

**LAPORAN SIMULASI
SISTEM WATER LEVEL CONTROL DENGAN PID DAN *SILO TO SILO*
DENGAN MENGGUNAKAN KONVEYER**



Dajukan sebagai tugas Final
Mata Kuliah Teknik Kendali Proses

Disusun oleh :
M. Yusuf (D411 12 288)
Ruli Adi Lestari (D41112 270)

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2014 / 2015**

BAB 1

WATER LEVEL CONTROL DENGAN PID

A. PENDAHULUAN

Pada project ini akan dilakukan proses control level ketinggian air dari suatu prototype water level control dari GUNT. Jadi pada project ini akan dipertahankan level air dengan level tertentu sesuai dengan keinginan atau yang di setting. Selisih keinginan atau harapan dengan kenyataan disebut sebagai eror. Pengendalian level ketinggian air sangat bermanfaat dalam beberapa hal diantaranya pengendalian level ketinggian air di bak penampungan air, pengendalian level ketinggian air pada proses industry dan lain-lain.

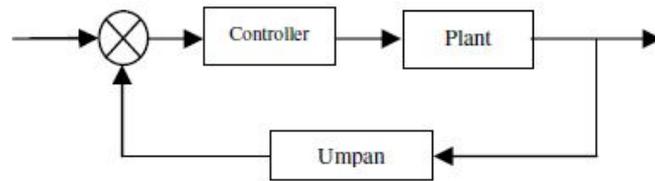
Dalam project ini digunakan suatu pengendali dengan jenis PID. Pada pengendali ini terdapat tiga mode yaitu proporsional, integral dan derivatif (PID), yang kesemua ini adalah merupakan pengendali kontinu. Dalam proses pengendalian level ketinggian air akan mengalami kesulitan dalam mencapai kendalian yang menghasilkan ketinggian air yang stabil sesuai dengan yang di setting. Untuk itu pengendali PID digunakan agar dapat mengendalikan atau menjaga agar ketinggian air tersebut tetap stabil. Pada project ini kami tidak melihat langsung alat atau prototype tersebut melainkan hanya dilihat melalui internet. Alat tersebut kemudian disimulasikan menggunakan matlab untuk mencoba melakukan pengendalian PID pada simulasi prototype tersebut.

B. TUJUAN

- a. Melakukan simulasi proses kendali ketinggian air dengan pengendali PID
- b. Melihat respon dari berbagai perlakuan yang diberikan kepada pengendali
- c. Mengetahui pengendali yang cocok dalam mengendalikan level ketinggian air
- d. Melihat output dari sistem yang tidak memiliki pengendali, diberikan pengendali, dan diberikan gangguan
- e. Mengamati pengaruh tiap-tiap pengendali pada kinerja control sistem

C. DASAR TEORI

Pengendali menghasilkan konfigurasi bertingkat (kaskade) yakni dengan menyisipkannya pada loop tertutup sehingga merupakan bagian dari penguatan (forward gain) atau dalam hal ini memiliki feedback seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Kendali

PID (*Proportional–Integral–Derivative controller*) merupakan kontroler untuk menentukan **presisi** suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut.

Adapun komponen kontrol PID terdiri dari tiga jenis yaitu **Proportional**, **Integratif** dan **Derivatif**. Ketiganya dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon yang kita inginkan terhadap suatu plant.

Bentuk persamaan dari Pengendali PID adalah:

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_I} \int_0^t e(t) dt + K_p T_D \frac{de(t)}{dt}$$

Dengan :

K_p = Konstanta *proportional*

T_I = waku *integral*

T_D = waktu *diferensial*

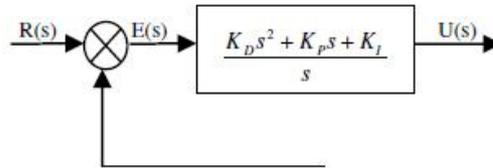
Dalam bentuk transformasi laplace adalah:

$$U(s) = K_p E(s) + K_I \frac{E(s)}{s} + K_D s E(s)$$

bentuk fungsi alihnya adalah :

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p + \frac{K_I}{s} + K_D s$$

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{K_D s^2 + K_p s + K_I}{s}$$

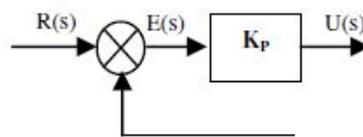


Gambar 2 Diagram Blok Pengendali PID

Kombinasi dari masing-masing pengendali P, I, dan D disebut juga sebagai pengendali PID. Kombinasi ini mempunyai keunggulan yang dipunyai masing-masing pengendali apabila dipergunakan sendiri-sendiri.

Kontrol Proporsional

Kontrol **P** jika $G(s) = kp$, dengan k adalah konstanta. Jika $u = G(s) \cdot e$ maka $u = Kp \cdot e$ dengan **Kp** adalah Konstanta Proporsional. **Kp** berlaku sebagai Gain (penguat) saja tanpa memberikan efek dinamik kepada kinerja kontroler. Penambahan harga Kp akan menaikkan penguatan sistem sehingga dapat digunakan untuk memperbesar kecepatan respons dan mengurangi ess (kesalahan dalam keadaan mantap). Pemakaian pengendali jenis ini akan membuat sistem lebih sensitif, tetapi juga cenderung mengakibatkan ketidakstabilan.

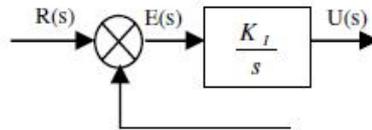


Gambar 3 Diagram Blok Pengendali Tipe P

Kontrol Integral

Jika $G(s)$ adalah kontrol I maka u dapat dinyatakan sebagai $u(t) = [\int e(t) dt] Ki$ dengan **Ki** adalah konstanta Integral, dan dari persamaan diatas, G(s) dapat dinyatakan sebagai $u = Kd [\Delta e / \Delta t]$. Jika $e(T)$ mendekati konstan (bukan nol) maka $u(t)$ akan menjadi sangat besar sehingga diharapkan dapat memperbaiki error. Jika $e(T)$ mendekati nol maka efek kontrol I ini semakin kecil. Kontrol I dapat memperbaiki sekaligus menghilangkan respon steady-state, namun

pemilihan K_i yang tidak tepat dapat menyebabkan respon transien yang tinggi sehingga dapat menyebabkan ketidakstabilan sistem. Pemilihan K_i yang sangat tinggi justru dapat menyebabkan output berosilasi karena menambah orde system.

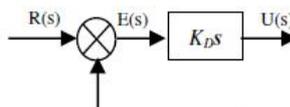


Gambar 4 Diagram Blok Pengendali tipe I

Pengendali tipe I dimaksudkan untuk menghilangkan kesalahan posisi dalam keadaan mantap. Pengendali ini biasanya digunakan bersama tipe P + D.

Kontrol Derivatif

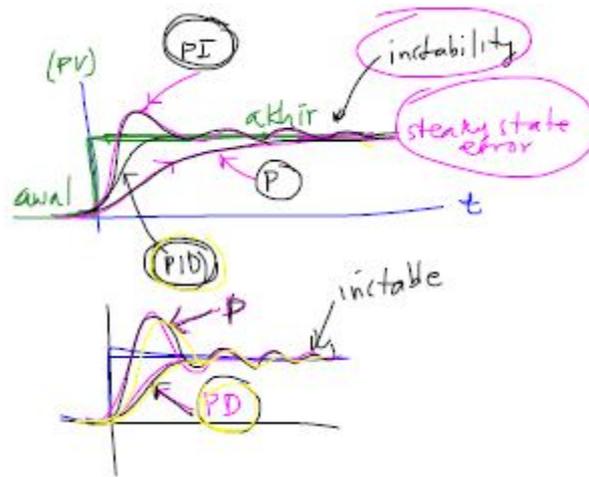
Sinyal kontrol u yang dihasilkan oleh kontrol D dapat dinyatakan sebagai $G(s) = s.K_d$. Dari persamaan di atas, nampak bahwa sifat dari kontrol D ini dalam konteks "kecepatan" atau rate dari error. Dengan sifat ini ia dapat digunakan untuk memperbaiki respon transien dengan memprediksi error yang akan terjadi. Kontrol Derivative hanya berubah saat ada perubahan error sehingga saat error statis kontrol ini tidak akan bereaksi, hal ini pula yang menyebabkan kontroler Derivative tidak dapat dipakai sendiri.



Gambar 5 Diagram Blok Pengendali Tipe D

Pengendali jenis ini digunakan untuk memperbaiki prestasi respons transien sebuah sistem kontrol. Mode ini biasanya selalu disertai tipe P, sedangkan tipe hanya digunakan bila diperlukan. Efek pengendali ini menghasilkan tindakan pengendalian yang cepat. Hal ini sangat penting bagi sistem kontrol yang perubahan bebannya terjadi secara tiba-tiba, karena dapat menghasilkan sinyal pengendali selama kesalahan (error) berubah. Karena pengendali jenis ini melawan perubahan-perubahan yang terjadi pada keluaran yang dikontrol, efeknya akan menstabilkan sistem lup tertutup dan ini dapat meredam osilasi yang mungkin terjadi.

Berikut penggambaran hasil sinyal respon dari masing-masing pengendali



Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa pengendali P akan memiliki eror di akhir dan ada delay di awal sinyal. Pengendali PD akan mengalami instablity. Dan pengendali PID memiliki hasil sinyal respon yang grafiknya lurus sesuai dengan yang diinginkan. Jadi jika seandainya suatu sistem diberi pengendali P dan kondisi awalnya memang sudah tidak stabil, maka diberi pengendali D. Jadi pengendali PD akan menghasilkan sinyal yang mengikuti grafik yang diinginkan

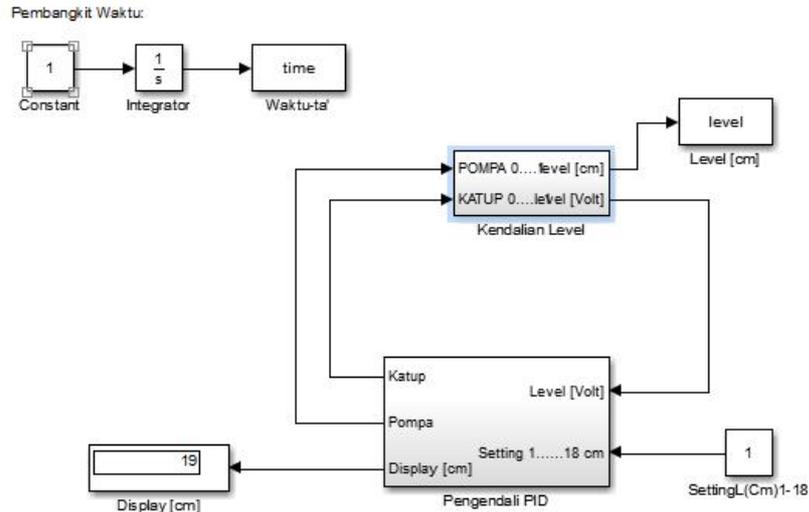
D. HASIL SIMULASI SISTEM WATER LEVEL KONTROL

Pada proses simulasi water level control ini dilakukan dengan menggunakan program matlab, yaitu toolbox simulink. Pada proses ini sistem yang diamati dibagi menjadi tiga bagian, yaitu simulasi tanpa pengendali, dengan pengendali dan dengan gangguan. Simulasi water level control tanpa pengendali adalah simulasi dari alat water level control yang ketinggian airnya selalu pada level maksimum (overflow). Level ketinggian air tersebut tidak dapat disetting atau diubah melainkan akan tetap sesuai dengan level overflow dari alat tersebut.

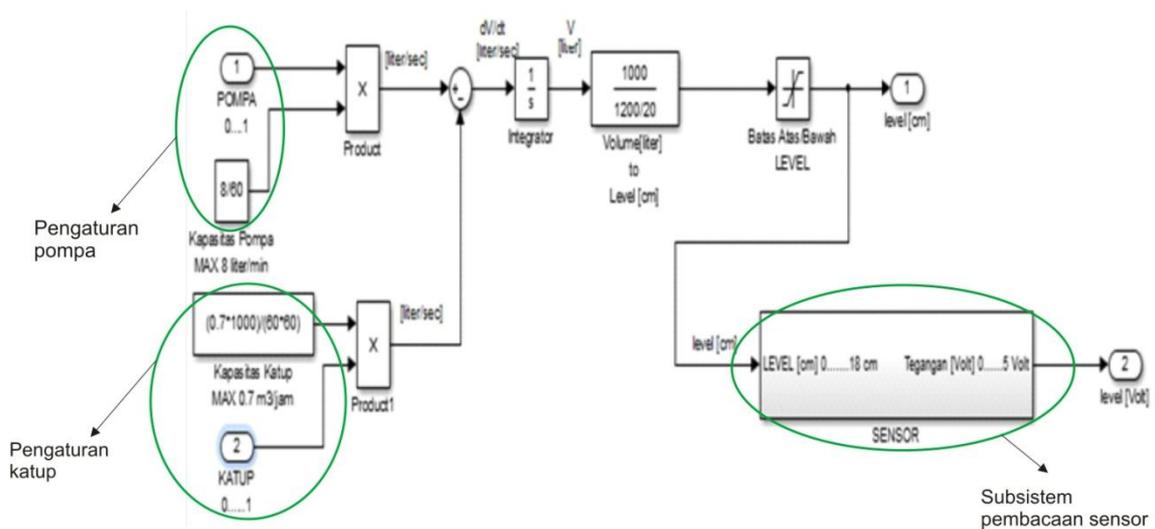
Simulasi dengan pengendali adalah simulasi water level control yang memanfaatkan pengendali PID dalam mengendalikan ketinggian air pada tangki. Hal-hal yang berpengaruh dalam kendalian tersebut adalah pompa dan katup yang akan kita atur agar menghasilkan level ketinggian air pada tangki yang sesuai dengan yang disetting atau yang diinginkan. Simulasi dengan gangguan adalah simulasi water level control yang telah memiliki pengendali namun terdapat gangguan di dalamnya. Pengendalian sistem seperti ini bertujuan untuk melihat bagaimana pengaturan pengendali PID yang akan diberikan terhadap plant agar menghasilkan output yang sesuai dengan harapan walaupun mengalami gangguan

D.1. SIMULASI WATER LEVEL CONTROL TANPA PENGENDALI

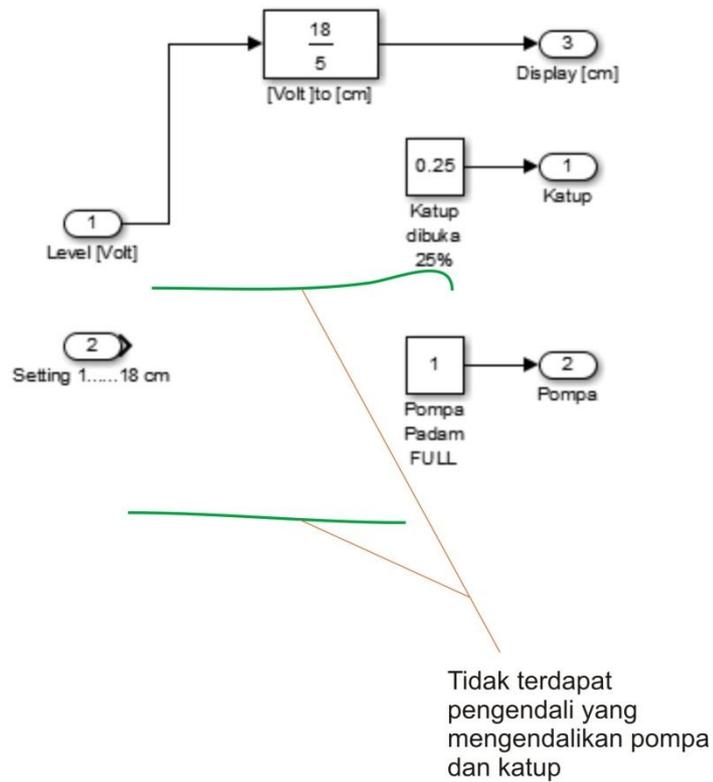
Berdasarkan gambar dari GUNT kapasitas tank atas adalah 1200 ml dan pompa adalah 8 l/m. Sedangkan luas penampangannya adalah 60 Cm². Sehingga dalam pembuatan simulasinya diatur seperti berikut.



Gambar Simulasi Water Level Control Tanpa Pengendali

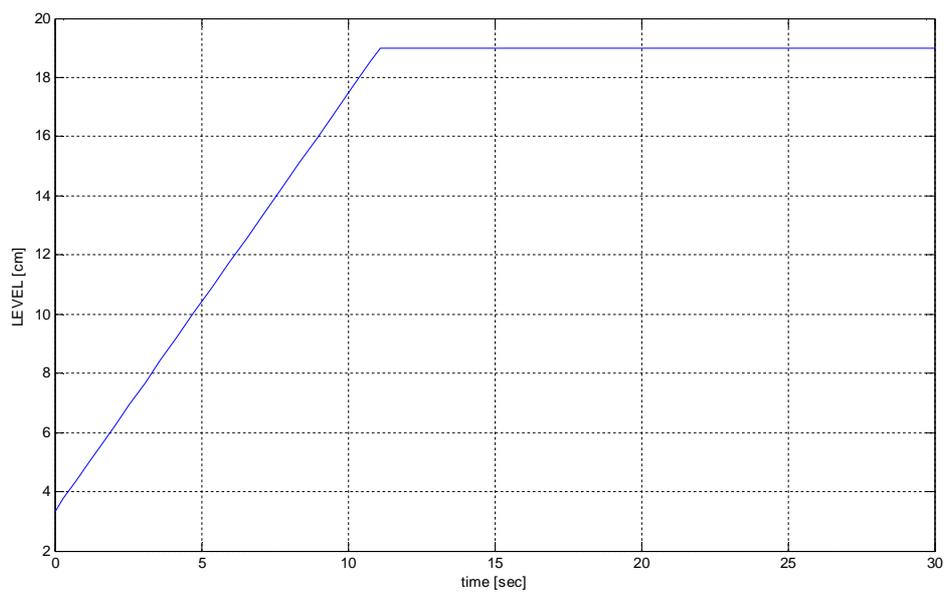


Gambar Subsistem Kendalian Level



Gambar Subsistem Pengendali PID

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa pada sistem belum memiliki pengendali PID pada pompa dan katup sehingga level ketinggian air pada tangki akan selalu berada pada level overflow atau maksimum yaitu pada ketinggian 19 cm. Seperti yang dapat dilihat pada hasil simulasi dari sistem di atas.

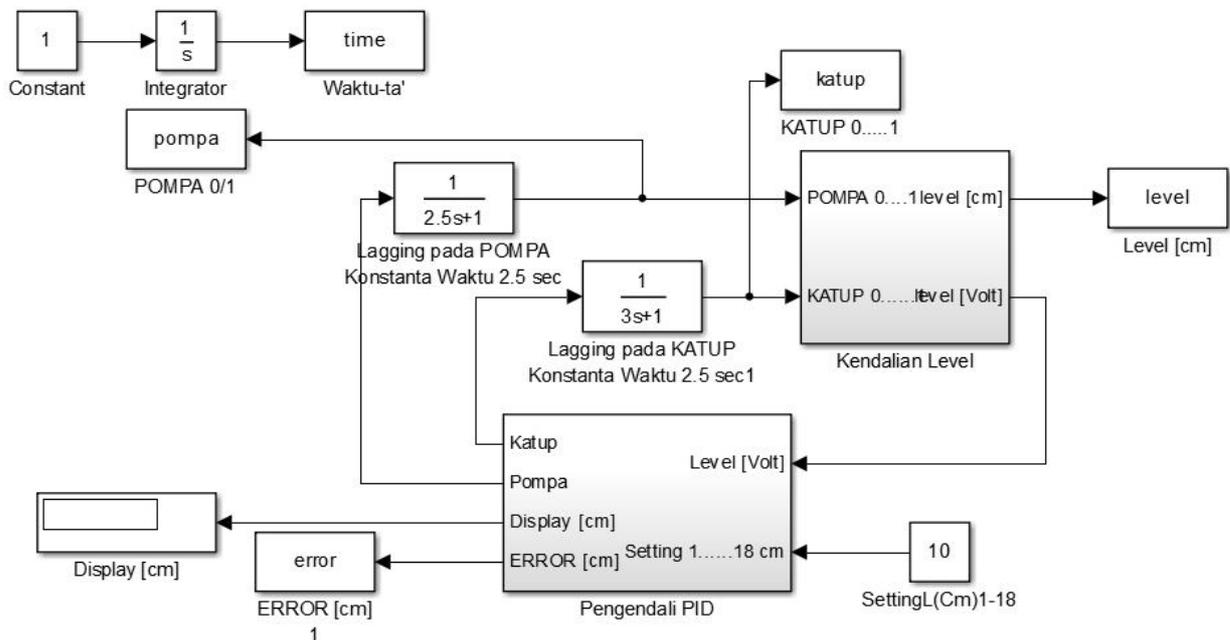


Gambar Hasil Keluaran Simulasi Tanpa Pengendali

Dari simulasi ini dapat dilihat bahwa yang menjadi variabel masukan bagi level ketinggian air dalam tangki adalah pompa dan katup dan variabel keluarannya adalah Level ketinggian air dalam tangki. Keluaran level ketinggian air ini ada dua yaitu dalam bentuk tegangan dan dalam bentuk cm. Keluaran dalam bentuk tegangan tersebut merupakan hasil pembacaan murni dari sensor yang ada pada tangki sedangkan hasil ketinggian level air dalam bentuk cm tersebut merupakan hasil dari pembacaan sensor yang telah diubah dengan mengalikannya dengan 5/18

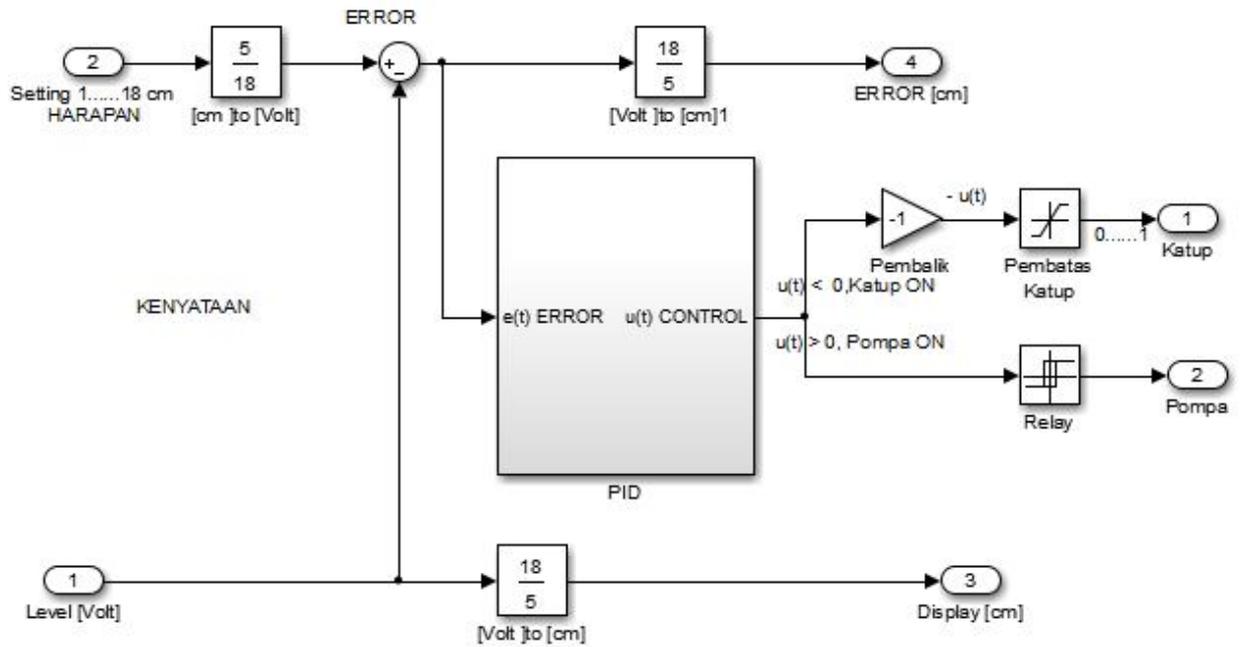
D.2. SIMULASI WATER LEVEL CONTROL DENGAN PENGENDALI

Pembangkit Waktu:



Gambar Simulasi Water Level Control dengan Pengendali

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa tidak ada perubahan variabel masukan dan keluaran pada bagian ketinggian level air pada rangkai. Namun pada pengendali PID terdapat beberapa perubahan variabel masukan dan keluaran yang berpengaruh dalam sistem tersebut. Yang menjadi variabel keluaran dalam sistem tersebut adalah EROR, Display, Pompa dan Katup dan variabel masukannya adalah yang disetting (setting) dan hasil pembacaan sensor(level[volt]). Setting atau harapan dalam sistem kendalian ini adalah 10 cm

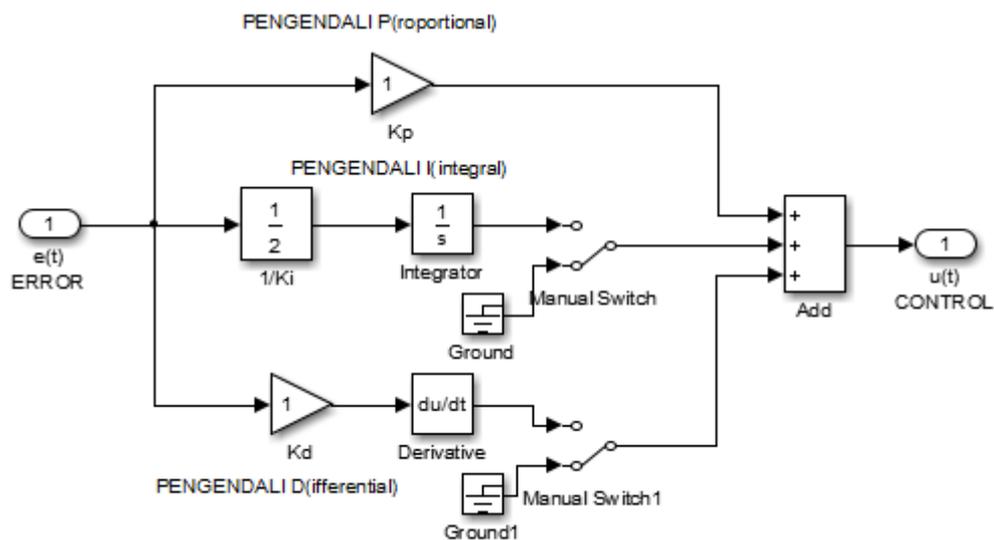


Gambar Simulasi Subsistem Pengendali PID

Pada subsistem di atas dapat dilihat bahwa pompa dan katup di atur oleh keluaran yang dihasilkan oleh PID. Apabila:

Eror + = Harapan > Kenyataan = Pompa On

Eror - = Harapan < Kenyataan = Katup On



Gambar Simulasi Subsistem PID

Gambar di atas adalah gambar simulasi yang pengendali mempengaruhi control pompa dan katup. Berikut ini hasil keluaran yang diperoleh dengan memberikan pengendali yang berbeda-beda dengan

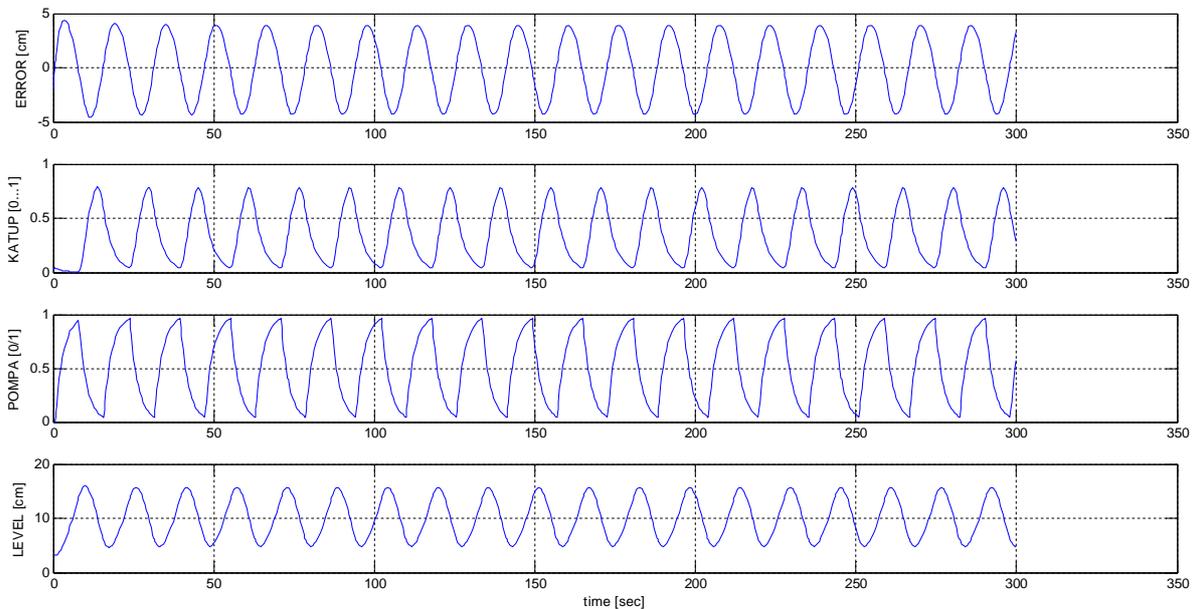
besar nilai tiap pengendali yang berbeda-beda pula. Besar nilai yang digunakan dalam tiap pengendali menggunakan metode Heuristik

Pengendali P

Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa pengendali P bersifat penguat sehingga mempercepat kecepatan respon. Semakin besar nilai K_p semakin cepat pula respon kerja yang dihasilkan seperti yang dapat dilihat pada hasil data berikut ini.

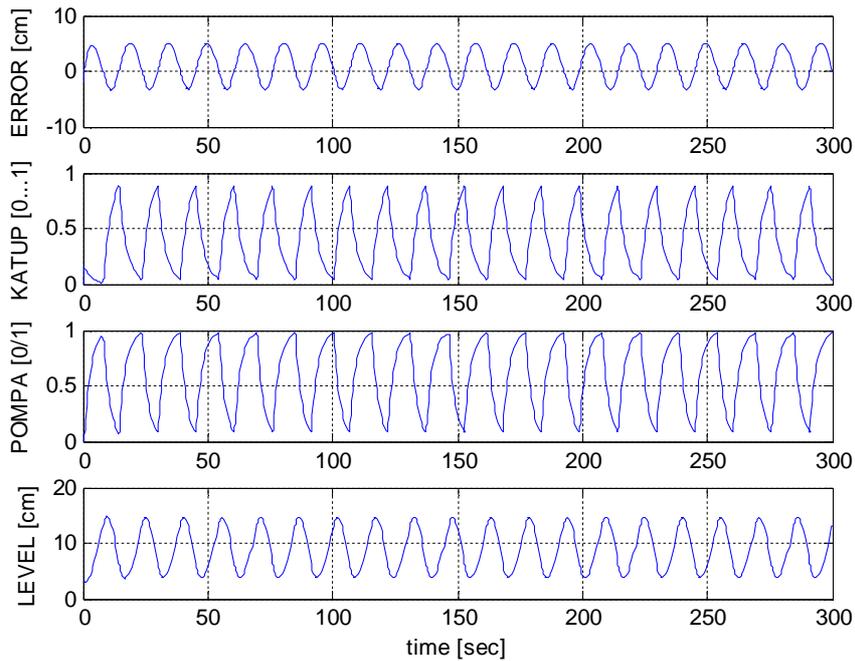
- Ketika $K_p = 1$

Ketika hanya pengendali P yang mempengaruhi dalam pengendalian. Dengan besar $K_p = 1$ maka akan diperoleh hasil keluaran dari tiap variabel keluaran yang tidak stabil. Seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



- Ketika $K_p = 100$

Hasil yang masih tidak stabil dan cenderung sama dengan kondisi sebelumnya. Pada kondisi ini pompa dan katup mengalami kondisi on off yang begitu tajam. Hal ini karena sifat dari K_p yang semakin mempengaruhi sistem yaitu kecepatan respon sehingga diperoleh hasil seperti gambar berikut ini.

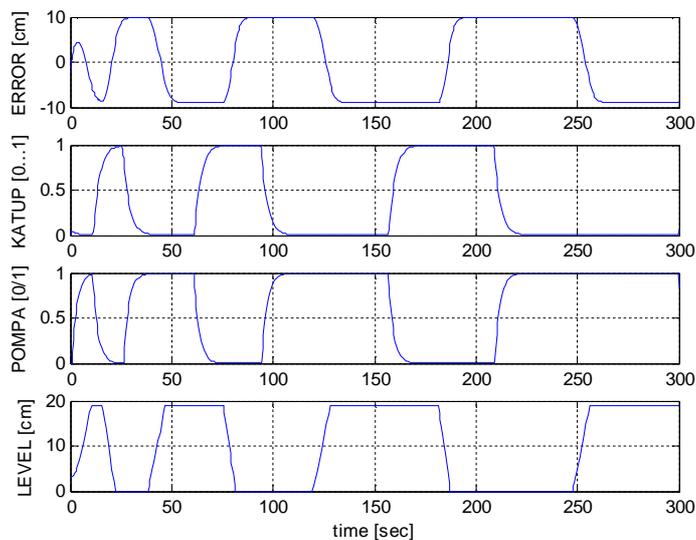


Pengendali PI

Dari hasil simulasi diperoleh hasil bahwa pengendali ini cenderung mengalami Instability. Seperti yang dapat dilihat pada hasil data berikut ini.

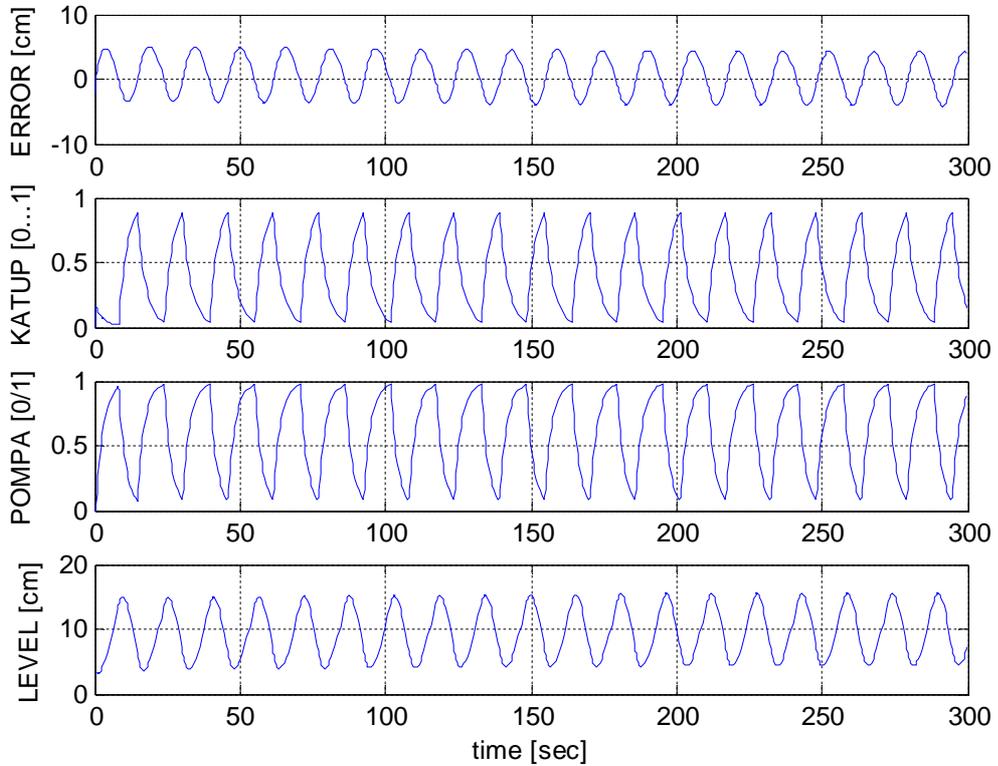
- Ketika $K_p=1$; $K_i=2$

Hasil yang dihasilkan sangat tidak stabil (Instability). Eror cenderung mengalami pembesaran. Ini menyebabkan level ketinggian air selalu mengalami Overflow. Ini karena kurangnya pengaruh pengendali P sehingga repon terhadap hasil yang terjadi begitu lambat.



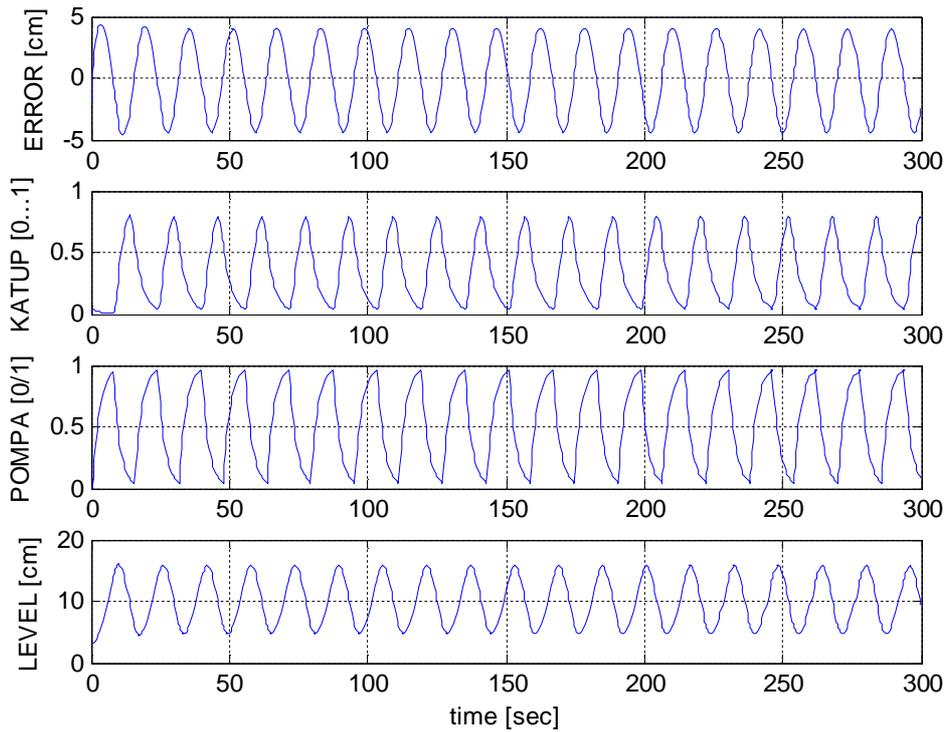
- Ketika $K_p=100$; $K_i = 2$

Keluaran yang dihasilkan masih tidak stabil tetapi dalam kondisi ini overflow sudah tidak terjadi. Dan eror mengecil



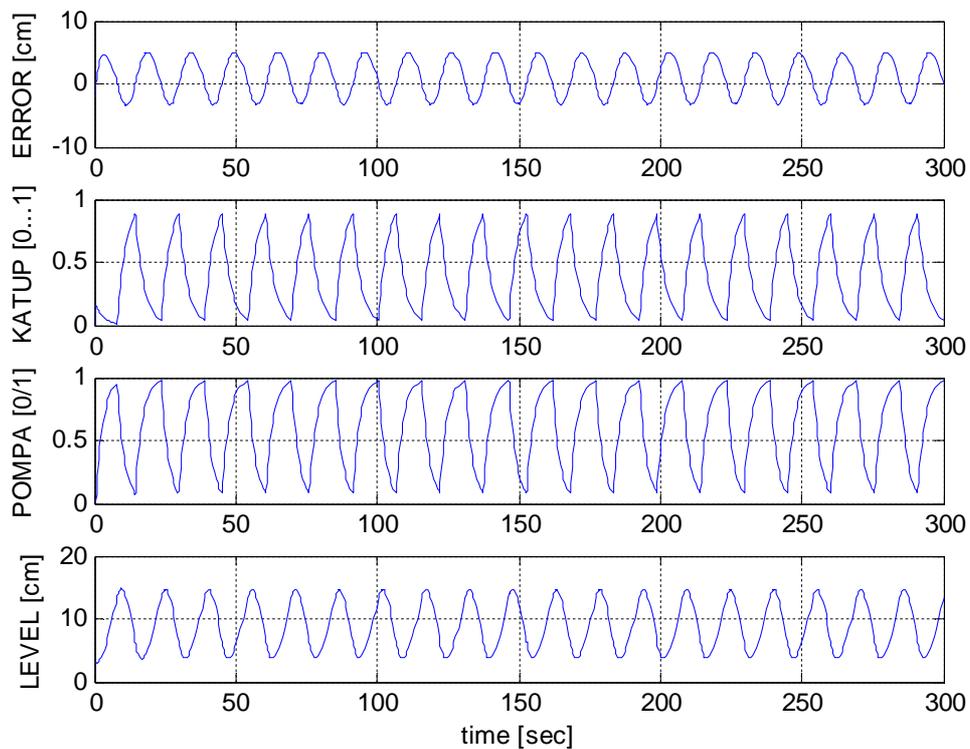
- Ketika $K_p = 1$; $K_i = 200$

Dalam kondisi ini kondisi yang dihasilkan cenderung sama dengan kondisi sebelumnya walaupun tetap memiliki perbedaan diantaranya adalah kondisi buka tutup katup sudah tidak begitu tajam. Hal ini karena pengaruh pengendali P sudah berkurang.



- Ketika $K_p = 200$; $K_i = 200$

Pada kondisi ini nilai K_p mempengaruhi kecepatan respon. Sehingga garfik yang dihasilkan pada katup dan pompa tajam. Ini seperti ketika nilai $K_p = 100$ dan $K_i = 2$. Hal ini karena adanya pengaruh pengendali P yang mempercepat respon

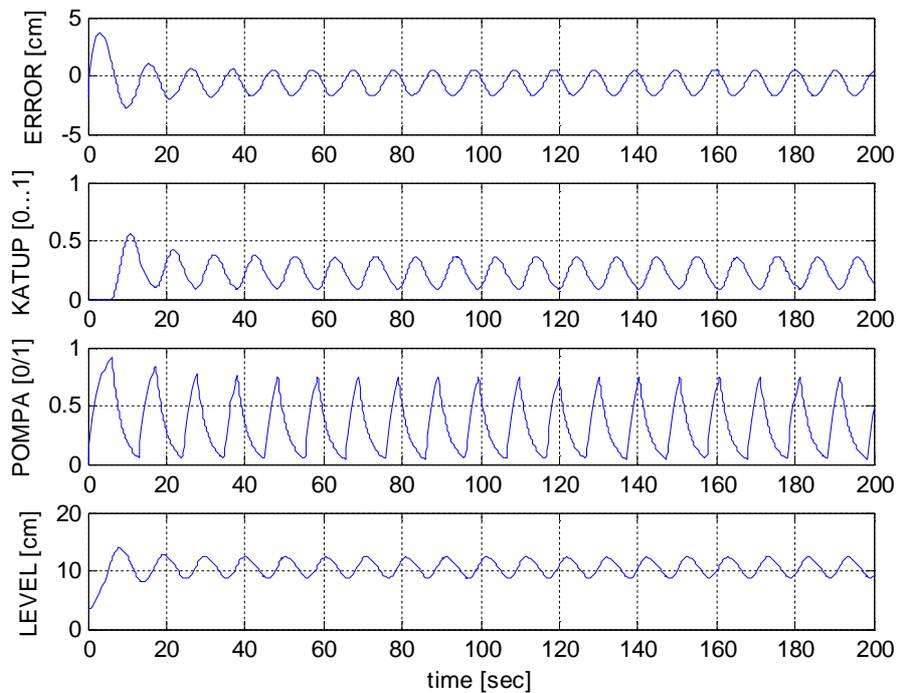


Pengendali PD

Dari hasil simulasi ini dapat dilihat bahwa pengendali ini memiliki respon terhadap laju perubahan kesalahan yang menghasilkan koreksi yang berarti sebelum kesalahan semakin besar. Jadi efeknya adalah menghasilkan tindakan pengendalian yang cepat. Semakin besar nilai K_d maka ketinggian level air dalam tangki akan semakin mendekati stabil karena adanya perbaikan kesalahan yang cepat dari pengendali D seperti yang dapat dilihat pada hasil data berikut ini.

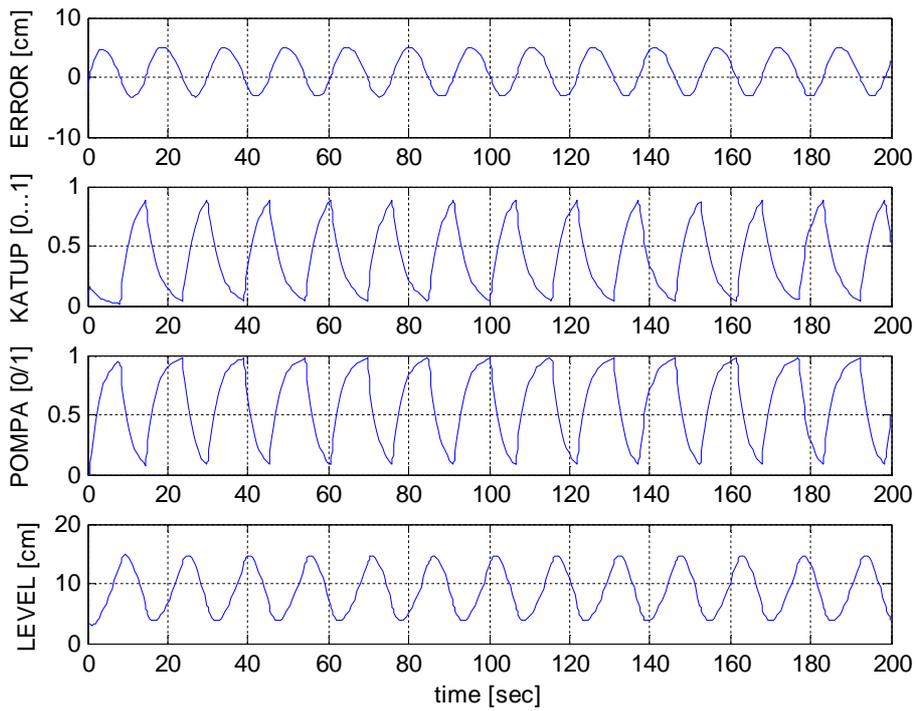
- Ketika $K_p = 1$; $K_d = 1$

Tiap-tiap variabel keluaran awalnya memiliki gerakan atau respon yang besar. Tapi kemudian mengalami peredaman dan cenderung berosilasi pada garis stabil. Hal ini karena adanya pengaruh dari pengendali D yang memiliki tindakan pengendalian yang cepat.



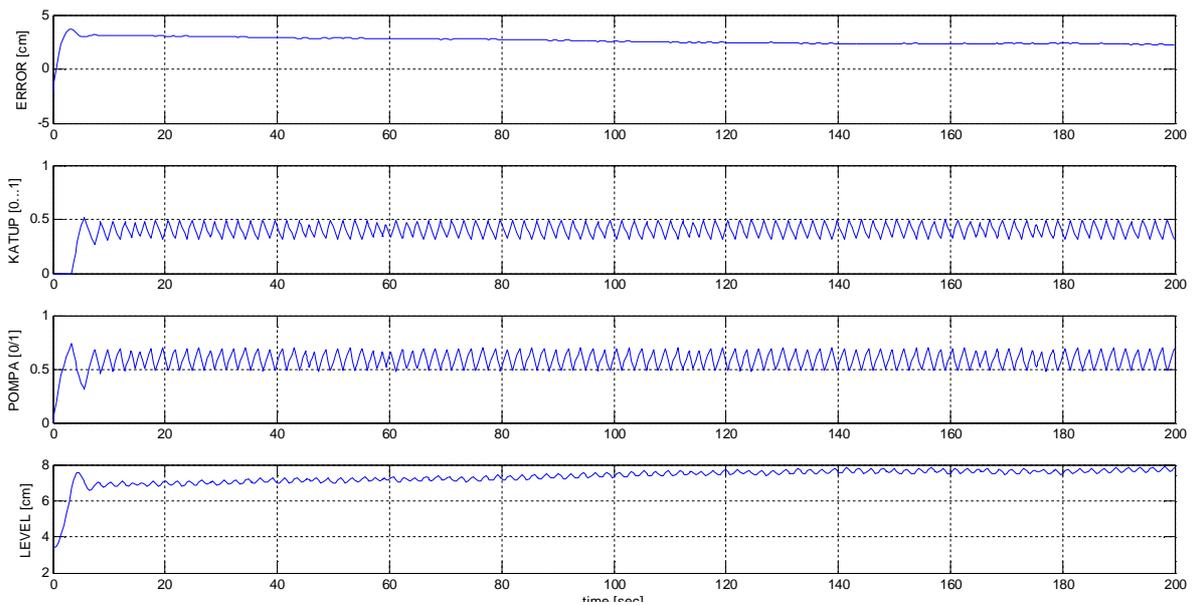
- Ketika $K_p = 300$; $K_d = 1$

Error tetap mengalami osilasi namun berada pada garis nol dengan osilasi yang cenderung tetap. Namun kerja pompa dan katup begitu tajam (cepat) sehingga level ketinggian air yang dihasilkan juga bertambah dan berkurang dengan cepat. Walaupun level air berosilasi dengan tetap pada garis seimbang (setting).



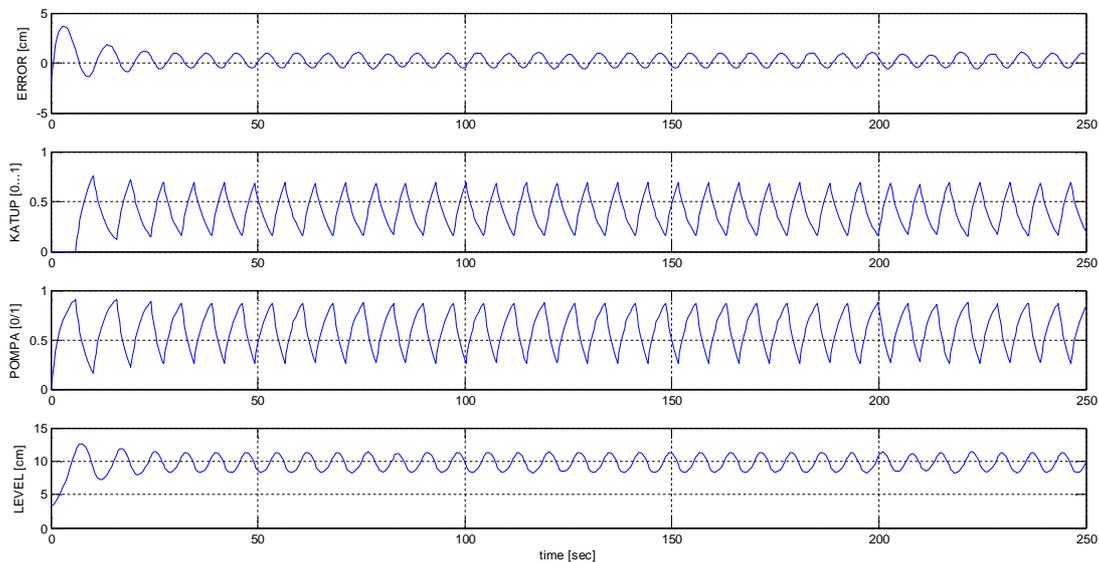
- Ketika $K_p = 1$; $K_d = 300$

Eror cenderung menuju titik nol. Kerja katup dan pompa tidak begitu lama dalam suatu kondisi sehingga menghasilkan buka tutup katup dan on off pompa yang cepat. Sehingga dihasilkan level air yang menuju garis seimbang (setting). Ini karena adanya pengaruh pengendali D yang memperbaiki kesalahan dengan cepat.



- Ketika $K_p = 300$; $K_d = 300$

Nilai K_p kembali mempengaruhi kinerja sistem sehingga diperoleh hasil yang mirip ketika $K_p = 300$ dan $K_d = 1$.

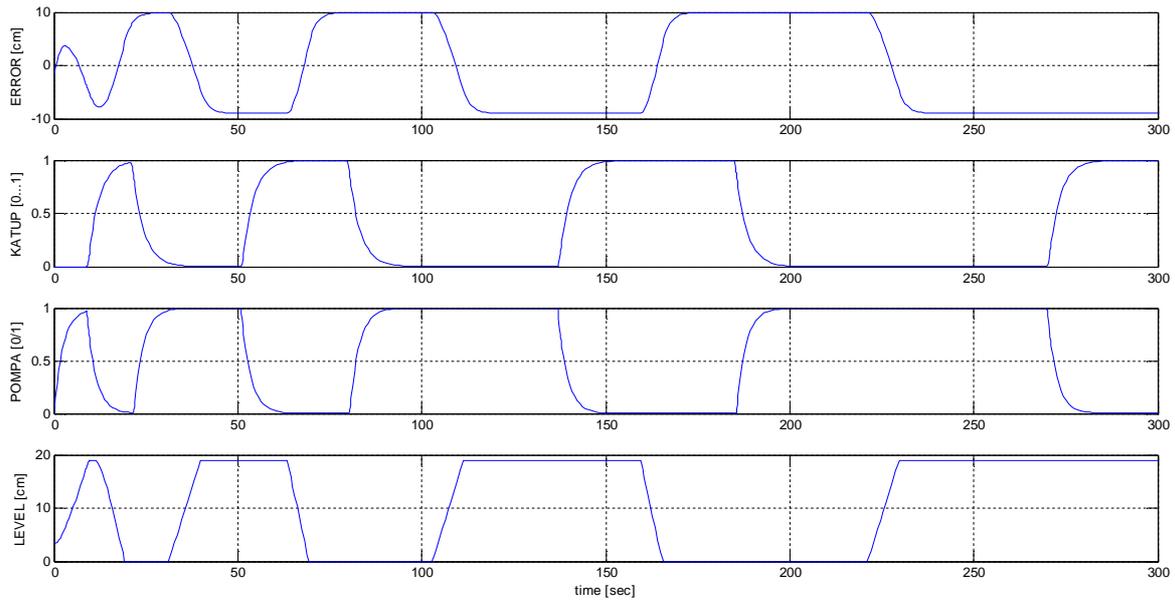


Pengendali PID

Dari hasil simulasi ini dapat dilihat bahwa pengendali PID menggabungkan keunggulan-keunggulan yang dimiliki oleh tiap-tiap pengendali. Pengendali P yang bersifat sebagai penguat yang mempercepat respon atau kinerja, pengendali I yang memperbaiki kesalahan akibat buruknya respon transien dan pengendali D yang memiliki respon yang cepat terhadap kesalahan sehingga kesalahan tidak akan membesar. Seperti yang dilihat pada pengambilan hasil data berikut ini.

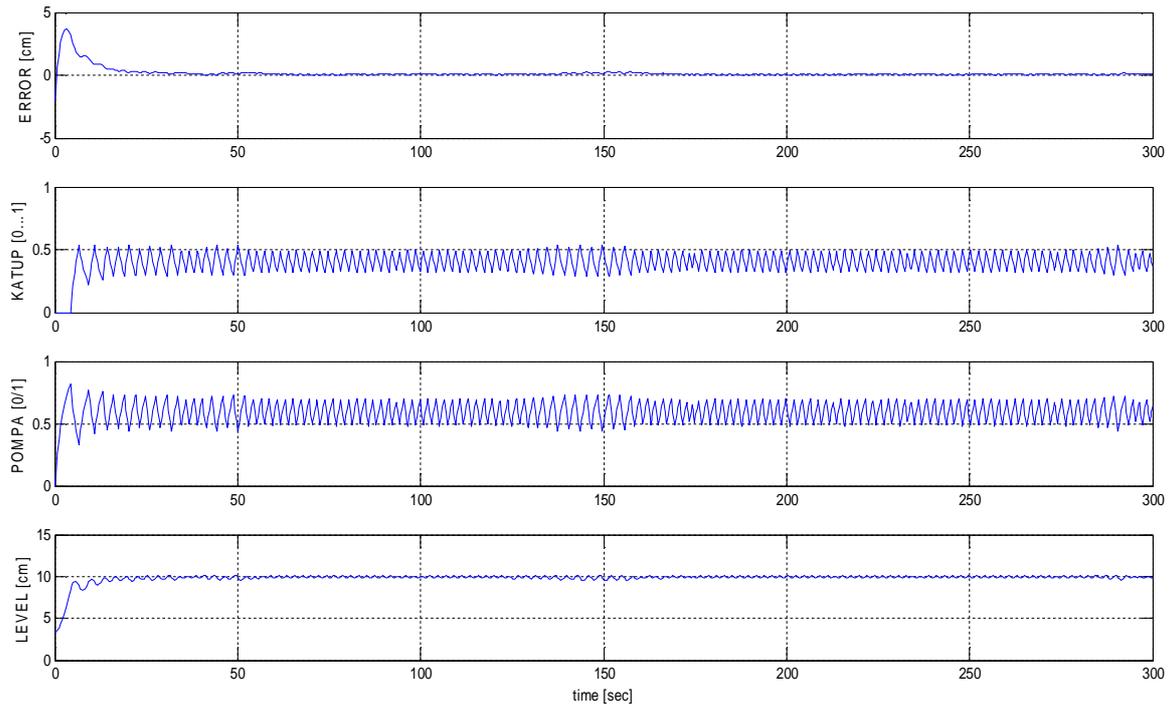
- Ketika $K_p = 1$; $K_i = 2$; $K_d = 1$

Pengaruh I sangat berpengaruh dalam sistem ini dapat dilihat respon semakin yang cenderung semakin lama. Sehingga level ketinggian air cenderung mengalami overflow dan kekosongan dalam waktu yang sangat lama.



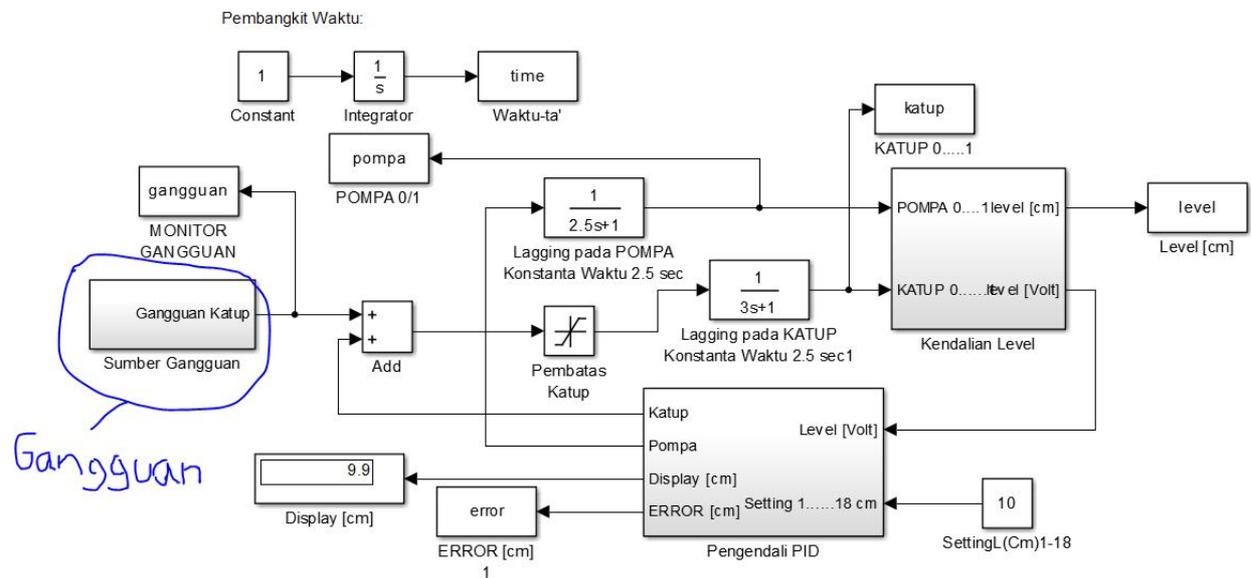
- Ketika $K_p = 200$; $K_i = 100$; $K_d = 1000$

Untuk itu kami melakukan pengaturan pada besar nilai K_p , K_i dan K_d untuk menghasilkan nilai level ketinggian air pada tangki yang seimbang sesuai dengan yang disetting. Nilai K_d dibuat besar agar respon terhadap kesalahan semakin cepat. Dan selanjutnya nilai K_p dibuat sebesar 200 agar penguatan dari kecepatan respon dari kerja sistem tidak begitu besar namun tidak pula labat. Selanjutnya nilai K_i dibuat paling rendah yaitu sebesar 100 yang mempengaruhi perbaikan kesalahan akibat buruknya respon transien. Sehingga dihasilkan level ketinggian air pada tangki yang cenderung seimbang. Dan dapat dilihat kinerja dari pompa dan katup semakin cepat dalam hal buka tutup dan on off namun tidak begitu lama dalam satu kondisi saja (misalnya lama dalam kondisi on). Sistem ini tentunya memiliki eror yang rendah. Semua hasil tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini.

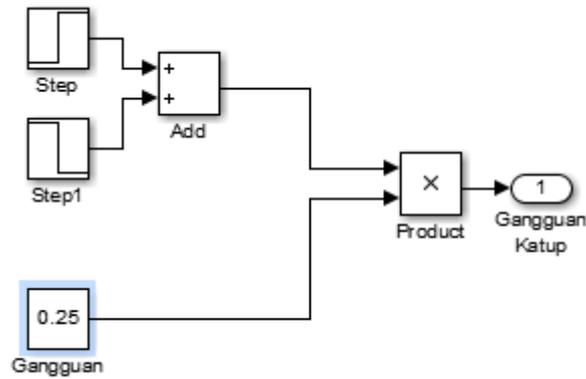


D.3. SIMULASI WATER LEVEL CONTROL DENGAN PEMBERIAN GANGGUAN

Pada percobaan simulasi ini kita akan mencoba untuk mengendalikan ketinggian level air pada tangki apabila terdapat gangguan pada sistem. Istilah yang digunakan dalam memberikan gangguan adalah step, yaitu pemberian gangguan pada detik ke n-n. Berikut gambar hasil simulasinya dengan matlab.



Gambar Simulasi dengan Gangguan

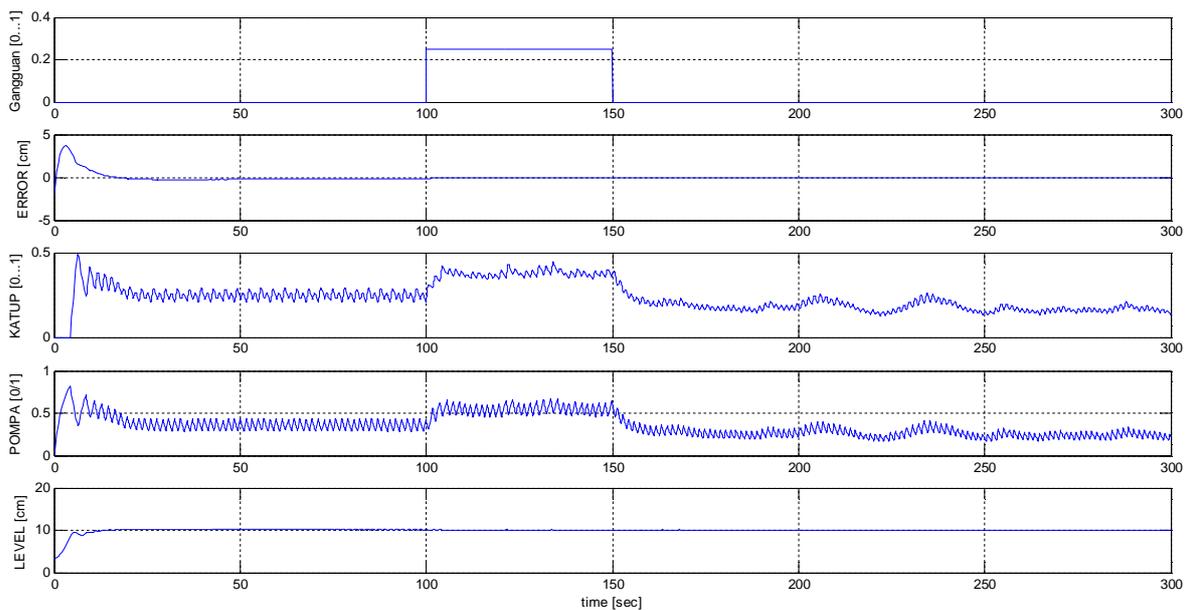


Gambar Subsistem Gangguan

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa gangguan mempengaruhi kinerja dari katup dan pompa. Gangguan inilah yang akan dicoba untuk ditangani dengan meminimalisir eror menggunakan pengendali. Berikut hasil pengambilan data yang kami lakukan untuk mengendalikan gangguan yang ada.

Diatur $K_p = 10$; $K_i = 10$; $K_d = 50$

Pengaturan ini adalah pengaturan yang kami peroleh setelah memberikan nilai yang berubah-ubah pada nilai K_p , K_i , dan K_d sehingga diperoleh level ketinggian air pada tangki yang cenderung seimbang. Nilai K_d dibuat sangat besar. Hal ini agar kesalahan yang terjadi segera ditangani. Sehingga diperoleh kinerja sistem dari masing-masing variabel seperti gambar berikut ini.



E. KESIMPULAN

1. Sistem pengendali PID dapat menstabilkan system atau output mendekati atau sesuai dengan harapan walaupun terdapat gangguan
2. Pengendali P bersifat seperti penguat sehingga mempercepat respon. Pengendali I dapat memperbaiki sekaligus menghilangkan respon steady-state, namun pemilihan K_i yang tidak tepat dapat menyebabkan respon transien yang tinggi sehingga dapat menyebabkan ketidakstabilan sistem.
3. Pengendali tipe D memiliki respon terhadap laju perubahan kesalahan menghasilkan koreksi yang berarti sebelum kesalahan tersebut bertambah besar, jadi efeknya adalah menghasilkan tindakan pengendalian yang cepat.

BAB 2

SILO TO SILO DENGAN MENGGUNAKAN KONVEYER

A. Pendahuluan

Proses yang terjadi dalam industri manufaktur merupakan suatu sistem yang terdiri dari berbagai subsistem. Masing subsistem menjalankan fungsi sehingga sistem yang lebih besar mampu menyelesaikan suatu proses produksi. Terdapat banyak subsistem yang menyusun sistem yang lebih besar. Subsistem tersebut berkeja dengan fungsi dan bagian tertentu dari sistem.

Sistem silo ke conveyor dan conveyor ke silo merupakan sistem yang umum dalam sistem produksi. Sistem ini berfungsi sebagai sistem transportasi material dalam proses produksi. Material akan diangkat, baik sebelum diolah ataupun setelah diolah menggunakan sistem ini.

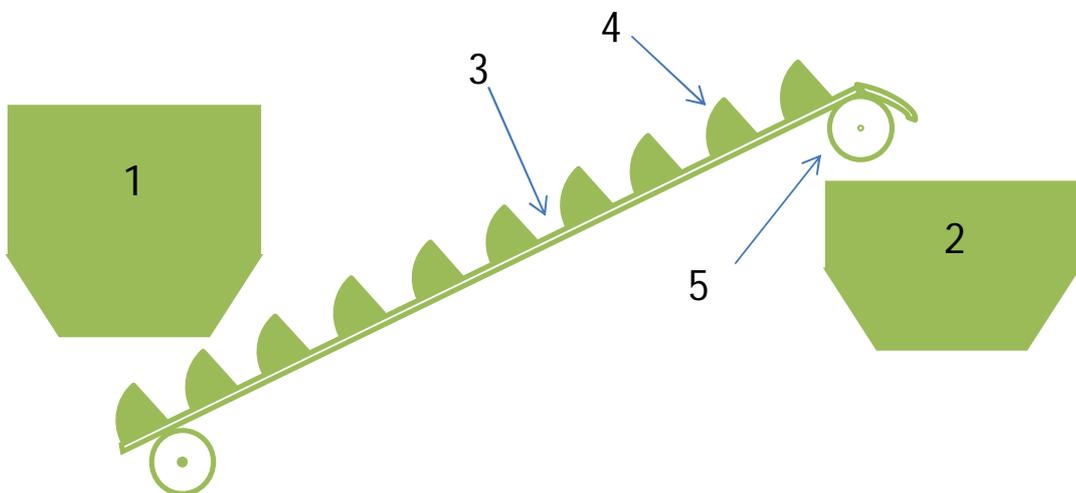
B. Tujuan Proyek

Proyek berupa simulasi Sistem kerja Silo ke Silo dengan menggunakan conveyor memiliki :

1. Dapat mengetahui Prinsip Kerja Sistem Silo ke Silo dengan menggunakan conveyor.
2. Mengetahui variabel yang berpengaruh pada pengiriman material.
3. Mampu membuat mendesain sistem dan melakukan simulasi.

C. Perancangan dan Pemodelan Sistem

1. Perancangan



Keterangan :

1. Silo 1
2. Silo2
3. Konveyor
4. Belt / Cawang
5. Motor

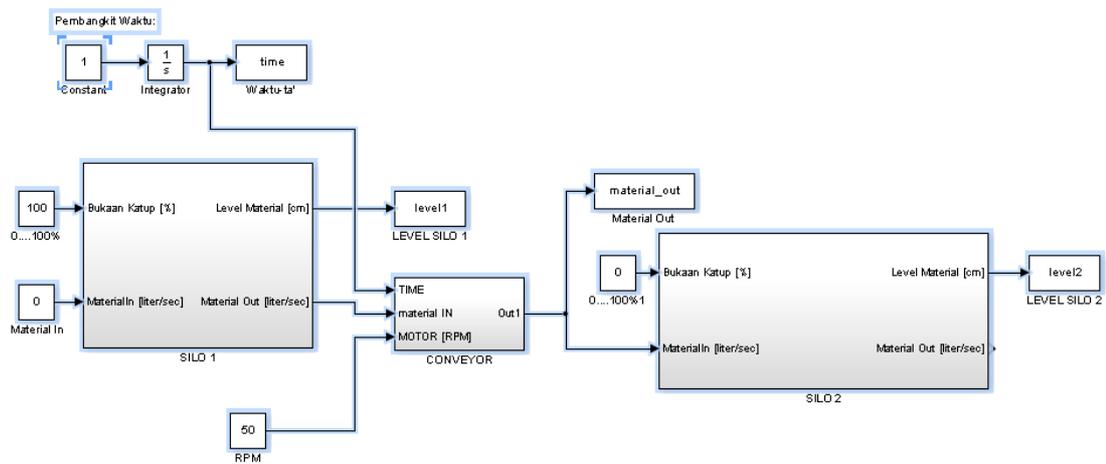
Dimensi – dimensi sistem :

- a. SILO 1
 - Diameter bagian Tabung = 26 cm

- Tinggi bagian tabung = 20,5 Cm
 - Tinggi Bagian kerucut = 12 cm
 - Diameter kerucut yang kecil = 4,5 cm
 - Diameter kerucut besar = diameter tabung
- b. Silo 2
- Diameter bagian Tabung = 26 cm
 - Tinggi bagian tabung = 10 cm
 - Tinggi Bagian kerucut = 12 cm
 - Diameter kerucut yang kecil = 4,5 cm
 - Diameter kerucut besar = diameter tabung
- c. Konveyor
- Konveyor terdiri dari 15 cawang antara Silo 1 dan Silo 2

2. Pemodelan

Sistem ini dimodelkan dengan menggunakan program Matlab 2013b, dengan tiga 4 bagian utama yaitu pembangkit waktu, Subsystem Silo1, Subsystem Silo2 dan Subsystem Conveyor. Bagian ini merupakan bagian penyusun sistem yang akan disimulasikan. Untuk melihat bentuk pemodelan dapat dilihat pada gambar berikut.

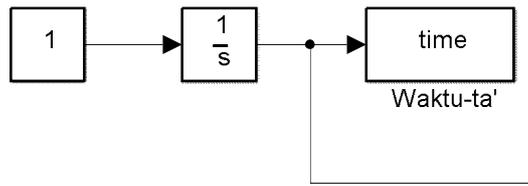


Gambar 2. Model Sistem Silo to Silo

Untuk mengamati secara lebih rinci, bagian tersebut perlu dijabarkan dalam sistem tersebut.

a. Pembangkit Waktu

Dalam sebuah sistem, pembangkit waktu dijadikan sebagai parameter waktu untuk melakukan perhitungan. Parameter ini digunakan oleh sistem pada besaran-besaran yang membutuhkan besaran waktu. Misalnya dalam perhitungan frekuensi, periode, atau dalam pembangkit sinyal sinus.

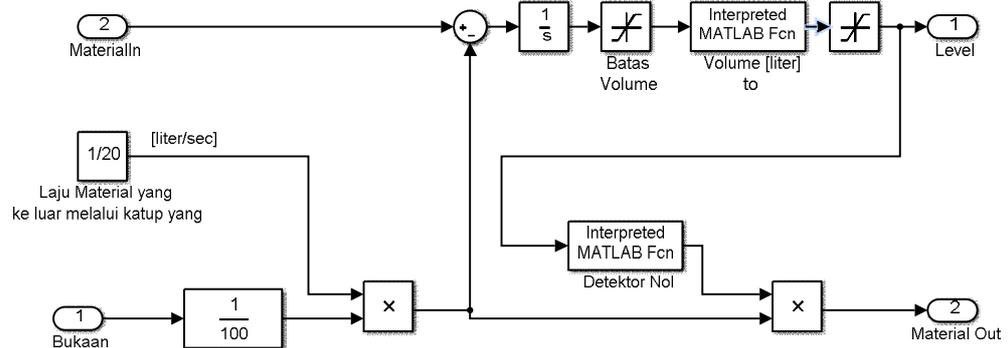


Gambar 3 : Pembangkit Waktu

b. Sub Sistem Silo 1 dan Silo 2

Pemodelan silo 1 sebagaimana yang terdapat pada gambar 4. Dalam model silo 1 terdapat 2 input yaitu material dengan satuan liter/sec dan bukaan katup dalam %. Untuk output ada 2, yaitu level material dalam (cm) dan material out dalam liter/second.

Saat input material berupa bahan padat masuk, untuk menghasilkan output berupa level (cm), data bahan tersebut perlu dilakukan konversi. Data Inputan dalam bentuk liter/second mesti dikonversi ke dalam bentuk centimeter untuk agar dapat menyatakan level material yang ada dalam silo.



Gambar 4. Pemodelan Silo 1 dan Silo 2

Cara kerja dari sistem yang terdapat pada silo 1 sama dengan sistem yang pada silo 2, yang membedakan keduanya adalah ukuran silo tersebut. Ukuran tinggi silo 1 lebi besar dari pada silo 2. Sebagai mana hasil pengukuran, silo 1 memiliki tinggi 33,5 cm dan silo 2 tingginya 20 cm.

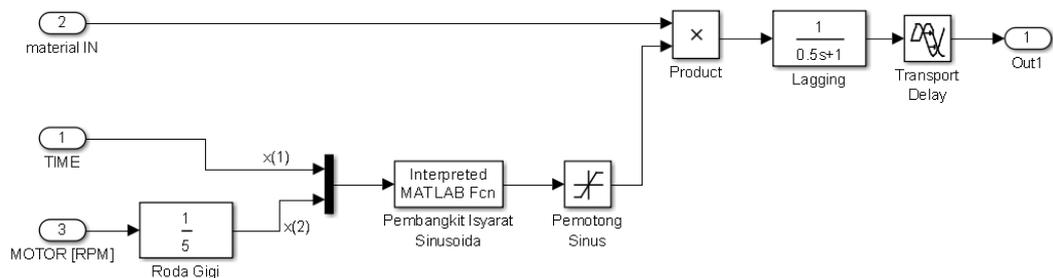
c. Subsystem Conveyor

Conveyor merupakan pengangkut material dari silo 1 ke silo 2. Conveyor akan membawa material dengan menggunakan cawang yang terpasang pada conveyor. Cawang ini sebagai penampung material yang akan ditumpahkan pada silo 2. Conveyor

sangat penting untuk menjaga sistem tetap bekerja dan dapat pula meningkatkan efisiensi sistem.

Untuk membentuk model yang dapat mewakili cara kerja dari conveyor, maka dibutuhkan 3 buah input, dan 1 output. Inputan terdiri dari input material, pewaktuan (time), dan kecepatan motor. Ketiga inputan inilah yang membuat sistem dapat bekerja. Sedangkan output hanya berupa material. Walaupun jika lebih diperinci, output dari sistem ini bisa lebih dari 1.

Untuk menjalankan conveyor dibutuhkan sebuah penggerak, maka dimasukkanlah inputan berupa kecepatan motor. Dalam pemodelan conveyor, waktu dibutuhkan sebagai besaran untuk membangkitkan gelombang sinus. Fungsi gelombang sinus untuk memodelkan bentuk cawang yang ada pada conveyor. Selanjutnya, material yang dibawah oleh conveyor. Untuk melakukan pemodelan sinyal sinus yang telah dipotong, kemudian dikalikan dengan material input. Sehingga dari sinilah akan didapatkan jumlah material yang terbawa pada setiap cawang yang ada pada conveyor. Berikut ini adalah blok diagram yang terdapat dalam model conveyor dengan menggunakan matlab.



Gambar 5. Model Sistem Conveyor

D. Pengujian dan Analisis

1. Pengujian

Pengujian Model akan dilakukan dengan merubah variabel yang ada pada conveyor. Perubahan dilakukan untuk mengamati sejauh mana pengaruh variabel tersebut terhadap efisiensi conveyor. Ada dua variabel yang diubah pada conveyor yaitu kecepatan motor dan tinggi cawang. Untuk mengubah tinggi cawang, maka amplitudo pada sintaks pembangkit sinyal sinus yang akan diubah.

Dari pengujian diperoleh data sebagai berikut.

Untuk Kecepatan Conveyor :

Volumer mterial silo 1 = 5 liter

Level Silo 1 : 16.6053

No	Kecepatan motor	Tinggi Cawang (amplitudo pemb. Sinus)	Volume Silo2	Level Silo2
1	100	2	2.435	11.77
2	200	2	2.43	11.74
3	300	2	2.408	11.72
4	400	2	2.415	11.73

Untuk Amplitudo :

Volumer mterial silo 1 = 5 liter

Level Silo 1 : 16.6053

No	Kecepatan motor	Tinggi Cawang (amplitudo pemb. Sinus)	Volume Silo2	Level Silo2
1	250	2	2.419	11.74
2	250	2.5	2.543	11.98
3	250	3	2.624	12.13
4	250	3.5	2.681	12.24

Analisi Data

Data di atas merupakan hasil perhitungan menggunakan model simulasi matlab sebagaimana yang digunakan. Variabel yang diubah nilainya yaitu kecepatan motor yang menggerakkan conveyor. Hal tersebut dilakukan untuk mengamati perubahan level yang terjadi pada silo 2. Berdasarkan data di atas diperoleh adanya perubahan pada volume dan level material yang ada pada silo2.

Untuk perubahan pada variabel kecepatan, perubahan yang didapat tidak begitu signifikan. Jika kita amati data pada variabel tersebut, terdapat kecenderungan bahwa semakin kecepatan ditambahkan level material yang pada silo 2 semakin menurun. Sehingga yang terlihat bahwa semakin cepat putaran motor, maka akan menyebabkan material yang diangkut semakin banyak yang hilang. Pada kecepatan 100 rpm, level pada silo2 sebesar 11.77 cm. Saat kecepatan motor 200 rpm, nilai levelnya menurun sebesar 0.03 cm. Begitu pun saat 300 rpm, mengalami penurunan dengan nilai level 11.72. Namun pada kecepatan 400rpm nilai level meningkat 0.01. Walaupun perubahan berada pada rentang nilai yang kecil, namun jika pada material dengan jumlah yang besar nilai ini tentu sangat berpengaruh pada hasil produksi dan efisiensi Alat.

Untuk perubahan pada amplitu sinyal sinus, atau dalam hal ini, nilai kemiringan cawang pada conveyor, data yang diperoleh sebagaimana yang diperlihatkan oleh tabel diatas. Dari data tersebut, terlihat ada perbedaan antara kecepatan dan amplitudo. Jika pada data kecepatan kecenderungan dari data tersebut berbanding terbalik, sedangkan pada amplitudo data cenderung berbanding lurus. Saat nilai amplitudo 2 cm, level silo2 11,74 cm, ketika 2,5 level meningkat 11,98, ketika nilai amplitudonya terus dinaikkan menjadi 3, level silo 2 menjadi 12.13, dan begitu pula pada amplitudo 3.5, kenaikan levelnya menjadi 12,24.

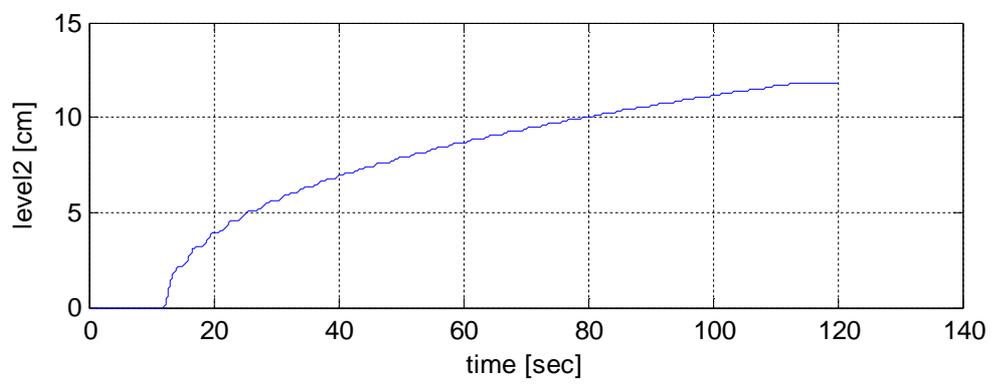
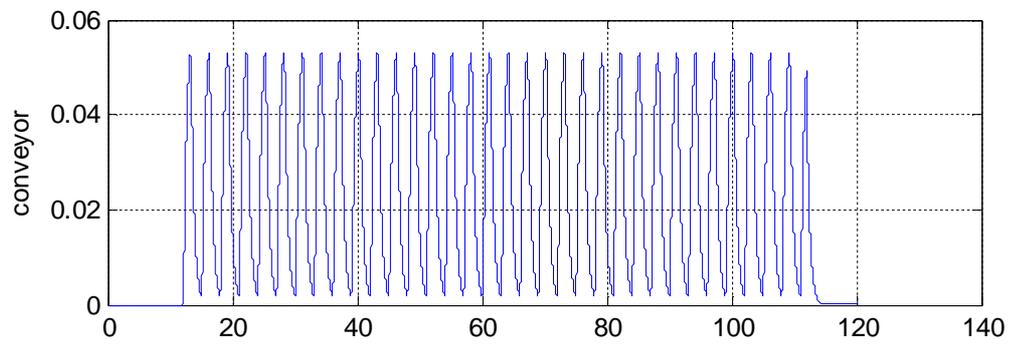
E. Kesimpulan

Dari data yang telah diambil pada simulasi silo ke silo dengan conveyor, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan.

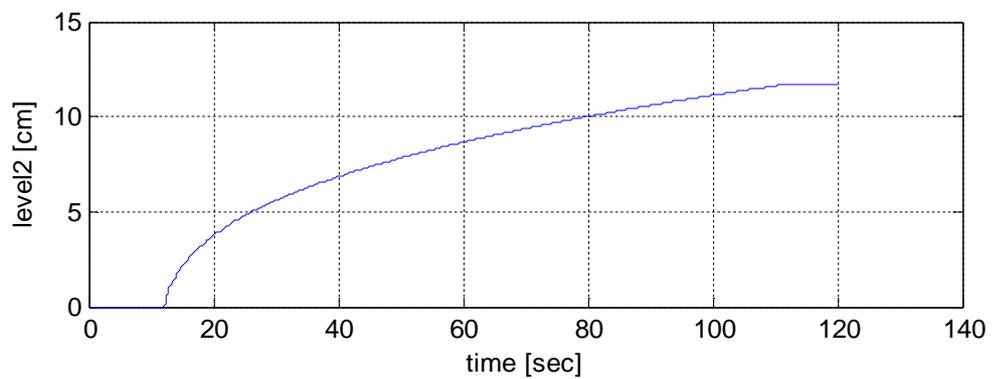
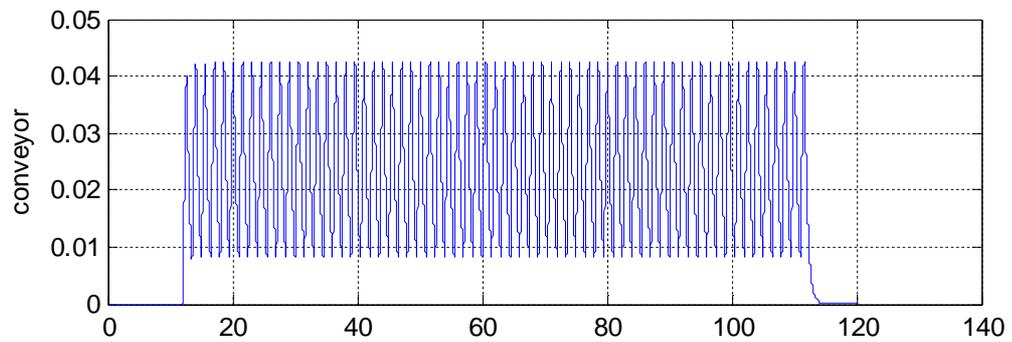
1. Prinsip kerja sistem ini sangat ditentukan oleh kualitas conveyor.
2. Kecepatan motor conveyor mengurangi efisiensi dari conveyor, sedangkan tinggi cawang dapat meningkatkan efisiensi conveyor.

Data Grafik

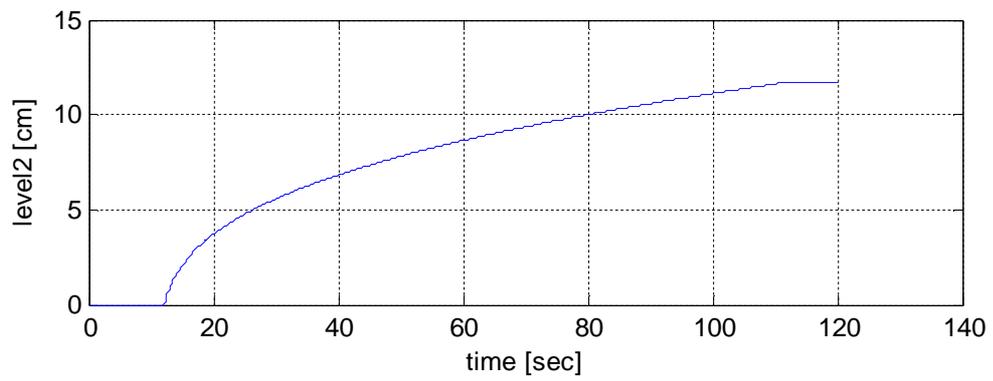
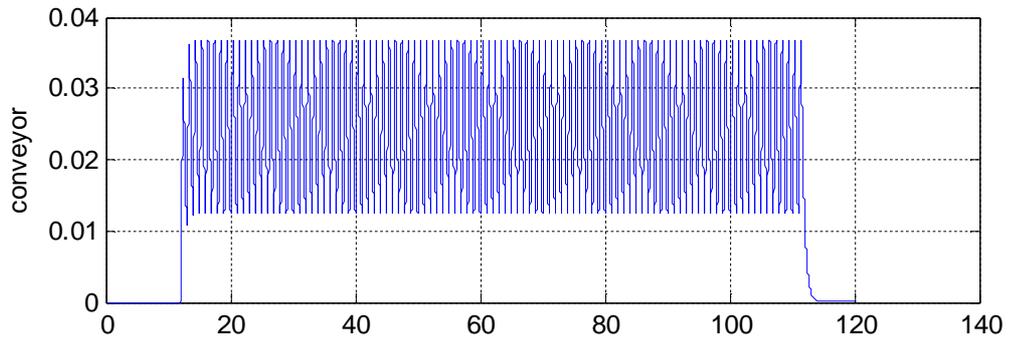
Kecepatan motor = 100 rpm



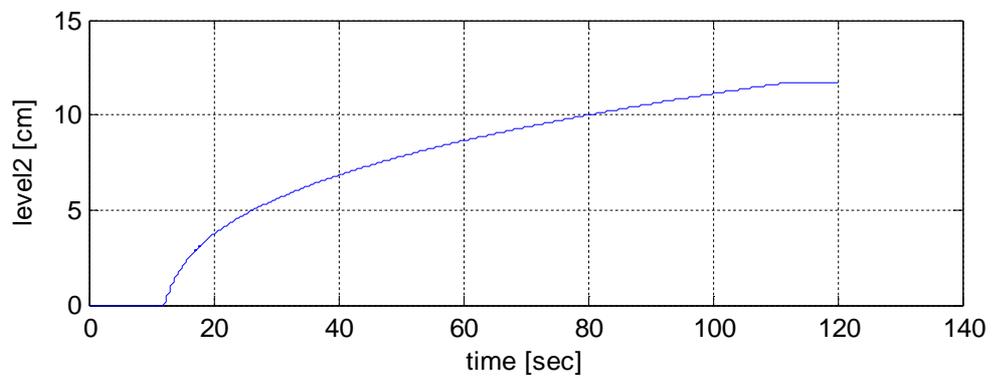
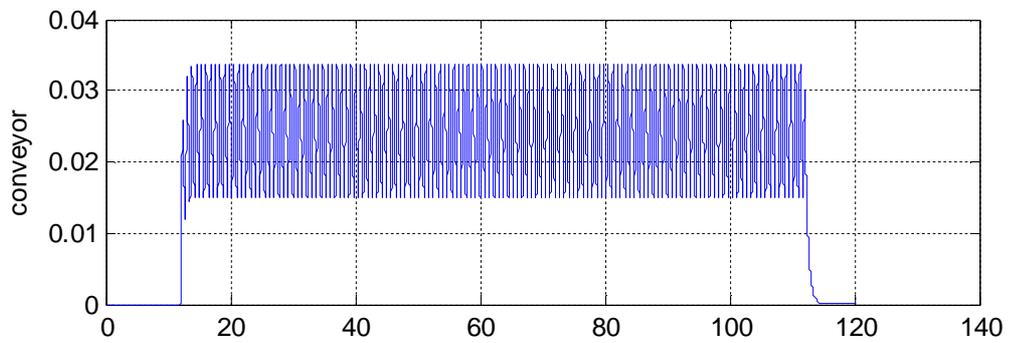
Kecepatan motor = 200 rpm



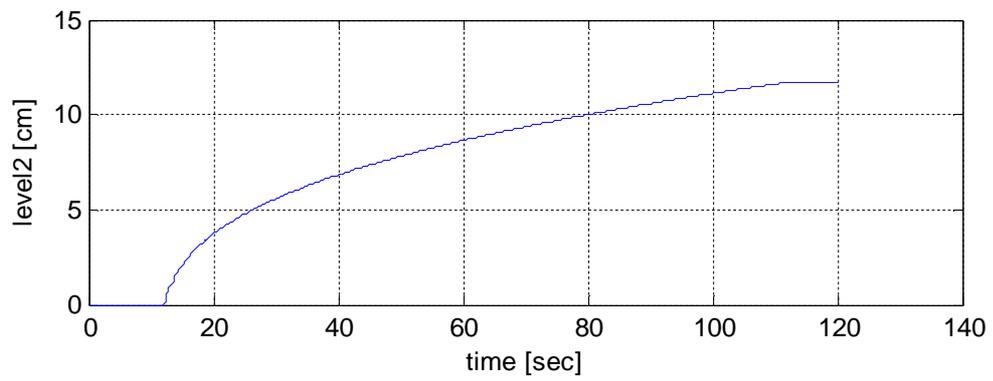
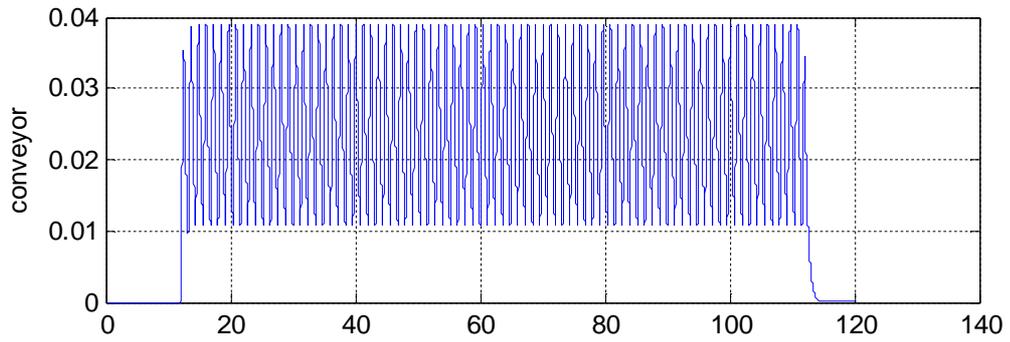
Kecepatan Motor = 300 rpm



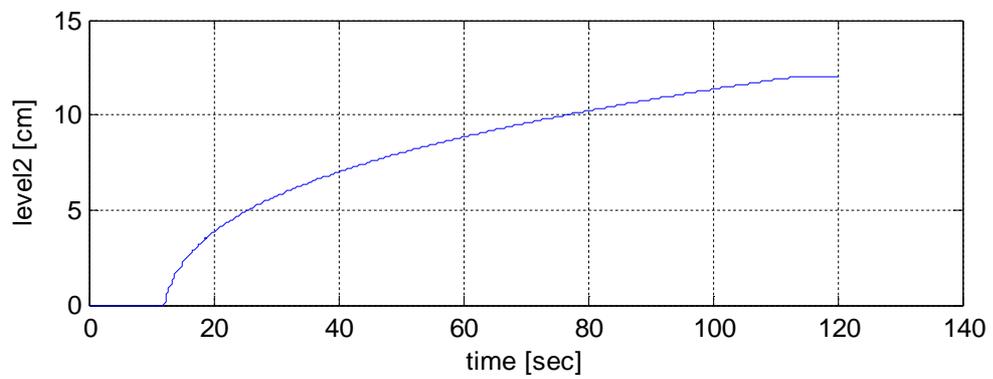
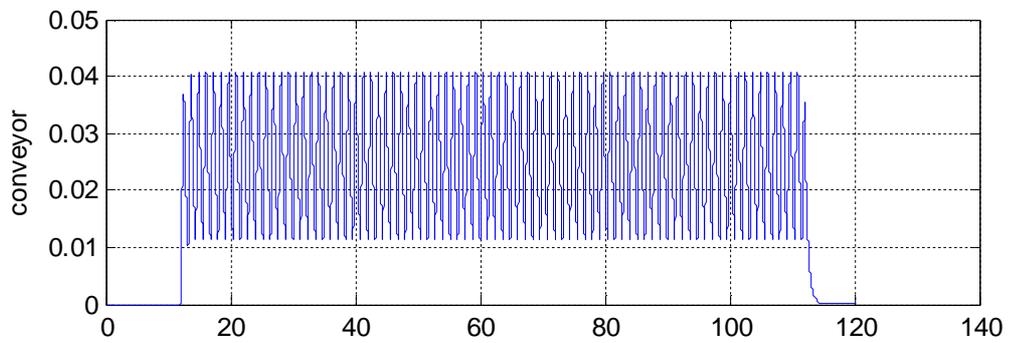
Kecepatan motor = 400 rpm



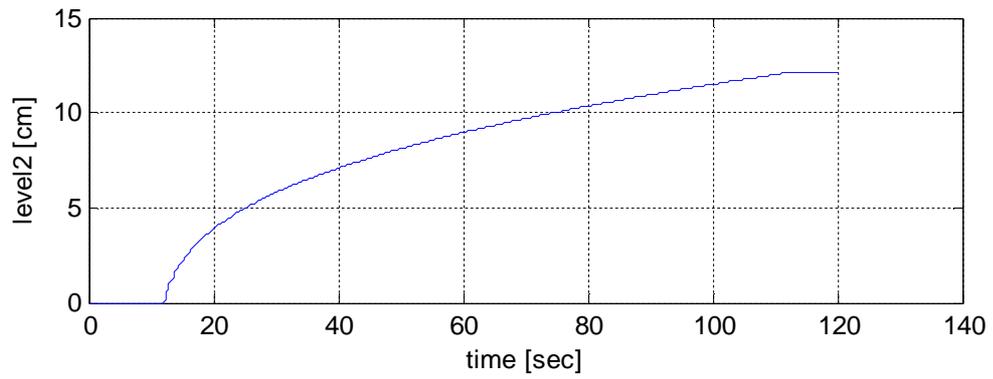
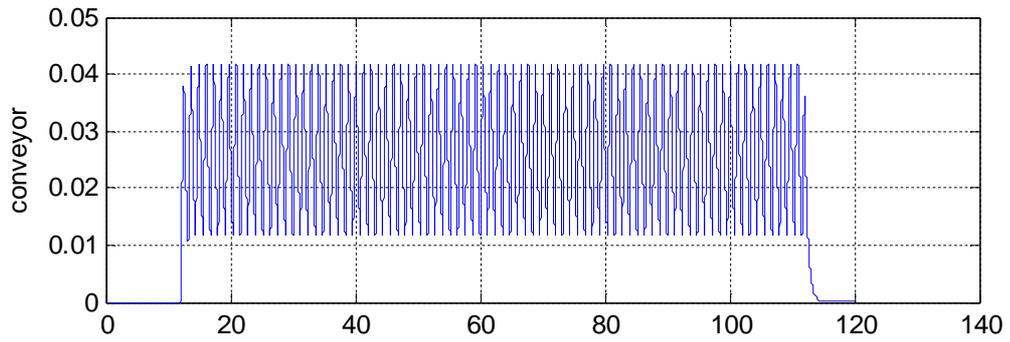
Amplitudo 2 cm



Amplitudo 2.5 cm



Amplitudo 3 cm



Amplitudo 3.5 cm

