

**LAPORAN PROJECT
MATA KULIAH TEKNOLOGI KENDALI PROSES**

**“Project Water Level Control dan
Project Silo to Silo Menggunakan Conveyor”**



**DISUSUN OLEH :
MUH FAKHRI / D411 12 286
FAIZAL NAHRIR / D411 12 107**

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunianya laporan project mata kuliah Teknologi Kendali Proses dapat terselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan laporan ini. Semoga dengan adanya laporan ini dapat memberi pemahaman kita tentang teknologi kendali proses khususnya di dunia industri.

Perlu disadari bahwa penyusunan makalah ini jauh dari kata kesempurnaan oleh karena itu kami meminta masukan dan kritik bersifat membangun bukan menjatuhkan agar kedepannya pengerjaan laporan dimasa mendatang dapat lebih baik lagi.

Sekali lagi kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya sekian.

Penyusun

BAB 1

PROJECT WATER LEVEL CONTROL

PENDAHULUAN

Dunia industri terus berkembang dengan sistem-sistem yang baru dalam bidang manufaktur maupun energi, khususnya sistem kontrol. Saat ini banyak sekali ditawarkan suatu metode kontrol yang efektif dan mudah untuk diimplementasikan, salah satunya kontrol dengan sistem PID (Proporsional Integral Derivative).

Kontrol level air merupakan salah satu dari sekian banyak system yang ada dalam dunia industri. Selain sederhana, sistem tersebut banyak sekali digunakan dalam dunia industri, misalnya: industry kimia, proses produksi minyak dan gas, dan lain-lain.

Pada project ini dilakukan proses kontrol level air dari suatu prototype Water Level Control dari GUNT. Kontrol yang digunakan menggunakan sistem PID. Dalam kontrol level air, terjadi ketidakstabilan dalam hal level air. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal tersebut digunakan sistem PID untuk menstabilkan. Pada project ini, dengan bantuan matlab dilakukan simulasi dari model Water Level Control GUNT dengan menggunakan sistem PID

TUJUAN

- a. Mengamati output dari sistem yang tidak memiliki pengendali, diberikan pengendali, dan diberikan gangguan
- b. Mengamati pengaruh tiap-tiap pengendali pada kinerja control sistem
- c. Menentukan karakteristik pengendali PID (Proporsional, Integral, Derivatif) sehingga didapatkan level air yang stabil

DASAR TEORI

1. Kontrol PID

Kontrol PID merupakan alat standar bagi otomasi industri. Fleksibilitas pada kontroler membuat kontrol PID digunakan pada banyak situasi. Kontroler juga dapat digunakan pada selective control maupun konfigurasi kontroler yang lain. Algoritma PID dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$u(t) = K_c (e(t) + \frac{1}{T_I} \int_0^t e(t) dt + T_D \frac{de}{dt})$$

dimana,

$u(t)$ = sinyal kontrol

$e(t)$ = error

K_c = gain kontroler

T_I = integral time

T_D = derivative time

Pengendali Proporsional (P)

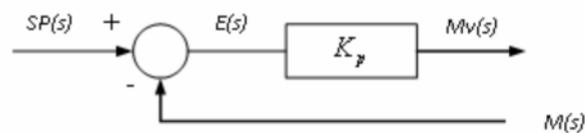
Kontroler proporsional memiliki 2 parameter, pita proporsional (*proportional band*) dan konstanta proporsional. Daerah kerja kontroler efektif dicerminkan oleh pita proporsional sedangkan konstanta proporsional menunjukkan nilai factor penguatan terhadap sinyal kesalahan, K_p . Hubungan antara *proporsional band* (PB) dengan *konstanta proporsional* (K_p) ditunjukkan secara oleh Persamaan berikut:

$$PB = \frac{100\%}{K_p}$$

Dimana : $PB = \text{Proportional Band}$

$K_p = \text{Gain Proses}$

Diagram blok pengendali proporsional ditunjukkan seperti pada gambar berikut:



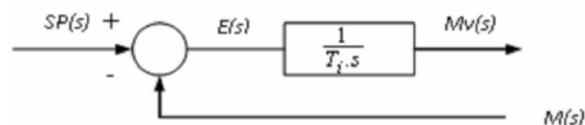
Penggunaan mode kontrol proporsional harus memperhatikan hal – hal berikut :

- jika nilai K_p kecil, mode kontrol proporsional hanya mampu melakukan koreksi kesalahan yang kecil, sehingga akan menghasilkan respon sistem yang lambat.
- jika nilai K_p dinaikkan, respon sistem menunjukkan semakin cepat mencapai keadaan stabilnya.
- Namun jika nilai K_p diperbesar sehingga mencapai harga yang berlebihan, akan mengakibatkan system bekerja tidak stabil, atau respon sistem akan berosilasi.

Kontrol P (*Proportional*) selalu sebanding dengan besarnya input. Bentuk *transfer function* dari kontrol P adalah $U = Kc \cdot e$ dimana ; $Kc = \text{gain kontrol proporsional}$

Pengendali Integral (I)

Kontroller integral memiliki karakteristik seperti halnya sebuah integral. Keluaran kontroller sangat dipengaruhi oleh perubahan yang sebanding dengan nilai sinyal kesalahan. Keluaran kontroller ini merupakan jumlahan yang terus menerus dari perubahan masukannya. Kalau sinyal kesalahan tidak mengalami perubahan, keluaran akan menjaga keadaan seperti sebelum terjadinya perubahan masukan. Diagram blok mode kontrol *integral* ditunjukkan oleh gambar berikut:



Kontroler integral mempunyai beberapa karakteristik berikut ini:

- Keluaran kontroler butuh selang waktu tertentu, sehingga kontroler integral cenderung memperlambat respon.
- Ketika sinyal kesalahan berharga nol, keluaran kontroler akan bertahan pada nilai sebelumnya.

- Jika sinyal kesalahan tidak berharga nol, keluaran akan menunjukkan kenaikan atau penurunan yang dipengaruhi oleh besarnya sinyal kesalahan dan nilai K_i .
- *Konstanta integral* K_i berharga besar, *offset* akan cepat hilang. Saat nilai K_i besar akan berakibat peningkatan osilasi dari sinyal keluaran controller.

Transfer function dari unit *control integral* adalah :

$$U = \frac{1}{T_I} K_c \int e \cdot dt$$

Dimana :

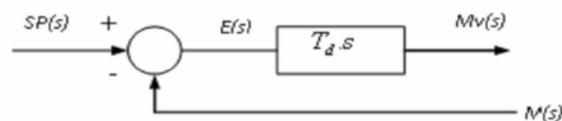
T_I = *integral time*

e = *error* (input dari unit *control*)

K_c = gain dari *controller*

Pengendali Differensial (D)

Keluaran controller *differensial* memiliki sifat seperti halnya suatu operasi *derivatif*. Perubahan yang mendadak pada masukan controller, akan mengakibatkan perubahan yang sangat besar dan cepat. Diagram blok pengendali difrensial ditunjukkan oleh gambar berikut:



Karakteristik dari controller *differensial* adalah sebagai berikut:

- Kontroler ini tidak dapat menghasilkan keluaran bila tidak ada perubahan atau *error* sebagai sinyal kesalahan untuk masukannya.
- Jika sinyal error berubah terhadap waktu, maka keluaran yang dihasilkan controller tergantung pada nilai T_d dan laju perubahan sinyal kesalahan.
- Controller *differensial* mempunyai karakter untuk mendahului, sehingga controller ini dapat menghasilkan koreksi yang signifikan sebelum pembangkit error menjadi sangat besar. Jadi controller *differensial* dapat mengantisipasi pembangkit error, memberikan aksi yang bersifat korektif, dan cenderung meningkatkan stabilitas sistem.

Transfer function dari unit *control differential* adalah :

$$U = K_c \cdot T_D \frac{de}{dt}$$

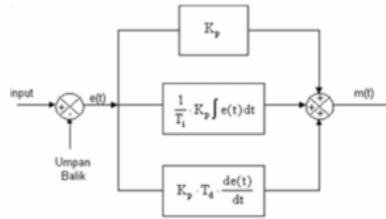
dimana,

K_C = *gain*

e = *error*

T_D = *derivative time*

Keluaran controller PID merupakan penjumlahan dari keluaran controller proporsional, controller integral dan controller differensial. Gambar diatas menunjukkan hubungan input dan output pada mode control PID. Karakteristik controller PID sangat dipengaruhi oleh kontribusi besar dari ketiga parameter P, I dan D. Pengaturan nilai konstanta K_p , T_i , dan T_d akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing elemen.

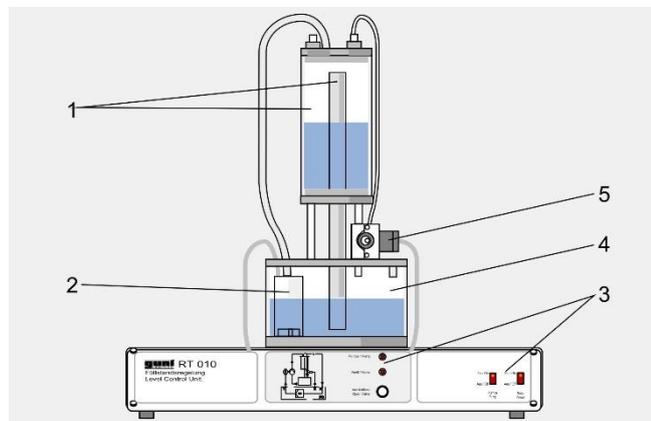


Satu atau dua dari ketiga konstanta tersebut dapat disetting lebih menonjol dibanding yang lain sehingga konstanta yang menonjol itulah akan memberikan kontribusi lebih dominan pada respon sistem secara keseluruhan. Pengaruh nilai K_p , T_i dan T_d pada respon sistem adalah :

- K_p yang kecil akan membuat pengendali menjadi sensitif dan cenderung membawa loop beresilasi, sedangkan K_p yang besar akan meninggakan *offset* yang besar juga.
- T_i yang kecil bermanfaat untuk menghilangkan *offset* tetapi juga cenderung membawa sistem menjadi lebih sensitif dan lebih mudah beresilasi, seangkan T_i yang besar belum tentu efektif menghilangkan *offset* dan juga cenderung membuat sistem menjadi lambat.
- T_d yang besar akan membawa unsur D menjadi lebih menonjol sehingga respon cenderung cepat, sedangkan T_d yang kecil kurang memberi nilai ekstra pada saat – saat awal.

2. Water Level GUNT

Pada proyek ini, dibuatkan model dari sistem berikut pada simulink matlab:



Level control diatas terdiri atas beberapa bagian yaitu:

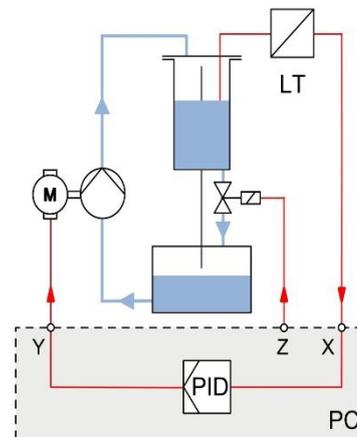
1. Level-controlled tank with overflow
2. Pump
3. Displays and controls
4. Storage tank
5. Proportional valve

Dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Level-controlled tank
- capacity: 1200mL

- Storage tank
 - capacity: 3700mL
- Pump
 - power consumption: 18W
 - max. flow rate: 8L/min
 - max. head: 6m
- Proportional valve: Kvs: 0,7m³/h
- Pressure sensor: 0...30mbar (0...300mm)
- Software controller configurable as P, PI, PID and switching controller
- Software
 - process schematic with controller type selection (manual, continuous controller, two- or three-point controller, programmer)
 - time functions
 - simulation function
 - disturbance variable input
- Dimensions and Weight
 - LxWxH: 600x450x800mm
 - Weight: approx. 22kg

Prinsip kerja dari sistem ini adalah: Air yang berada di storage tank (tangki penyimpanan) dengan menggunakan pompa yang terkendali dipompa untuk mengisi level-controlled tank (tangki level) ketika ketinggian air sudah lebih besar atau mencapai level yang di setting maka ketinggian tersebut dibaca sensor ketinggian dan pengendali akan membuka katup sehingga dihasilkan ketinggian sesuai setting. Ketika level-controlled tank melebihi kapasitasnya maka secara otomatis air akan kembali ke storage tank menggunakan pipa overflow. Sinyal output dari sensor mempengaruhi kecepatan motor dan laju aliran air.



ANALISA DAN HASIL PENGAMATAN

Simulasi dilakukan menggunakan fasilitas simulink matlab water level control GUNT dibuatkan modelnya di matlab. Pada proyek ini, simulasi yang dilakukan yaitu simulasi tanpa pengendali, dengan pengendali dan dengan gangguan.

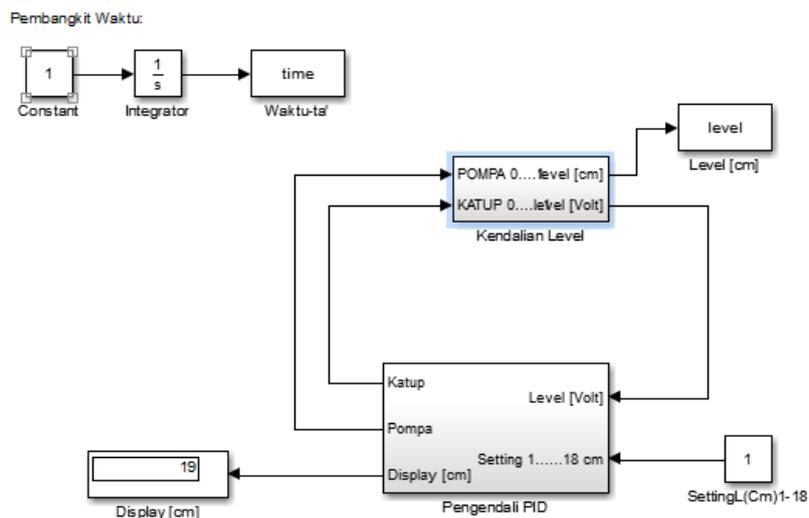
Simulasi dengan pengendali adalah simulasi water level control yang memanfaatkan pengendali PID dalam mengendalikan ketinggian air pada tangki. Hal-hal yang berpengaruh dalam kendalian tersebut adalah pompa dan katup yang akan diatur agar menghasilkan level ketinggian air pada tangki yang sesuai dengan 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.

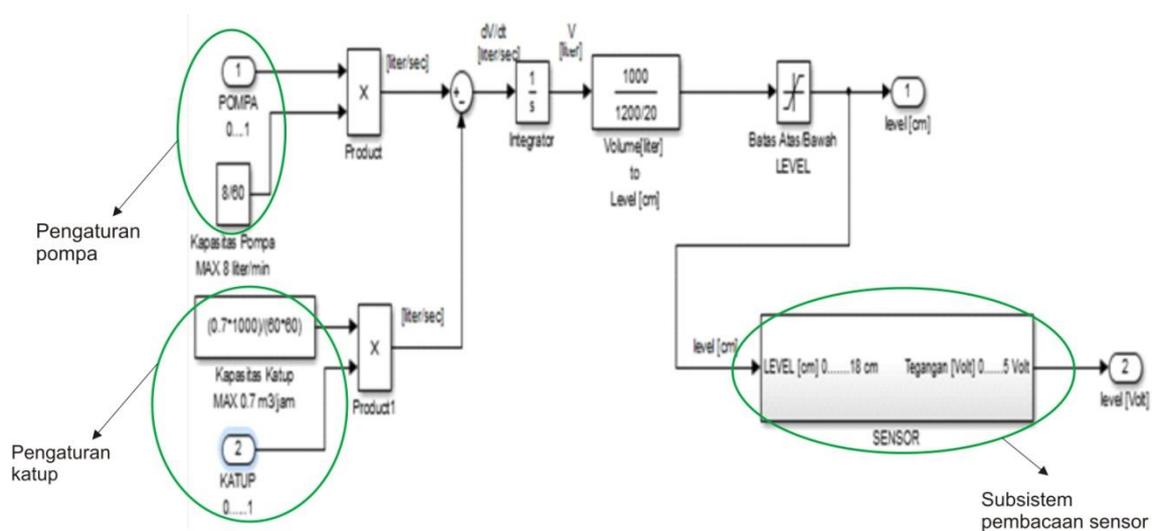
- SIMULASI WATER LEVEL CONTROL TANPA PENGENDALI**

Pada simulasi ini, ketinggian airnya selalu pada level maksimum (overflow). Level ketinggian air tersebut tidak dapat disetting melainkan akan tetap, sesuai dengan level overflow dari alat tersebut.

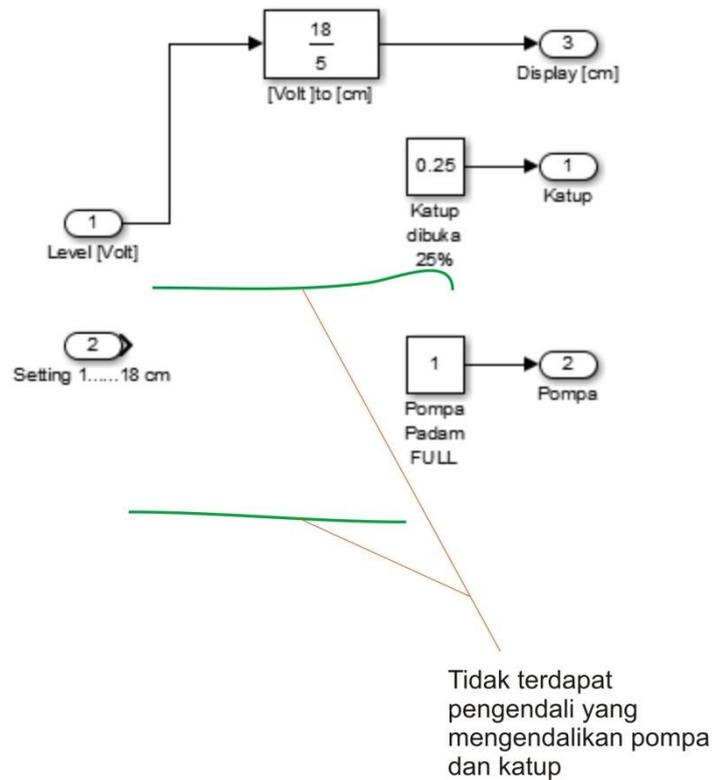
Gambar simulasi water level control pada simulink seperti gambar dibawah. Simulasi terdiri atas sistem pengendali PID, sistem kendalian level, display, setting, dan level.



Gambar Simulasi Water Level Control Tanpa Pengendali



Gambar Subsystem Kendalian Level

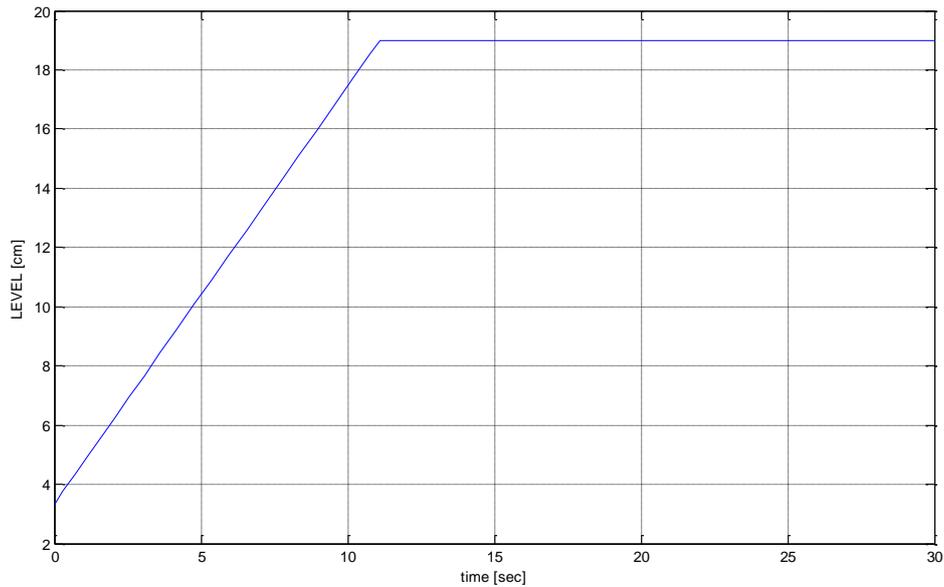


Gambar Subsistem Pengendali PID

Pada gambar **subsistem Pengendali PID** terlihat bahwa pengendali ini blum memiliki sistem PID. Sehingga pengaturannya dilakukan secara manual. Katup dari water level control diset pada nilai 0.25 dengan demikian katup dibuka 25 % dan pompa diset 1 dengan demikian pompa padam.

Pada gambar **subsistem Kendalian Level** terlihat bahwa output dari susbsitem Pengendali yang berupa nilai pompa dan katup dimasukkan ke Kendalian Level. Nilai pompa dikalikan dengan kapasitas pompa. Ketika nilai pompa 0 maka hasil kalinya adalah nol , berarti pompa padam. Nilai katup juga dikalikan dengan kapasitas bukaan katup. Kedua hasil tersebut di kurangkan lal dimasukkan ke intgrator. Outpu intgator berupa liter ehingga dikonersi ke cm. Selanjutnya dilakukan pembatasan. Sehingga didapatlah nilai levelnya. Nilai level tersebut diubah ke volt oleh sistem pembacaan sensor untuk diumpnan ke subsistem Pengendali PID ntuk diolah.

Hasil simulasi menunjukkan level ketinggian air pada tangki akan selalu berada pada level overflow atau maksimum yaitu pada ketinggian 19 cm. Seperti yang dapat dilihat pada gamba berikut.

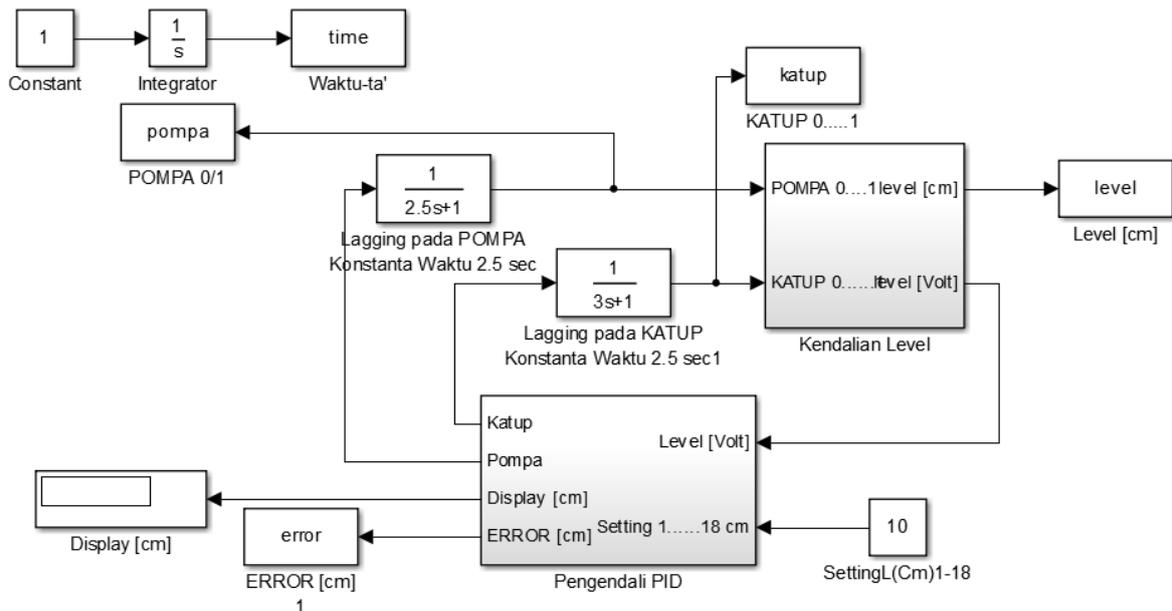


Gambar Hasil Keluaran Simulasi Tanpa Pengendali

Pada gambar diatas terlihat bahwa pompa aktif sedangkan katup hanya dibuka 25 %. Ketinggian awal tangki air sekita 3,5 cm. Ketika pompa aktif tangki terisi. Tangki terisi secara linear dari detik 0 sampai detik ke 12. Setelah detik ke 12 tangki sudah penuh, pada ketinggian 19 cm. Karena pompa terus aktif maka tangki juga terisi terus. Namun karena adanya fasilitas overflow pada tangki sehingga level ketinggian akan selalu berada pada ketinggian 19 cm sesuai settingan overflow.

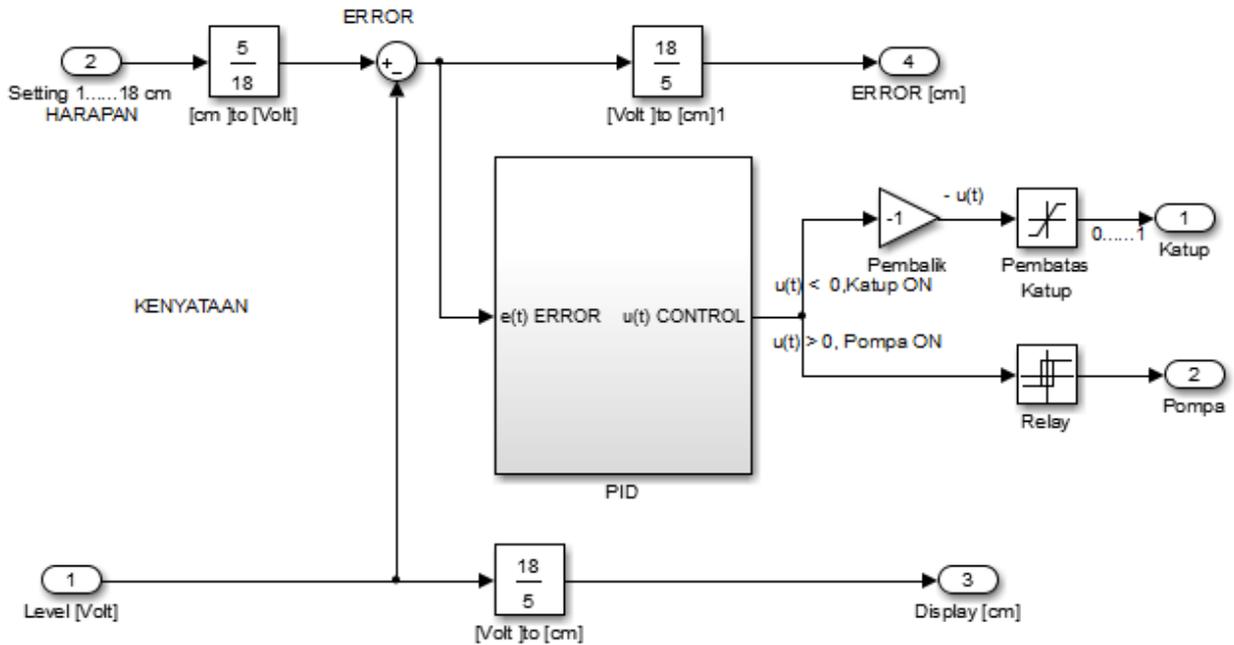
• **SIMULASI WATER LEVEL CONTROL DENGAN PENGENDALI**

Pembangkit Waktu:

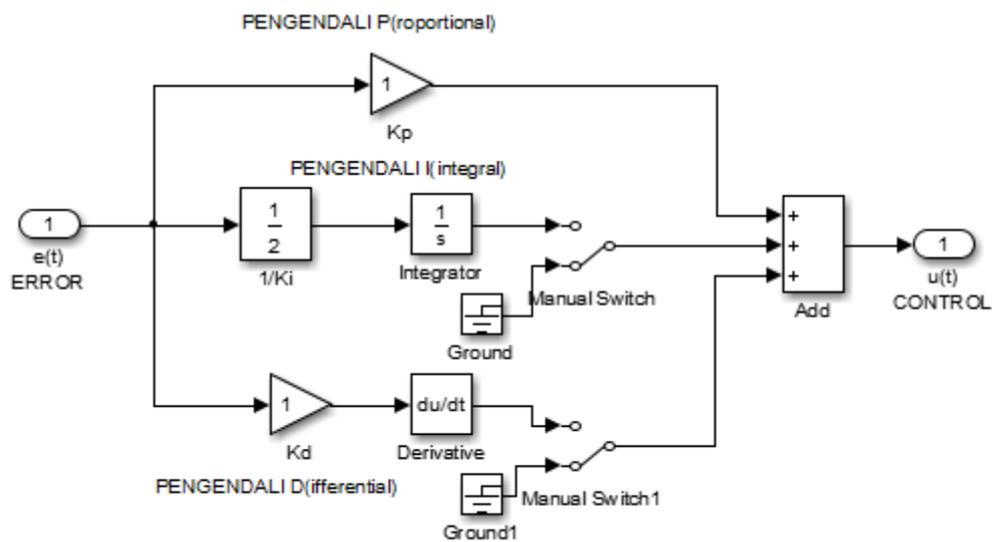


Gambar Simulasi Water Level Control dengan Pengendali

Dari gambar di atas terlihat bahwa dilakukan penambahan variabel output yaitu EROR untuk melihat error yang terjadi.. Setting dalam sistem kendalian ini adalah 10 cm. Pada pompa dan katup diberikan lagging. Pada pompa sebesar 2,5 detik dan katup sebesar 2,5 detik juga.



Gambar Simulasi Subsistem Pengendali PID



Gambar Simulasi Subsistem PID

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

Gambar **subsistem PID** diatas terlihat bahwa nilai error yang terjadi diatasi oleh pengendali PID dengan melakukan pengontrolan sesuai pengaturan berikut:

Ketika Error + berarti bahwa Harapan (ketinggian yang diinginkan) > Kenyataan (ketinggian yang dihasilkan), maka Pompa On sehingga akan dialirkan air untuk mengisi tangki sampai pada ketinggian yang diinginkan.

Ketika Error - berarti bahwa Harapan (ketinggian yang diinginkan) < Kenyataan (ketinggian yang dihasilkan), maka Katup On sehingga tangki air akan dikuras sampai pada ketinggian yang diinginkan.

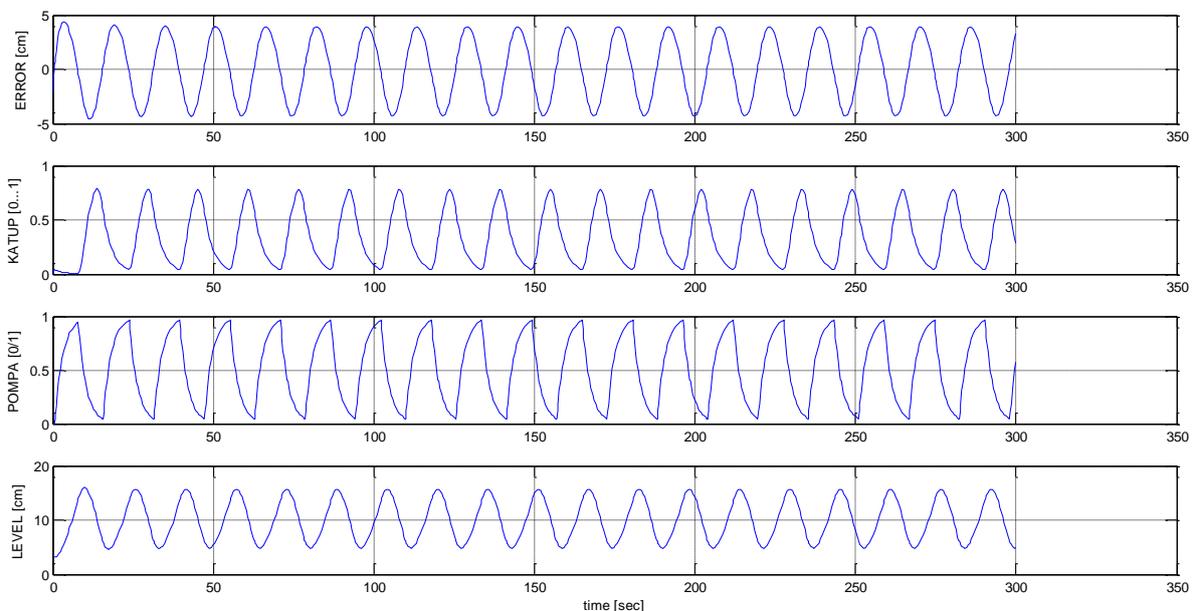
Berikut ini hasil keluaran yang diperoleh dengan memberikan pengendali yang berbeda-beda dengan besar nilai tiap pengendali yang berbeda-beda pula. Besar nilai yang digunakan dalam tiap pengendali menggunakan metode Heuristik.

Pengendali P

Pada simulasi pengendalinya hanya 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.

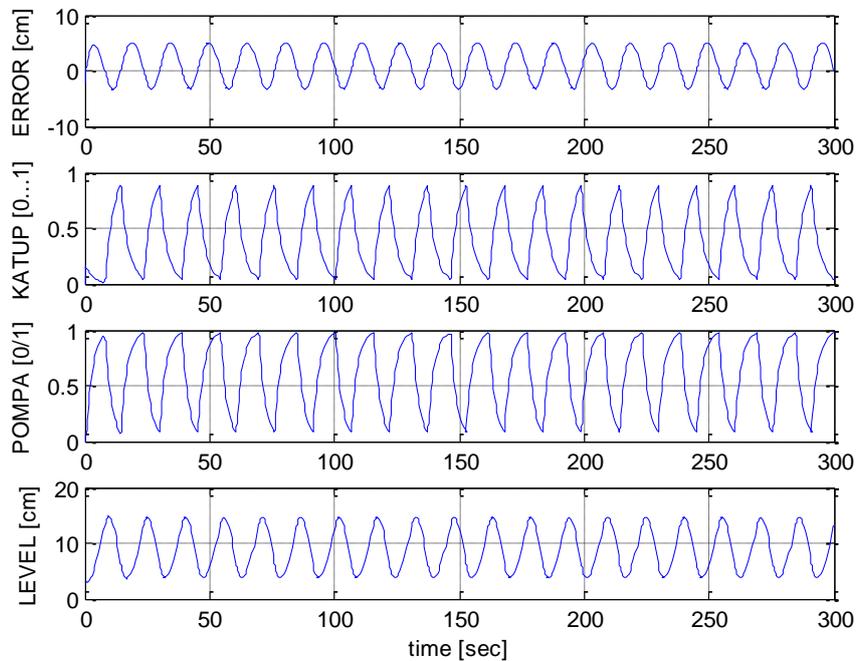
- Ketika $K_p = 1$

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. Error yang terjadi cukup besar. Sehingga mempengaruhi kontrol katup dan pompa sehingga berakibat pada ketinggian (level) air.



- $K_p = 98$

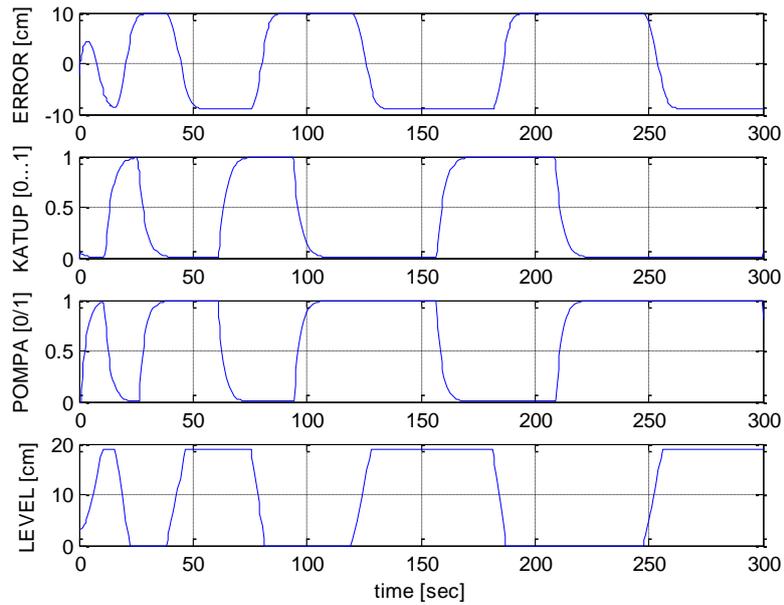
Hasil yang masih tidak stabil dan cenderung sama dengan kondisi sebelumnya. Pada kondisi ini pompa dan katup mengalami kondisi on off yang begitu tajam. Hal ini karena sifat dari K_p yang semakin memperngaruhi sistem yaitu kecepatan respon sehingga diperoleh hasil seperti gambar berikut ini. Namun terlihat bahwa error yang terjadi lebih kecil ketika $K_p=1$.



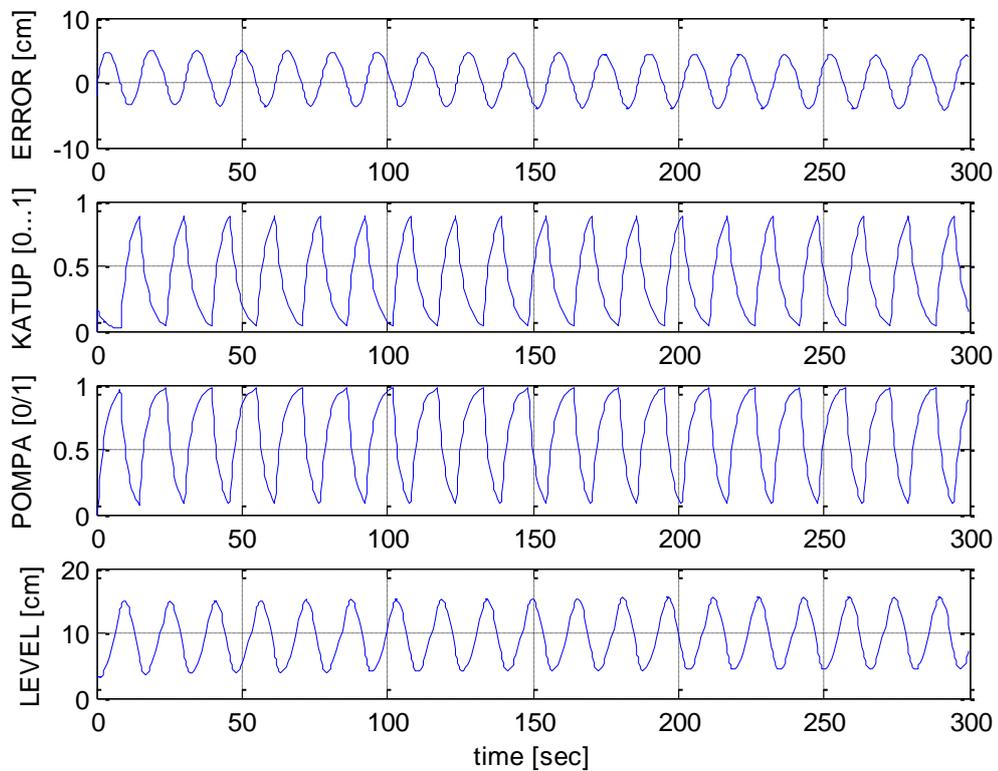
Pengendali PI

Pada simulasi ini ditambahkan pengendali I. 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). Error yang terjadi sangat besar.. Pada level juga terjadi overflow disebabkan respon pompa dan katup yang begitu lambat. Hal ini disebabkan kurangnya nilai P.

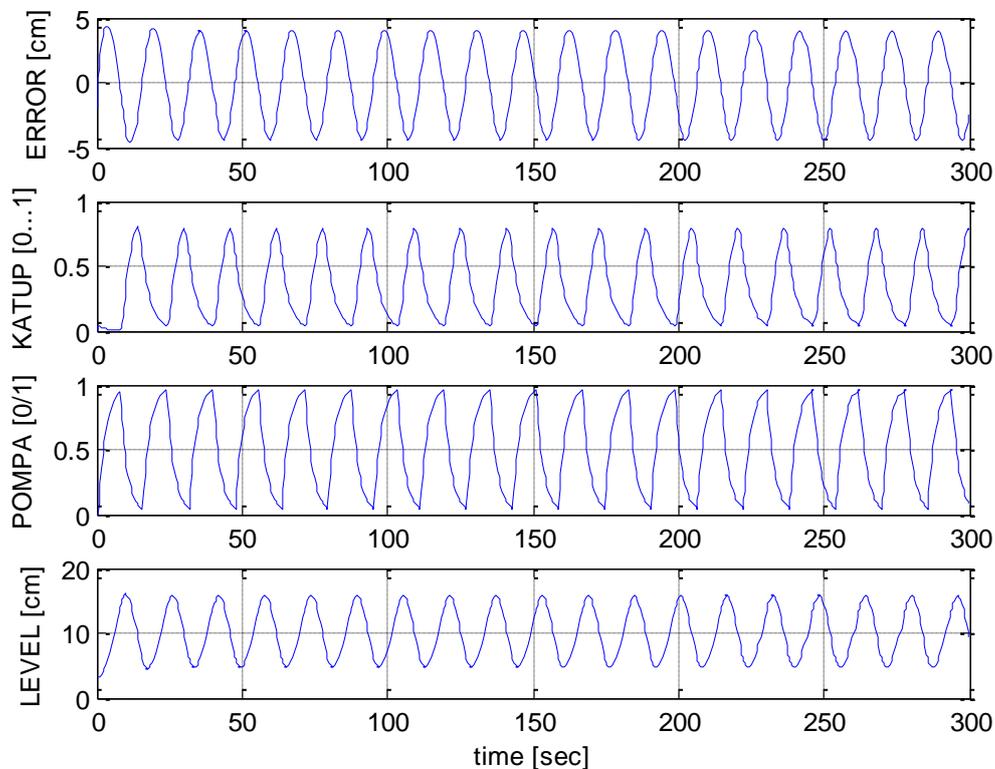


- Ketika $K_p=100$; $K_i = 2$
 Dengan memperbesar pengendali P. Keluaran yang dihasilkan masih tidak stabil tetapi dalam kondisi ini overflow sudah tidak terjadi. Dan error mengecil. Respon katup dan pompa sudah baik.



- Ketika $K_p = 1$; $K_i = 180$
 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.

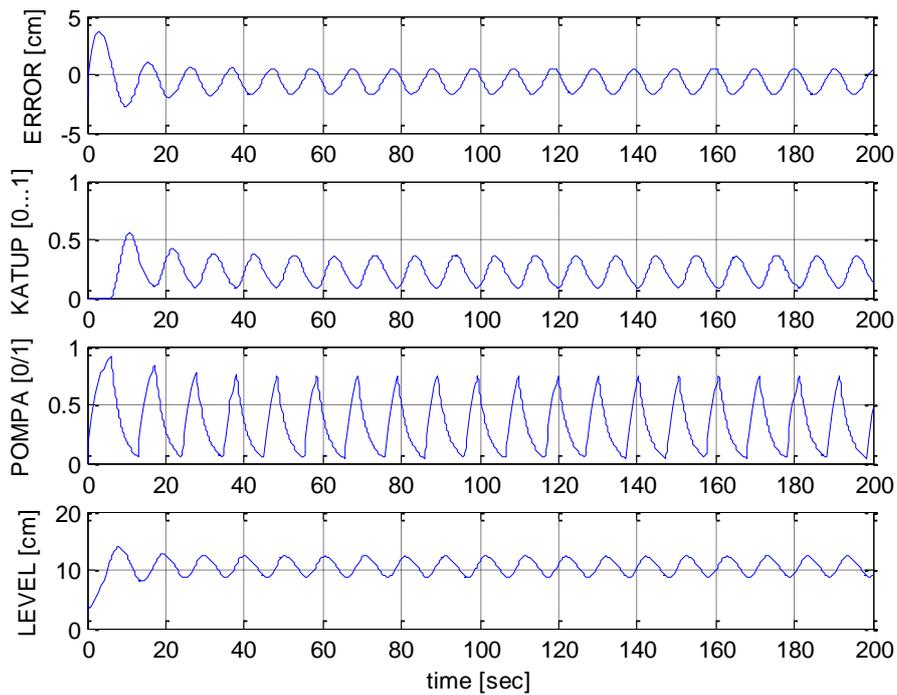


Pengendali PD

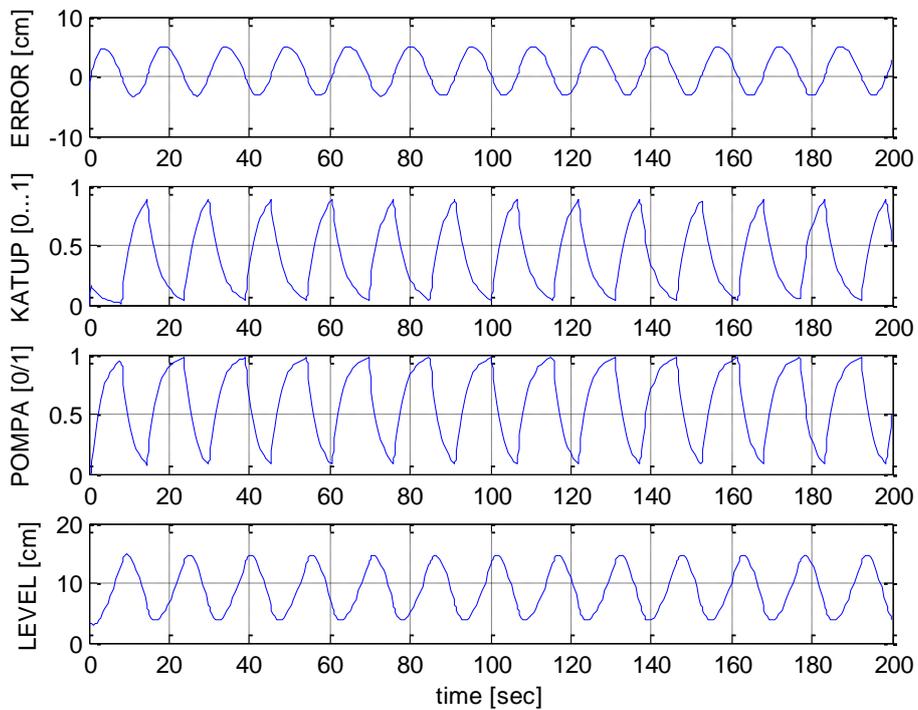
Pada simulasi ini pengendali yang digunakan adalah pengendali PD. Dari hasil simulasi ini dapat dilihat bahwa pengendali ini memiliki respon terhadap laju perubahan kesalahan yang menghasilkan koreksi yang berarti sebelum kesalahan semakin besar. Jadi efeknya adalah menghasilkan tindakan pengendalian yang cepat.

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

Tiap-tiap variabel keluaran awalnya memiliki gerakan atau respon yang besar. Tapi kemudian mengalami peredaman dan cenderung beresilasi pada garis stabil. Hal ini karena adanya pengaruh dari pengendali D yang memiliki tindakan pengendalian yang cepat. Dari grafik terlihat bahwa errornya awalnya besar, kemudian mengalami penurunan. Errornya negatif ini berarti ketinggian yang dihasilkan lebih tinggi dari ketinggian yang seharusnya sesuai settingan. Terlihat bahwa katupnya hanya terbuka sedikit.

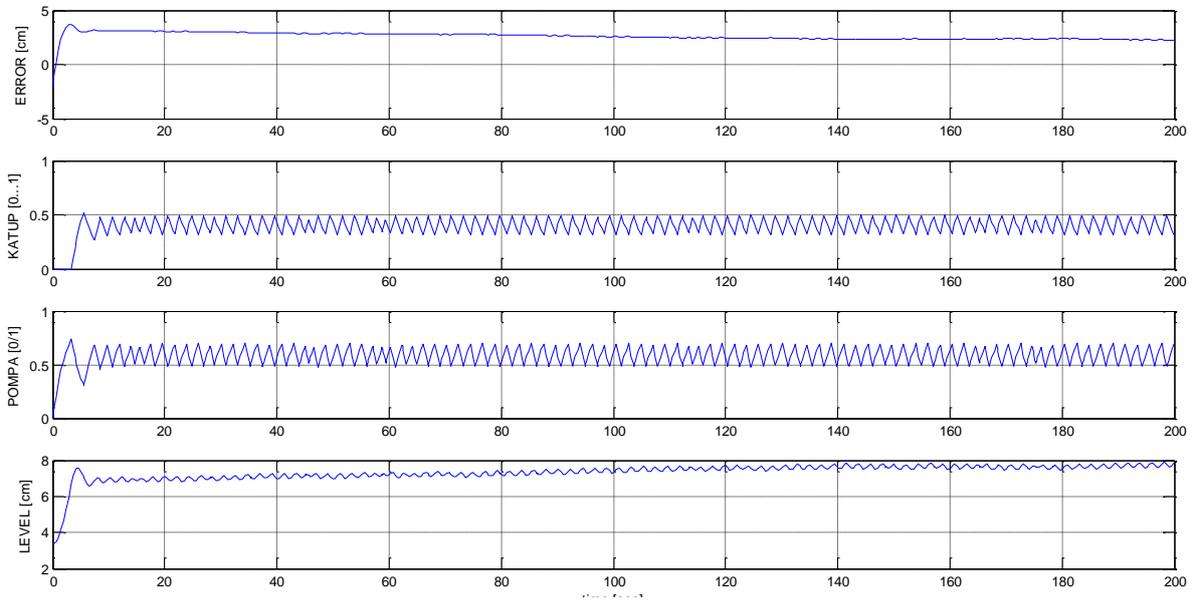


- Ketika $K_p = 270$; $K_d = 1$
 Error tetap mengalami osilasi namun berada pada garis nol dengan osilasi yang cenderung tetap. Namun kerja pompa dan katup begitu tajam (cepat) sehingga level ketinggian air yang dihasilkan juga bertambah dan berkurang dengan cepat. Hal ini karena pengaruh pengendali P.



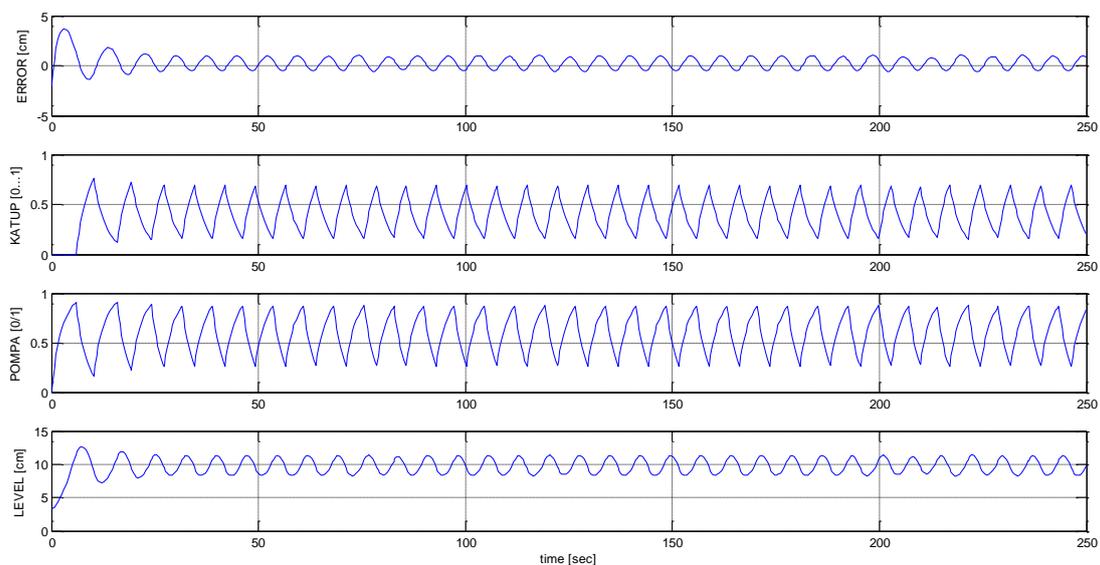
- Ketika $K_p = 1$; $K_d = 300$

Errornya positif. Berarti bahwa ketinggian yang dihasilkan lebih rendah dari ketinggian seharusnya. Terlihat bahwa untuk mengatasi hal tersebut katupnya mmbuka sedikit dan pompanya on cukupp besaar. Error cenderung menuju titik nol. 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 $K_d = 1$.



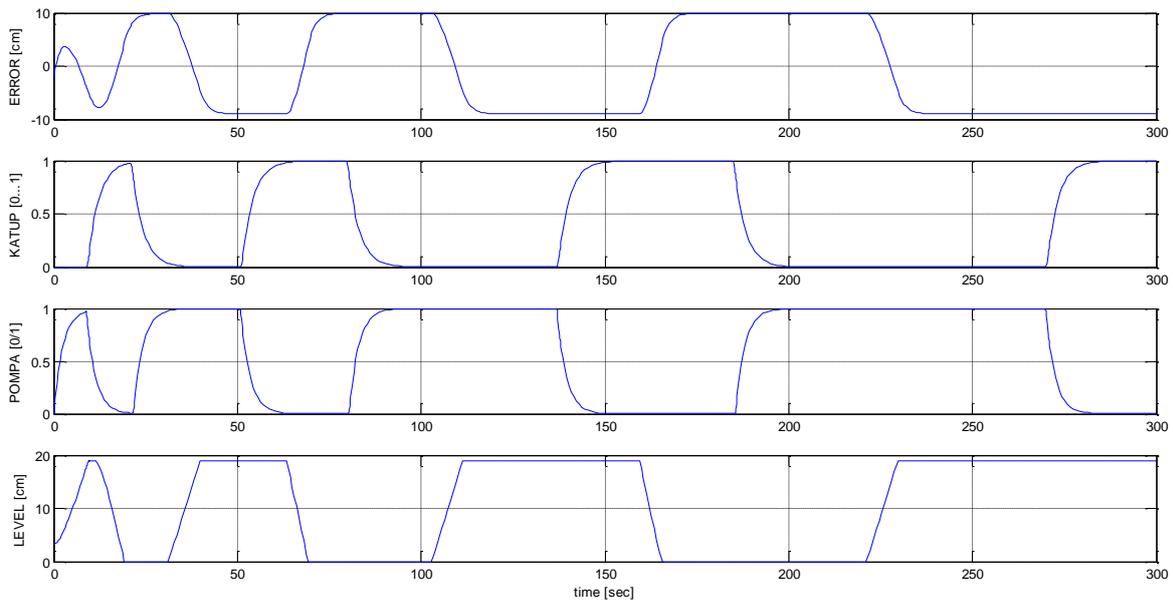
Pengendali PID

Pada simulasi ini Dari hasil simulasi ini digunakan pengendali P, I, dan D. Dari hasil simulasi diperoleh 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 pendali D yang memiliki respon yang cepat terhadap kesalahan sehingga kesalahan tidak akan membesar. Seperti yang dilihat pada pengambilan hasil data berikut ini.

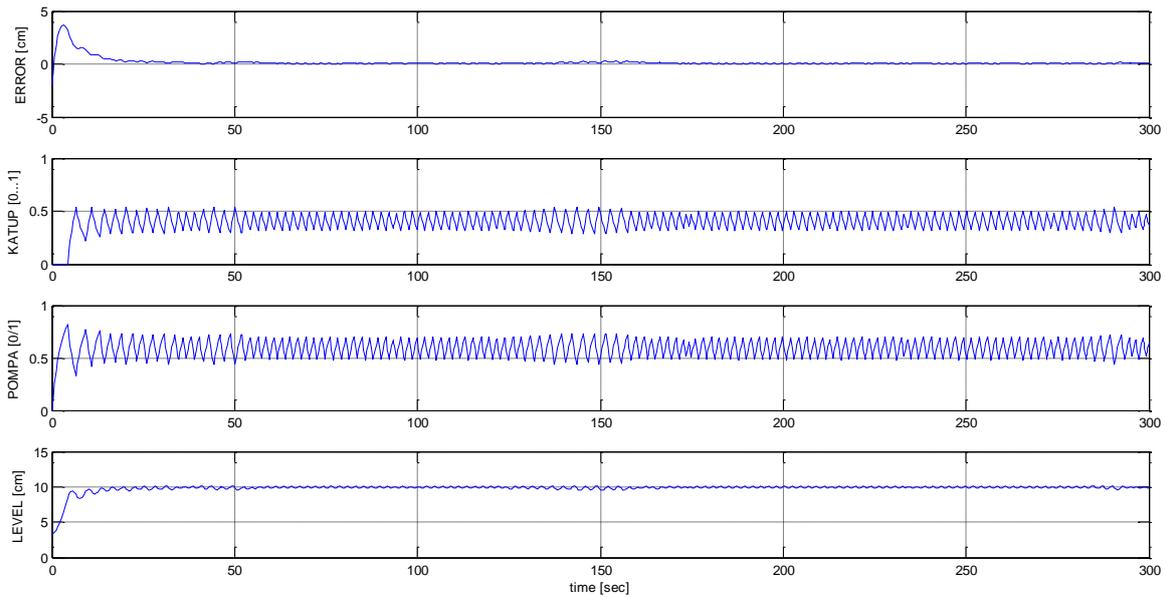
- Ketika $K_p = 1$; $K_i = 2$; $K_d = 1$

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. Errornya juga begitu besar



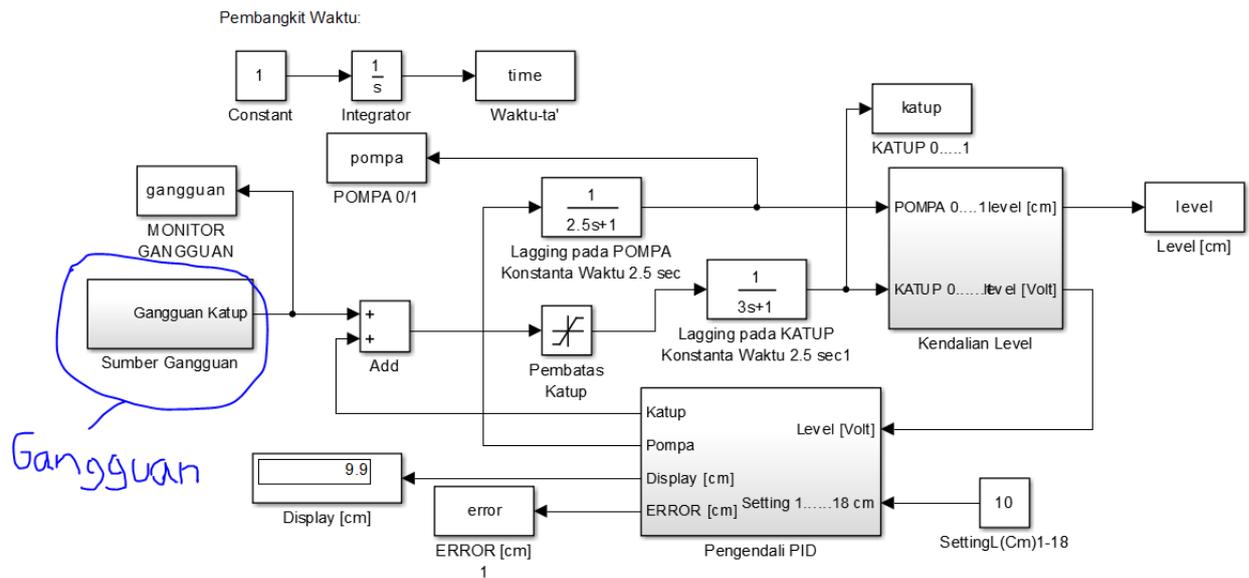
- Ketika $K_p = 200$; $K_i = 100$; $K_d = 1000$

Dengan pengaturan ini, nilai level ketinggian air pada tangki diperoleh level yang stabil sesuai dengan settingan. nilai K_p dibuat besar agar penguatan dari kecepatan respon dari kerja sistem tidak begitu besar namun tidak pula labat. Nilai K_i dibuat paling rendah yaitu sebesar 100 yang mempengaruhi perbaikan kesalahan akibat buruknya respon transien. Nilai K_d dibuat besar agar respon terhadap kesalahan semakin cepat. Terlihat bawah awalnya error besar namun diatasi oleh PID sehingga errornya semakin kecil. Dan diperoleh ketinggian yang stabil.

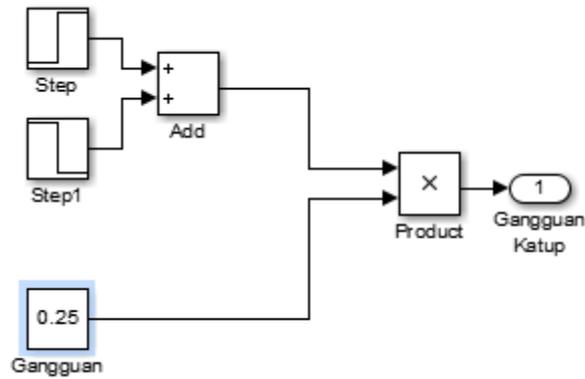


- SIMULASI WATER LEVEL CONTROL DENGAN PEMBERIAN GANGGUAN**

Pada percobaan ini, dilakukan pengendalian dengan PID tapi dengan menggunakan gangguan. gangguan diberikan pada katup dan gangguan dapat dimonitor. Berikut gambar simulasinya dengan matlab:

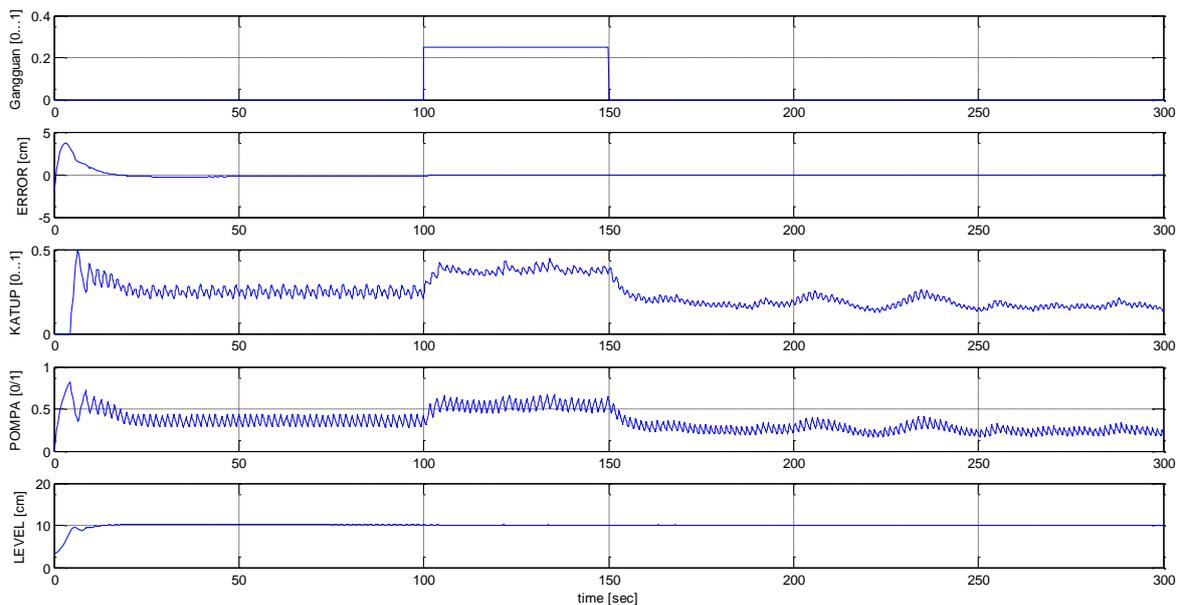


Gambar Simulasi dengan Gangguan



Gambar Subsistem Gangguan

Subsistem gangguan yang diberikan pada katup seperti pada gambar diatas. Dimana gangguannya berasal dari sinyal step detik n ke n . Sinyal step ini dikalikan dengan 0.25. hasil kali ini adalah gangguannya. Gangguan ini ditambahkan pada nilai output katup dari pengendali PID sehingga dengan demikian akan mempengaruhi kinerja katup dan pompa dan tentu juga error. Dengan menggunakan PID, maka gangguan ini diminimalisir. Berikut hasil simulasinya:



Pada pengendali PID. Dilakukan pengaturan nilai $K_p = 10$; $K_i = 10$; $K_d = 50$. Dengan pengaturan ini, diperoleh nilai level yang seimbang. Nilai K_d dibuat sangat besar. Hal ini agar kesalahan yang terjadi segera ditangani.

Dari gambar diatas terlihat bahwa gangguan terjadi dari detik ke 100 sampai 150 dengan nilai gangguan sebesar 0.25. sesuai dengan yang diset pada subsistem Gangguan. Dengan pemberian gangguan terlihat bahwa pada katup dan pompa terjadi perubahan nilai saat gangguan. Namun dengan pengendali PID. Error yang terjadi mendekati nol sehingga

level hampir seimbang. Nilai error ini ditangani dengan pemberian Kd sangat besar yaitu 50. Sehingga pengendali derrivatif akan mengatasi error ini.

KESIMPULAN

Dari simulasi-simulasi yang dilakukan, pada saat simulasi tanpa pengendali. Ketinggian air diatur oleh pompa dan katup dimana settingannya harus dilakukan secara manual. Sedangkan simulasi dengan pengendali dan dengan gangguan, secara otomatis katup dan pompa akan terset sesuai setttingan ketinggian level. Dan dihasilkan level yang stabil dengan mengatur nilai pengendali Proportional Kp, Integral Ki dan nilai derrivatif Kd.

BAB II

SILO 1 TO SILO 2 MENGGUNAKAN CONVEYOR

PENDAHULUAN

Sistem silo ke silo menggunakan conveyor merupakan sistem yang umum dalam sistem produksi industri seperti industri batubara, emas, semen dan sebagainya. Silo adalah tempat penampungan bahan baku dan produk yang dihasilkan oleh proses industri. Dan conveyor berfungsi sebagai peralatan yang digunakan untuk memindahkan material secara kontinu dengan jalur yang tetap.

Pada proyek ini, dilakukan simulasi dari model Silo 1 ke Silo 2 menggunakan conveyor. Simulasi dilakukan menggunakan bantuan matlab dan simulink. Pada proyek ini dilakukan simulasi agar perpindahan dari silo ke silo, tidak ada bahan baku material hilang atau rusak

TUJUAN

1. Mengetahui Prinsip Kerja Sistem Silo ke Silo dengan menggunakan konveyor.
2. Mengetahui parameter yang berpengaruh pada pengiriman material.
3. Menentukan parameter material dari silo ke silo sehingga tidak terjadi penurunan produksi.

DASAR TEORI

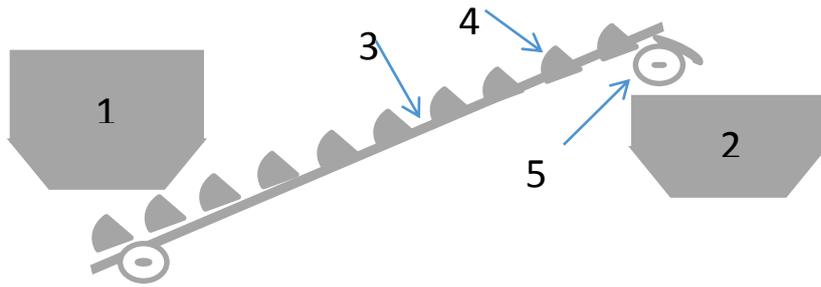
1. Model Silo 1 ke Silo 2

Proses teknologi Industri di industri manufacture dapat kita melihat bagan dibawah ini:



Bahan mentah diperoleh dari Sumber Daya Alam. Dari bahan mentah tersebut diekstraksi menjadi bahan baku kemudian di proses. Lalu mengalami proses yang panjang sehingga menjadi barang jadi, produk yang di hasilkan kembali di recycle jika sudah tidak bisa terpakai. Proses industry ada dua yakni secara fisika dan kimia, suatu materi mengalami perubahan fisika, adalah perubahan zat yang bersifat sementara, seperti perubahan wujud, bentuk atau ukuran. Perubahan ini tidak menghasilkan zat baru. Perubahan kimia merupakan yang bersifat kekal dengan menghasilkan zat baru. Perubahan kimia disebut juga reaksi kimia

Gambar dibawah adalah model silo ke silo yang akan disimulasikan. Model ini merupakan model dari alat yang ada di laboratorium Energi Listrik jurusan Elektro Fakultas Teknik Uniersitas Hasanuddin:



Dengan keterangan :

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

Dengan spesifikasi sebagai berikut :

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

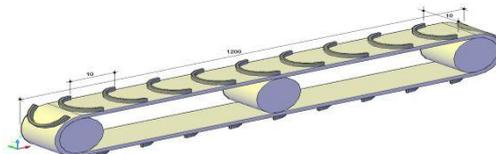
c. Konveyor

Konveyor terdiri dari 15 cawang antara Silo 1 dan Silo 2

2. Silo dan Conveyor

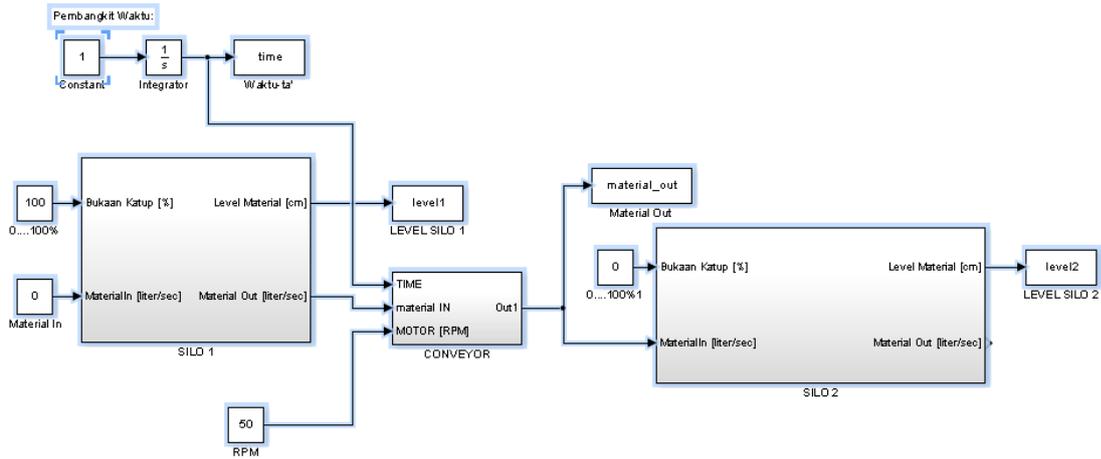
Silo adalah tangki penampungan bahan baku dan produk yang dihasilkan oleh proses industri. Pada proyek ini menggunakan 2 silo, yaitu silo 1 dan silo 2 dengan ukuran yang telah dipaparkan sebelumnya.

Conveyor adalah alat untuk mengangkut material. Pada proyek ini, conveyor mengangkut material dari silo 1 ke silo 2. Conveyor terdiri dari 15 cawang.



ANALISA DAN HASIL PENGAMATAN

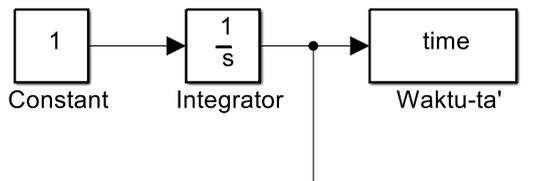
Sistem ini dimodelkan dengan menggunakan program Matlab 2013 simulink, dengan tiga bagian utama yaitu pembangkit waktu, Subsystem Silo1, Subsystem Silo2 dan Subsystem Conveyor seperti pada gambar dibawah:



Gambar 2. Model Sistem Silo to Silo

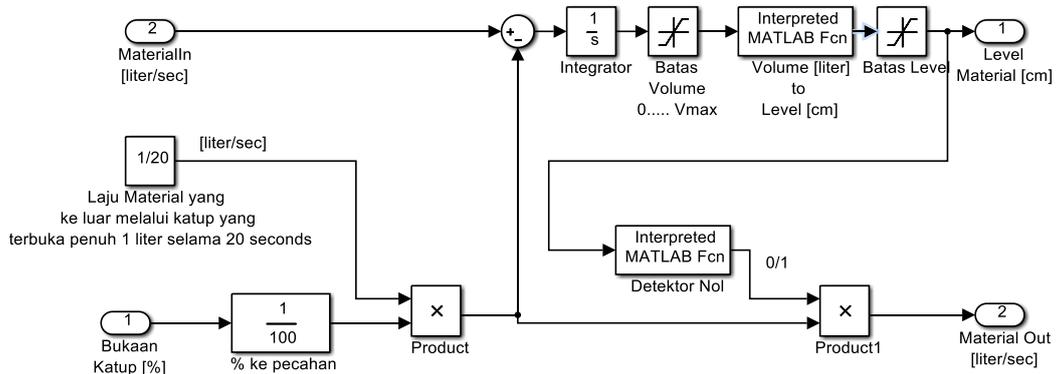
Dari gambar terlihat bahwa Silo 1 dan silo 2 variabel inputnya adalah bukaan katup dan material in. Dan outputnya adalah level material dan material out. Pada conveyor inputnya berupa waktu, material in dan motor.

Pembangkit Waktu:



Gambar 3 : Pembangkit Waktu

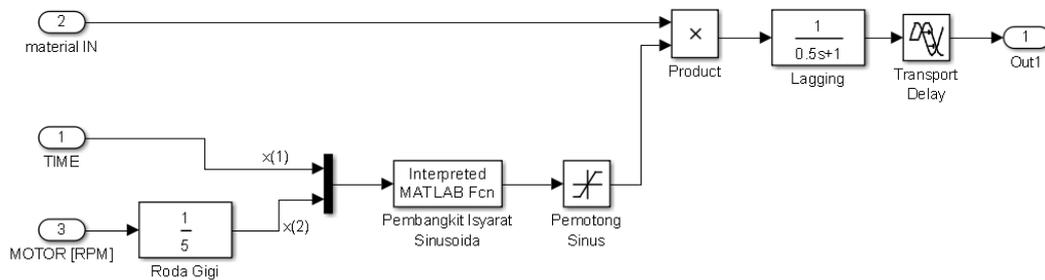
Pada bagian subsistem diatas terlihat bahwa pembangkit waktu dijadikan sebagai parameter waktu untuk melakukan perhitungan. Nilai constant nya adalah 1. Parameter ini digunakan oleh sistem pada besaran-besaran yang membutuhkan besaran waktu. Misalnya dalam perhitngan frekuensi, perioda, atau dalam pembangkit sinyal sinus.



Gambar 4. Subsistem Silo 1

Pada gambar subsistem silo 1 diatas terlihat bahwa ada 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. Jumlah material pada silo 1 diatur pada material in. laju serta bukaan katup mempengaruhi material out.

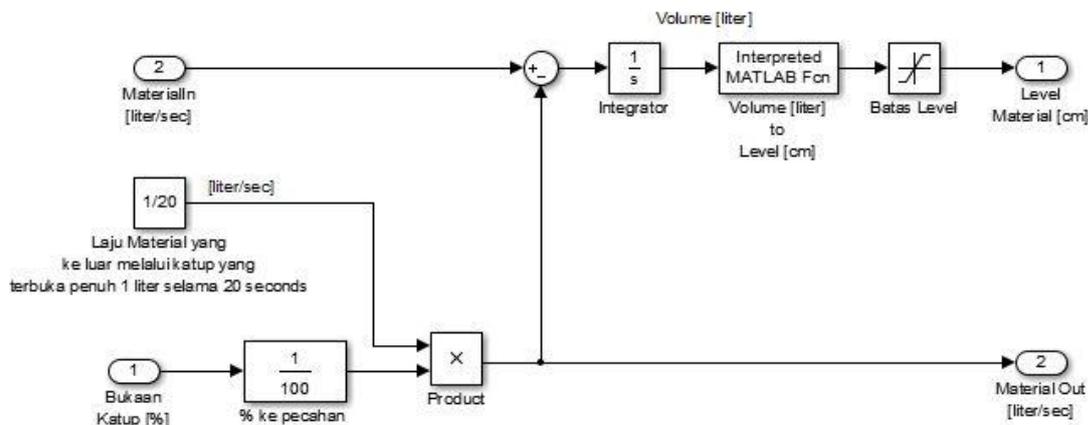


Gambar 4. Subsistem conveyor

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

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.



Pada gambar subsistem silo 2 diatas terlihat bahwa ada 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. Jumlah material pada silo 2 berasal dari conveyor dan bukaan katupnya diset 0

ANALISA DAN HASIL PENGAMATAN

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

Hasil yang diperoleh sebagai berikut:

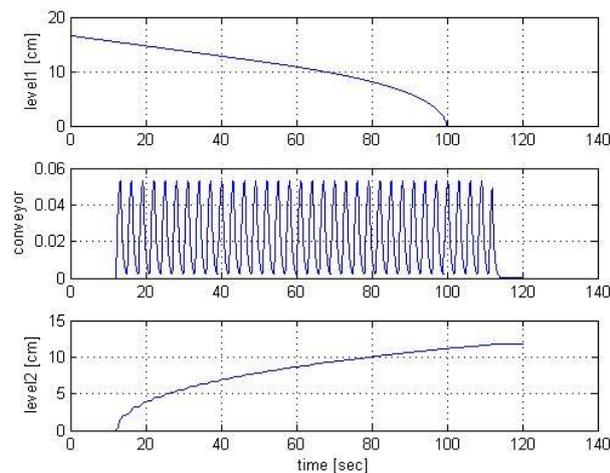
- **Mengubah-ubah Kecepatan Conveyor :**

Volumer mterial silo 1 = 5 liter

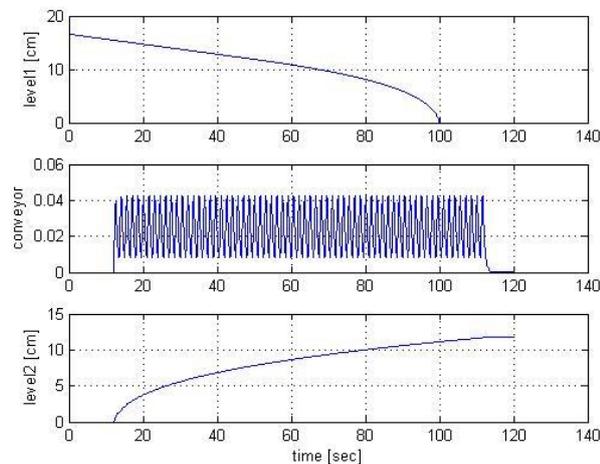
Level Silo 1 : 16.6053

Tinggi Cawang (amp. Pembentuk sinus) : 2

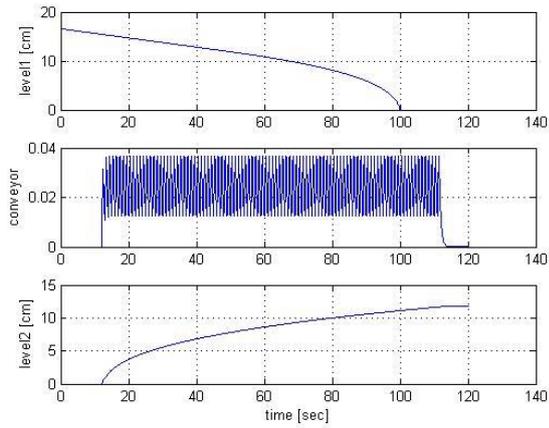
- 100 RPM



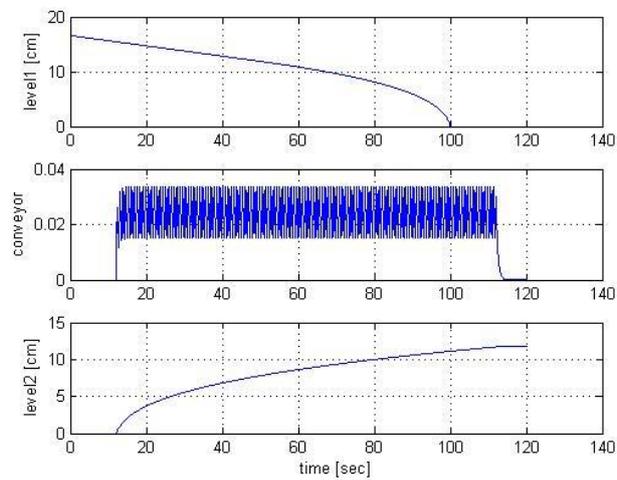
- 200 RPM



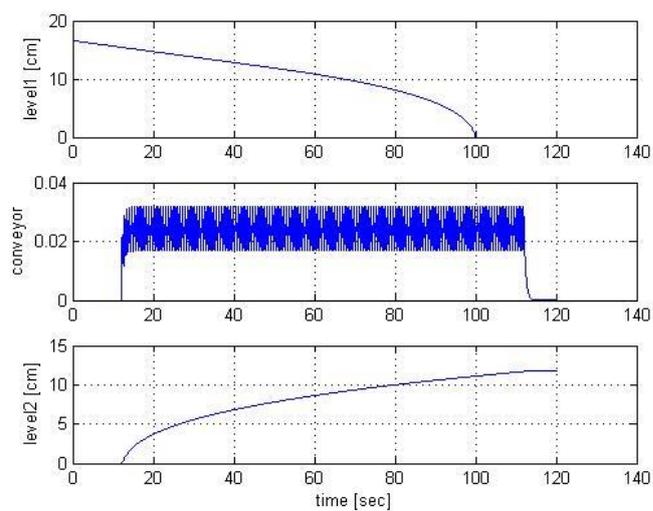
- 300 RPM



- 400 RPM



- 500 RPM



Dari grafik-grafik diatas terlihat bahwa untuk level pada silo 1 menunjukkan penurunan linear dai detik 0 sampai detik 80. Ini terjadi disaat material pada bagian tabung silo yang berkurang. Pada detik 81 sampai 120 terjadi penurunan yang non linear.

Ini terjadi saat material pada bagian kerucut silo yang berkurang. Begitupun pada level silo 2 terjadi delay disebabkan awal pengangkutan material dari silo 1 ke silo 2. Pada detik 15 samai detik 40 terjadi kenaikan non linear akibat yang disii kerucutnya silo2. Detik 41 sampai 120 yang diisi adalah tabung silo2.

Untuk perubahan pada variabel kecepatan, perubahan yang didapat tidak begitu signifikan. Jika kita amati data pada variabel tersebut, terdapat kecendrungan 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. 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.

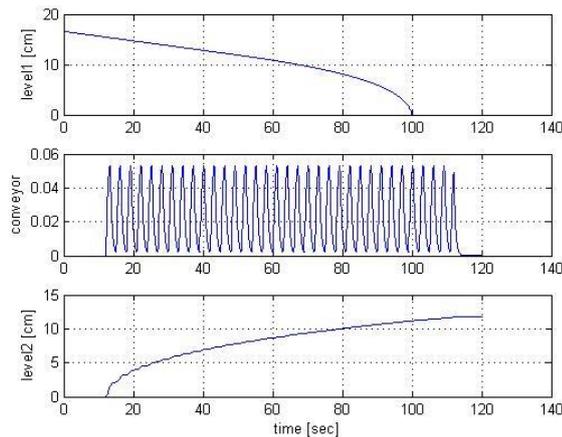
- **Mengubah-ubah Tinggi Cawang**

Volumer mterial silo 1 = 5 liter

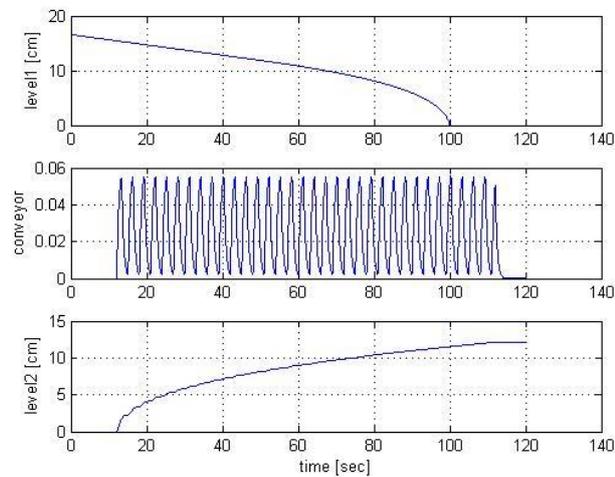
Level Silo 1 : 16.6053

Kecepatan motor : 100 RPM

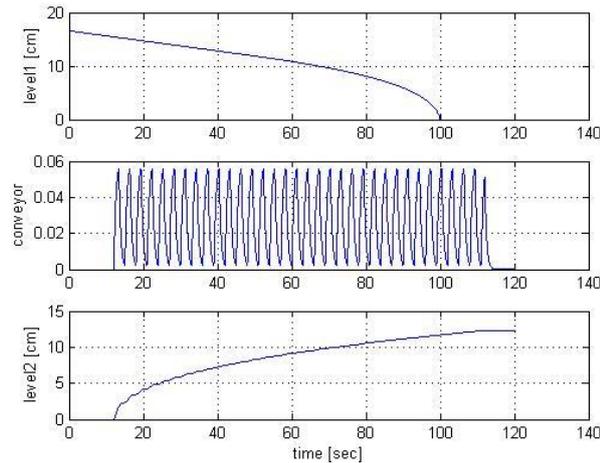
- 2



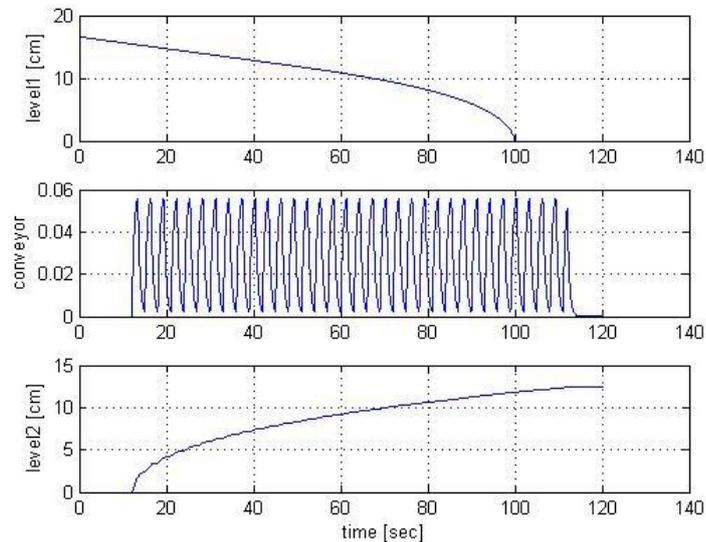
- 3



- 4



- 5



Sama halnya saat tinggi cawang yang diubah. Dari grafik-grafik diatas terlihat bahwa untuk level pada silo 1 menunjukkan penurunan linear dari detik 0 sampai detik 80. Ini terjadi disaat material pada bagian tabung silo yang berkurang. Pada detik 81 sampai 120 terjadi penurunan yang non linear. Ini terjadi saat material pada bagian kerucut silo yang berkurang. Begitupun pada level silo 2 terjadi delay disebabkan awal pengangkutan material dari silo 1 ke silo 2. Pada detik 15 samai detik 40 terjadi kenaikan non linear akibat yang disii kerucutnya silo2. Detik 41 sampai 120 yang diisi adalah tabung silo2.

Untuk perubahan pada amplitudo 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 kecendrungan dari data tersebut berbanding terbalik, sedangkan pada amplitudo data cenderung berbanding lurus. Dengan kecepatan motor yang tetap, semakin tinggi cawang semakin sedikit material yang diangkut hilang.

KESIMPULAN

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