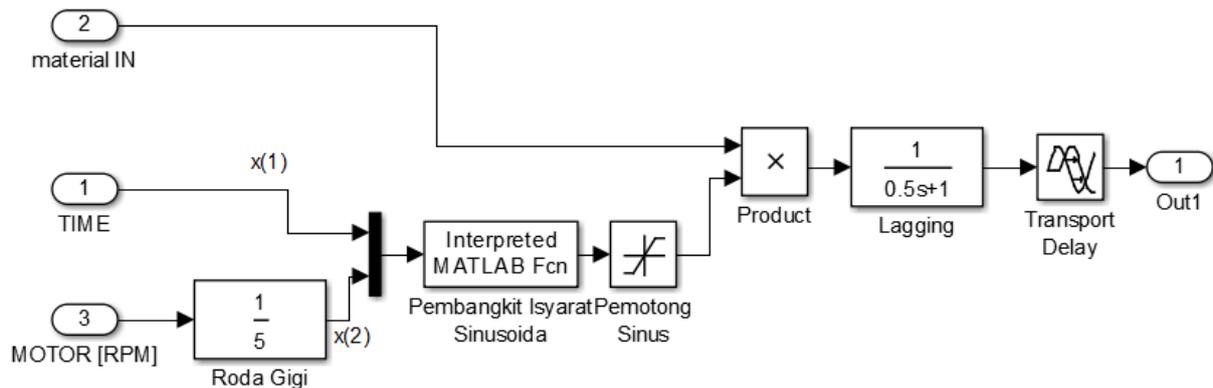
SILO2

Blok diagram Silo2 dapat menampung material yang lebih sedikit dari Silo1, dari segi bentuk blok diagram Silo2 sama dengan blok diagram pada Silo1. Perbedaan dari subsystem pada Silo2 hanya terletak pada batasan saturasi dari blok integrator-nya.

CONVEYOR

Tujuan sistem ini adalah untuk mengubah volume yang masuk yang mengalami perubahan bentuk menjadi gundukan-gundukan materia, proses memindahkan material mengakibatkan delay.

2 masukan Conveyor yaitu material_in dan kecepatan motor conveyor (rpm).



Bagian inilah menerangkan data-data teknis dari conveyor sehingga menjadi hal berguna untuk bagian lainnya. Di atas conveyor ada 10 buah cawan, maka dibutuhkan waktu selama 10 kali dari waktu menjatuhkan 1 cawan.

Sisa hasil bagi waktu terhadap waktu setiap cawan (n_time) akan menghasilkan nilai dari 0 sampai n_time (lamanya waktu setiap cawan dari mulai diisi). Didapatkan dari menggunakan fungsi “mod” dari blok Math Function. n_time juga menunjukkan lamanya waktu untuk 1 periode clock.

Kita dapat membuat keluaran akan bernilai 0 selama sisa hasil bagi lebih kecil dari setengah siklus clock, dan akan bernilai 1 pada setengah siklus berikutnya.

Dari persamaan ini, kita dapat membuat sebuah fungsi yang mendefinisikan volume yang tepat dari bentuk-bentuk gundukan yang dihasilkan, walau dalam satuan liter/detik. Namun, variabel n_time pada listing program berikut akan digantikan dengan variabel “waktu” yang ukurannya sengaja dibuat hanya 80% dari n_time , agar jarak antar satu gundukan dan gundukan berikutnya tetap terlihat.

List Program

```
#Conveyer Nol

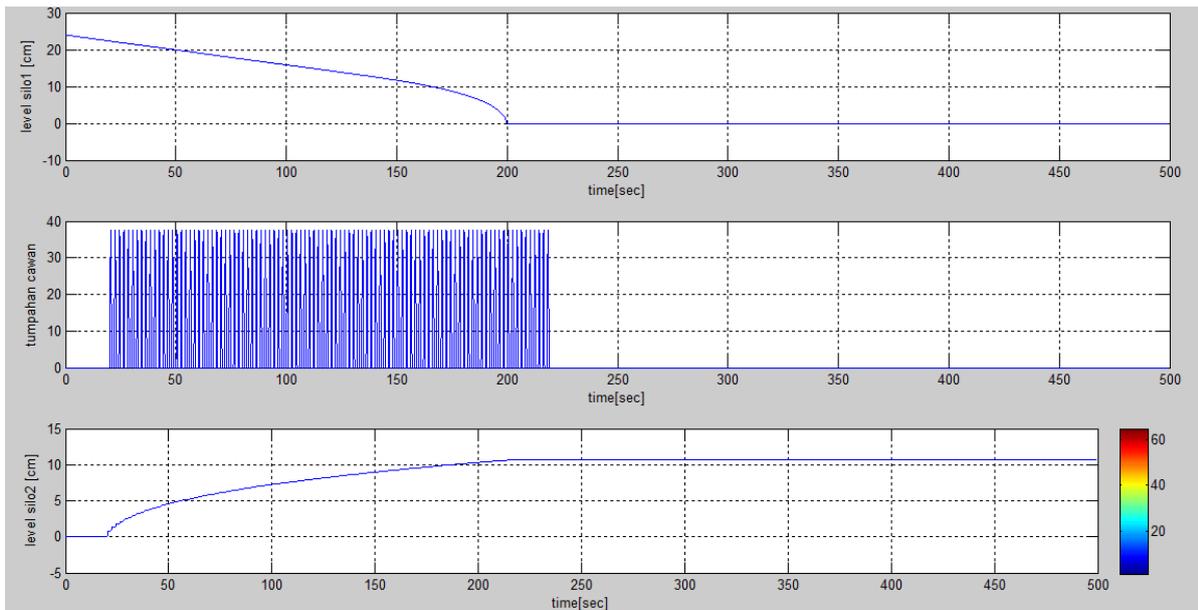
function y = conveyor(x)
t = x(1); % Dari pembangkit waktu
A = x(2); % Banyaknya material
yang keluar SILO1 [cm3/second]
% Menghitung T:
% Misalnya delay pada conveyor 20
seconds (tergantung kecepatan
motor)
% Misalnya sepanjang conveyor ada
10 cawan
T = 20/10; % [seconds] T =
2*pi/omega
omega = 2*pi/T; % [rad/sec]
Xsin = A*sin(omega*t); % Gelombang
sinusoide dengan amplitude A dan
frekuensi sudut omega
Xsin_potong = Xsin - (0.25*A); %
Memotong gelombang sinusoide pada
0.25*A
if Xsin_potong > 0
    y = Xsin_potong;
else
    y = 0;
end
```

```
#Detector _nol

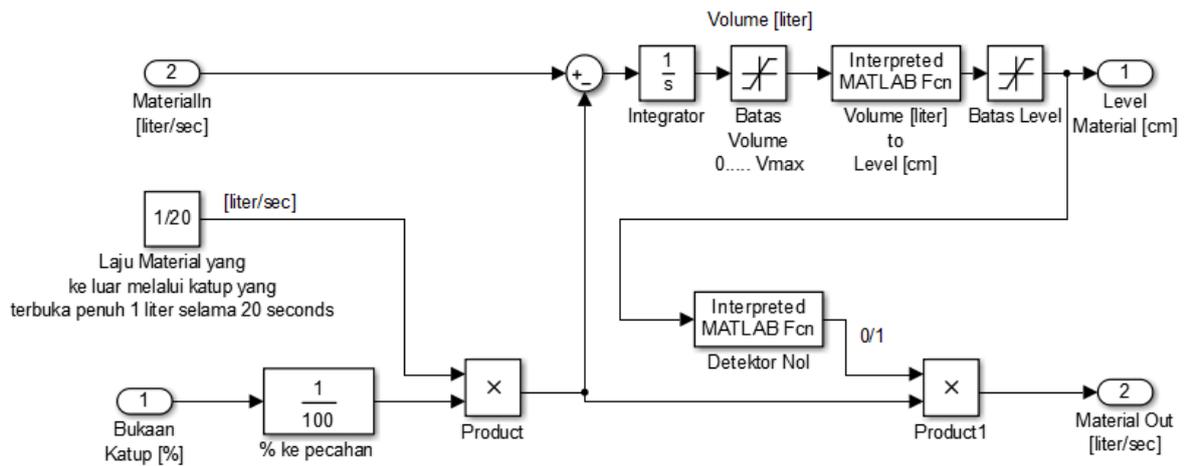
function y = detektor_nol(x)
level = x;
if level < 1
    y = 0;
else
    y = 1;
end
```

```
#Vol_to Vol

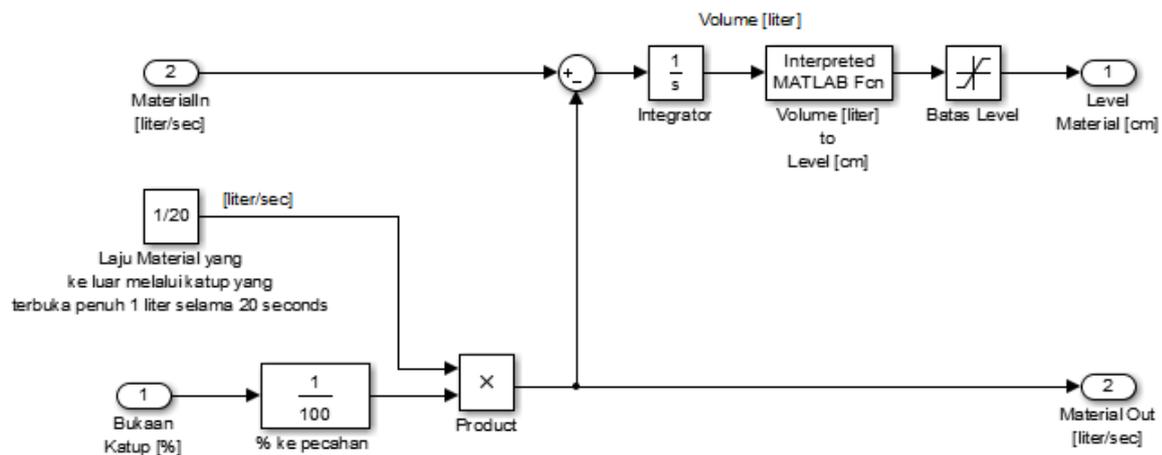
function y = vol_to_level(x)
Vin = x; % Volume input [cm3]
R = 14; % Jari-jari penampang silinder pada
SILO [cm]
r = 2.5; % Jari-jari katup [cm]
hk = 13; % Tinggi kerucut terpotong [cm]
hs1 = 10; % Tinggi silinder SILO1 [cm]
hs2 = 20; % Tinggi silinder SILO2 [cm]
x = (hk*r)/(R-r); % Tinggi kerucut kecil
% Volume kerucut Vk adalah Volume Kerucut
Besar
% ..... dikurangi Volume Kerucut Kecil:
Vk = (1/3)*(hk+x)*pi*R^2 - (1/3)*x*pi*r^2;
if Vin > Vk
    h = hk + ((Vin-Vk)/(pi*R^2));
else
    h =
(((hk+x)^2)*((3*Vin)+(x*pi*r^2))/(pi*R^2))^
(1/3) - x;
end
y = h; % Level material dalam silo [cm]
```



SUBSYTEM SILO1



SUBSYTEM SILO2



BAB IV

PENUTUP

KESIMPULAN

Untuk memperkecil penumpukan yang terjadi pada saat pemrosesan kita menerapkan pengendali PID dengan mengubah-ubah nilai (value) yang sesuai sehingga kita mendapatkan penumpukan yang sedikit dan produk yang besar.

Mempelajari pemodelan sistem PID dalam Teknologi Kendali Proses sangat penting. Pemodelan ini dapat membantu kita melakukan analisis terhadap kesalahan-kesalahan sistem yang mungkin terjadi untuk meminimalisir kerugian dalam suatu proses.