SIMULASI PROSES *SEPARATOR FREE WATER KNOCK-OUT* BERBASIS LABVIEW

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1

Disusun oleh:

Abiyu Ahmad Muhfadhdhal

14524100

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2018

LEMBAR PENGESAHAN

PROSES SIMULASI SEPARATOR FWKO BERBASIS LABVIEW

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh:

Abiyu Ahmad Muhfadhdhal
14524100

Yogyakarta, Mei 2018

Menyetujui,

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Almira Budiyanto, S.Si., M.Eng	**Setyawan Wahyu Pratomo, S.T., M.T.**
155240103	**155241302**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

SIMULASI PROSES *SEPARATOR FREE WATER KNOCK-OUT* BERBASIS LABVIEW

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Abiyu Ahmad Muhfadhdhal

14524100

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 24 Juli 2018

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Almira Budiyanto, S.Si., M.Eng., _____

Anggota Penguji 1: Dwi Ana Ratna Wati, ST, M.Eng., _____

Anggota Penguji 2: Sisdarmanto Adinandra, ST, M.Sc, Ph.D., _____

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 01 Agustus 2018

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr.Eng. Hendra Setiwan, ST., MT.

025200526

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, Mei 2018



Abiyu Ahmad Muhfadhdhal

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat beriring salam dihaturkan kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini penulis mengucap syukur Alhamdulillah karena dapat melalui proses studi yang panjang ini dan menyelesaikan skripsi dengan judul **"PROSES SIMULASI *SEPARATOR FREE WATER KNOCK-OUT* BERBASIS LABVIEW"**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Dalam Penulisan ini penulis banyak memperoleh bimbingan, saran serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan yang baik ini, penulis ingin menyampaikan rasa hormat, penghargaan dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Almira Budiyanto, S.Si., M.Eng selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Setyawan Wahyu Pratomo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia memberikan petunjuk, pengarahan, dan bimbingan serta sumbangan pemikiran kepada penulis sehingga penulisan ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Management PT. PERTAMINA EP *Asset* 1 *Field* Jambi yang telah membantu guna memperoleh data dan informasi yang dibutuhkan penulis dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak dan Ibu Dosen serta karyawan Jurusan Teknik Elektro yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan selama penulis mengikuti perkuliahan.
4. Bapak Nandang Sutrisno, SH., LL.M., M.Hum., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Dr. Imam Djati Widodo, M.EngSc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Hendra Setiawan, S.T., M.T. Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
7. Bapak RM. Sisdarmanto Adinandra, S.T., M.Sc. selaku Pembimbing Akademik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
8. Orang tuaku tercinta Ayahanda Rodiansyah dan Ibunda Neti Herawati serta kakakku Daffa Afanin Ulfah dn adik tercinta Ghina Afifah Salma yang telah memberikan dukungan, semangat, perhatian, dan do'a untuk penulis.
9. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro angkatan 2014, yang selalu menjadi teman terbaik dan tergila sekaligus memberi dukungan, semangat, dan bantuan kepada penulis.

10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan yang membantu, memberikan motivasi, semangat dan dukungan tiada henti kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari kekurangan dan keterbatasan. Penulis mohon maaf dengan ketulusan hati seandainya dalam penulisan skripsi ini terdapat kekeliruan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan terhadap kemajuan ilmu pengetahuan dan dapat berguna kepada pihak-pihak yang berkepentingan.

Yogyakarta, Mei 2018

Abiyu Ahmad Muhfadhdhal

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

FWKO	*Free Water Knock-Out*
PID	*Propotional Integral Derivative*
LLC	*Level Liquid Controller*
PCV	*Presure Control Valve*
LCV	*Level Control Valve*

ABSTRAK

Skripsi ini bertujuan merancang sistem kendali otomatis *separator* berbasis LabVIEW untuk mempermudah pemahaman operator dalam mengoperasikan sistem *separator*. Diharapkan kejadian seperti kebocoran, kebakaran dan ledakan dapat diminimalisir. Free Water Knock-Out (FWKO) *separator* adalah sistem memisahkan air bebas (*free water*) dari minyak mentah. FWKO dipasang pada aliran fluida sesudah *scrubber* yang memisahkan gas dari aliran minyak, sehingga tekanan operasi di FWKO tidak tinggi. Metodologi dari penelitian ini adalah perancangan sistem *simulation* dengan sistem kendali *open loop* dan sistem kendali *closed loop*. Aplikasi yang digunakan untuk memproses data ini adalah LabVIEW. Dari hasil pengujian *simulation* menunjukkan tingkat *error* yang didapat 0,134% pada air dan 1,878% pada minyak dengan menggunakan parameter P = 10, I = 0,05 dan D = 0 sehingga untuk selanjutnya konsep pengendalian tersebut dapat digunakan sebagai kontrol *simulation* pada *separator*. Pengujian respon menggunakan perhitungan nilai *error* sebagai selisih terhadap *set point*. Pengujian sistem kendali PID menunjukkan hasil pengendalian yang menggunakan Parameter: (1) *Propotional (P),* (2) *Integral (I),* (3) *Derivative (D)* terhadap respon pengendalian dari selisih *error* yang diukur.

Kata Kunci : *Separator*, LabVIEW, *Level Fluida*, Pengendalian PID, FWKO

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i
LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN iii
KATA PENGANTAR iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN vi
ABSTRAK vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Studi Literatur 4
2.2 Tinjauan Teori 5
2.2.1 Deskripsi *Separator* 5
2.2.2 Sistem monitoring yang tepat agar pemisahan optimal 6
2.2.3 Sistem pengendali otomatis yang tepat agar pemisahan optimal 7
2.3 PID 8
2.3.1 Pengendali *Propotional* 10
2.3.2 Pengendali *Integral* 10

2.3.3 Pengendali *Derivative* 10
2.3.4 Metode Zieger-Nichols I 11
2.3.5 Metode Zieger-Nichols II 12
2.4 LabVIEW 12
BAB 3 METODOLOGI 13
3.1 Perancangan Diagram Control *Separator* FWKO 13
3.2 Perancangan Sistem Simulation *Separator Open Loop* 16
3.3 Perancangan Sistem Simulation *Separator Closed Loop* 16
3.4 Metode Pengendalian PID 17
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 19
4.1 Pengujian *Simulation* 19
4.2 Pengujian Respon 20
4.2.1 *Close Loop Control System* 20
4.3 Pengujian Sistem Kendali PID 21
4.3.1 Pengujian Parameter P 21
4.3.2 Pengujian Parameter PI 22
4.3.3 Pengujian Parameter PID 23
4.4 Kekurangan dan kelebihan simulasi *separator FWKO* 24
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 25
5.1 Kesimpulan 25
5.2 Saran 25
DAFTAR PUSTAKA 25
LAMPIRAN 27
Lampiran 1 27
Lampiran 2 28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Separator* Tank FWKO 5
Gambar 2.2 *Stasiun Degassing Nasiriyah* [7] 6
Gambar 2.3 *Vertical Separator* [7] 7
Gambar 2.4 Horizontal *Separator* [7] 7
Gambar 2.5 *Safety valve* 8
Gambar 2.6 Metode Zieger-Nichols I [9] 11
Gambar 2.7 Metode Zieger-Nichols II [9] 12
Gambar 3.1 Metodologi proses simulasi *separator* FWKO 13
Gambar 3.2 *Control Loop separator* FWKO 13
Gambar 3.3 Model Tanki *Separator* 14
Gambar 3.4 Blok Diagram *Control Simulation Separator* 15
Gambar 3.5 Diagram *open loop* 16
Gambar 3.6 Diagram *closed loop* 17
Gambar 3.7 Pengendali PID 17
Gambar 4.1 *Front Panel Control simulation separator FWKO* 19
Gambar 4.2 Grafik respon *closed loop* 20
Gambar 4.3 *Output flow indikator* 20
Gambar 4.4 Grafik percobaan P = 20 21
Gambar 4.5 Grafik percobaan P = 20 dan I = 0,05 22
Gambar 4.6 Grafik percobaan P = 10, I = 0,05 dan D = 0 23
Gambar 4.7 Respon grafik separator FWKO 24

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengaruh parameter PID terhadap respon sistem.....10

Tabel 2.2 Rumus Metode Zieger-Nichols I.....11

Tabel 2.3 Rumus Metode Zieger-Nichols II 12

Tabel 4.1 Pengujian Parameter P 21

Tabel 4.2 Pengujian Parameter PI.....22

Tabel 4.3 Analisis performa sistem.....24

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Berdasarkan data yang dihimpun dari Radar Banyumas, telah terjadi ledakan di area *separator* yang mengakibatkan satu pekerja meninggal dan lima orang lainya harus menjalani perawatan serius di rumah sakit [1]. Bidang perminyakan merupakan salah satu bidang yang terus mengalami perkembangan yang demikian pesat dan kompleks terutama pada aplikasi-aplikasi dilapangan. Cara modern yang digunakan dalam mencari minyak bumi dengan menggunakan pencitraan satelit dan menganalisa permukaan bebatuan. Polusi minyak berbahaya efek pada kehidupan laut, ekonomi, pariwisata, pabrik pengolahan air limbah dan aktivitas manusia karena sifat pelapisnya.

Pengeboran merupakan bagian proses eksplorasi minyak bumi yang membutuhkan biaya paling banyak. Tujuan utama dari operasi pengeboran adalah membuat lubang sumur secara cepat, ekonomis, dan aman hingga menembus formasi yang produktif. Agar proses pengeboran berlangsung optimal para *engineer* mempertimbangkan parameter-parameter yang ada untuk menunjang produksi sebagai kebutuhan *financial* perusahaan. Produksi dari lubang sumur merngandung campuran dari minyak, gas, dan air yang mengalir secara simultan yang harus dipisahkan antara cairan (minyak dan air) dan gas atau sekaligus antara minyak, gas, dan air. Pemisahan merupakan hal yang penting untuk melakukan propes pengeboran yang aman. Tujuan utama dari pemisahan tersebut adalah untuk memudahkan dalam pengelolaan selanjutnya seperti mengumpulkan, mengukur jumlahnya, dan mentransportnya. Di lapangan produksi, pemisahan tersebut dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut *separator*. Tingkat cair menjadi parameter proses yang penting harus dijaga pada tingkat yang diinginkan untuk kelancaran proses dan untuk produk berkualitas lebih baik.

Separator pemisahan dilakukan dengan mengatur beberapa instrumen untuk mendapatkan pemisahan yang baik. LLC (*Liquid Level Control*), PCV (*Pressure Control Valve*) dan LCV (*Liquid Control Valve*) merupakan *instrument* yang terdapat dalam *Separator*. Dengan mengatur level dari fluida maka akan didapatkan pemisahan yang baik. Monitoring *level* sangat membantu operator untuk mengoperasikan dari sistem *separator* tersebut. Pada sistem *separator* yang terdapat di PT. Pertamina EP *Asset* 1 *Field* Jambi sistem digunakan masih manual. Operator harus mendatangi plant untuk mendapatkan data untuk dianalisa, dan juga pada kondisi tertentu operator harus memutar *valve* secara manual jika terjadi kesalahan.

Penelitian *separator* ini bertujuan untuk mengatur ketinggian dari tangki dengan mengatur keluaran valve pada masing-masing keluaran di*separator*. Penelitian memberikan ulasan yang berhubungan dengan sistem monitoring dan kendali yang tepat agar pemisahan fluida dan gas optimal. Proses pembuatan sistem kendali berbasis LabVIEW dapat memudahkan pemahaman operator dalam pengoperasian sistem *separator* secara otomatis dengan sebuah sistem pemantauan *level fluida*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana sistem monitoring yang tepat agar pemisahan *fluida* dan gas terjaga di ketinggian *setpoint*?
2. Bagaimana sistem kendali otomatis yang tepat agar pemisahan *fluida* dan gas terjaga di ketinggian *setpoint*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian terdiri dari:

1. Bentuk *separator* diasumsikan tabung vertikal dengan melakukan pendekatan pada volume *separator* riil.
2. Luas penampang tangki air sebesar 4 m^2 dan tangki minyak 1,5 m^2 dengan tinggi tangki masing-masing 2 m.
3. *Valve* yang digunakan adalah linier, dimana ketinggian dari tangki berbanding lurus dengan nilai hambatan yang digunakan maka akan didapatkan *flow*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem monitoring *level liquid* berbasis *LabVIEW* yang tepat agar pemisahan *fluida* dan gas terjaga di ketinggian *setpoint*.
2. Merancang sistem kendali otomatis yang tepat agar pemisahan *fluida* dan gas terjaga di ketinggian *setpoint*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat penelitian ini adalah untuk mempermudah operator dan pekerja untuk mengendalikan dan memantau keadaan dalam *separator* pada *control room*.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan memberikan sumbangan konseptual bagi peneliti sejenis maupun civitas akademika lainnya dalam rangka mengembangkan ilmu pengetahuan untuk perkembangan dan kemajuan dunia pendidikan.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian mengenai *separator* sudah pernah dilakukan sebelumnya, penelitian Odette (2016) melakukan penelitian tentang *separator* minyak/air konvensional dengan menggunakan Rasio Aspek. Pemisahan Rasio Aspek dilakukan dengan cara perbandingan panjang dan lebar. Teori pemisahan minyak/air didasarkan pada tingkat kenaikan bola minyak (kecepatan vertikal) dan hubungannya dengan laju pemuatan. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa waktu tinggal air limbah dalam pemisah meningkat dengan peningkatan rasio aspek yang menyebabkan meningkatnya waktu kontak dan meningkatnya koalesensi antara oli minyak dengan peningkatan efisiensi pemisahan minyak sebagai rasio Aspek meningkat [2].

Odiete (2016) kemudian melakukan penelitian kembali mengenai waktu tinggal versus rasio aspek *separator* minyak/air konvensional waktu tinggal (juga dikenal sebagai waktu pemindahan) adalah jumlah rata-rata waktu yang dihabiskan partikel dalam sistem tertentu. Demikian, waktu tinggal berbanding lurus dengan aspek perbandingan [3]. Pada penelitian Mahmoud (2016) merancang sistem sederhana untuk pemulihan minyak dari air limbah. Tangki pemisahan hidrodinamika beroperasi dengan menggunakan dua fisik proses, pemisahan gravitasi dan flotasi. Unit pemisah hidrodinamik terdiri dari tiga bagian utama, tangki pemisah, sistem flotasi dan bagian tetap. Kinerja dari tangki pemisahan tergantung pada perbedaan gravitasi spesifik minyak dan air. Percobaan ini dilakukan menggunakan minyak motor bekas yang dikumpulkan dari pusat perawatan mobil di Jazan, KSA [4].

Sabri (2015) membahas sistem kontrol tingkat air yang dibutuhkan dalam banyak proses industri seperti pengolahan air tanaman, ide dari proses ini adalah menjaga agar tangki air tetap di titik *setpoint* yang diinginkan. Implementasi pertama implementasikan pengendali *proportional-integral-derivative* (PID) yang konvensional ke penghilangan kesalahan *steady state*, maka itu digunakan logika *fuzzy* pengendali yang memberikan kinerja dan stabilitas lebih. Pengontrol PID dan *fuzzy* diimplementasikan dengan menggunakan perangkat lunak LabVIEW [5]. Sapkale (2010) membahas *Supercritical Fluid Extraction* (SFE) yang merupakan proses pemisahan satu komponen (ekstraktor) dari yang lain (matriks) menggunakan cairan superkritis yaitu CO_2 sebagai pelarut ekstraksi. Penggunaan cairan superkritis untuk pemisahan analit dari matriks banyak sampel yang diminati industri dan Instansi pemerintah karena penggunaan reagen jenis ini menghindari banyak masalah ekstraksi cairan organik [6].

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Deskripsi *Separator*

Free Water Knock Out merupakan kepanjangan dari FWKO. FWKO *separator phase* bertujuan untuk memisahkan air bebas (*free water*) dari minyak. FWKO dipasang pada aliran fluida sesudah *scrubber* yang memisahkan gas dari aliran minyak, sehingga tekanan operasi di FWKO tidak tinggi. Selain itu, kapasitas pemisahan gasnya pun tidak besar. Umumnya FWKO merupakan bejana tekan horizontal. Performa pemisahan FWKO biasanya diukur berdasarkan kandungan air dalam minyak.



Gambar 2.1 *Separator* Tank FWKO

Menurut Neamah (2014) *separator* adalah sebuah pemisah sederhana [7]. Pada Gambar 2.1 merupakan gambar *separator* yang ada di PT. Pertamina EP *Asset* 1 *Field* Jambi. *Separator* FWKO tersebut terdiri dari komponen sebagai berikut:

a. Terletak di bagian atas pemisah adalah minyak inlet dan terletak di bagian bawah pemisah adalah minyak keluar.
b. Juga terletak di dekat bagian atas *separator* adalah *Exit Gas*.
c. Keluar dari bawah dengan warna biru adalah lubang pembuangan air.
d. *Safety Valve* merupakan katup pemisah dan pengaman yang berada di bagian atas, ini bekerja pada debit gas melebihi tekanan.
e. Tersedia indikator tekanan, *level*, dan *flow rate*.

f. Adanya katup pengatur tingkat isolasi dan katup pengatur tekanan, serta yang lainnya jenis katup yang berbeda penggunaannya.
g. Terdapat *slot maintenance* dan pelindung barrier.
h. Terdapat pipa isolasi dengan diameter yang berbeda tergantung penggunaannya.

Separator FWKO PT. Pertamina EP *Asset* 1 *Field* Jambi memiliki inlet minyak mentah sebesar 4 m^3/s [8]. Minyak mentah tersebut akan dibagi menjadi 3 variabel air minyak dan gas. Variabel tersebut akan terbagi menjadi 50% air, 35% minyak dan 15% menjadi gas. *Separator* FWKO ini dilengkapi dengan safety *valve* gas dimana pada tekanan melebihi 90psi makan *valve* akan terbuka untuk membuang gas berlebih. Safety *valve* bertujuan untuk menjaga tekanan dalam *separator* tetap di range 0-90psi agar tidak terjadi kecelakan/ledakan.

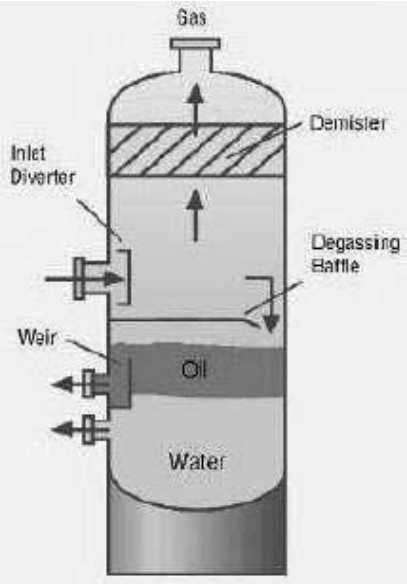
2.2.2 Sistem monitoring yang tepat agar pemisahan optimal

Stasiun Degassing Nasiriyah terdiri dari empat tahap (*separator*) lihat pada Gambar 2.2. Tahap pertama adalah Terdiri dari dua pemisah (satu untuk standby). Bentuk mereka semua horizontal dan silinder. Mirip dengan Stasiun Degassing lain di tempat lain, ada banyak jenis isolator-termasuk vertikal, horizontal, dan bulat.

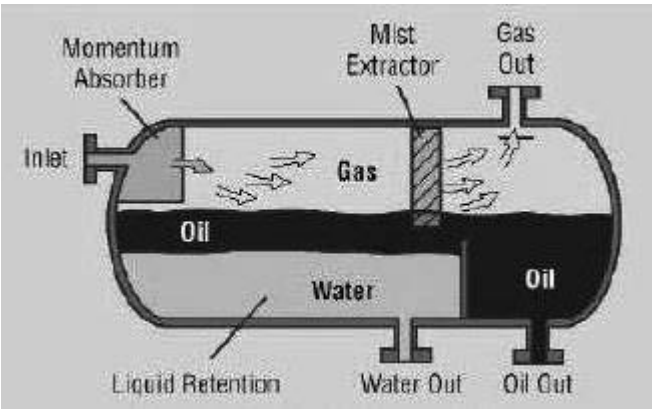


Gambar 2.2 *Stasiun Degassing Nasiriyah* [7]

Jenis Isolator Pemisah pertama adalah insulasi buatan Kanada dan beroperasi pada 28 Kg/cm^2. Tahap ini sangat penting karena di stasiun ini, sebagian besar gas dipisahkan. Pemisah kedua adalah insulasi buatan AS dan beroperasi 7 Kg/cm^2. Pemisah ini menerima minyak dari pemisah pertama yang kemudian beralih ke yang ketiga pemisah. Pemisah ketiga adalah insulasi buatan AS dan beroperasi 1,8 Kg/cm^2. Di tahap ini, proses pemisahan melepaskan sejumlah besar gas. Kemudian beralih ke tahap keempat. Pemisah keempat dan terakhir adalah insulasi buatan AS dan beroperasi 0.4 Kg/cm^2.



Gambar 2.3 *Vertical Separator* [7]



Gambar 2.4 Horizontal *Separator* [7]

Pada tahap ini, proses pemisahan selesai. Kemudian memindahkannya ke penyimpanan minyak tangki. Jenis *separator* vertikal dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan *separator* horizontal pada Gambar 2.4. keduanya memiliki sistem pemisahan yang hamper sama. Menempatkan pemisah keempat pada ketinggian yang nyaman untuk memastikan kelancaran aliran minyak di sekitar tangki. Dari Setiap aliran insulasi, gas menuju suar.

2.2.3 Sistem pengendali otomatis yang tepat agar pemisahan optimal

Katup Keselamatan Pemisah merupakan salah satu sistem kendali untuk mencegah efek kelebihan tekanan tinggi pada peralatan. Untuk mencegah kelebihan tekanan tinggi, seseorang harus melatih katup ini untuk menguras kelebihan volume pada saat kedatangan tekanan ke tingkat yang telah ditentukan (sehingga mengurangi tekanan dengan cara yang aman).

Penggunaan utama katup pengaman adalah untuk mencegah kerusakan peralatan ke tekanan tinggi Tekanan tinggi dapat disebabkan oleh kejadian berikut:

a. Aliran cairan tidak beraturan yang disebabkan oleh katup yang tidak tertutup rapat atau dibuka.
b. Kerusakan pada sistem pendinginan-yang menyebabkan ekspansi cairan atau gas.
c. Fluktuasi tekanan.
d. Paparan fasilitas laboratorium untuk membakar.
e. Reaksi yang memancarkan panas tidak dapat dikendalikan (*Exothermic Reactions*).
f. Fluktuasi suhu (Perhatikan bahwa katup ini memiliki banyak nama; *Pressure Relief Valve*, *Safety Valve, Relief Valve,* dan *Safety Relief Katup*).



Gambar 2.5 *Safety valve*

Safety valve merupakan yang di gunakan untuk mempertahankan tekanan yang akan di distribusikan kejarinan pipa/selang gas agar tidak melebihi kemampuan tekanan yang di harapkan oleh engineering. Oleh karena itu tekanan yang berlebihan akan di rilis keluar agar tidak berakibat kecelakaan yang lebih besar. Contoh safety *valve* dapat dilihat pada Gambar 2.5. Cara kerja *safety valve* didesain khusus untuk melepaskan tekanan berlebih yang ada di *separator tank* dan sistem perpipaan pada jaringan minyak. Hal ini untuk mencegah kerusakan pada *separator tank,* dan lebih penting lagi untuk menghindari kecelakaan pada para pekerja. Karena tekanan atau temperatur yang diterima oleh *safety valve* ketika melebihi batas yang telah yang telah ditetapkan, maka *valve* ini akan melepaskan kenaikan tekanan sebelum menjadi tekanan lebih ekstrim.

Material yang digunakan untuk pegas *safety valve* terbuat dari baja, Cara kerja *safety valve* yang secara otomatis akan terbuka jika tekanan mencapai *level* tidak aman. *Level* tekanan pada *valve* ini bisa diatur sesuai dengan kemampuan jaringan yang akan telah dipasang, sehingga bisa ditentukan pada *level* tekanan berapa *valve* ini akan terbuka. Ketika tekanan kembali normal, *Valve* ini secara otomatis akan tertutup kembali.

2.3 PID

Pengendali PID merupakan sistem kendali yang banyak digunakan pada kendali proses di industri. Pengendali PID melakukan aksi kendali dengan tujuan memperbaiki error antara

controlled variable dan *set point value*. Pada pengendalian dikenal beberapa istilah, antara lain *setpoint* (SP), *error*, *manipulated variable* (MV), *prosess variable* (PV), dan *Plant*, yaitu:

a. SP adalah harga atau nilai dari keadaan yang ingin dicapai pada proses.
b. *Error* adalah selisih antara *setpoint* dan PV.
c. MV adalah harga atau nilai yang diatur agar proses menjadi stabil, MV biasanya dihubungkan dengan input *actuator*.
d. PV adalah sinyal hasil pemantauan terhadap proses atau *plant*. PV umumnya adalah hasil pembacaan dari suatu sensor.
e. *Plant* adalah objek yang akan dikendalikan.

Sistem pengendalian kedua adalah *close loop* atau pengendalian *loop* tertutup, yaitu sitem pengendali dimana objek yang dikontrol di *feedback* ke *input* pengendali. *Input* yang diberikan ke pengendali merupakan selisih antara besaran (PV) dan besaran (SP). Nilai selisih sering disebut *error*. Tujuan pengendalian adalah membuat nilai PV sama dengan nilai SP, atau memiliki *error* = 0. Sinyal *error* akan diolah oleh pengendali agar (PV) sama dengan nilai (SP). Pengendalian jenis ini bersifat otomatis karena objek yang akan dikendalikan dibandingkan lagi dengan input keadaan yang diinginkan sehingga interfensi manusia dapat dihilangkan.

Persamaan pengendali PID adalah :

$$mv(t) = K_p\left(e(t) + \frac{1}{T_i}\int e(t)\partial t + T_d\frac{\partial e(t)}{\partial t}\right) \qquad (2.1)$$

Pengendali PID memiliki tiga parameter yaitu konstanta *proportional* (Kp), konstanta *integral* (Ki), dan konstanta *derivatife* (Kd). Ketiga bagian pada pengendali PID tersebut memiliki pengaruh yang berbeda-beda terhadap respon sistem. Bagian *proporsional* memberikan aksi kendali sebanding dengan nilai error, bagian *integral* memberikan akasi kendali sebanding dengan nilai integral *error*, sedangkan bagian *derivatife* memberikan aksi kendali sebanding dengan nilai perubahan error. Bagian proporsional cenderung untuk memperbaiki respon transisi, bagian *integral* untuk memperbaiki *steady state error* dan bagian *derivatife* berfungsi memperbaiki *overshoot*. Untuk menghasilkan respon sistem yang sesuai dengan yang dikehendaki, ketiga parameter pengendali PID harus ditentukan nilainya (di-tuning) dengan tepat. Berikut penjelasan masing-masing parameter:

2.3.1 Pengendali *Propotional*

Pada parameter yang terdapat pada pengendali PID, setiap para meter tersebut mempunyai pengaruh tersendiri terhadap sistem. Untuk parameter *propotional* mempunyai pangaruh terhadap sistem yaitu:

a. Apabila nilai dari Kp semakin besar, maka respon dari sitem tersebut akan memiliki nilai *rise time* dan *steady-state error* yang semakin kecil.
b. Akan tetapi dampak negatif dari semakin besarnya nilai Kp yatu respon dari sistem tersebut mempunyai nilai *overshoot* yang semakin tinggi pula.
c. Sedangkan pengaruh Kp ini, terhadap *settling time* pada sistem kurang begitu berpengaruh.

2.3.2 Pengendali *Integral*

Pada parameter pengendali *integral* mempunyai pengaruh terhadap sistem, yaitu:

a. Semakin kecil nilai Ti, maka sistem tersebut akan mempunyai nilai *rise time* yang semakin kecil. Bahkan, akan menghilangkan nilai *steady-state error* dari *plant*.
b. Akan tatapi, ketika nilai Ti semakin kecil maka semakin meningkat nilai *overshoot* dan *settling time* dari respon sistem tersebut.

2.3.3 Pengendali *Derivative*

Untuk parameter pengendali *derivative*, mempunyai pengaruh terhadap sebuah *plant* yaitu:

a. Ketika semakin besar nilai Td, maka respon sistem tersebut akan mempunyai nilai *overshoot* dan *settling time* yang semakin kecil.
b. Sedangkan pengaruhnya nilai Td terhadap respon sistem terhadap *rise time* dan *steady-state error*, kurang begitu berpengaruh.

Persamaan pengendali PID adalah:

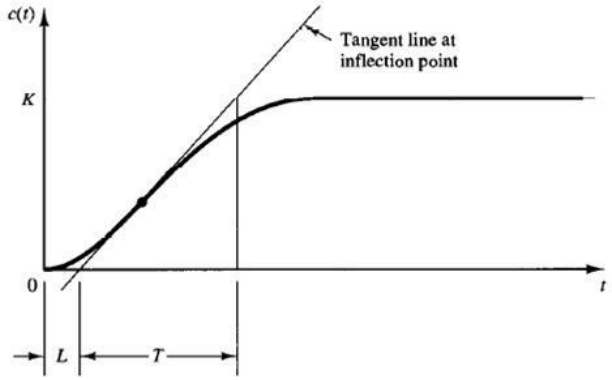
Tabel 2.1 Pengaruh parameter PID terhadap respon sistem

Parameter	***Rise time***	***Overshoot***	***Settling Time***	***Steady-State Error***
Propotional	Menurun	Meningkat	Pengaruhnya kecil	Menurun
Integral	Menurun	Meningkat	Meningkat	Menghilangkan
Derivative	Pengaruhnya kecil	Menurun	Menurun	Pengaruhnya kecil

Pada Tabel 2.1 Pengaruh parameter PID terhadap respon sistem dapat dilihat pengaruh parameter PID terhadap respon sistem. *Rise time* adalah waktu yang diukur mulai respon t=0 sampai dengan respon memotong sumbu *steady state* yang pertama. *Overshoot* adalah nilai yang menyatakan perbandingan antara nilai maksimum respon yang melampaui nilai *steady state* dibanding dengan nilai *steady state*. *Settling time* adalah waktu yang menyatakan respon telah masuk ±5%, ±2%, atau ±0.5% dari keadaan *steady state*. Dalam menentukan nilai dari parameters *Proportional* (Kp), *Integral* (Ti), dan *Derivative* (Td), terdapat banyak metode yang digunakan. Diantaranya metode yang cukup banyak digunakan yaitu Zieger-Nichols dan metode tersebut mempunyai 2 tipe metode.

2.3.4 Metode Zieger-Nichols I

Metode Zieger-Nichols I ini juga disebut dengan metode Ziegler-Nichols kalang terbuka. Langkah-langkah untuk menentukan nilai parameter proportional (P), Integral (I), dan Derivative (D) pada metode ini, adlah dengan melihat output respon sistem ketika plant diberi *input* unit step, dan dilakukan dengan kondisi plant dalam keadaan kalang terbuka. Gambar 2.6 merupakan aturan tuning pada Metode Zieger-Nichols I [9].



Gambar 2.6 Metode Zieger-Nichols I [9]

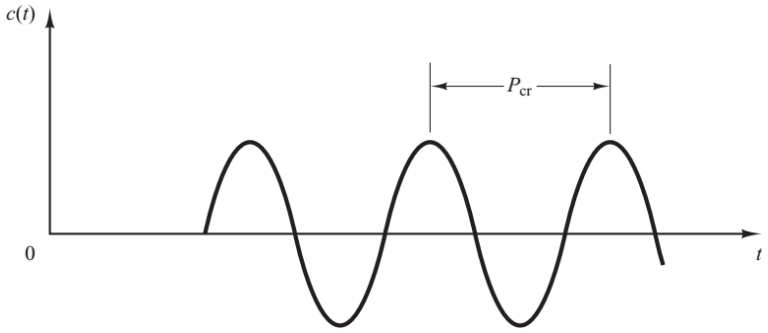
Setelah mendapatkan nilai L dan T, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai Kp, Ti dan Td dengan cara memasukkannya ke dalam rumus pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Rumus Metode Zieger-Nichols I

Tipe Pengendali	Kp	Ti	Td
P	$\frac{T}{L}$	∞	0
PI	$0{,}9\frac{T}{L}$	$\frac{L}{0{,}3}$	0
PID	$1{,}2\frac{T}{L}$	2L	0,5L

2.3.5 Metode Zieger-Nichols II

Metode Zieger-Nichols II, juga disebut dengan metode Ziegler-Nichols kalang tertutup. Langkah-langkah untuk menentukan nilai parameter-parameternya dilakukan dengan cara kalang tertutup pada plant tersebut. Dengan memberi input dengan unit step dan hanya memberikan nilai Kp mulai dari 0 hingga nilai kritis Kcr, maka akan diperoleh nilai output yang berisolasi. Nilai dari Kcr ini akan divariasikan sampai output respon sistem mempunyai nilai amplitude yang sama ketika berisolasi. Gambar 2.7 merupakan aturan tuning pada Metode Zieger-Nichols II [9].



Gambar 2.7 Metode Zieger-Nichols II [9]

Kemudian langkah berikut yaitu menentukan nilai parameter Kp, Ti, dan Td sesuai dengan Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Rumus Metode Zieger-Nichols II

Tipe Pengendali	Kp	Ti	Td
P	0,5Kcr	∞	0
PI	0,45Kcr	$\frac{1}{1,2}Pcr$	0
PID	0,6Kcr	0,5Pcr	0,125Pcr

2.4 LabVIEW

Laboratory Virtual Instrumentation Enginering Workbench (LabVIEW) adalah perangkat lunak komputer untuk pemrosesan dan visual data dalam bidang akuisisi data, kendali instrumentasi serta automasi industri yang pertama kali dikembangkan oleh perusahaan *National Instrument* pada tahun 1986. Program LabVIEW dikenalkan dengan sebutan Vi atau *virtual instruments* karena penampilan dan oprasinya dapat meniru sebuah instrument. *Software* LabVIEW terdiri dari tiga komponen utama yaitu *front panel*, *blok diagram*, *function* dan *control palette* [10].

BAB 3
METODOLOGI

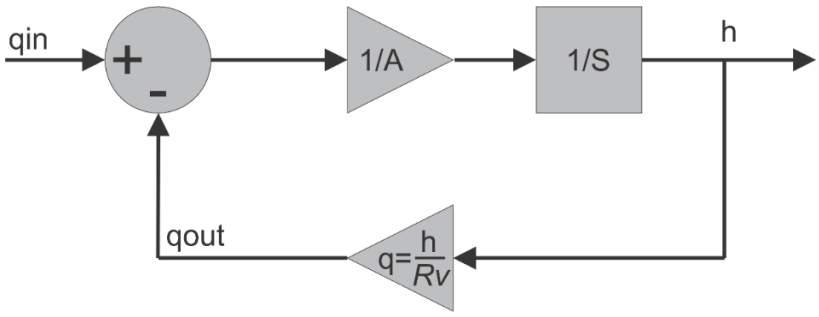
Dalam perancangan sistem ini pengendalian yang digunakan untuk proses simulasi *separator* FWKO berbasis LabVIEW yaitu pengendalian PID berbasis *LabVIEW* sebagai komponen untuk pengendali dan memonitoring. Sistem kendali yang digunakan adalah open loop control system dan kendali otomatis PID dengan sistem closed loop [11]. Pengendalian *level liquid* dilakukan dengan mengatur *valve* dari air dan minyak yang terdapat pada sistem *separator FWKO*. Metodologi dilakukan seperti



Gambar 3.1 Metodologi proses simulasi *separator* FWKO

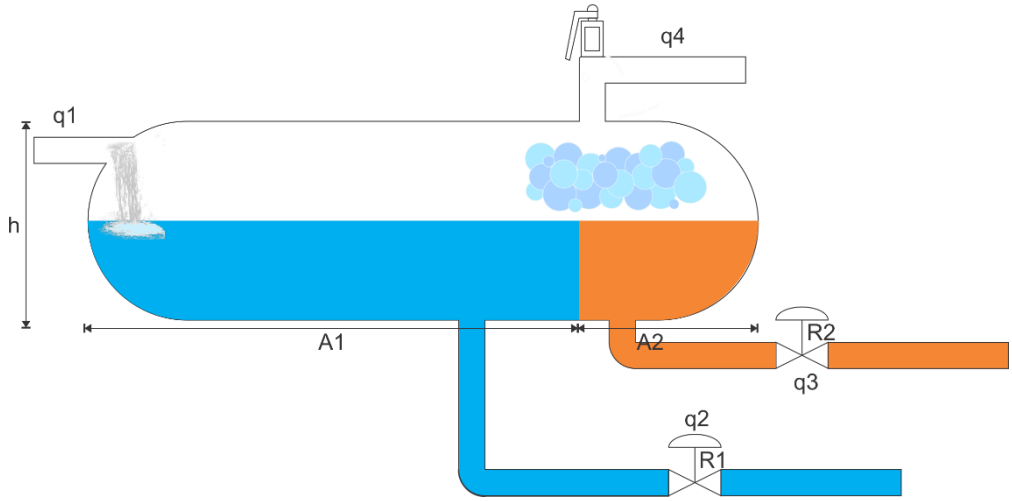
3.1 Perancangan Diagram Control *Separator* FWKO

Perancangan sistem *separator* merupakan teknik penting pada aplikasi di industri, sebagai contoh sistem pemantauan level air, minyak dan gas. Pemantauan level memiliki dua tujuan, yang pertama adalah untuk memastikan tangki tidak kering atau tumpah selama proses dan kedua adalah memastikan bahwa cairan yang dikeluarkan sesuai dengan nilai yang ditentukan. Pemodelan matematis digunakan sebagai pendekatan terhadap kasus riil dalam hal ini tangki untuk simulasi.



Gambar 3.2 *Control Loop separator* FWKO

Control loop separator FWKO yang akan didesain seperti Gambar 3.2. Pada perancangan ini, A adalah luas dari tangki *separator*, *Rv* diasumsikan memiliki nilai tertentu dengan pengendalian dari PID controller pada LabVIEW. Ketinggian dari *fluida* didalam *separator* diasumsikan dengan h. *Fluida* dalam *separator* terdiri dari 2 yaitu air dan minyak.



Gambar 3.3 Model Tanki *Separator*

Keterangan:

q1 = Rata-rata volume aliran inlet (m^3/s)

q2 = Rata-rata volume aliran air (m^3/s)

q3 = Rata-rata volume aliran minyak (m^3/s)

q4 = Rata-rata volume aliran gas (m^3/s)

h = Tinggi cairan dalam tangki (m)

A1 = Luas dasar tangka air (m^2)

A2 = Luas dasar tangki minyak (m^2)

R1 = Bukaan dari *Valve* air (%)

R1 = Bukaan dari *Valve* air (%)

Aliran linier dari *valve* dinyatakan sebagai:

$$q_{out} = h/Rv \tag{3.1}$$

Persamaan pemodelan *separator* sebagai berikut:

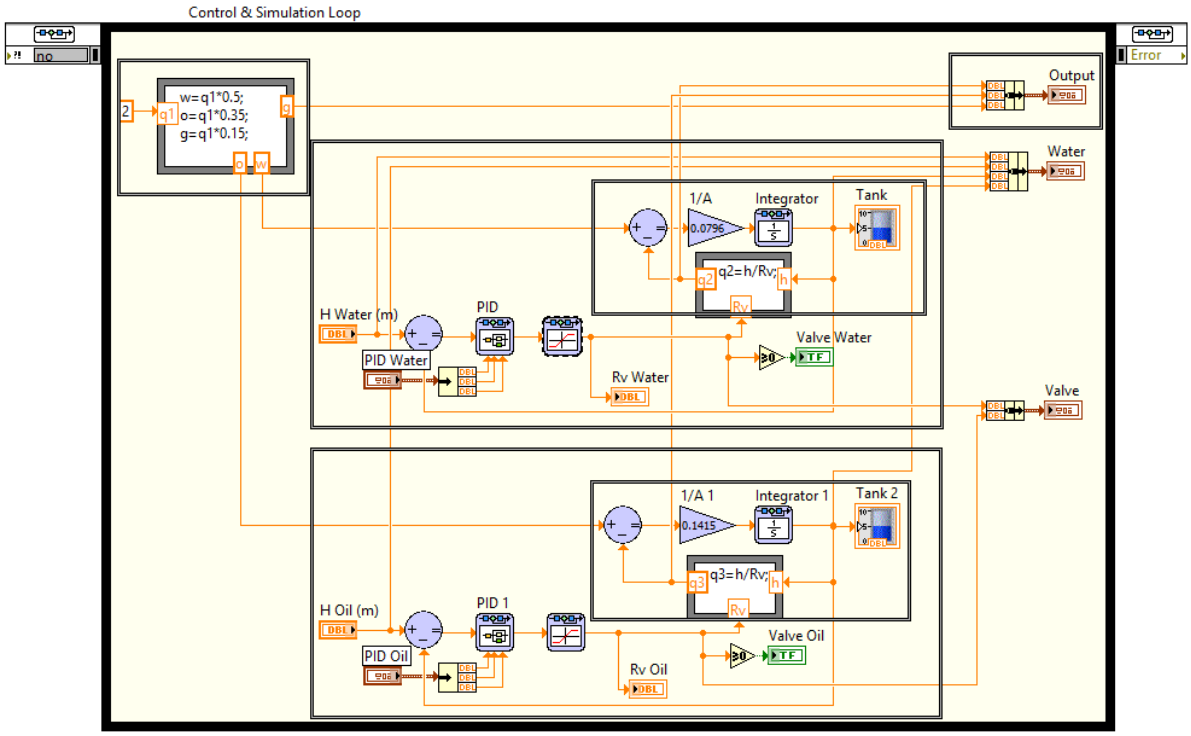
$$Q = A\frac{dh}{dt} \tag{3.2}$$

$$q_{in} - q_{out} = A\frac{dh}{dt} \tag{3.3}$$

$$\frac{1}{A}(q_{in} - q_{out})dt = dh \tag{3.4}$$

$$\int \frac{1}{A}(q_{in} - q_{out})dt = h \tag{3.5}$$

Aliran yang masuk kedalam tangki (q1) diasumsikan sebesar 2 m^3/s pada Gambar 3.3. Setiap 2 m^3/s minyak mentah yang masuk kedalam *separator*, terkandung 50% air, 35% minyak dan 15% gas. Sedangkan *output flow* keluar tangki yang memiliki volume aliran minimal dan maksimal, seberapa besar volume yang masuk adalah bergantung pada *resistance valve* (*Rv*). Jika menggunakan *valve* yang dapat dikendalikan seperti 0-1 *valve*, maka prosentase bukaan dapat dikendalikan yaitu katup menutup (0%) dan katup membuka (100%) [8]. Keluaran dari aliran gas (q4) terdapat di atas *separator*. Aliran gas akan diproses ke tahap berikutnya hingga aliran gas tersebut dapat digukan sebagai bahan bakar pembangkit listrik.



Gambar 3.4 Blok Diagram *Control Simulation Separator*

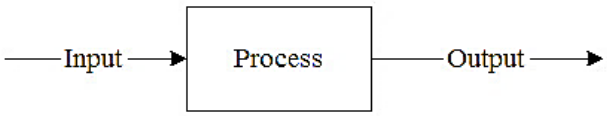
Pada Gambar 3.3 merupakan blok diagram *separator* yang terdiri dari 2 buah sensor aliran yang masing masing sensor memberikan pengaruh terhadap *control valve*. Kedua sensor tersebut akan memberikan sinyal *input* kepada *controller* untuk diproses sehingga akhirnya *controller* akan memberikan perintah kepada bukaan *valve* di *separator* untuk menjaga ketinggian dari air dan minyak didalam *separator*.

Control *simulation* ini digunakan beberapa asumsi:

1. *Separator* yang digunakan adalah *separator* FWKO
2. Terdapat 1 jalur inlet dan 3 outlet
3. Ketinggian *fluida* maksimal pada ketinggian 2 m
4. *Setpoint* dari *fluida* pada *separator* adalah 1 m
5. Jalur keluar gas terdapat diatas *separator*
6. Jalur keluar minyak terdapat disamping *separator*
7. Jalur keluar air terdapat di bawah *separator*
8. Aliran gas di *separator* berada di kisaran 0.6 m^3/s

3.2 Perancangan Sistem Simulation *Separator Open Loop*

Open *loop system* atau loop terbuka adalah suatu sistem yang keluarannya tidak mempunyai pengaruh terhadap aksi pengendalian. Sistem kontrol terbuka keluarannya tidak digunakan sebagai umpan balik dalam masukan. Dengan kata lain, di open loop sistem kontrol output tidak diukur atau diberi umpan balik untuk dibandingkan dengan memasukkan. Diagram open loop dilihat pada Gambar 3.5.



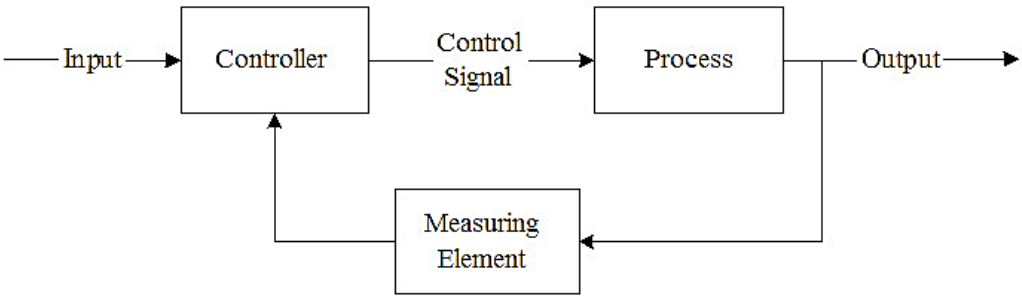
Gambar 3.5 Diagram *open loop*

Sistem *open loop* pada *separator* ini tidak menggunakan aksi *process variable* pada pengendali PID, *line feedback* tersebut di *disable* dibiarkan terputus dan berjalan tanpa ada data keluaran dari proses. Jadi, dibutuhkan sebuah proses kalibrasi untuk mendapatkan pengendalian yang akurat.

3.3 Perancangan Sistem Simulation *Separator Closed Loop*

Perancangan sistem simulasi *separator closed loop* adalah sistem yang dirancang untuk mengendalikan ketinggian dari *level liquid* berupa air dan minyak, serta mengindentifikasi tekanan yang terdapat didalam *separator*. Pada *separator* terdapat dua buah *control valve* yang nilainya dikendalikan oleh PID sebagai input dari bukaan *valve*. Fungsi sistem kontrol umpan

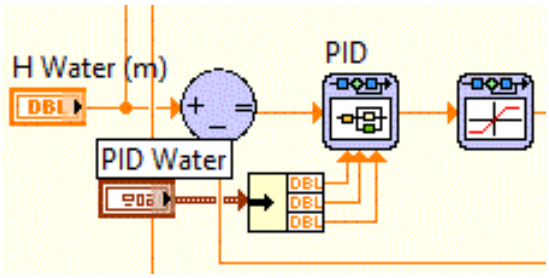
balik adalah memastikan bahwa sistem loop tertutup memiliki dinamika yang diinginkan dan karakteristik respon *steady-state.* Diagram *closed loop* dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 Diagram *closed loop*

3.4 Metode Pengendalian PID

Pengendalian PID pada sistem *separator* ini menggunakan pengendali yang banyak dipakai dalam dunia industri. Pengendali akan memberikan input kepada *control valve* bedasarkan besar *error* yang diperoleh dari selisih *level liquid* terhadap *set point*. *Error* adalah perbedaan *set point* dengan *level actual.* Pada pengendali PID dibutuhkan batasan niai minimum dan nilai maksimum kerja agar pengendalian keluaran dari *manipulated variable* yang dihasilkan dapat maksimal. Keluaran dari PID *separator* berada dalam range 0 – 1, nilai tersebut dinyatakan sebagai bukaan dari *valve* 0% *full closed* dan 100% *full open* Dalam pengendali PID terdapat komponen *proposional*, komponen *integral* dan komponen *derivative.*



Gambar 3.7 Pengendali PID

Keterangan:

1. *Setpoint* adalah nilai referensi yang ingin dicapai oleh sistem
2. *Error* adalah selisih dari setpoint terhadap output dari plant
3. *Output* adalah nilai yang dikeluarkan dari proses pengendali PID
4. PID *Gains* adalah input dari masing-masing nilai PID (*Proportional Integral Derivative*)

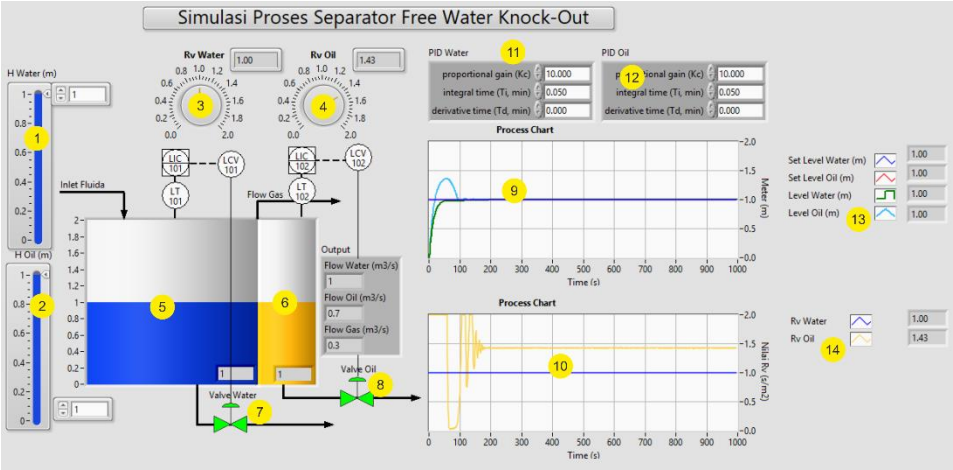
Perancangan sistem PID berfungsi untuk mengatur *level fluida* pada *separator* sehingga pemisahan air bebas (*free water*) dari minyak mendapatkan performa yang baik. FWKO biasanya dipasang pada aliran *fluida* sesudah *separator* awal yang memisahkan gas dari aliran *fluida*, sehingga tekanan pada operasi FWKO tidak tinggi. Performa pemisahan FWKO diukur berdasarkan kandungan air dalam minyak.

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, peneliti akan melakukan pengujian simulasi, pengujian respon, pengujian sistem kendali PID dan kekurangan serta kelebihan *Control Simulation Level Liquid Separator FWKO.*

4.1 Pengujian *Simulation*

Pada saat pengujian *simulation* pengendalian PID pada *separator free water knock-out* berbasis LabVIEW didapatkan hasil yang ditampilkan dengan Gambar 4.1.



Gambar 4.1 *Front Panel Control simulation separator FWKO*

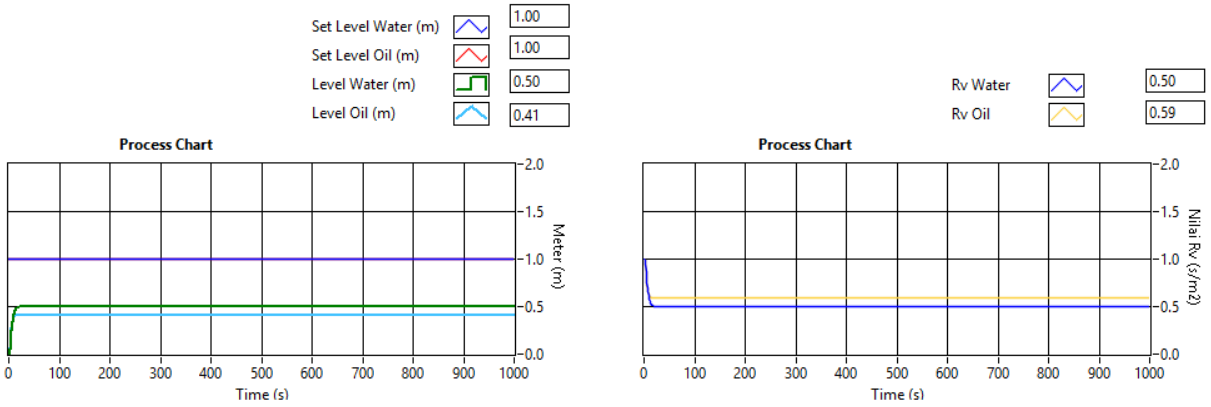
Keterangan :

1. *Setpoint Water*
2. *Setpoint Oil*
3. Indikator bukaan dari *valve 1*
4. Indikator bukaan dari *valve 2*
5. *Tank Water*
6. *Tank Oil*
7. *Valve Water*
8. *Valve Oil*
9. Respon *Level*
10. Rv *Valve*
11. PID Parameters Water
12. PID Parameters Oil
13. Indikator Level Fluida
14. Indikator Rv Fluida

4.2 Pengujian Respon

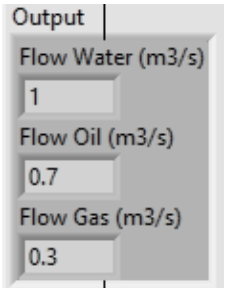
4.2.1 *Close Loop Control System*

Pengujian respon kendali *closed loop* pada proses simulasi separator FWKO dengan pengendalian PID diperlihatkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik respon *closed loop*

Pada Gambar 4.3 menjelaskan grafik respon dari *controller* dimana terdapat 3 indikator yang menjelaskan *setpoint, controller output*, dan *process variable.* Warna ungu menjelaskan *setpoint water*, warna merah menjelaskan *setpoint oil*, warna hijau menunjukkan *level water*, dan warna biru menjelaskan *level oil*. Sebuah pengendalian pada *control simulation* ini belum cukup baik dimana dijelasakan pada grafik respon, selisih atau jarak antara *setpoint* dengan *process variable* berjarak 0,50m pada air dan 0,59m pada minyak hasil tersebut didapat dari *setpoint* dikurang *process variable*.



Gambar 4.3 *Output flow indikator*

Flow gas pada *separator* dapat dilihat pada indikator *output flow*. *Flow gas* dari *separator* merupakan aliran yang berbentuk gas. *Flow gas* dari *separator* menunjukkan pada angka 0,3m^3/s, *flow gas* tersebut tidak dikendaliakan hanya dialirkan dengan *flow* 0,3m^3/s. Keluaran dari aliran gas terdapat di atas *separator*. Aliran gas akan diproses ke tahap berikutnya hingga aliran gas tersebut dapat digukan sebagai bahan bakar pembangkit listrik.

4.3 Pengujian Sistem Kendali PID

Pengujian pada kendali PID yang merupakan kontroler untuk menentukan ketepatan suatu sistem *instrument* dengan karakteristik adanya umpan balik/*feedback* pada sistem tersebut. Komponen pengendali PID antara lain komponen *proporsional*, komponen *integral* dan komponen *derivative*. Komponen tersebut dapat dipakai semua atau hanya sebagai.

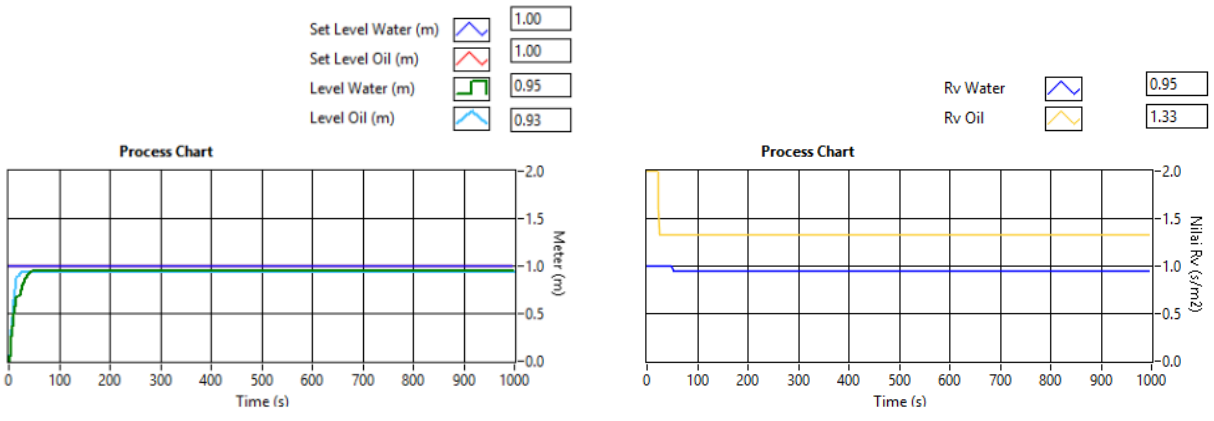
4.3.1 Pengujian Parameter P

Pengujian parameter *Proporsional* (P) dengan set point 1 m pada *separator* untuk melihat respon. Berikut adalah hasil pengujian dengan parameter P ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Parameter P

Percobaan	Parameter PID			*Setpoint*	Air		Minyak		*Flow* Gas
	P	I	D		R1	*Level*	R2	*Level*	
1	1	0	0	1 m	0,50 s/m^2	0,50 m	0,59 s/m^2	0,59 m	0,3 m^3/s
2	5	0	0	1 m	0,83 s/m^2	0,83 m	1,11 s/m^2	0,78 m	0,3 m^3/s
3	10	0	0	1 m	0,91 s/m^2	0,91 m	1,25 s/m^2	0,87 m	0,3 m^3/s
4	20	0	0	1 m	0,95 s/m^2	0,95 m	1,33 s/m^2	0,93 m	0,3 m^3/s

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat pengaruh terhadap perubahan nilai dari parameter P. Percobaan nomor 3, nilai dari level tank *separator* adalah 0,91m pada air dan 0,87m pada minyak nilai tersebut didapat dari respon plant tidak sampai pada *set point*. Hal tersebut disebabkan pengali dari nilai *error* tersebut kurang besar sehingga respon tidak mencapat nilai *set point*, maka diperlukan penambahan nilai P lebih besar. Pengaruh parameter P adalah memperkecil konstanta waktu sehingga sistem menjadi lebih sensitif dan mempunyai respons yang lebih cepat. Perunaham besaran K_p, maka akan mempengaruhi *offset* atau *steady state error*. Pada saat nilai K_p besar maka akan menyebabkan *offset* semakin kecil. Akan tetapi disisi lain, pengontrol P tidak akan melakukan aksi kontrolnya apabila tidak ada sinyal kesalahan *e(t)*.



Gambar 4.4 Grafik percobaan P = 20

Pada Gambar 4.4 merupakan grafik dari percobaan 4. Nilai P yang diberikan pada pengendali adalah 20, nilai tersebut dapat memperlihatkan respon yang mencapai *setpoint*. Grafik menunjukan selisih terhadap *setpoint*, maka dari itu masih diperlukan penambahan variabel I untuk perbaikan pada pengendalian.

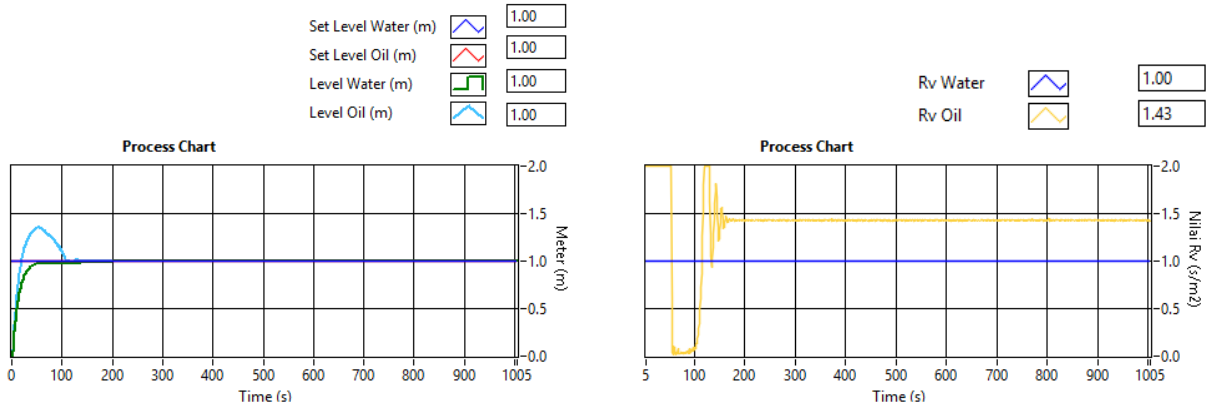
4.3.2 Pengujian Parameter PI

Pengujian parameter PI merupakan penambahan komponen *integral* (I) kedalam parameter *Proporsional* (P) pada percobaan sebelumnya. Parameter *integral* (I) adalah penjumlahan dari *error* sebelumnya. Proses penjumlahan akan berlangsung sampai nilai dari *output* sama dengan *setpoint*. Penggunaan komponen I pada pengujian berfungsi unutk mengurangi *overshoot* serta memperkecil *osilasi*. Berikut adalah Tabel 4.2 hasil pengujian parameter PI.

Tabel 4.2 Pengujian Parameter PI

Percobaan	Parameter PID			*Setpoint*	Air		Minyak		*Flow* Gas
	P	I	D		R1	*Level*	R2	*Level*	
1	10	0,10	0	1 m	1 s/m^2	1,00 m	1,43 s/m^2	1,00 m	0,3 m^3/s
2	10	0,05	0	1 m	1 s/m^2	1,00 m	1,43 s/m^2	1,00 m	0,3 m^3/s
3	20	0,10	0	1 m	1 s/m^2	1,00 m	1,43 s/m^2	1,00 m	0,3 m^3/s
4	20	0,05	0	1 m	1 s/m^2	1,00 m	1,43 s/m^2	1,00 m	0,3 m^3/s

Dari Tabel 4.2 dapat dilihat pengaruh penambahan komponen I berdampak pada semakin besarnya *rise time*. Perbedaan tersebut dapat dilihat dari hasil percobaan P dibandingkan dengan percobaan PI. Pada pegujian ini didapatkan hasil yang cukup baik, nilai respon yang dihasilkan cukup mendekati dari *setpoint*. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik percobaan P = 20 dan I = 0,05

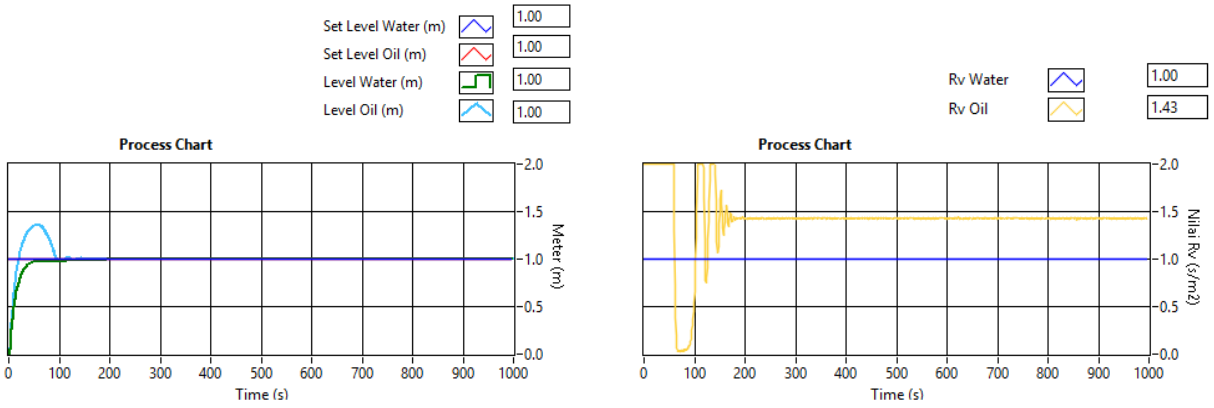
Respon grafik pada gambar tersebut didapat saat nilai P = 20 dan I = 0,05. Grafik pada Gambar 4.5 menunjukan adanya *overshoot* 40% pada *level* minyak. Pengendalian pada level air dan minyak telah mencapai *setpoint*. Pada pengujian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan

komponen I perlu dilakukan, karena dengan penambahan nilai I mampu membantu mencapai nilai setpoint terhadap pengendalian.

4.3.3 Pengujian Parameter PID

Pengujian PID terdiri dari tiga komponen, yaitu komponen *Proporsional* (P), komponen *Integral* (I) dan komponen *Derivatif* (D). Ketiga komponen ini saling melengkapi satu sama lain, sehingga kelemahan-kelemahan pada salah satu komponen dapat ditutupi oleh komponen yang lain. Komponen I dan D tidak dapat berdiri sendiri dan selalu dikombinasikan dengan komponen P, menjadi pengontrol PI atau PID. Pengontrol PID akan mengeluarkan aksi pengendalian dengan membandingkan kesalahan atau *error* yang merupakan selisih dari *process variable* dan *setpoint*, selesih akan digunakan sebagai masukan pengontrol untuk mengeluarkan sinyal kontrol (*u(t)*).

Pada pengujian parameter PID respons yang dihasilkan oleh plant ditampilkan pada Gambar 4.6 berikut :

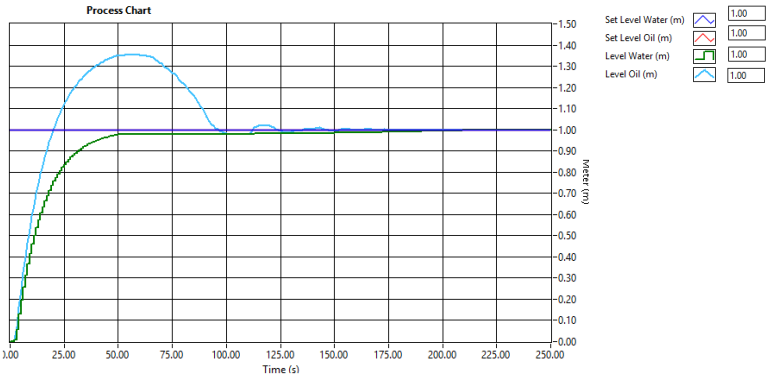


Gambar 4.6 Grafik percobaan P = 10, I = 0,05 dan D = 0

Penambahan komponen *Derivatif* (D) hasil respon yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang cukup besar kepada grafik. Pada saat nilai D diberikan lebih besar akibatnya menimbulkan *noise* cukup mengganggu terhadap performa. Pada *control simulation level liquid separator FWKO* ini penambahan komponen *Derivatif* (D) tidak dilakukan dikarenakan hasil yang didapat menurun dari performa pengujian sebelumnya yang hanya menggunakan parameter PI. Jadi *control simulation separator* hanya memilih menggunakan parameter PI.

4.4 Kekurangan dan kelebihan simulasi *separator FWKO*

Simulasi proses *separator* FWKO didapatkan hasil *error* pengendalian sebesar 0,134% pada air dan 1,878% pada minyak dengan menggunakan parameter P = 10 I = 0,05 dan D = 0. Nilai maksimum *overshoot* pada air 2%, *rise time* 39s, *settling time* 199s dan nilai maksimum *overshoot* pada minyak 35%, *rise time* 20,5s, *settling time* 150,5s. Parameter PID tersebut dipilih sebagai pengendalian yang terbaik dalam proses pengujian ini. Dengan performa yang baik ini diharapkan dapat membantu operator dan *user* dalam sistem monitoring. Pengendalian di *separator* meliputi pengendalian *valve* dari air dan minyak yang terdapat pada sistem *separator* FWKO.



Gambar 4.7 Respon grafik separator FWKO

Tabel 4.3 Analisis performa sistem

Cairan	Air	Minyak
Rise time	40s	20,5s
Settling time	199s	150,5s
Overshoot	2%	35%
Steady-state error	0,00134m	0,01878m

Kelebihan menggunakan simulasi *separator* FWKO diharapkan dapat menjadi alternatif dalam memahami proses *separator* yang ada di Central Facility PT. Pertamina EP Asset 1 Field Jambi. Karena simulasi *separator* FWKO ini terdapat indikator yang memberikan data seperti layaknya *separator*. Sistem pemisahan dilakukan dengan mengatur beberapa instrument untuk mendapatkan pemisahan yang baik. LLC (*Liquid Level Control*), PCV (*Pressure Control Valve*) dan LCV (*Liquid Control Valve*) merupakan instrument yang terdapat dalam *Separator*. Pada penelitian ini memberikan ulasan yang berhubungan dengan sistem monitoring dan kendali yang tepat agar pemisahan *fluida* dan gas optimal. Dalam perancangan sistem ini pengendalian yang digunakan untuk control *simulation level liquid separator free water knock-out* yaitu pengendalian PID berbasis LabVIEW sebagai komponen untuk pengendali dan memonitoring.

BAB 5
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pemabahasan yang diuraikan pada Bab 4 mengenai proses simulasi *separator* FWKO Berbasis LabVIEW, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil dibuatnya sistem monitoring *separator* berbasis LabVIEW yang sebelumnya masih menggunakan sistem monitoring manual.
2. Telah berhasil dibuatnya sistem kendali otomatis yang tepat agar pemisahan *fluida* dan gas terjaga di ketinggian *setpoint,* menggunakan pengendali PID pada proses simulasi *separator* FWKO didapatkan hasil *error* pengendalian sebesar 0,134% pada air dan 1,878% pada minyak dengan menggunakan parameter P = 10, I = 0 dan D = 0. Nilai maksimum *overshoot* pada air 2%, *rise time* 39s, *settling time* 199s dan nilai maksimum *overshoot* pada minyak 35%, *rise time* 20,5s, *settling time* 150,5s. Parameter PI tersebut dipilih sebagai pengendalian yang terbaik dalam proses pengujian ini. Dengan performa yang baik ini diharapkan dapat membantu operator dan *user* dalam sistem monitoring. Dengan begitu implementasi kendali PID sudah berhasil.

5.2 Saran

Adapun keterbatasan dan saran yang dapat diajukan oleh penulis dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Bagi penelitian selanjutnya dapat mengembangkan control *simulation* ini ketahap real-time. Diharapkan dengan control real time didapatkan hasil kendali optimal.
2. Untuk kepentingan pembelajaran dan penelitian lebih lanjut penambahan pengendali *fuzzy* dapat menjadi salah satu opsi berikutnya.
3. Bagi penelitian selanjutnya dapat menambahkan control dan *simulation* sebelum dan sesudah proses di*separator* contohnya *scrubber tank.*

DAFTAR PUSTAKA

[1] "Pipa Sumur PT Geo Dipa Energy Meledak Hebat Satu Tewas, Lima Luka-Luka_Radar Banyumas," *Radar Banyumas,* 2016. [Online]. Available:

http://radarbanyumas.co.id/pipa-sumur-pt-geo-dipa-energy-meledak-hebat-satu-tewas-lima-luka-luka/. [Accessed: 27-Jan-2018].

[2] W. E. Odiete and J. C. Agunwamba, “Residence Time versus Aspect Ratio of Conventional Oil / Water *Separator*s Aspect Ratio vrs Residence Time,” *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 32, no. 1, pp. 2015–2017, 2016.

[3] W. E. Odiete and J. C. Agunwamba, “Effect Of Aspect Ratio On The Oil Separation Efficiency Of Conventional Oil/Water *Separator*s,” *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 7, no. 3, pp. 840–847, 2016.

[4] M. Ahmed Mahmoud, “Hydrodynamic *Separator* Unit for R[1] M. Ahmed Mahmoud, ‘Hydrodynamic *Separator* Unit for Removal and Recovery Oil from Wastewater,’” *J. Pet. Environ. Biotechnol. Remov. Recover. Oil from Wastewater*, vol. 7, no. 2, pp. 2–4, 2016.

[5] L. A. Sabri and H. A. Al-mshat, “Implementation of Fuzzy and PID Controller to Water Level System using LabView,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 116, no. 11, pp. 11–15, 2015.

[6] G. N. Sapkale, S. M. Patil, U. S. Surwase, and P. K. Bhatbhage, “Supercritical Fluid Extraction,” *Int. J. Chem. Sci*, vol. 8, no. 2, pp. 729–743, 2010.

[7] A. I. Neamah, “Separation of the Petroleum System,” *Hilltop Rev.*, vol. 7, no. 1, 2014.

[8] M. Abiyu Ahmad and F. M Imam Maulana, “Instrumentasi *Separator* Free Water Knock - Out Central Facility Pt . Pertamina Ep Asset 1 Field,” Yogyakarta, 2018.

[9] K. Ogata, *Modern Control Engineering*, 5th ed., vol. 17, no. 3. Prentice Hall, 2010.

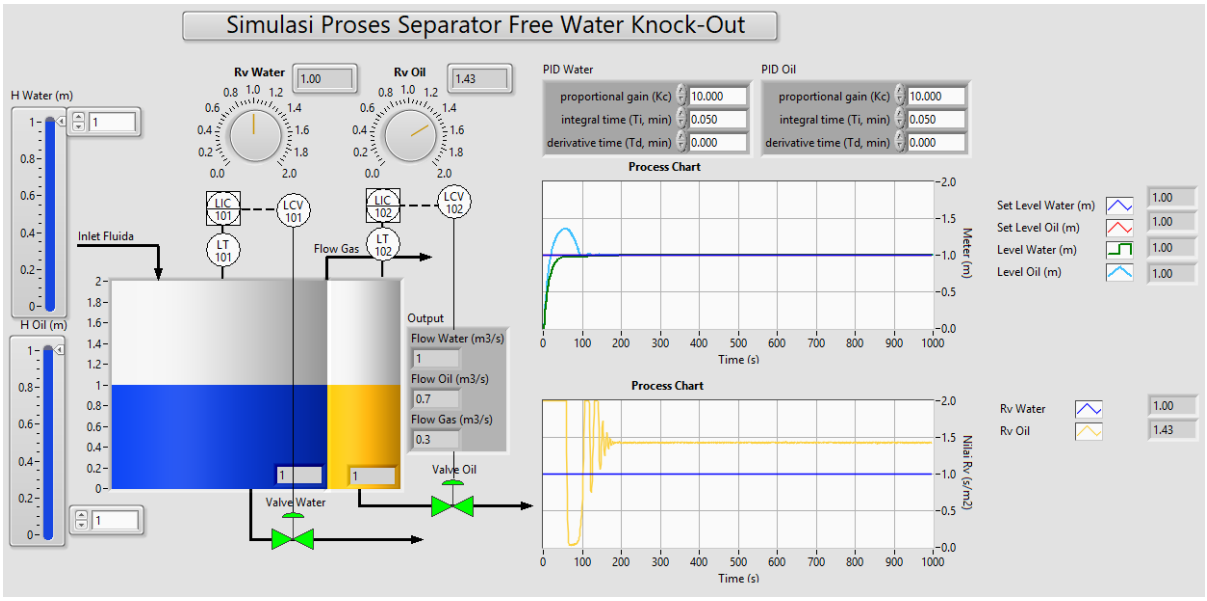
[10] N. Instruments, “LabVIEW Graphical Programming Course,” *LabVIEW Learn.*, p. 287, 2007.

[11] D. Seborg, T. Edgar, D. Mellicamp, and F. Doyle III, “Process Dynamics and Control,” *John Wiley Sons*, p. 595, 2011.

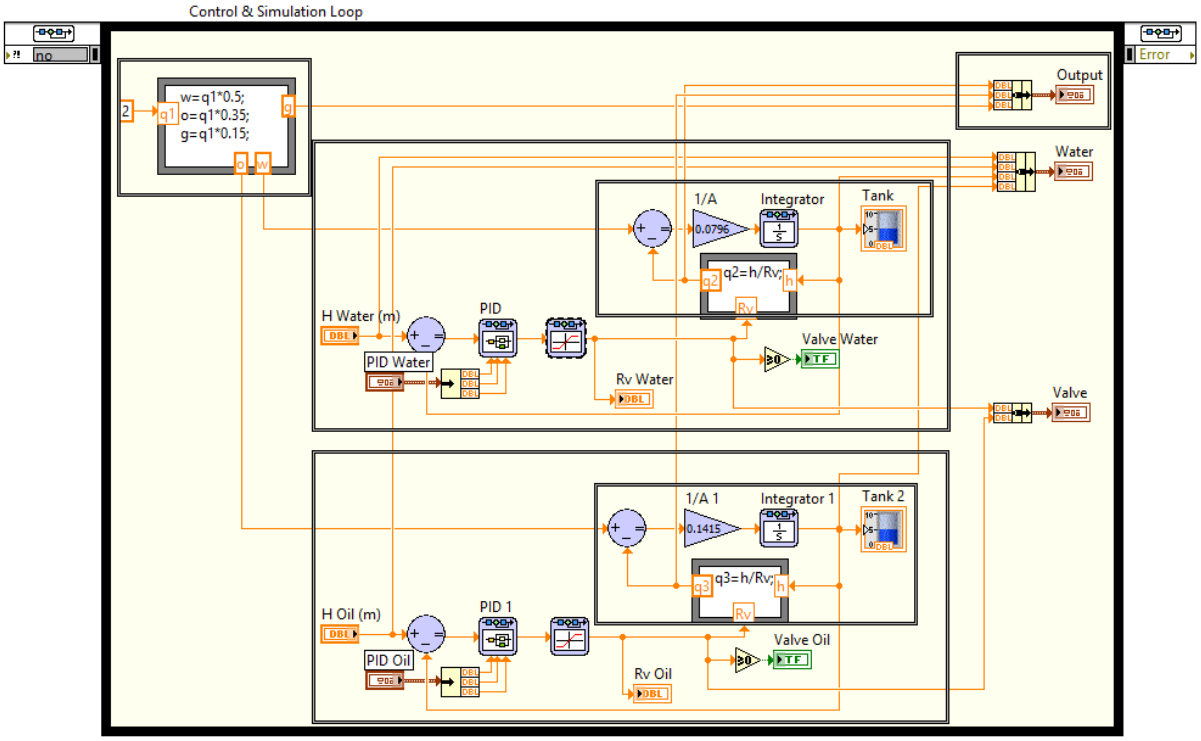
LAMPIRAN

Lampiran 1

Front Panel



Blok Diagram



Lampiran 2

Data Dari pengendali P = 10, I = 0,05 dan D = 0

No	*Set Level* (m)	Air		Minyak		*Pressure* (m^3/s)
		R1 (s/m^2)	*Level* (m)	R2 (s/m^2)	*Level* (m)	
1	1	1	0	2	0	0,3
2	1	1	0	2	0	0,3
3	1	1	0	2	0	0,3
4	1	1	0,1	2	0,1	0,3
5	1	1	0,1	2	0,2	0,3
6	1	1	0,2	2	0,2	0,3
7	1	1	0,3	2	0,3	0,3
8	1	1	0,3	2	0,4	0,3
9	1	1	0,4	2	0,5	0,3
10	1	1	0,4	2	0,5	0,3
11	1	1	0,5	2	0,6	0,3
12	1	1	0,5	2	0,6	0,3
13	1	1	0,5	2	0,7	0,3
14	1	1	0,6	2	0,7	0,3
15	1	1	0,6	2	0,8	0,3
16	1	1	0,6	2	0,8	0,3
17	1	1	0,7	2	0,9	0,3
18	1	1	0,7	2	0,9	0,3
19	1	1	0,7	2	0,9	0,3
20	1	1	0,7	2	1	0,3
21	1	1	0,8	2	1	0,3
22	1	1	0,8	2	1	0,3
23	1	1	0,8	2	1,1	0,3
24	1	1	0,8	2	1,1	0,3
25	1	1	0,8	2	1,1	0,3
26	1	1	0,8	2	1,1	0,3
27	1	1	0,8	2	1,1	0,3
28	1	1	0,9	2	1,2	0,3
29	1	1	0,9	2	1,2	0,3
30	1	1	0,9	2	1,2	0,3
31	1	1	0,9	2	1,2	0,3
32	1	1	0,9	2	1,2	0,3
33	1	1	0,9	2	1,2	0,3
34	1	1	0,9	2	1,2	0,3
35	1	1	0,9	2	1,3	0,3
36	1	1	0,9	2	1,3	0,3
37	1	1	0,9	2	1,3	0,3
38	1	1	0,9	2	1,3	0,3
39	1	1	0,9	2	1,3	0,3
40	1	1	0,9	2	1,3	0,3

No	*Set Level* (m)	Air		Minyak		*Pressure* (m^3/s)
		R1 (s/m^2)	*Level* (m)	R2 (s/m^2)	*Level* (m)	
41	1	1	1	2	1,3	0,3
42	1	1	1	2	1,3	0,3
43	1	1	1	2	1,3	0,3
44	1	1	1	2	1,3	0,3
45	1	1	1	2	1,3	0,3
46	1	1	1	2	1,3	0,3
47	1	1	1	2	1,3	0,3
48	1	1	1	2	1,3	0,3
49	1	1	1	2	1,3	0,3
50	1	1	1	2	1,3	0,3
51	1	1	1	2	1,3	0,3
52	1	1	1	2	1,4	0,3
53	1	1	1	2	1,4	0,3
54	1	1	1	2	1,4	0,3
55	1	1	1	2	1,4	0,3
56	1	1	1	2	1,4	0,3
57	1	1	1	2	1,4	0,3
58	1	1	1	2	1,4	0,3
59	1	1	1	2	1,4	0,3
60	1	1	1	2	1,4	0,3
61	1	1	1	1,3	1,4	0,3
62	1	1	1	0,7	1,4	0,3
63	1	1	1	0,4	1,3	0,3
64	1	1	1	0,2	1,3	0,3
65	1	1	1	0,1	1,3	0,3
66	1	1	1	0,1	1,3	0,3
67	1	1	1	0	1,3	0,3
68	1	1	1	0	1,3	0,3
69	1	1	1	0	1,3	0,3
70	1	1	1	0	1,3	0,3
71	1	1	1	0	1,3	0,3
72	1	1	1	0	1,3	0,3
73	1	1	1	0	1,3	0,3
74	1	1	1	0	1,3	0,3
75	1	1	1	0	1,3	0,3
76	1	1	1	0	1,3	0,3
77	1	1	1	0	1,3	0,3
78	1	1	1	0	1,3	0,3
79	1	1	1	0,1	1,2	0,3
80	1	1	1	0	1,2	0,3

No	*Set Level* (m)	Air		Minyak		*Pressure* (m^3/s)
		R1 (s/m^2)	*Level* (m)	R2 (s/m^2)	*Level* (m)	
81	1	1	1	0	1,2	0,3
82	1	1	1	0	1,2	0,3
83	1	1	1	0,1	1,2	0,3
84	1	1	1	0	1,2	0,3
85	1	1	1	0,1	1,2	0,3
86	1	1	1	0	1,2	0,3
87	1	1	1	0,1	1,1	0,3
88	1	1	1	0	1,1	0,3
89	1	1	1	0,1	1,1	0,3
90	1	1	1	0,1	1,1	0,3
91	1	1	1	0,1	1,1	0,3
92	1	1	1	0,1	1,1	0,3
93	1	1	1	0,1	1	0,3
94	1	1	1	0,2	1	0,3
95	1	1	1	0,2	1	0,3
96	1	1	1	0,2	1	0,3
97	1	1	1	0,3	1	0,3
98	1	1	1	0,4	1	0,3
99	1	1	1	0,4	1	0,3
100	1	1	1	0,5	1	0,3
101	1	1	1	0,7	1	0,3
102	1	1	1	0,8	1	0,3
103	1	1	1	1	1	0,3
104	1	1	1	1,2	1	0,3
105	1	1	1	1,5	1	0,3
106	1	1	1	1,8	1	0,3
107	1	1	1	2	1	0,3
108	1	1	1	2	1	0,3
109	1	1	1	2	1	0,3
110	1	1	1	2	1	0,3
111	1	1	1	2	1	0,3
112	1	1	1	2	1	0,3
113	1	1	1	2	1	0,3
114	1	1	1	2	1	0,3
115	1	1	1	2	1	0,3
116	1	1	1	2	1	0,3
117	1	1	1	2	1	0,3
118	1	1	1	2	1	0,3
119	1	1	1	2	1	0,3
120	1	1	1	1,6	1	0,3
121	1	1	1	1,2	1	0,3
122	1	1	1	0,9	1	0,3
123	1	1	1	0,8	1	0,3
124	1	1	1	0,7	1	0,3

No	*Set Level* (m)	Air		Minyak		*Pressure* (m^3/s)
		R1 (s/m^2)	*Level* (m)	R2 (s/m^2)	*Level* (m)	
125	1	1	1	0,8	1	0,3
126	1	1	1	0,9	1	0,3
127	1	1	1	1	1	0,3
128	1	1	1	1,2	1	0,3
129	1	1	1	1,4	1	0,3
130	1	1	1	1,6	1	0,3
131	1	1	1	1,8	1	0,3
132	1	1	1	2	1	0,3
133	1	1	1	2	1	0,3
134	1	1	1	2	1	0,3
135	1	1	1	2	1	0,3
136	1	1	1	2	1	0,3
137	1	1	1	2	1	0,3
138	1	1	1	2	1	0,3
139	1	1	1	2	1	0,3
140	1	1	1	2	1	0,3
141	1	1	1	2	1	0,3
142	1	1	1	1,9	1	0,3
143	1	1	1	1,6	1	0,3
144	1	1	1	1,4	1	0,3
145	1	1	1	1,2	1	0,3
146	1	1	1	1,1	1	0,3
147	1	1	1	1,1	1	0,3
148	1	1	1	1,1	1	0,3
149	1	1	1	1,2	1	0,3
150	1	1	1	1,4	1	0,3
151	1	1	1	1,5	1	0,3
152	1	1	1	1,6	1	0,3
153	1	1	1	1,7	1	0,3
154	1	1	1	1,7	1	0,3
155	1	1	1	1,6	1	0,3
156	1	1	1	1,4	1	0,3
157	1	1	1	1,3	1	0,3
158	1	1	1	1,3	1	0,3
159	1	1	1	1,3	1	0,3
160	1	1	1	1,3	1	0,3
161	1	1	1	1,4	1	0,3
162	1	1	1	1,5	1	0,3
163	1	1	1	1,5	1	0,3
164	1	1	1	1,6	1	0,3
165	1	1	1	1,5	1	0,3
166	1	1	1	1,4	1	0,3
167	1	1	1	1,4	1	0,3
168	1	1	1	1,3	1	0,3

No	*Set Level* (m)	Air		Minyak		*Pressure* (m^3/s)
		R1 (s/m^2)	*Level* (m)	R2 (s/m^2)	*Level* (m)	
169	1	1	1	1,4	1	0,3
170	1	1	1	1,4	1	0,3
171	1	1	1	1,5	1	0,3
172	1	1	1	1,5	1	0,3
173	1	1	1	1,5	1	0,3
174	1	1	1	1,4	1	0,3
175	1	1	1	1,4	1	0,3
176	1	1	1	1,4	1	0,3
177	1	1	1	1,4	1	0,3
178	1	1	1	1,4	1	0,3
179	1	1	1	1,5	1	0,3
180	1	1	1	1,4	1	0,3
181	1	1	1	1,4	1	0,3
182	1	1	1	1,4	1	0,3
183	1	1	1	1,4	1	0,3
184	1	1	1	1,4	1	0,3

No	*Set Level* (m)	Air		Minyak		*Pressure* (m^3/s)
		R1 (s/m^2)	*Level* (m)	R2 (s/m^2)	*Level* (m)	
185	1	1	1	1,4	1	0,3
186	1	1	1	1,4	1	0,3
187	1	1	1	1,4	1	0,3
188	1	1	1	1,4	1	0,3
189	1	1	1	1,4	1	0,3
190	1	1	1	1,4	1	0,3
191	1	1	1	1,4	1	0,3
192	1	1	1	1,4	1	0,3
193	1	1	1	1,4	1	0,3
194	1	1	1	1,4	1	0,3
195	1	1	1	1,4	1	0,3
196	1	1	1	1,4	1	0,3
197	1	1	1	1,4	1	0,3
198	1	1	1	1,4	1	0,3
199	1	1	1	1,4	1	0,3
200	1	1	1	1,4	1	0,3