TUGAS AKHIR – TF 181801

ANALISA KINERJA *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 DALAM MENJAGA KUALITAS *TOP PRODUCT* DENGAN METODE *ORDINARY LEAST SQUARE (OLS)* DI PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED

NDARU PRIYO TRI ATMOKO
NRP. 02311640000156

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

TUGAS AKHIR - TF 181801

ANALISA KINERJA *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 DALAM MENJAGA KUALITAS *TOP PRODUCT* DENGAN METODE *ORDINARY LEAST SQUARE (OLS)* DI PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED

NDARU PRIYO TRI ATMOKO
NRP. 02311640000156

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

FINAL PROJECT - **TF 181801**

PERFORMANCE ANALYSIS OF FUEL GAS SCRUBBER 141-V-01 IN MAINTAIN TOP PRODUCT QUALITY WITH ORDINARY LEAST SQUARE (OLS) METHOD AT PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED

NDARU PRIYO TRI ATMOKO
NRP. 02311640000156

Supervisors:
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

Department Of Engineering Physics
Faculty of Industrial Technology and System Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama	: Ndaru Priyo Tri Atmoko
NRP	: 02311640000156
Departemen / Prodi	: Teknik Fisika / S1 Teknik Fisika
Fakultas	: Fakultas Teknologi Industri & Rekayasa Sistem (FT-IRS)
Perguruan Tinggi	: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **"ANALISA KINERJA *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 DALAM MENJAGA KUALITAS *TOP PRODUCT* DENGAN METODE *ORDINARY LEAST SQUARE (OLS)* DI PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED"** adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat pada Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya-benarnya.

Surabaya, 24 Juli 2020

Yang membuat pernyataan,

Ndaru Priyo Tri Atmoko

NRP. 02311640000156

Halaman ini sengaa dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISA KINERJA *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 DALAM MENJAGA KUALITAS *TOP PRODUCT* DENGAN METODE *ORDINARY LEAST SQUARE (OLS)* DI PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED

Oleh:

Ndaru Priyo Tri Atmoko

NRP. 02311640000156

Surabaya, 24 Juli 2020

Menyetujui,

Pembimbing I

Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

NIP. 19650309 199002 1 001

Mengetahui,

Kepala Departemen

Teknik Fisika FT-IRS-ITS

Dr. Suyanto, S.T., M.T

NIP. 19711113 199512 1 002

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KINERJA *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 DALAM MENJAGA KUALITAS *TOP PRODUCT* DENGAN METODE *ORDINARY LEAST SQUARE (OLS)* DI PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Progam Studi S-1 Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri & Rekayasa Sistem (FT-IRS)
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

NDARU PRIYO TRI ATMOKO

NRP. 02311640000156

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA ..... **(Pembimbing I)**
2. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc. ..... **(Ketua Penguji)**
3. Hendra Cordova, S.T., M.T. ..... **(Penguji I)**
4. Dr. Ir. Ali Musyafa, M.Sc. ..... **(Penguji II)**

SURABAYA

2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALISA KINERJA *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 DALAM MENJAGA KUALITAS *TOP PRODUCT* DENGAN METODE *ORDINARY LEAST SQUARE (OLS)* DI PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED

Nama	**:**	**Ndaru Priyo Tri Atmoko**
NRP	**:**	**02311640000156**
Departemen	**:**	**Teknik Fisika FT-IRS - ITS**
Dosen Pembimbing	**:**	**Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA**

ABSTRAK

Efisiensi kinerja unit *Scrubber* dalam memisahkan kandungan *liquid* yang terbawa aliran gas tidak dapat mencapai 90% apabila ukuran partikel *(liquid)* yang dipisahkan kurang dari 25 µm. Keberadaan partikel (*liquid*) ini juga tidak dapat dideteksi secara *real-time*. Oleh karena itu, digunakan metode *Ordinary Least Square (OLS)* untuk memodelkan kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01. Pemodelan kualitas *top product* dengan *OLS* dilakukan dengan *software SPSS*, yaitu dengan melihat nilai *estimator* $\boldsymbol{\beta}$ dari setiap variabel *independent* yang terdapat di tabel *output window* dan memasukkan semua nilai *estimator* $\boldsymbol{\beta}$ ke dalam persamaan regresi linier berganda. Model yang didapatkan adalah $Y = 37{,}223868 - 0{,}920932X_1 - 3{,}067282X_2 - 0{,}179019X_3 + 7{,}433088X_4 + 0{,}187601X_5 + 0{,}917566X_6 - 0{,}653726X_7 + 0{,}019797X_8$. Rerata *eror* dari model yang diperoleh adalah sebesar 4,42%. Sehingga model ini dapat digunakan untuk mengestimasi nilai impuritas *liquid* yang terkandung dalam aliran gas hidrokarbon . Selain itu, model ini juga dapat digunakan sebagai *guidance* untuk memperbaiki kinerja dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01, dengan melakukan *improvement* pada empat parameter proses yang memiliki pengaruh paling signifikan terhadap kualitas *top product*, yaitu 141-LIC-110, 141-PIT-100, 141-PT-100, dan 141-LT-110.

Kata Kunci: ***Top Product, Fuel Gas Scrubber, Ordinary Least Square (OLS)***

Halaman ini sengaa dikosongkan

PERFORMANCE ANALYSIS OF FUEL GAS SCRUBBER 141-V-01 IN MAINTAIN TOP PRODUCT QUALITY WITH ORDINARY LEAST SQUARE (OLS) METHOD AT PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED

Name	**:**	***Ndaru Priyo Tri Atmoko***
NRP	**:**	***02311640000156***
Department	**:**	***Engineering Physics FT-IRS - ITS***
Supervisors	**:**	***Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA***

ABSTRACT

Performance efficiency of the Scrubber unit in separating the liquid content carried by the gas stream cannot reach 90% if the separated particle size (liquid) is less than 25 µm. The presence of particle (liquid) also cannot be detected in real time. Therefore, the Ordinary Least Square (OLS) method is used to model the top product quality of 141-V-01 Fuel Gas Scrubber by SPSS software. The model that has been obtained is $Y = 37{,}223868 - 0{,}920932X_1 - 3{,}067282X_2 - 0{,}179019X_3 + 7{,}433088X_4 + 0{,}187601X_5 + 0{,}917566X_6 - 0{,}653726X_7 + 0{,}019797X_8$ *. The mean error of the model is 4,42%. So, this model can be used to estimate the liquid impurities contained in the hydrocarbon gas flow. In addition, this model can also be used as guidance to improve the performance of 141-V-01 Fuel Gas Scrubber by making improvements to the four process parameters that have the most significant influence on top product quality, namely 141-LIC-110, 141-PIT-100, 141-PT-100, dan 141-LT-110.*

Keywords: Top Product, Fuel Gas Scrubber, Ordinary Least Square (OLS)

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga dapat terselesaikannya tugas akhir beserta laporan tugas akhir yang berjudul "**ANALISA KINERJA *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 DALAM MENJAGA KUALITAS *TOP PRODUCT* DENGAN METODE *ORDINARY LEAST SQUARE (OLS)* DI PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED**".

Penulis telah banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak dalam penyelesaian tugas akhir dan laporan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Suyanto, S.T., M.T selaku Kepala Departemen Teknik Fisika ITS yang telah memberikan ilmu, bimbingan serta sarana dan prasarana selama menempuh pendidikan di Teknik Fisika ITS
2. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar memberikan petunjuk, ilmu, motivasi serta bimbingan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen Teknik Fisika ITS atas segala ilmu, bimbingan, petunjuk, dan nasihat yang sangat bermanfaat serta seluruh civitas akademika Teknik Fisika ITS, terimakasih atas segala bantuan dan kerjasamanya.
4. Ayah, Ibu, dan Keluarga Besar atas segala doa, perhatian, serta dukungan moril dan materiil yang telah diberikan.
5. Seluruh teman seperjuangan dalam tugas akhir terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.
6. Seluruh teman-teman asisten Lab. Workshop Instrumentasi, terimakasih.
7. Teman-teman kelas A yang selalu menjadi teman belajar dari semester 1 sampai semester 8

Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu. Semoga laporan tugas akhir ini dapat dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

Surabaya, 24 Juli 2020

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
COVER PAGE iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI v
LEMBAR PENGESAHAN vii
LEMBAR PENGESAHAN ix
ABSTRAK xi
ABSTRACT xiii
KATA PENGANTAR xv
DAFTAR ISI xvii
DAFTAR GAMBAR xix
DAFTAR TABEL xxi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Sistematika Laporan 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI 7
2.1 *Fuel Gas System* 7
2.2 *Scrubber* atau *Gas-Liquid Separator* 8
2.2.1 *Gas Liquid Cylindrical Cyclone (GLCC)* 8
2.2.2 *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 10
2.3 Gas Kondensat 15
2.4 Regresi Linier Berganda (RLB) 17
2.5 *Ordinary Least Square (OLS)* 19
2.6 Ketidakpastian dan Hasil Pengukuran 21
2.7 Keandalan *(Reliability)* 21
2.7 Koefisien Determinasi (R^2) 24
2.7 Statistical Package for the Social Science (SPSS) 27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 31
3.1 Penentuan Variabel Proses dari *Scrubber* 32
3.2 Pengambilan Data 33
3.3 Pemodelan Kualitas *Top Product* dari *Scrubber* dengan Metode *OLS* 34
3.4 Validasi Model Kualitas *Top Product* dari *Scrubber* 39
3.5 Menentukan Ketidakpastian *(Uncertainty)* Model Kualitas *Top Product* dari *Scrubber* 42
3.5 Uji Korelasi Terhadap Parameter Proses 43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 51
4.1 Analisa Hasil Pemodelan Kualitas *Top Product Scrubber* dengan Metode OLS 51
4.2 Analisa Hasil Uji Korelasi Parameter Proses 53
4.3 Analisa Hasil Verifikasi Parameter Proses Terhadap *P&ID* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 54
4.3.1 Hubungan yang kuat (multikolinearitas) antara 141-PT-100 dan 141-PIC-100 54
4.3.2 Hubungan yang kuat (multikolinearitas) antara 141-LT-110 dan 141-LIC-110 55
4.4 Pembahasan 56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 59
5.1 Kesimpulan 59
5.2 Saran 60
DAFTAR PUSTAKA 61
LAMPIRAN 64
BIODATA PENULIS 77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Fuel Gas System* di *Central Processing Platform Unit* 7
Gambar 2.2 *Scrubber* atau *Gas-Liquid Separator* 8
Gambar 2.3 *Gas-Liquid Cylindrical Cyclone* 9
Gambar 2.4 *P&ID* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01..... 10
Gambar 2.5 Instrument pada *loop* 1..... 11
Gambar 2.6 Instrument pada *loop* 2..... 13
Gambar 2.7 Instrument pada *loop* 3..... 14
Gambar 2.8 *Properties* bahan bakar gas hidrokarbon..... 15
Gambar 2.9 Perbedaan nilai *HHV* dan *LHV* dari setiap jenis bahan bakar..... 16
Gambar 2.10 Kerusakan *combustor surface* dari *GTC* akibat adanya gas kondensat 17
Gambar 2.11 Kurva *Bathtub*..... 23
Gambar 2.12 Penyajian data tingkat korelasi antara dua variabel bebas..... 27
Gambar 2.13 Tampilan antar muka *software SPSS* 28
Gambar 3.1 *Flowchart* penelitian 31
Gambar 3.2 Penentuan variabel proses dari *P&ID Fuel Gas Scrubber* 141-V -01 32
Gambar 3.3 *Flowchart* program *SPSS* untuk pemodelan kualitas *top product* dengan metode *OLS* 35
Gambar 3.4 Tampilan *variable view* ketika semua kolom terisi data variabel. 37
Gambar 3.5 Tampilan *data view* ketika terisi dengan data..... 38
Gambar 3.6 Grafik plot $Y_{estimasi}$ terhadap nilai *error* 41
Gambar 3.7 *Flowchart* program *SPSS* untuk uji korelasi terhadap parameter proses 45
Gambar 3.8 Tampilan *variable view* pada proses uji korleasi 47
Gambar 3.9 Tampilan *data view* pada proses uji korelasi 47
Gambar 3.10 Tampilan kotak dialog *Bivariate Correlations* 48
Gambar 4.1 Proses pemodelan kualitas *top product* dengan metode *OLS* 51

Gambar 4.2 Hasil identifikasi pasangan parameter proses dengan nilai koefisien korelasi > 0,8 53
Gambar 4.3 Letak instrument 141-PT-100 dan 141-PIC-100 pada *P&ID Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 55
Gambar 4.4 Letak instrument 141-LT-110 dan 141-LIC-110 pada *P&ID Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Interpretasi koefisien korelasi 26
Tabel 3.1 Variabel *independent X* dan variabel *dependent Y*..... 33
Tabel 3.2 Hasil Pengambilan Data Operasi *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01..... 34
Tabel 3.3 Hasil Pemodelan Kualitas *Top Prodcut* dengan Metode *OLS* 39
Tabel 3.4 Nilai koefisien determinasi *(R^2)* dari model RLB dengan metode *OLS*..39
Tabel 3.5 Nilai *error* naik dan *error* turun antara Y_{aktual} dan $Y_{estimasi}$.....40
Tabel 3.6 Nilai *eror* antara Y_{aktual} dan $Y_{estimasi}$.....42
Tabel 3.7 Hasil uji korelasi parameter proses.....49
Tabel 4.1 Empat sistem kontrol dengan nilai *estimator* β paling tinggi.....52
Tabel 4.2 Dua pasangan variabel *independent X* (parameter proses).....54

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fuel Gas Scrubber atau *Cyclone Separator* merupakan bagian dari unit *Gas Sweetening* yang berfungsi untuk memisahkan fraksi berat (liquid) yang terikut ke dalam gas campuran hidrokarbon (Rindiarto, 2016). Proses pemisahan dari *Fuel Gas Scrubber* terjadi akibat gerakan fluida yang berputar-putar di dalam badan silinder yang akan memicu timbulnya proses pemisahan secara inersia. Namun, dalam operasinya *Fuel Gas Scrubber* tidak selalu menghasilkan kinerja yang sesuai. *Fuel Gas Scrubber* memiliki efisiensi kinerja dibawah 90% apabila ukuran partikel yang dipisahkan kurang dari 25 µm (Miller, 2011). Sementara itu, hasil penelitian sebelumnya menyatakan ukuran partikel dari *Natural Gas Condensate* sebesar 2.09 µm (Fuentes-Osorio, Morales-Medina and Chaves-Guerrero, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa produk utama *(top product)* dari *Fuel Gas Scrubber* masih berpotensi mengandung impuritas *(liquid)*. Menurunnya kinerja dari sistem kontrol yang terpasang di *Fuel Gas Scrubber* diindikasi sebagai faktor penyebab dari adanya impuritas (*liquid)* yang masih terkandung di dalam gas hasil keluaran *Fuel Gas Scrubber*. Seperti hasil penelitian sebelumnya, bahwa sistem kontrol sangat berpengaruh terhadap kinerja dari *Fuel Gas Scrubber* (Wang *et al.*, 2001) (Nicolaeva, Borisov and Zlochevskiy, 2017).

Salah satu dampak dari ketidaksesuaian kinerja *Fuel Gas Scrubber* dalam memisahkan *liquid* yang terkandung didalam gas adalah terjadinya kerusakan komponen pembakaran *Gas Turbine Compressor (GTC)*. Potensi kerusakan komponen pembakaran dari *GTC* sangat mungkin terjadi apabila bahan bakar gas hidrokarbon hasil keluaran *Fuel Gas Scrubber* yang digunakan di *GTC* masih mengandung liquid. Hal ini disebabkan karena nilai kalor hasil pembakaran *(LHV* dan *HHV)* dari setiap jenis bahan bakar memiliki nilai yang berbeda-beda (James, 1993). Apabila terjadi kerusakan pada komponen pembakaran *GTC*, tentu hal ini akan berpengaruh terhadap kondisi *supply* udara ke unit *compressor*.

Untuk mendeteksi kandungan liquid dalam gas dari *top product*, *Fuel Gas Scrubber* yang terdapat di PT.SAKA MIGAS PGN dilengkapi dengan alat *Moisture Analyzer*. Namun, dalam operasinya, alat ini memerlukan waktu kurang lebih 30 detik untuk dapat menghasilkan pengukuran yang akurat. Hal ini mengakibatkan menurunnya tingkat efisiensi waktu yang digunakan. Selain itu, apabila terjadi penyimpangan kandungan liquid yang terdapat di *top product* dari *Fuel Gas Scrubber*, maka kondisi ini tidak dapat dideteksi secara *real-time*, sehingga dapat menimbulkan permasalahan di unit selanjutnya, khususnya di *GTC*.

Beberapa penelitian sebelumnya, telah membahas mengenai pemodelan kualitas *top product*. Seperti yang dilakukan oleh (Shin, Lee and Park, 2000) yang merancang *estimator* komposisi untuk *inferential control* pada kolom destilasi dengan metode statistik *Partial Least Square (PLS)*. Hasil yang diperoleh adalah terdapat tiga variabel *independent* yang berpengaruh terhadap variabel *dependent (temperature profile)*, yaitu komposisi *feed*, komposisi distillate, dan komposisi *bottom product*. Tetapi, model yang diperoleh melalui metode *PLS* ini, memiliki nilai *estimator* yang kurang baik. Sehingga, pengukuran *temperature profile* menjadi sensitif terhadap *noise* yang ada.

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode statistik lain untuk memodelkan impuritas gas yang dihasilkan oleh *Fuel Gas Scrubber*. Salah satu metode statistik yang berpotensi dalam hal ini adalah metode *Ordinary Least Square (OLS)*, yaitu metode *econometric* yang dipergunakan untuk memodelkan sebuah variabel *dependent* sebagai fungsi dari variabel *independent* dalam bentuk persamaan linier (I Made Yuliara, 2016). Metode *OLS* ini mampu menghasilkan nilai *estimator* yang lebih baik dibandingkan dengan metode statistik yang lain seperti *PLS*. Sehingga, ketepatan hasil estimasi dari model matematika yang didapat juga semakin baik. Model matematika yang diperoleh dari hasil regresi dengan metode *OLS* selanjutnya diverifikasi variabel *independent* mana yang paling signifikan pengaruhnya terhadap variabel *dependent* (kualitas *top product*) melalui uji korelasi variable *independent.*

Model matematika kualitas *top product* yang telah terverifikasi korelasi parameternya, selanjutnya akan dipergunakan untuk memverifikasi loop proses diagram pada *Piping and Instrument Diagram (P&ID)* sesuai dengan hasil

identifikasi korelasi parameter. Dimana parameter pada persamaan matematika *top product*, dianalogikan dengan parameter proses pada *Fuel Gas Scrubber* atau *Cyclone Separator*. Mekanisme ini merupakan proses verifikasi proses dengan mempergunakan model kualitas *top product* hasil pemodelan dengan metode OLS. Diharapkan dari verifikasi proses akan dapat diketahui loop proses mana yang mempengaruhi kualitas *top product*, sehingga dapat dipergunakan untuk melakukan *improvement* pada loop proses tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

a) Bagaimana kondisi operasi dari system pembakaran di *GTC*?
b) Bagaimana parameter dari *top product* yang dihasilkan oleh *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01?
c) Bagaimana membuat statika model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *Ordinary Least Square (OLS)*?
d) Bagaimana mempergunakan model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 yang didapatkan dengan metode *Ordinary Least Square (OLS)* untuk memperbaiki kinerja *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka tujuan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

a) Dapat mengetahui kondisi operasi dari system pembakaran di *GTC*.
b) Dapat mengetahui parameter dari *top product* yang dihasilkan oleh *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01.
c) Dapat membuat statika model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *Ordinary Least Square (OLS).*
d) Dapat menggunakan model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 yang didapatkan dengan metode *Ordinary Least Square (OLS)* untuk memperbaiki kinerja *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01.

1.4 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini, cakupan bahasan yang akan dikaji akan dibatasi oleh beberapa batasan sebagai berikut :

a) *Scrubber* yang akan dianalisa merupakan unit *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 yang terdapat di PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED
b) Data operasional *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 yang digunakan penulis dalam penelitian ini merupakan data *record* operasional *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 selama satu tahun
c) Data *record* ini selanjutnya akan diolah dan digunakan untuk membuat model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *Ordinary Least Square (OLS)*
d) Metode *OLS* sengaja dipilih dikarenakan metode ini mampu meminimalkan jumlah kuadrat *error*, sehingga model kualitas *top product* yang diperoleh nantinya akan memiliki ketepatan estimasi yang baik.
e) Model kualitas *top product* yang didapat akan divalidasi serta digunakan untuk memverifikasi variabel *independent* yang paling berpengaruh terhadap variabel *dependent* (impuritas liquid) melalui uji korelasi variable *independent*
f) Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan hubungan antara kualitas *top product* dengan parameter proses yang mempengaruhinya sesuai dengan *P&ID Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan menggunakan metode *OLS.*
g) *Software* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Statistical Package for the Social Science (SPSS)*

1.5 Sistematika Laporan

Laporan tugas akhir ini terdiri dari lima bab dan dilengkapi dengan daftar pustaka. Secara garis besar, sistematika dari penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

a) BAB I PENDAHULUAN

   Pada bab I ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika laporan.
b) BAB II DASAR TEORI

Pada bab II ini dibahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, seperti *fuel gas system, scrubber* atau *gas liquid separator*, gas kondensat, regresi linier berganda (RLB), *ordinary least square (OLS),* Ketidakpastian dan Hasil Pengukuran, Keandalan *(Reliability),* Koefisien Determinasi (R^2), dan *Statistical Package for the Social Science (SPSS).*

c) BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab III ini dibahas mengenai rancangan dari penelitian yang dilakukan, metode, dan langkah-langkah dalam penelitian.

d) BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV ini berisi tentang analisa hasil pemodelan Kualitas *Top Product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *Ordinary Least Square (OLS),* analisa hasil uji korelasi parameter proses yang paling berpengaruh terhadap adanya impuritas (kondensat) dari *top poduct* keluaran *Scrubber* 141-V-01, serta analisa hasil verifikasi paramater proses terhadap *P&ID* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01.

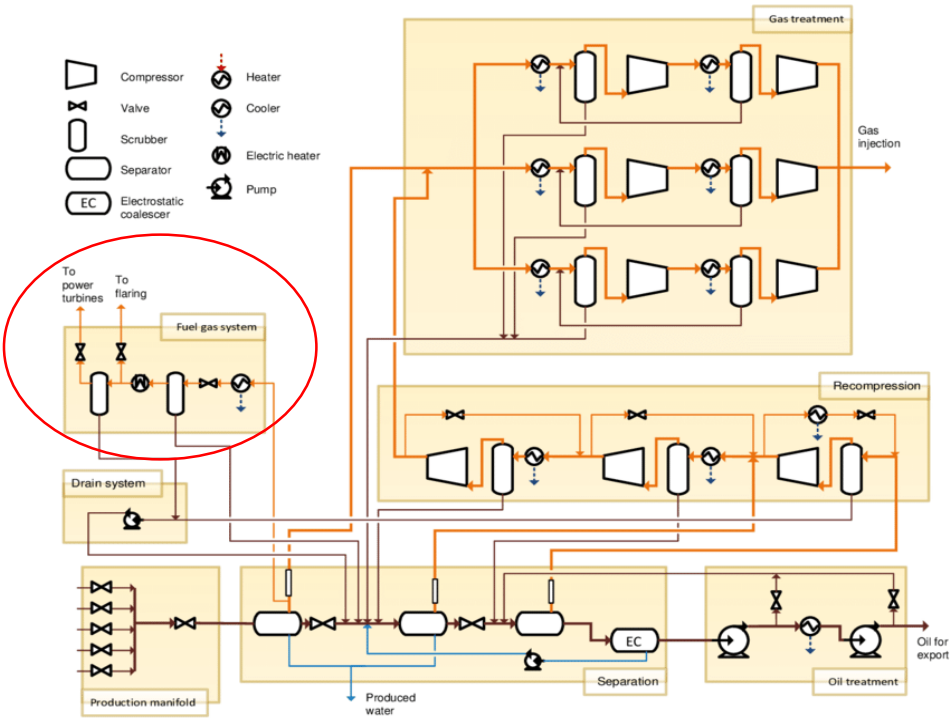
e) BAB V PENUTUP

Pada bab V ini diberikan kesimpulan tentang tugas akhir yang telah dilakukan berdasarkan hasil yang diperoleh, serta diberikan saran sebagai penunjung dalam pengembangan tugas akhir selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 *Fuel Gas System*



Gambar 2.1 *Fuel Gas System* di *Central Processing Platform Unit* (Nguyen *et al.*, 2014)

Fuel Gas System merupakan bagian dari *Central Processing Platform Unit* yang berfungsi untuk membuang impuritas (zat pengotor), baik itu berupa cairan maupun padatan yang masih terikut ke dalam aliran bahan bakar gas (Nguyen *et al.*, 2014). Bahan bakar gas yang telah melalui *Fuel Gas System* ini selanjutnya akan diteruskan menuju *Gas Turbine Compressor (GTC)* yang akan digunakan untuk menggerakkan unit *compressor*. *Fuel Gas System* yang terdapat di PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED memiliki dua unit utama, yaitu *Fuel Gas Filter* dan *Fuel Gas Scrubber*. Kedua unit ini memiliki fungsi yang berbeda dalam hal menghilangkan impuritas gas. *Fuel Gas Filter* berfungsi untuk menghilangkan

impuritas padatan, sedangkan *Fuel Gas Scrubber* berfungsi untuk menghilangkan impuritas cairan.

2.2 *Scrubber* atau *Gas-Liquid Separator*

Scrubber atau dengan nama lain *Gas-Liquid Separator* adalah alat yang berfungsi untuk memisahkan gas dari kondensat yang masih tercampur di dalam gas agar menghasilkan suatu produk yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan (Rindiarto, 2016). *Scrubber* merupakan salah satu komponen yang terdapat didalam sistem pemurnian gas. Terdapat dua jenis pemasangan *scrubber*, yaitu pemasangan dalam arah vertikal maupun horizontal. Jenis *Scrubber* yang digunakan untuk menghilangkan kandungan liquid di dalam suatu aliran gas adalah *vertical scrubber*.

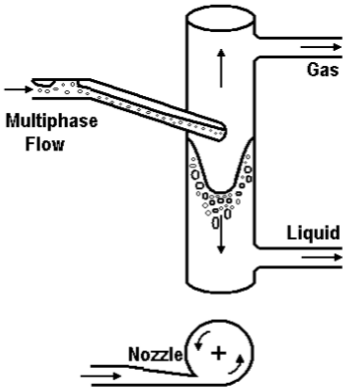
Gambar 2.2 *Scrubber* atau *Gas-Liquid Separator* (Fiorentini, 2015)

Berdasarkan fungsi dan prinsip kerjanya, *scrubber* terbagi kedalam lima jenis yang berbeda, yaitu *Wet Scrubber, Venturi Scrubber, Packed Scrubber, Chamber Scrubber,* dan *Cyclone Scrubber.*

2.2.1 Gas Liquid Cylindrical Cyclone (GLCC)

Pada tahun 1994, Universitas Tulsa, telah berhasil mematenkan sebuah alat yang bernama *Gas-Liquid Cylindrical Cyclone (GLCC)*. Alat ini merupakan bagian dari unit *separator* yang berfungsi untuk memisahkan gas dari liquid yang masih terkadung didalam gas (Meléndez-Ramírez *et al.*, 2004). Pada gambar 2. dapat diketahui bahwa *GLCC* terdiri dari pipa

tangensial yang terhubung ke badan silinder vertikal. Aliran multifasa (gas yang bercampur dengan liquid) masuk ke dalam badan silinder melewati pipa tangensial dengan sudut kemiringan -30° ke bawah. Proses ini merupakan awal dari proses pemisahan gas dan liquid. Prinsip gravitasi akan berlaku apabila kecepatan aliran masuk *Low*, sehingga gas yang bercampur dengan liquid akan jatuh ke bagian bawah. Apabila kecepatan aliran masuk berada diantara *Mid-High*, maka gerakan fluida yang berputar-putar di dalam badan silinder akan memicu timbulnya proses pemisahan secara inersia. Gaya sentripetal atau sentrifugal dan daya apung yang terjadi membuat gas (yang memiliki densitas rendah) cenderung untuk bergerak ke bagian tengah silinder dan terdorong ke atas. Hal ini juga menimbulkan gaya dorong terhadap liquid (yang memiliki densitas tinggi) untuk bergerak ke arah dinding silinder bagian dalam. Liquid yang sudah bersentuhan dengan permukaan dinding silinder bagian dalam selanjutnya akan bergerak menuju ke bagian bawah silinder.



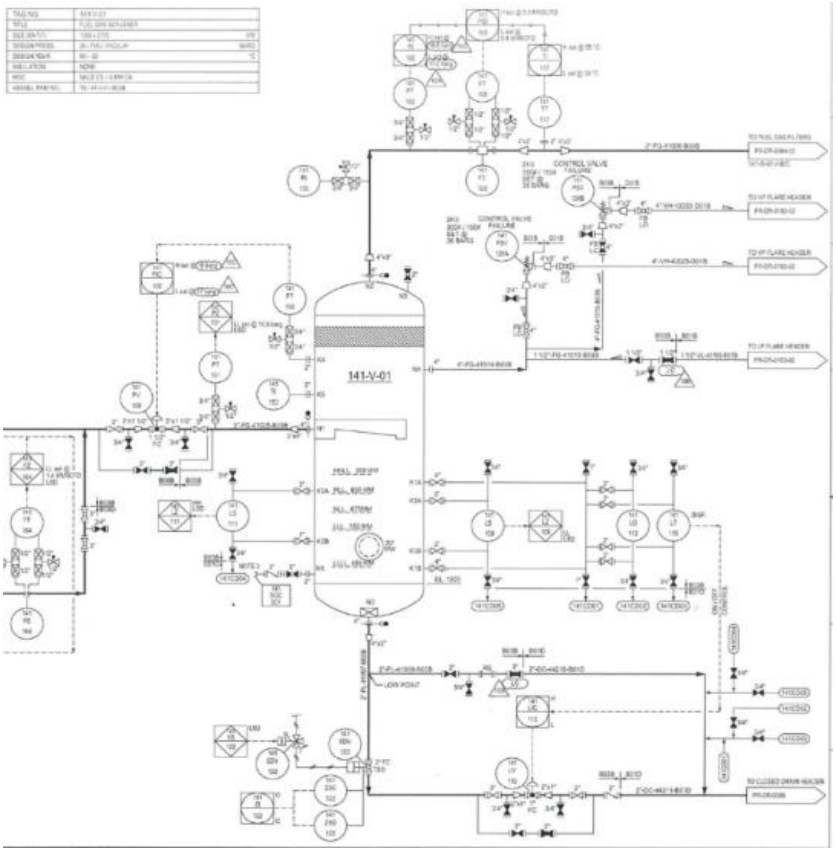
Gambar 2.3 *Gas-Liquid Cylindrical Cyclone* (Meléndez-Ramírez *et al.*, 2004)

Gerakan berputar-putar dari campuran gas-liquid ini, disebabkan oleh adanya pipa tangensial yang membentuk sudut kemiringan serta adanya *nozzle*. Bagaimanapun, kecepatan aliran masuk yang berlebihan dapat menimbulkan pencampuran turbulen dari kedua fasa sehingga dapat menurunkan kinerja dari *GLCC* dalam memisahkan kedua fluida (Kristoffersen, Holden and Egeland, 2017). *Range* yang direkomendasikan

untuk kecepatan tangensial dari aliran di keluaran *nozzle* adalah 3 dan 6 m/s (10 & 20 ft/s) (Meléndez-Ramírez *et al.*, 2004).

2.2.2 *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01

Fuel Gas Scrubber 141-V-01 yang digunakan di PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED adalah jenis *Gas-Liquid Cylindrical Cyclone (GLCC)* yang memiliki kapasitas sebesar 2.382 m^3. Unit ini memiliki sejumlah sistem kontrol yang berfungsi untuk menjaga kondisi operasi dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 agar tetap sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 memiliki dua sistem pengendalian *close loop*, yaitu sistem pengendalian *pressure* dan sistem pengendalian *level*. Adapun instrumen yang termasuk dalam sistem pengendalian *pressure* adalah 141-PT-100 , 141-PIC-100 , dan 141-PV-100. Sedangkan instrumen yang termasuk ke dalam sistem pengendalian *level* antara lain 141-LT-110 , 141-LIC-110 , dan 141-LV-110.

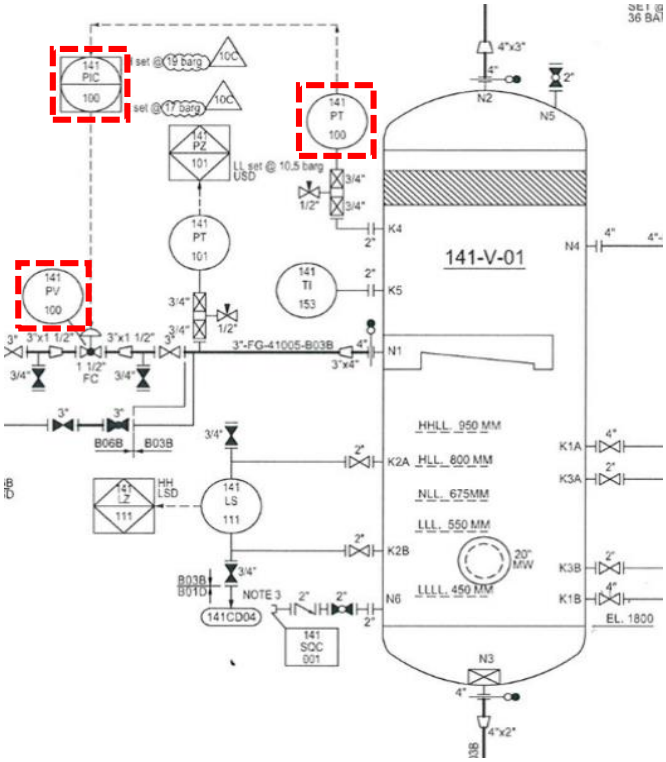


Gambar 2.4 *P&ID* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 (PGN, 2016)

Unit ini juga memiliki sejumlah indikator yang berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran dari suatu proses yang kemudian akan ditampilkan melalui *display*. Indikator-indikator tersebut antara lain 141-TI-153 sebagai *temperature indicator* dari fluida multifasa (campuran gas-liquid hidrokarbon) dan 141-TI-117 sebagai *temperature indicator* dari aliran *top product.* Kemudian 141-PI-106 dan 141-PI-102 yang berfungsi sebagai *pressure indicator* dari aliran *top product*. Selanjutnya 141-LS-111 , 141-LS-109 , dan 141-LG-112 yang berfungsi sebagai *level indicator* dari fluida cair (liquid) yang ada di *bottom product*. *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 juga dilengkapi dengan sistem *safety*, yaitu 141-PSV-126A , 141-PSV-126B yang berfungsi untuk melepaskan kondisi *overpressure* dari fluida multifasa ke lingkungan. Unit ini juga memiliki *emergency shutdown system* berupa *shutdown valve* (141-SDV-122) yang berfungsi untuk memberhentikan aliran fluida ketika terjadi *dangerous event.*

Untuk filosofi proses dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01, dapat dijelaskan melalui *loop* pengendalian yang ada dibawah ini:

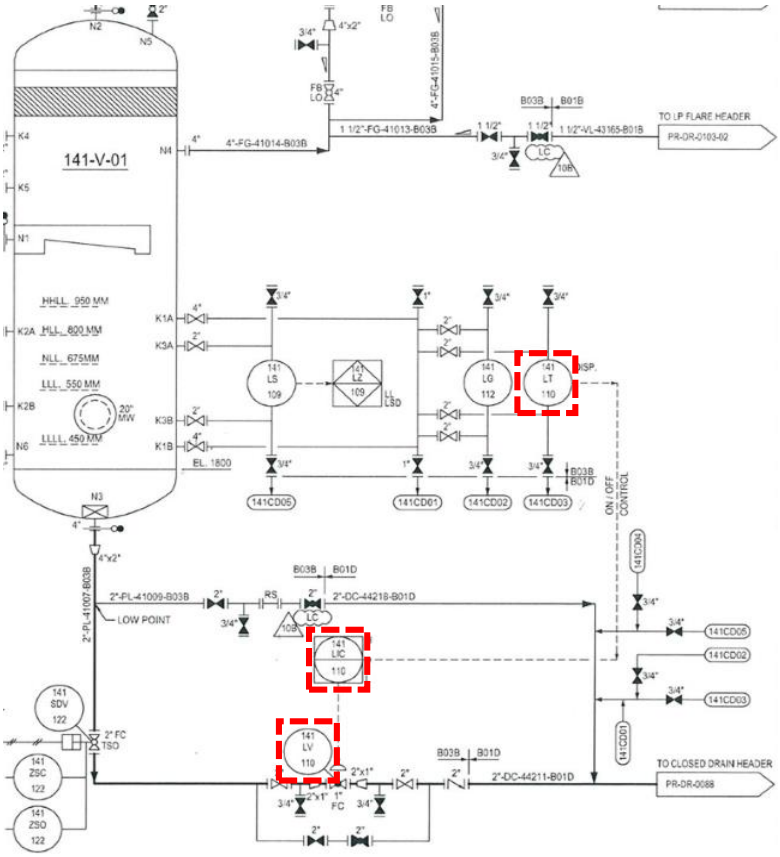
a) *Loop* 1 (pengendalian *pressure*)



Gambar 2.5 Instrument pada *loop* 1 (PGN, 2016)

Filosofi proses yang terdapat di *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 adalah *feed* gas yang masuk (campuran gas-liquid hidrokarbon) ke dalam badan silinder akan melewati pipa tangensial dengan sudut kemiringan -30° ke bawah. Akibatnya, *feed* gas tersebut akan bergerak dengan cara berputar-putar mengikuti badan silinder. Gerakan berputar ini akan memicu timbulnya proses pemisahan secara inersia. Gaya sentripetal atau sentrifugal dan daya apung yang terjadi membuat gas (yang memiliki densitas rendah) cenderung untuk bergerak ke bagian tengah silinder dan terdorong ke atas dan menjadi produk utama *(top product).* Besar kecilnya tekanan yang terdapat di *top product* kemudian akan dibaca oleh *pressure transmitter* 141-PT-100 dan akan transmisikan menuju *pressure controller* 141-PIC-100. Nilai tekanan ini kemudian akan diolah dan digunakan untuk memberikan sinyal perintah pada *control valve* 141-PV-100. Apabila nilai tekanan melebihi nilai *set point,* maka *control valve* akan diperintahkan untuk *closed*. Dan sebaliknya, apabila nilai tekanan kurang dari *set point,* maka *control valve* akan diperintahkan untuk *open.* Sistem pengendalian tekanan ini juga didukung dengan adanya *Pressure Safety Valve* 141-PSV-126A dan 141-PSV-126B yang mana apabila terjadi *overpressure,* maka secara otomatis instrument ini akan membuka dan membuang tekanan berlebih ke lingkungan.

b) *Loop* 2 (pengendalian *level*)

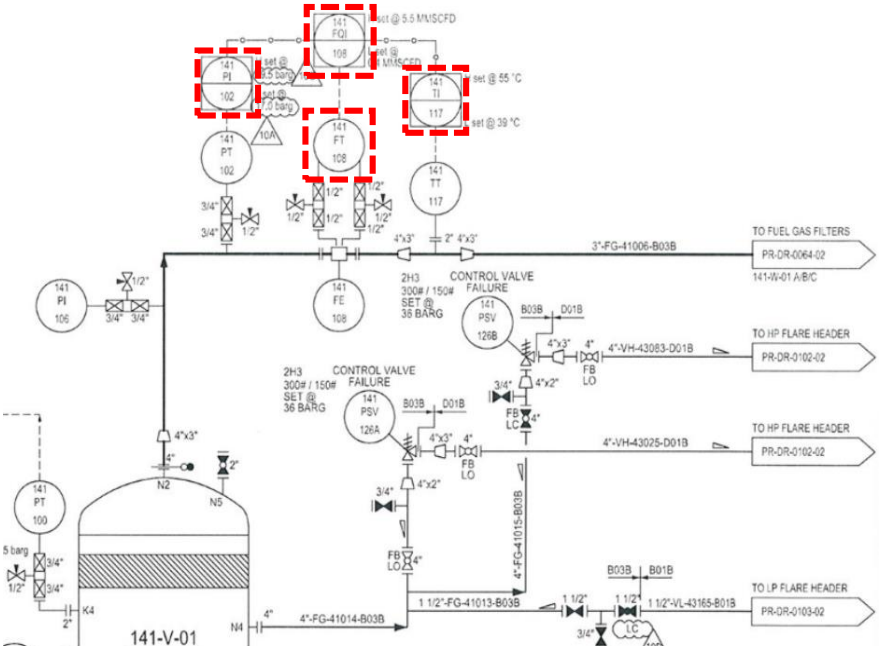


Gambar 2.6 Instrument pada *loop* 2 (PGN, 2016)

Proses pemisahan secara inersia yang terjadi di dalam badan silinder *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 juga menimbulkan gaya dorong terhadap liquid (yang memiliki densitas tinggi) untuk bergerak ke arah dinding silinder bagian dalam. Liquid yang sudah bersentuhan dengan permukaan dinding silinder bagian dalam selanjutnya akan bergerak menuju ke bagian bawah silinder dan menjadi *bottom product*. Tinggi rendahnya liquid yang terdapat di *bottom product* ini kemudian akan dibaca oleh *level transmitter* 141-LT-110 dan akan ditransmisikan menuju *level controller* 141-LIC-110. Nilai ini kemudian akan diolah dan digunakan untuk memberikan sinyal perintah pada *control valve* 141-LV-110. Apabila ketinggian liquid melebihi *set point*, maka *control valve* akan diperintahkan untuk *open.* Dan sebaliknya, apabila ketinggian liquid kurang dari *set point*, maka *control valve* akan diperintahkan untuk *closed.* Sistem pengendalian level liquid ini juga didukung dengan adanya *Level Switch* 141-LS-109 dan 141-LS-111 yang

mana pada saat ketinggian liquid sangat tinggi atau sangat rendah, maka instrument ini akan memberikan sinyal indikator kepada *operator*.

c) *Loop* 3 (*flow*, *presurre*, dan *temperature*)



Gambar 2.7 Instrument pada *loop* 3 (PGN, 2016)

Gas hidrokarbon yang telah terdorong ke atas untuk menjadi produk utama (*top product*) kemudian akan diteruskan menuju *Fuel Gas Filter*. Sebelum masuk ke dalam *Fuel Gas Filter*, aliran gas hidrokarbon ini akan melewati beberapa pengukuran proses variabel, seperti *flow*, *pressure*, dan *temperature*. Besar kecilnya aliran gas hidrokarbon tersebut akan diukur oleh *transmitter* 141-FT-08. Kemudian, kondisi tekanan dan temperatur dari gas hidrokarbon secara berturut-turut akan di ukur oleh *pressure transmitter* 141-PT-102 dan *temperature transmitter* 141-TT-117. Hasil pengukuran kedua variabel proses tersebut akan ditampilkan melalui *pressure indicator* 141-PI-102 dan *temperature indicator* 141-TI-117. Kemudian, hasil pengukuran dari ketiga variabel proses *(flow, pressure,* dan *temperature)* ini, akan diteruskan menuju *controller multi-input* 141-FQI-108 dan selanjutnya akan diolah untuk proses lebih lanjut.

2.3 Gas Kondensat

Methane	Ethane	Propane	Propene	Butane	Iso-Butane	Butene
Energy content (MJ/kg)						
50.01	47.48	46.35	45.78	45.74	45.59	45.32
Gas density (kg/m^3)						
0.717	1.357	2.019	1.915	2.703	2.668	2.503
Liquid density (kg/l)						
0.466	0.572	0.501	0.519	0.601	0.549	0.607
Liquid energy density (MJ/l)						
23.30	27.16	23.22	23.76	27.49	25.03	27.51
Gas energy density (MJ/m^3)						
32.6	58.4	84.4	79.4	111.4	110.4	113.0
Gas specific gravity (25 °C)						
0.55	1.05	1.55	1.47	2.07	2.06	1.93
Boiling point (°C)						
-164	-89	-42	-47	-0.5	-12	-6.3
Heat of evaporation (kJ/kg)						
509	490	427	438	386	381	359

Gambar 2.8 *Properties* bahan bakar gas hidrokarbon (Žaglinskis, Rapalis and Lazareva, 2018)

Gas kondensat merupakan gas dengan campuran cairan hidrokarbon dengan titik didih rendah yang terjadi akibat proses kondensasi dari uap konstituen hidrokarbon baik di dalam sumur maupun di aliran gas keluaran sumur (Speight, 2007). Gas kondensat memiliki *gas-oil ratio* yang tinggi (Rindiarto, 2016). Kandungan gas kondensat didominasi oleh pentana (C_5H_{12}) dengan sejumlah hidrokarbon lain yang memiliki titik didih tinggi seperti (C_8H_{18}) ++ , dan kandungan methana dan ethana yang rendah (Speight, 2019)

	Higher calorific Value	Lower calorific value
Solid (kJ kg^{-1}; 15°C)		
Anthracite	34 600	33 900
Bituminous coal	33 500	32 450
Coke	30 750	30 500
Lignite	21650	20 400
Peat	15900	14 500
Liquid (kJ kg^{-1}; 15°C)		
Petrol (gasoline)	47 000	43 900
	average	average
Benzole (crude benzene)	42 000	40200
Kerosene (paraffin)	46 250	43 250
Diesel	46000	43 250
Light fuel oil	44 800	42 100
Heavy fuel oil	44000	41300
Residual fuel oil	42 100	4 0000
Gas (MJ m^{-3}; 15°C; 1 bar)		
Coal gas	20.00	17.85
Producer gas	6.04	6.00
Natural gas	36.20	32.60
Blast-furnace gas	3.41	3.37
Carbon monoxide	11.79	11.79
Hydrogen	11.85	10.00

Gambar 2.9 Perbedaan nilai *HHV* dan *LHV* dari setiap jenis bahan bakar (James, 1993)

Pada gambar 2.6 diatas, dapat diketahui bahwa setiap jenis bahan bakar memiliki nilai *HHV* dan *LHV* yang berbeda. Untuk jenis bahan bakar *liquid*, memiliki nilai *HHV* dan *LHV* yang paling tinggi dibandingkan dengan jenis bahan bakar *solid* ataupun *gas*. Hal ini dapat diartikan bahwa, gas hidrokarbon yang mengandung liquid memiliki nilai *HHV* dan *LHV* yang tinggi. Keberadaan gas kondensat di dalam ruang bakar, khususnya di *Gas Turbine Compressor (GTC)* dapat terbakar dengan cara tidak terkontrol. Sehingga dapat menimbulkan beberapa permasalahan, salah satunnya adalah kerusakan komponen pembakaran yang terdapat di *GTC*. Adapun kerusakan komponen pembakaran tersebut dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut ini :

Gambar 2.10 kerusakan *combustor surface* dari *GTC* akibat adanya gas kondensat (Welch, 2014)

2.4 Regresi Linier Berganda (RLB)

Regresi Linier Berganda (RLB) merupakan bagian dari analisis regresi yang dapat digunakan untuk menganalisa hubungan atau pengaruh dua atau lebih variabel bebas terhadap variabel terikat. Terdapat dua variabel penting yang harus diketahui sebelum melakukan pengkajian hubungan antara beberapa variabel, yaitu variabel bebas atau *independent variable* dan variabel terikat atau *dependent variabel*. Adapun bentuk umum dari model Regresi Linier Berganda (RLB) dengan p variabel bebas adalah seperti pada persamaan (2.1) berikut (Kurtner, William Li, Christopher J.Nachtsheim, John Neter, 2005) :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon_i \qquad (2.1)$$

Keterangan :

Y_i = variabel terikat dalam pengamatan ke-*i*

X_{i1} , X_{i2} , ... , X_{ip} = variabel bebas dalam pengamatan ke-*i* , dengan *p* adalah banyaknya variabel bebas yang digunakan

β_0 , β_1 , β_2 , ... , β_p = parameter estimasi yang belum diketahui nilainya

ε_i = *eror random* dalam pengamatan ke-*i*

Dalam notasi matriks, persamaan (2.1) diatas dapat ditulis seperti persamaan (2.2) berikut (Kurtner, William Li, Christopher J.Nachtsheim, John Neter, 2005) :

$$\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \tag{2.2}$$

Dengan :

$$\boldsymbol{Y} = \begin{pmatrix} Y_{\mathbf{1}} \\ Y_{\mathbf{2}} \\ \vdots \\ Y_{\boldsymbol{n}} \end{pmatrix}, \boldsymbol{X} = \begin{pmatrix} 1 & X_{1\,1} & X_{1\,2} & \dots & X_{1\,p} \\ 1 & X_{2\,1} & X_{2\,2} & \dots & X_{2\,p} \\ & \vdots & \vdots \quad \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{n\,1} & X_{n\,2} & \dots & X_{n\,p} \end{pmatrix}, \boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_n \end{pmatrix} \text{ dan } \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}$$

Dimana :

$\boldsymbol{Y}$ = vektor variabel terikat berukuran (n x 1)

$\boldsymbol{X}$ = matriks variabel bebas berukuran n x (p + 1)

$\boldsymbol{\beta}$ = vektor parameter estimasi berukuran (p + 1) x 1

$\boldsymbol{\varepsilon}$ = vektor eror berukuran (n x 1)

Dapat diketahui pada gambar 2.4, *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 yang terdapat di PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED memiliki beberapa instrument, baik untuk sistem monitoring maupun sistem kontrol. Kemudian menurut (Wang *et al.*, 2001) (Nicolaeva, Borisov and Zlochevskiy, 2017) sistem kontrol yang digunakan di *Fuel Gas Scrubber* sangat berpengaruh terhadap kinerja dari *Fuel Gas Scrubber* dalam memisahkan kandungan impuritas *(liquid)* yang masih terikut ke dalam aliran gas. Dengan menggunakan model Regresi Linier Berganda (RLB), maka dapat dilakukan analisa mengenai hubungan antara sistem kontrol dan nilai impuritas *(liquid)* keluaran *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01. Sehingga, model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dapat diperoleh dengan mengacu pada persamaan (2.1). Oleh karena itu, pada persamaan (2.1) diatas dapat ditulis menjadi :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon_i \tag{2.3}$$

Keterangan :

X_{i1} , X_{i2} , ... , X_{ip} = Nilai dari setiap sistem kontrol *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 pada waktu ke-*i*

Dengan :

p adalah banyaknya sistem kontrol yang digunakan sebagai data

Y_i = Impuritas *(liquid)* dari gas keluaran *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 pada waktu ke-*i*

ε_i = *eror random* yang terjadi pada waktu ke-*i*

β_0 , β_1 , β_2 , ... , β_p = parameter estimasi yang belum diketahui nilainya

Kemudian, pada persamaan (2.2) dapat juga ditulis :

$$\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \tag{2.4}$$

Dengan :

$$\boldsymbol{Y} = \begin{pmatrix} Y_{\mathbf{1}} \\ Y_{\mathbf{2}} \\ \vdots \\ Y_{\boldsymbol{n}} \end{pmatrix}, \boldsymbol{X} = \begin{pmatrix} 1 & X_{1\,1} & X_{1\,2} & \cdots & X_{1\,p} \\ 1 & X_{2\,1} & X_{2\,2} & \cdots & X_{2\,p} \\ & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{n\,1} & X_{n\,2} & \cdots & X_{n\,p} \end{pmatrix}, \boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_n \end{pmatrix} \text{ dan } \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}$$

Dimana :

$\boldsymbol{Y}$ = vektor impuritas dari gas keluaran *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 berukuran (*n* x 1) , *n*=*i*

$\boldsymbol{X}$ = matriks dari sistem kontrol *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 berukuran *n* x (*p* + 1)

$\boldsymbol{\beta}$ = vektor parameter estimasi yang belum diketahui nilainya berukuran (*p* + 1) x 1

$\boldsymbol{\varepsilon}$ = vektor *error random* berukuran (*n* x 1)

2.5 *Ordinary Least Square (OLS)*

Ordinary Least Square (OLS) merupakan salah satu jenis metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter model regresi linier berganda (I Made Yuliara, 2016). Tujuan dari metode *OLS* ini adalah untuk meminimumkan jumlah kuadrat *error*. Nilai parameter estimasi *(estimator)*, β_0 , β_1 , β_2 , ... , β_p yang terdapat di setiap variabel *independent X* pada persamaan Regresi Linier Berganda

(RLB), dapat diperoleh dengan metode *OLS.* Sehingga, dengan diperolehnya nilai *(estimator,)* β_0 , β_1 , β_2 , ... , β_p , maka model Regresi Linier Berganda (RLB) dapat ditentukan. Metode *OLS* dapat diamati pada persamaan umum dari *estimator* $\widehat{\boldsymbol{\beta}}$ sebagai berikut :

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}} = (\boldsymbol{X^T X})^{-1} \boldsymbol{X^T Y} \tag{2.5}$$

Dalam bentuk matriks, maka persamaan (2.5) menjadi :

$$\begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n & \sum X_{i1} & \sum X_{i2} & \cdots & \sum X_{ip} \\ \sum X_{i1} & \sum X_{i1}^2 & \sum X_{i1}X_{i2} & \cdots & \sum X_{i1}X_{ip} \\ \sum X_{i2} & \sum X_{i2}X_{i1} & \sum X_{i2}^2 & \cdots & \sum X_{i2}X_{ip} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sum X_{ip} & \sum X_{ip}X_{i1} & \sum X_{ip}X_{i2} & \cdots & \sum X_{ip}^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ X_{11} & X_{21} & \cdots & X_{n1} \\ X_{12} & X_{22} & \cdots & X_{n2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{1p} & X_{2p} & \cdots & X_{np} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} \tag{2.6}$$

Keterangan :

$\widehat{\boldsymbol{\beta}}$ = vektor parameter estimasi

$\boldsymbol{X^T}$ = matriks transpose dari sistem kontrol *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01

$\boldsymbol{Y}$ = vektor impuritas dari gas keluaran *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01

Persamaan (2.5) tersebut merupakan metode *OLS* yang proses perhitungannya menggunakan matriks, sehingga tidak memerlukan satuan fisis dalam proses perngerjaannya. Untuk mengetahui arti fisis dari persamaan (2.5) diatas, maka dapat dilakukan pendekatan yaitu dengan analogi, yang mana X sebagai sistem kontrol dan Y sebagai impuritas liquid. Hasil analogi ini diperoleh dari penjelasan filosofi proses *Fuel Gas Scrubber* seperti di sub-bab sebelumnya. Nilai *estimator* yang diperoleh dari persamaan (2.5) dapat digunakan untuk memodelkan persamaan Regresi Linier Berganda (RLB), yaitu dengan memasukkan setiap nilai *estimator* $\widehat{\boldsymbol{\beta}}$ ke dalam persamaan umum Regresi Linier Berganda (RLB). Dengan adanya metode *OLS* yang terdapat dipersamaan (2.5) diatas, maka variabel *independent X* (sistem kontrol) yang memiliki pengaruh paling besar terhadap variabel *dependent Y* (impuritas liquid) dapat ditemukan. Selain itu, *Y* estimasi akan memiliki nilai *error* yang kecil terhadap *Y* aktual.

Sehingga, metode ini cocok digunakan untuk memodelkan kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01.

2.6 Ketidakpastian dan Hasil Pengukuran

Suatu pengukuran variabel fisis akan selalu menghasilkan dan disertai dengan ketidakpastian. Ketidakpastian menunjukkan seberapa besar simpangan hasil pengukuran (prediksi) dari nilai yang sebenarnya. Apabila sebuah variabel fisis dinyatakan dengan x dan ketidakpastian dinyatakan dengan Δx , maka hasil sebuah pengukuran (prediksi) variabel fisis dapat ditulis dengan persamaan :

$$x = x_{terbaik} \pm \Delta x \tag{2.7}$$

Dengan :

x = variabel fisis (impuritas liquid)

$x_{terbaik}$ = rata-rata hasil prediksi ($Y_{estimasi}$)

Δx = ketidakpastian *(uncertainty)*

Apabila dilakukan pengukuran berulang untuk variabel fisis x , maka berdasarkan teori statistik nilai $x_{terbaik}$ adalah rata-rata pengukuran (prediksi) dengan persamaan seperti berikut :

$$x_{terbaik} = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N} \tag{2.8}$$

Keterangan :

$x_{terbaik}$ = rata-rata hasil prediksi ($Y_{estimasi}$)

N = banyaknya pengamatan

x_i = hasil pengukuran (prediksi) pada pengamatan ke-*i*

2.7 Keandalan *(Reliability)*

Keandalan *(Reliability)* merupakan probabilitas suatu komponen atau sistem untuk melakukan fungsi yang ditentukan dalam periode waktu tertentu dibawah

kondisi yang dirancang untuk beroperasi (Soeprijanto and Penangsang, 2012). Untuk menentukan tingkat keandalan dari suatu sistem, harus dilakukan pemeriksaan dengan perhitungan maupun analisa terhadap tingkat keberhasilan operasi dari sistem yang ditinjau, pada periode tertentu, dan membandingkannya dengan standar yang ditetapkan sebelumnya (Soeprijanto and Penangsang, 2012). Keandalan, R , dapat dihitung dengan persamaan (2.9) seperti berikut :

$$R = e^{-\lambda t} \tag{2.9}$$

Dengan :

R = Keandalan *(Reliability)*

λ = Laju kegagalan

t = Waktu operasi

Laju kegagalan , λ , merupakan frekuensi suatu komponen atau sistem gagal bekerja. Laju kegagalan dari suatu komponen atau sistem pada umumnya terjadi dari waktu tertentu selama sistem tersebut bekerja. Untuk menghitung Laju kegagalan, λ , maka dapat menggunakan persamaan (2.10) berikut :

$$\lambda = \frac{1}{MTTF} \tag{2.10}$$

Mean Time To Failure (MTTF) merupakan waktu rata-rata kegagalan yang terjadi selama beroperasinya suatu komponen atau sistem yang dapat dirmuskan :

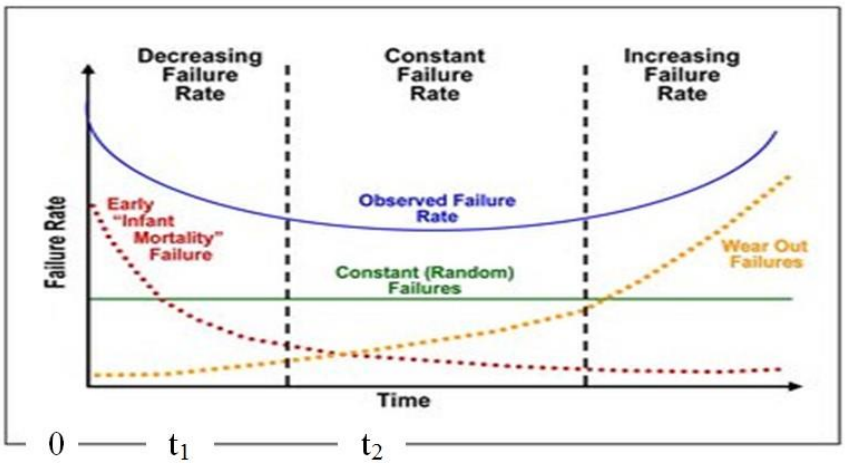
$$MTTF = \frac{T1+T2+T3+\cdots+Tn}{n} \tag{2.11}$$

Keterangan :

T = Waktu Operasi *(Up Time)*

n = Jumlah kegagalan

Persamaan (2.10) diatas dapat digunakan sebagai acuan untuk mendefinisikan kegagalan pada suatu komponen atau sistem. Semakin besar nilai laju kegagalan λ (mendekati nilai 1), maka suatu komponen atau sistem tersebut akan semakin mendekati kegagalan(Soeprijanto and Penangsang, 2012). Terjadinya kegagalan pada suatu komponen atau sistem diakibatkan oleh beberapa kondisi. Yang mana kondisi-kondisi tersebut dapat dijelaskan melalui kurva berikut ini :



Gambar 2.11 Kurva *Bathtub* (Maisonnier, 2018)

Kondisi pertama pada saat Masa Awal, dimana pada periode 0 sampai dengan t_1 (awal mula suatu komponen atau sistem bekerja), kurva menunjukkan bahwa laju kegagalan menurun dengan bertambahnya waktu atau disebut dengan *decreasing failure rate (DFR)*. Menurunnya laju kegagalan ini diakibatkan oleh retak saat pengelasan, patah, adanya kontaminasi, dan rendahnya pengendalian (Charles E. Ebeling, 1997). Kondisi kedua pada saat Masa Berguna, dimana pada periode t_1 sampai t_2 laju kerusakan cenderung tetap atau disebut dengan *constant failure rate (CFR)*. Periode ini menunjukkan laju kegagalan yang kurang lebih konstan (Charles E. Ebeling, 1997). Kemudian kondisi pada saat Masa Aus, dimana pada periode setelah t_2 menunjukkan bahwa laju kegagalan meningkat dengan bertambahnya waktu atau disebut dengan *increasing failure rate (IFR)*. Meningkatnya laju kegagalan ini disebabkan oleh korosi, gesekan, dan umur penggunaan (penuaan) (Charles E. Ebeling, 1997).

2.8 Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien Determinasi (R^2) merupakan sebuah koefisien yang digunakan sebagai ukuran kebaikan dari model regresi linier berganda yang telah dibuat (Syukriyah, 2011). Dengan kata lain, seberapa baik hubungan linier yang diestimasi telah mencerminkan pola data yang sebenarnya. Nilai (R^2) berada diantara 0 sampai dengan 1 $(0 \leq R^2 \leq 1)$. Semakin besar nilai R^2 (mendekati 1), maka ketepatan model dalam mengestimasi nilai yang sebenarnya akan semakin baik. Dan sebaliknya, semakin kecil nilai R^2 (mendekati 0) maka model regresi yang diperoleh tidak tepat untuk mengestimasi nilai yang sebenarnya (Setiawan, 2010).

Selain berfungsi sebagai ukuran kebaikan dari suatu model regresi, nilai koefisien determinasi (R^2) juga dapat digunakan untuk menduga ada atau tidaknya multikolinearitas pada persamaan regresi yang telah dibuat. Multikolinieritas merupakan terjadinya hubungan linier antara variabel bebas dalam suatu model regresi linier berganda (Gujarati, 2004). Dengan mengetahui multikolinearitas pada model regresi, maka pasangan variabel bebas yang mempunyai tingkat hubungan yang kuat dapat diketahui. Untuk mencari nilai koefisien determinasi (R^2), maka dapat menggunakan persamaan (2.12) berikut ini (Gujarati, 2004) :

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \tag{2.12}$$

Dimana :

R^2 = Koefisien determinasi

SSR = *The sum of square regression*

SST = *Total sum of square*

Apabila nilai $R^2 = 0$, maka hal ini menunjukkan tidak adanya multikolinearitas antara variabel *independent*. Sementara itu, apabila nilai $R^2 = 1$, maka hal ini menggambarkan adanya dugaan multikolinearitas diantara variabel *independent*. Nilai koefisien determinasi ini selanjutnya dapat digunakan untuk membuktikan ada atau tidaknya multikolinearitas melalui *Variance Inflation Factor (VIF)* (Kim, 2019).

$$VIF = \frac{1}{1-R^2} \tag{2.13}$$

Dengan $(1 - R^2)$ adalah *tolerance*. Jika nilai *VIF* > 5 hingga 10 dan nilai *tolerance* < 0,1 hingga 0,2 , atau nilai R^2 = 0,8 hingga 0,9 , maka hal ini menunjukkan terjadinya multikolinearitas. Terdapat hubungan antara koefisien determinasi R^2 dan koefisien korelasi r. Dikarenakan koefisien determinasi R^2 merupakan kuadrat dari koefisien korelasi r (Marwansyah and Utami, 2017), maka apabila ditulis dalam persamaan matematika adalah seperti berikut :

$$R^2 = r^2 \tag{2.14}$$

Maka, persamaan (2.14) diatas juga dapat ditulis :

$$R = r \tag{2.15}$$

Keterangan :

$R = r$ = koefisien korelasi

R^2 = koefisien determinasi

Nilai koefisien korelasi berada diantara 1 dan -1 $(-1 \leq r \leq 1)$. Dua variabel akan memiliki hubungan yang sangat kuat apabila nilai koefisien korelasi adalah 1 atau -1. Apabila koefisien korelasi bernilai 0, maka kedua variabel tersebut tidak memiliki hubungan. Kemudian, berdasarkan arahnya, koefisien korelasi dapat bernilai linier positif maupun linier negatif (Marwansyah and Utami, 2017). Apabila koefisien korelasi bernilai linier positif $(0 < r \leq 1)$ maka hubungan antara dua variabel akan sebanding. Sebaliknya, apabila koefisien korelasi bernilai negatif $(-1 \leq r < 0)$ maka hubungan antara dua variabel akan berbanding terbalik. Interpretasi terhadap koefisien korelasi menurut (Piliando, 2008) adalah seperti tabel berikut :

Tabel 2.1 Interpretasi koefisien korelasi

No.	Koefisien Korelasi *r*	Tingkat Hubungan
1	0,0 – 0,199	Sangat rendah
2	0,2 – 0,399	Rendah
3	0,4 – 0,599	Sedang
4	0,6 – 0,799	Kuat
5	0,8 – 1,0	Sangat kuat

Koefisien korelasi , r , merupakan sebuah koefisien yang dapat digunakan sebagai panduan dalam melakukan analisis korelasi. Analisis korelasi bertujuan untuk melihat tingkat keeratan hubungan linear antara dua buah variabel (Marwansyah and Utami, 2017). Sebelum melakukan analisis korelasi, pada umumnya dilakukan uji korelasi terlebih dahulu. Uji korelasi dapat dilakukan setelah selesai membuat model Regresi Linier Berganda (RLB) dengan metode *OLS*. Uji korelasi ini digunakan untuk menemukan nilai koefisien korelasi r. Adapun persamaan umum dari koefisien korelasi, r , adalah sebagai berikut (Pratomo, 2015) :

$$r_{xy} = \frac{n\sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{\{n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2\}\{n\sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2\}}} \tag{2.16}$$

Keterangan :

r_{xy} = koefisien korelasi antara sistem kontrol terhadap impuritas

X_i = nilai sistem kontrol pada waktu ke-i

Y_i = impuritas *(liquid)* pada waktu ke-i

Persamaan (2.16) diatas digunakan untuk melihat tingkat keeratan hubungan linier antara variabel *independent* (sistem kontrol) terhadap variabel *dependent* impuritas *(liquid)*. Sedangkan, untuk melihat tingkat keeratan hubungan antara variabel *independent* satu dengan variabel *independent* yang lain dapat menggunakan persamaan (2.17) dibawah ini (Pratomo, 2015).

$$r_{x1,x2} = \frac{n\sum x_1 x_2 - (\sum x_1)(\sum x_2)}{\sqrt{\{n\sum x_1^2 - (\sum x_1)^2\}\{n\sum x_2^2 - (\sum x_2)^2\}}} \quad (2.17)$$

Keterangan :

$r_{x1,x2}$ = koefisien korelasi antara sistem kontrol pertama dan sistem kontrol kedua

x_1 = sistem kontrol pertama

x_2 = sistem kontrol kedua

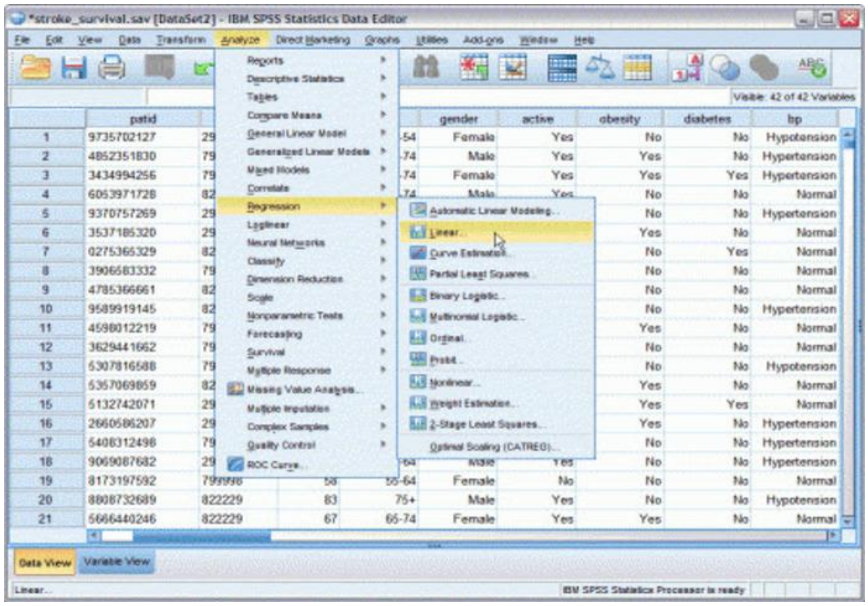
n = banyaknya pengamatan (waktu ke-n)

Untuk mengetahui parameter proses (variabel bebas) , *X* , yang menjadi penyebab dari adanya impuritas (kondensat) , *Y* , dari gas hidrokarbon keluaran *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01, dilakukan dengan cara mencari koefisien korelasi antara dua variabel *independent*, yang dalam hal ini adalah sistem kontrol yang terdapat di *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01. Jika nilai koefisien korelasi diantara sistem kontrol tersebut cukup tinggi, yaitu > 0.8, maka hal ini dapat diindikasi terjadinya multikolinearitas pada persamaan yang telah dibuat (Setiawan, 2010). Adapun cara untuk menyajikan data tingkat korelasi antara dua variabel *independent* adalah dengan bentuk matriks seperti berikut :

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1	1.000000	0.991589	0.620633	0.464744	0.979163	0.991149
X_2	0.991589	1.000000	0.604261	0.446437	0.991090	0.995273
X_3	0.620633	0.604261	1.000000	−0.177421	0.686552	0.668257
X_4	0.464744	0.446437	−0.177421	1.000000	0.364416	0.417245
X_5	0.979163	0.991090	0.686552	0.364416	1.000000	0.993953
X_6	0.991149	0.995273	0.668257	0.417245	0.993953	1.000000

Gambar 2.12 Penyajian data tingkat korelasi antara dua variabel bebas (Gujarati, 2004)

2.9 *Statistical Package for the Social Science (SPSS)*



Gambar 2.13 Tampilan antar muka *software SPSS* (Patel, 2018)

Statistical Package for the Social Science (SPSS) merupakan sebuah program aplikasi yang dapat digunakan untuk mengedit dan menganalisis semua jenis data. *SPSS* dapat membuka semua format file yang biasanya digunakan untuk data terstruktur seperti *spreadsheets* dari Ms.Excel atau OpenOffice, plain text files (.txt atau .csv), *relational (SQL) database*, *Stata* dan SAS.

SPSS memiliki menu-menu deskriptif dan kotak-kotak dialog yang sederhana sehingga mudah dipahami untuk cara pengoperasiannya. Terdapat beberapa fasilitas yang dimiliki *software SPSS* antara lain :

a) Data View

Berfungsi untuk menampilkan semua data yang akan digunakan

b) Variable View

Berfungsi untuk menunjukkan metadata yang terkait dengan data yang akan digunakan. Metadata merupakan informasi tentang makna variabel dan nilai data. Terdapat beberapa kolom pada tampilan Variabel View, diantaranya :

Name : memberikan inisial pada suatu variabel

Type : mengatur jenis dari variabel yang akan digunakan (numeric/dollar/string)

Width : mengatur jumlah maksimal karakter yang diizinkan untuk variabel

Decimals : mengatur berapa banyak angka di belakang tanda koma (,) yang diizinkan pada variabel (numerik)

Label : untuk menampilkan atau mendeskripsikan nama variabel secara jelas

Value : memberikan suatu nilai yang dapat mewakili variabel. Contoh : angka (1) Laki-laki dan angka (0) Perempuan

Missing : nilai yang digunakan ketika tanggapan tidak sesuai dengan variabel

Columns : banyaknya kolom pada variabel tertentu yang diizinkan (dalam jumlah karakter)

Align : mengatur posisi data (rata kiri/rata kanan/rata tengah)

Measure : tingkat pengukuran terhadap data (skala/ordinal/nominal)

c) Data Analysis

Merupakan salah satu *options* yang berfungsi untuk menyediakan fasilitas untuk berbagai macam analisis data, seperti :

Descriptive Statisics

Correlate

Regression

Loglinier

Dan lain-lain

d) SPSS Output Window

Merupakan tampilan *output* dari hasil analisis data. Tampilan ini berupa tabel yang berisi beberapa hasil analisis statistik pada semua variabel yang telah dipilih.

e) Reporting

Hasil analisis data pada Output Window dapat disalin dengan mudah ke program yang lain seperti MS.Word, OpenOffice atau GoogleDocs tanpa mengubah format dari *SPSS.*

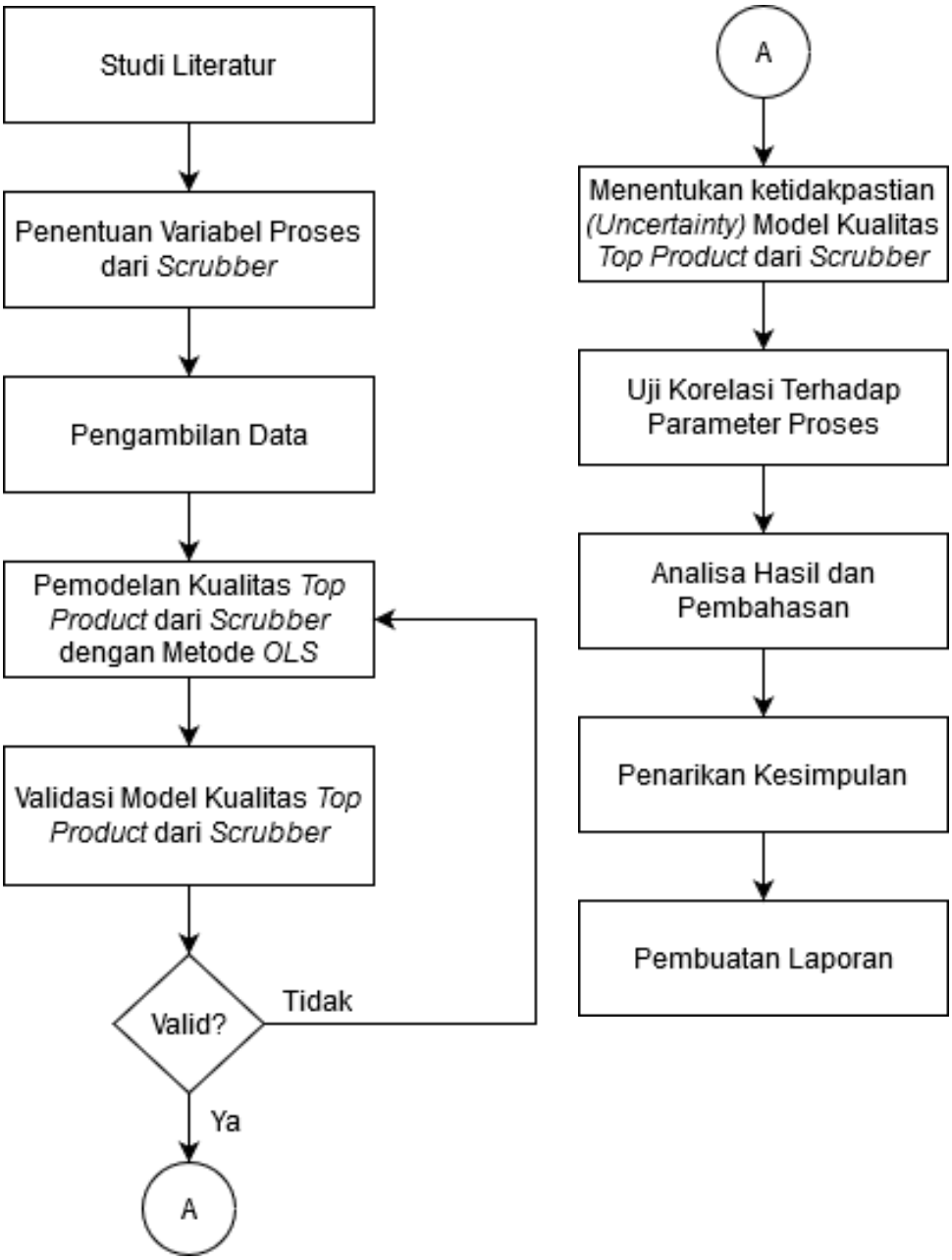
f) Syntax Editor Window

Merupakan *options* lain yang berfungsi untuk melakukan berbagai macam analisis data namun tidak melalui *options* Data Analysis, melainkan dengan memasukkan *code,* yaitu *SPSS Syntax.*

Software SPSS ini sangat cocok digunakan untuk melakukan perhitungan berbasis matriks seperti yang terdapat dipersamaan Regresi Linier Berganda dengan metode *Ordinary Least Square (OLS)*. Dengan menggunakan *software* ini, maka matriks orde tinggi yang terdapat dipersamaan Regresi Linier Berganda dengan metode *OLS* dapat dihitung dengan mudah. Selain itu, *SPSS* juga menyediakan fitur untuk uji korelasi. Sehingga, uji korelasi antara variabel X dengan variabel Y maupun variabel X dengan variabel X dapat dihitung dengan cepat tanpa menghitung secara manual. Oleh karena itu, *software SPSS* sangat kompatibel digunakan dalam pemodelan kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *OLS.*

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

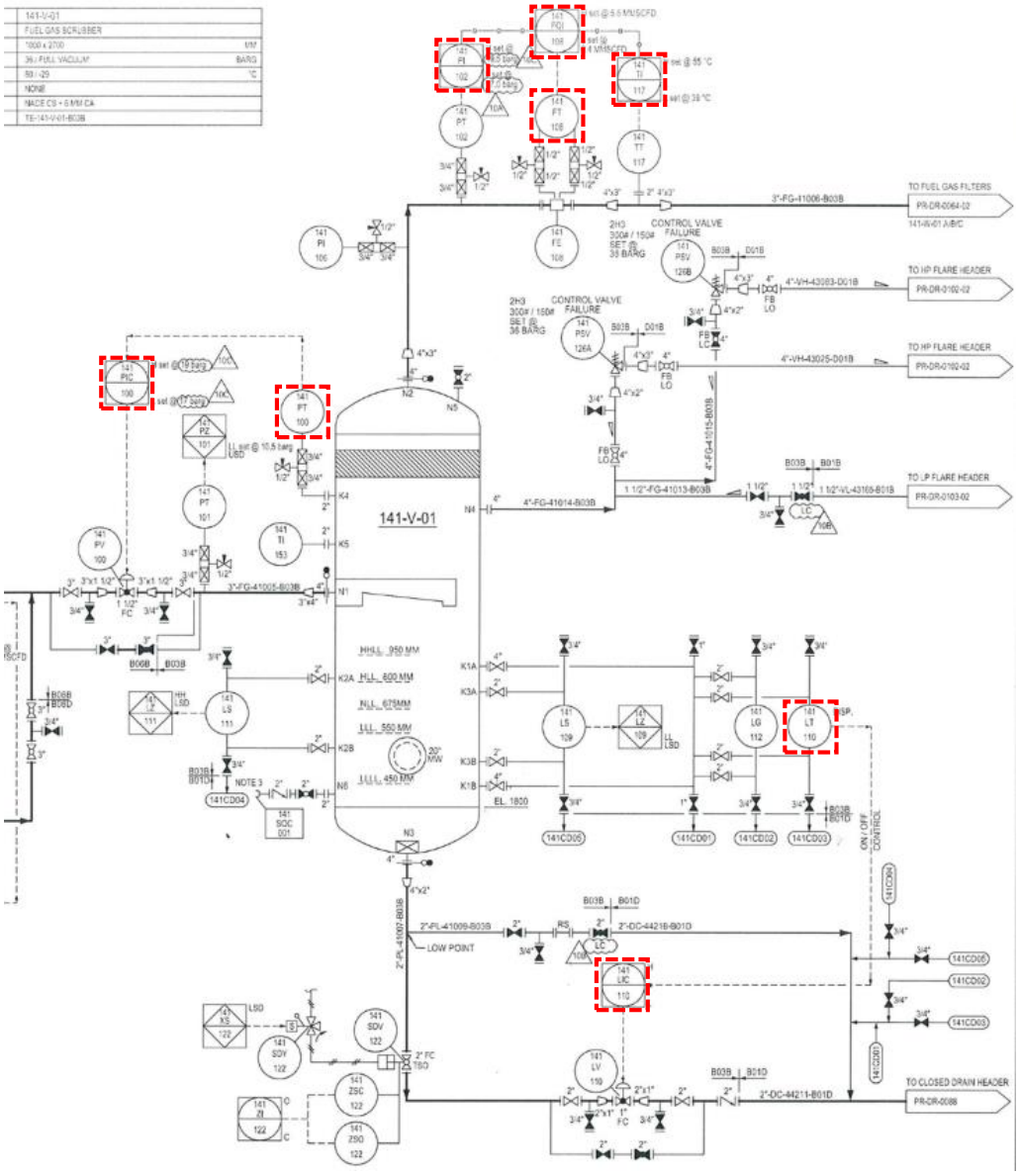
Penelitian ini dirancang melalui beberapa tahapan yang digambarkan pada *flowchart* dibawah ini :



Gambar 3.1 *Flowchart* penelitian

3.1 Penentuan Variabel Proses dari *Scrubber*

Setelah dilakukan studi literatur, dapat diketahui bahwa untuk mendapatkan model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 maka dapat mengacu pada teori pemodelan Regresi Linier Berganda (RLB) dengan metode *OLS*. Sehingga, langkah awal yang perlu dilakukan adalah menentukan variabel *dependent Y* dan variabel *independent X*. Berdasarkan penjelasan filosofi proses dari P&ID *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 yang terdapat di Bab 2, maka variabel proses yang digunakan sebagai variabel *dependent Y* dan variabel *independent X* adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Penentuan variabel proses dari *P&ID Fuel Gas Scrubber* 141-V-01

Tabel 3.1 variabel *independent* ***X*** dan variabel *dependent* ***Y***

Variabel *Independent X*	
X1	141-LIC-110
X2	141-PIC-100
X3	141-FQI-108
X4	141-PT-100
X5	141-PI-102
X6	141-LT-110
X7	141-TI-117
X8	141-FT-108
Variabel *dependent Y*	
Y	Impuritas Liquid

Berdasarkan Tabel 3.1 terdapat delapan variabel proses yang digunakan sebagai variabel *independent X* dan terdapat satu variabel proses yang digunakan sebagai variabel *dependent Y*. Pemilihan variabel proses ini didasarkan dengan ketersediaan data *record* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 yang terdapat di PT.SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED.

3.2 Pengambilan Data

Setelah dilakukan identifikasi terhadap variabel *dependent Y* dan variabel *independent X*, maka selanjutnya dilakukan pengambilan data sesuai dengan hasil identifikasi tersebut. Data yang digunakan didalam penelitian ini merupakan data *record* operasional *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 yang terdapat di PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED. Banyaknya data sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah sebanyak 150 data. Data ini selanjutnya akan digunakan untuk memodelkan kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scruber* 141-V-01 dengan metode *OLS* dan juga untuk validasi. Adapun hasil cuplikan pengambilan data adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Hasil Pengambilan Data Operasi *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01

Data pada detik ke-	VariabelIndependent								Variabel Dependent
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	Y (Aktual)
	141-LIG 110	141-PIG 100	141-FQI-108	141-PT-100	141-PI-102	141-LT-110	141-TI-117	141-FT-108	Impuritas Liquid
1	47,23	16,68	60,24	14,6	23,73	47,25	45,72	1669,52	91,06
2	46,52	16,64	60,28	14,59	23,69	46,55	45,71	1603,22	91,06
3	46,97	16,65	60,9	14,6	23,69	47,07	45,7	1569,28	91,06
4	47,26	16,66	61,22	14,62	23,68	47,25	45,69	1591,97	91,06
5	47,51	16,68	61,13	14,63	23,66	47,71	45,68	1607,8	91,06
6	47,92	16,68	60,83	14,63	23,64	48,02	45,67	1581,35	91,06
7	48,38	16,6	61,04	14,56	23,64	48,58	45,66	1591,16	91,06
8	47,28	16,6	61,18	14,55	23,66	46,98	45,65	1656,65	91,06
9	47,24	16,63	60,65	14,56	23,67	46,84	45,64	1648,17	91,06
10	47,44	16,65	60,35	14,58	23,69	46,94	45,63	1597,33	91,06

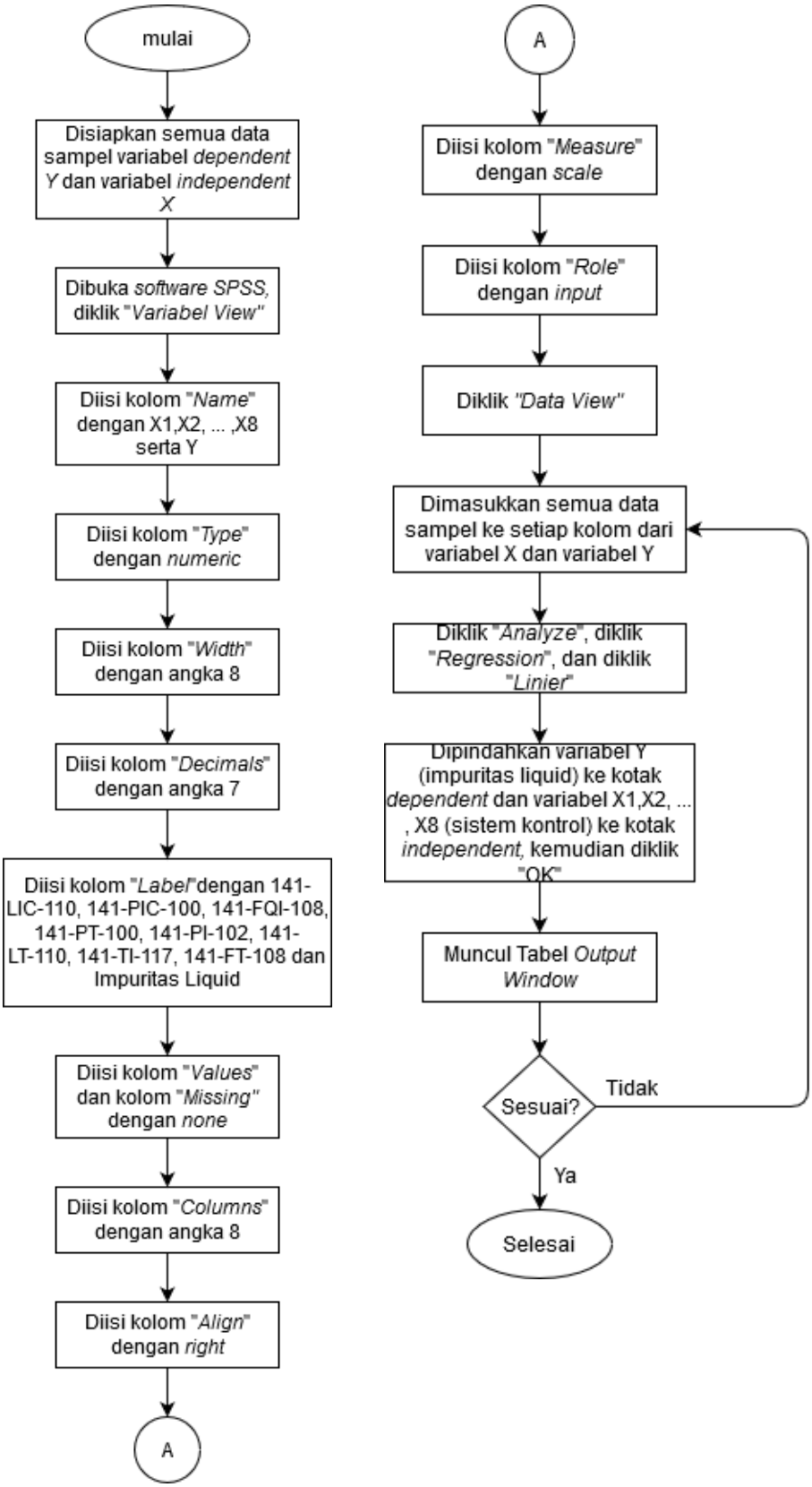
Cuplikan data pada Tabel 3.2 diatas, keseluruhan angka sengaja dibulatkan agar tabel dapat sesuai dengan format pembuatan laporan Tugas Akhir. Untuk data lengkap dari Tabel 3.2 tersebut dapat dilihat dibagian lampiran.

3.3 Pemodelan Kualitas *Top Product* dari *Scrubber* dengan Metode *OLS*

Data yang telah didapat dari langkah sebelumnya, selanjutnya digunakan untuk membuat model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *OLS*. Pemodelan ini dilakukan pada *software SPSS (Statistical Package for the Social Science)*. Tujuan dari pemodelan ini adalah untuk :

a. Mengetahui pengaruh dari dua atau lebih variabel *X* (sistem kontrol) terhadap variabel *Y* (impuritas *liquid*)
b. Meminimalkan jumlah kuadrat *eror* dari model regresi yang didapat
c. Model regresi yang diperoleh dapat digunakan sebagai persamaan untuk mengestimasi nilai variabel *Y* (impuritas *liquid*)

Pemodelan yang dilakukan di *software SPSS* ini menggunakan perhitungan matriks seperti yang sudah dijelaskan di Bab 2. Adapun prosedur dalam melakukan pemodelan kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *OLS* melalui *software SPSS* dapat dilakukan melalui *flowchart* dibawah ini :

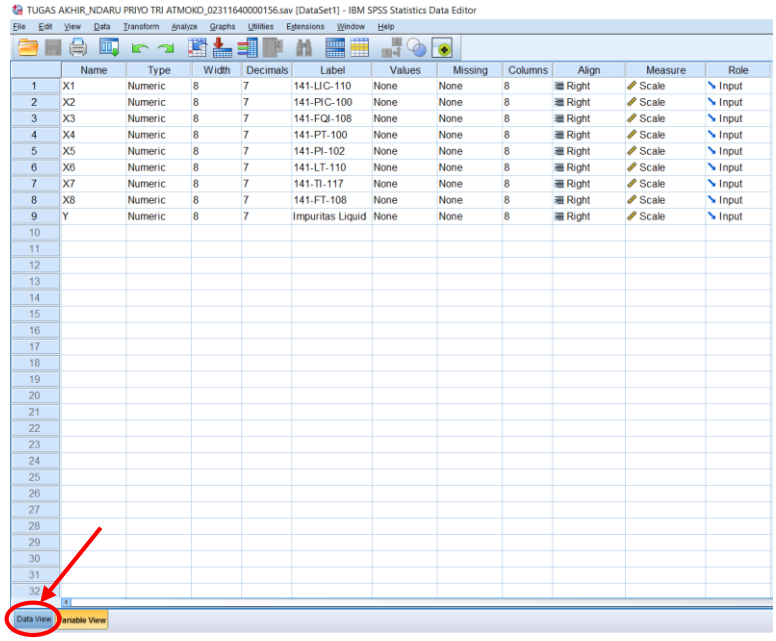


Gambar 3.3 *Flowchart* program *SPSS* untuk pemodelan kualitas *top product* dengan metode *OLS*

Adapun penjelasan dari *flowchart* tersebut dapat jabarkan seperti berikut (Purwanto, 2019) :

a. Disiapkan semua data yang diperlukan, baik variabel *independent* ***X*** maupun variabel *dependent* ***Y***.
b. Dibuka *software SPSS*, kemudian di klik "***Variabel View***".
c. Kemudian pada kolom "**Name**" diisi dengan inisial nama dari masing-masing variabel. Adapun cara pengisiannya adalah pada baris pertama dituliskan **X1**, baris kedua **X2**, baris ketiga **X3**, baris keempat **X4**, dan seterusnya hingga baris kedelapan **X8**, dan terakhir pada baris kesembilan dituliskan **Y**.
d. Selanjutnya, pada kolom "**Type**" diisi dengan **Numeric**. Hal ini dikarenakan data yang digunakan adalah data hasil pengukuran (numerik).
e. Kemudian, pada kolom "**Width**" diisi dengan angka 8.
f. Pada kolom "**Decimals**" diisi dengan angka 7, sehingga data pada setiap variabel akan mempunyai tingkat ketelitian 7 angka di belakang tanda koma(,)
g. Kemudian, pada kolom "**Label**" diisi dengan cara, pada baris pertama dituliskan nama variabel **141-LIC-110**, kemudian pada baris kedua dituliskan nama variabel **141-PIC-100**, kemudian pada baris ketiga dituliskan nama variabel **141-FQI-108**, dilanjutkan pada baris keempat dituliskan nama variabel **141-PT-100**, dilanjutkan pada baris kelima dituliskan nama variabel **141-PI-102**, dilanjutkan pada baris keenam dituliskan nama variabel **141-LT-110**, dilanjutkan pada baris ketujuh dituliskan nama variabel **141-TI-117**, dilanjutkan pada baris kedelapan dituliskan nama variabel **141-FT-108**, dan terakhir pada baris kesembilan dituliskan nama variabel **Impuritas Liquid**.
h. Pada kolom "**Values**" dan kolom "**Missing**" dikosongkan atau **None**. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini data yang digunakan adalah jenis data numerik.
i. Kemudian, pada kolom "**Columns**" diisi dengan angka 8. Angka ini harus sama dengan angka yang terdapat di kolom "**Width**"
j. Pada kolom "**Align**" diisi dengan **Right**. Sehingga, keseluruhan data yang ditampilkan akan pada posisi rata kanan.
k. Selanjutnya, pada kolom "**Measure**" diisi dengan **Scale**. Hal ini dikarenakan data yang digunakan merupakan data kuantitas (numerik).
l. Dan pada kolom "**Role**" diisi dengan **Input.**

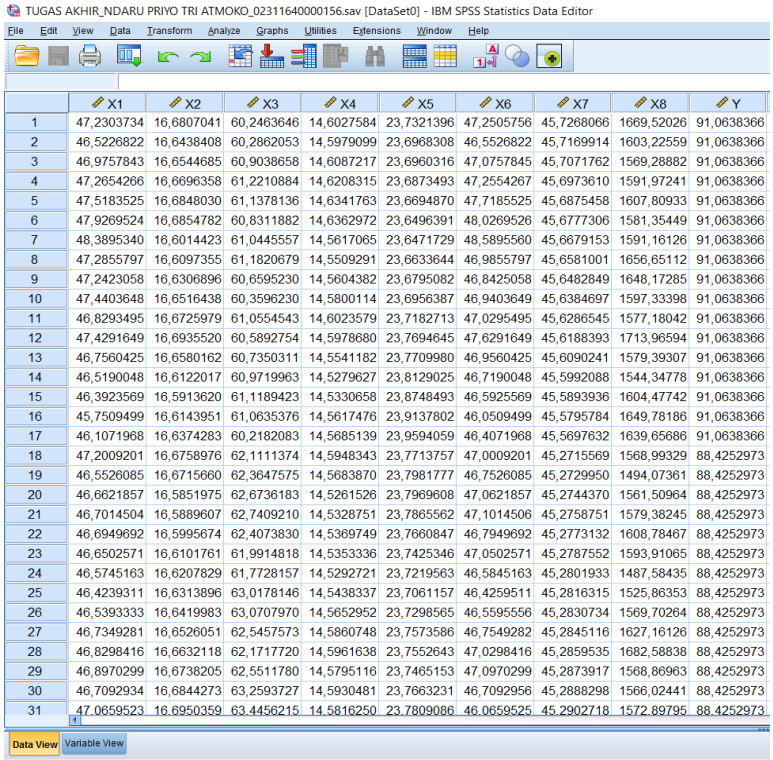
m. Setelah semua terisi, selanjutnya di klik "**Data View**" seperti pada gambar berikut :



	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	X1	Numeric	8	7	141-LIC-110	None	None	8	Right	Scale	Input
2	X2	Numeric	8	7	141-PIC-100	None	None	8	Right	Scale	Input
3	X3	Numeric	8	7	141-FQI-108	None	None	8	Right	Scale	Input
4	X4	Numeric	8	7	141-PT-100	None	None	8	Right	Scale	Input
5	X5	Numeric	8	7	141-PI-102	None	None	8	Right	Scale	Input
6	X6	Numeric	8	7	141-LT-110	None	None	8	Right	Scale	Input
7	X7	Numeric	8	7	141-TI-117	None	None	8	Right	Scale	Input
8	X8	Numeric	8	7	141-FT-108	None	None	8	Right	Scale	Input
9	Y	Numeric	8	7	Impuritas Liquid	None	None	8	Right	Scale	Input

Gambar 3.4 Tampilan *variable view* ketika semua kolom terisi data variabel

n. Setelah terbuka, kemudian dimasukkan semua data ke setiap variabel, baik variabel X maupun variabel Y. Sehingga akan tampak seperti pada gambar berikut ini :



	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	Y
1	47,2303734	16,6807041	60,2463646	14,6027584	23,7321396	47,2505756	45,7268066	1669,52026	91,0638366
2	46,5226822	16,6438408	60,2862053	14,5979099	23,6968308	46,5526822	45,7169914	1603,22559	91,0638366
3	46,9757843	16,6544685	60,9038658	14,6087217	23,6960316	47,0757845	45,7071762	1569,28882	91,0638366
4	47,2654266	16,6696358	61,2210884	14,6208315	23,6873493	47,2554267	45,6973610	1591,97241	91,0638366
5	47,5183525	16,6848030	61,1378136	14,6341763	23,6694870	47,7185525	45,6875458	1607,80933	91,0638366
6	47,9269524	16,6854782	60,8311882	14,6362972	23,6496391	48,0269526	45,6777306	1581,35449	91,0638366
7	48,3895340	16,6014423	61,0445557	14,5617065	23,6471729	48,5895560	45,6679153	1591,16126	91,0638366
8	47,2855797	16,6097355	61,1820679	14,5509291	23,6633644	46,9855797	45,6581001	1656,65112	91,0638366
9	47,2423058	16,6306896	60,6595230	14,5604382	23,6795082	46,8425058	45,6482849	1648,17285	91,0638366
10	47,4403648	16,6516438	60,3596230	14,5800114	23,6956387	46,9403649	45,6384697	1597,33398	91,0638366
11	46,8293495	16,6725979	61,0554543	14,6023579	23,7182713	47,0295495	45,6286545	1577,18042	91,0638366
12	47,4291649	16,6935520	60,5892754	14,5978680	23,7694645	47,6291649	45,6188393	1713,96594	91,0638366
13	46,7560425	16,6580162	60,7350311	14,5541182	23,7709980	46,9560425	45,6090241	1579,39307	91,0638366
14	46,5190048	16,6122017	60,9719963	14,5279627	23,8129025	46,7190048	45,5992088	1544,34778	91,0638366
15	46,3923569	16,5913620	61,1189423	14,5330658	23,8748493	46,5925569	45,5893936	1604,47742	91,0638366
16	45,7509499	16,6143951	61,0635376	14,5617476	23,9137802	46,0509499	45,5795784	1649,78186	91,0638366
17	46,1071968	16,6374283	60,2182083	14,5685139	23,9594059	46,4071968	45,5697632	1639,65686	91,0638366
18	47,2009201	16,6758976	62,1111374	14,5948343	23,7713757	47,0009201	45,2715569	1568,99329	88,4252973
19	46,5526085	16,6715660	62,3647575	14,5683870	23,7981777	46,7526085	45,2729950	1494,07361	88,4252973
20	46,6621857	16,5851975	62,6736183	14,5261526	23,7969608	47,0621857	45,2744370	1561,50964	88,4252973
21	46,7014504	16,5889607	62,7409210	14,5328751	23,7865562	47,1014506	45,2758751	1579,38245	88,4252973
22	46,6949692	16,5995674	62,4073830	14,5369749	23,7660847	46,7949692	45,2773132	1608,78467	88,4252973
23	46,6502571	16,6101761	61,9914818	14,5353336	23,7425346	47,0502571	45,2787552	1593,91065	88,4252973
24	46,5745163	16,6207829	61,7728157	14,5292721	23,7219563	46,5845163	45,2801933	1487,58435	88,4252973
25	46,4239311	16,6313896	63,0178146	14,5438337	23,7061157	46,4259511	45,2816315	1525,86353	88,4252973
26	46,5393333	16,6419983	63,0707970	14,5652952	23,7298565	46,5595556	45,2830734	1569,70264	88,4252973
27	46,7349281	16,6526051	62,5457573	14,5860748	23,7573586	46,7549282	45,2845116	1627,16126	88,4252973
28	46,8298416	16,6632118	62,1717720	14,5961638	23,7552643	47,0298416	45,2859535	1682,58838	88,4252973
29	46,8970299	16,6738205	62,5511780	14,5795116	23,7465153	47,0970299	45,2873917	1568,86963	88,4252973
30	46,7092934	16,6844273	63,2593727	14,5930481	23,7663231	46,7092956	45,2888298	1566,02441	88,4252973
31	47,0659523	16,6950359	63,4456215	14,5816250	23,7809086	46,0659525	45,2902718	1572,89795	88,4252973

Gambar 3.5 Tampilan *data view* ketika terisi dengan data

o. Selanjutnya, di klik "**Analyze**", dilanjutkan di klik"**Regression**", dan kemudian di klik "**Linier**

p. Setelah muncul kotak dialog, kemudian dipindahkan semua variabel berdasarkan fungsinya, yaitu variabel **Impuritas Liquid (Y)** dipindahkan ke kotak *Dependent*. Dilanjutkan dengan semua variabel **Sistem Kontrol (X1, X2, X3,..., X8)** dipindahkan ke kotak *Independent*. Kemudian di klik "**OK**".

q. Setelah itu, akan muncul *Output Window* berupa tabel seperti berikut. Apabila tabel ini sudah keluar, maka dapat dilanjutkan dengan penyusunan model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *OLS* dan interpretasi setiap datanya.

Tabel 3.3 Hasil pemodelan kualitas *top product* dengan metode *OLS*

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients B	Unstandardized Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
1	(Constant)	37,224	39,066		,953	,343
	141-LIC-110	-,921	,487	-,153	-1,891	,062
	141-PIC-100	-3,067	1,433	-,180	-2,141	,035
	141-FQI-108	-,179	,163	-,047	-1,097	,276
	141-PT-100	7,433	3,026	,196	2,456	,016
	141-PI-102	,188	,743	,010	,253	,801
	141-LT-110	,918	,516	,143	1,777	,079
	141-TI-117	-,654	,201	-,158	-3,255	,002
	141-FT-108	,020	,001	,848	22,342	,000

3.4 Validasi Model Kualitas *Top Product* dari *Scrubber*

Pemodelan kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *OLS* yang telah dilakukan, selanjutnya divalidasi dengan dua cara. Yang pertama, yaitu dengan mencari nilai koefisien determinasi *(R^2)* dari tabel *Output Window*. Yang kedua, yaitu dengan menghitung nilai *eror* antara data yang sebenarnya atau $\boldsymbol{Y_{aktual}}$, dan data hasil estimasi atau $\boldsymbol{Y_{estimasi}}$. Berikut adalah hasil validasi model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 :

Tabel 3.4 Nilai koefisien determinasi *(R^2)* dari model RLB dengan metode *OLS*

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,957[a]	,916	,909	1,223001142

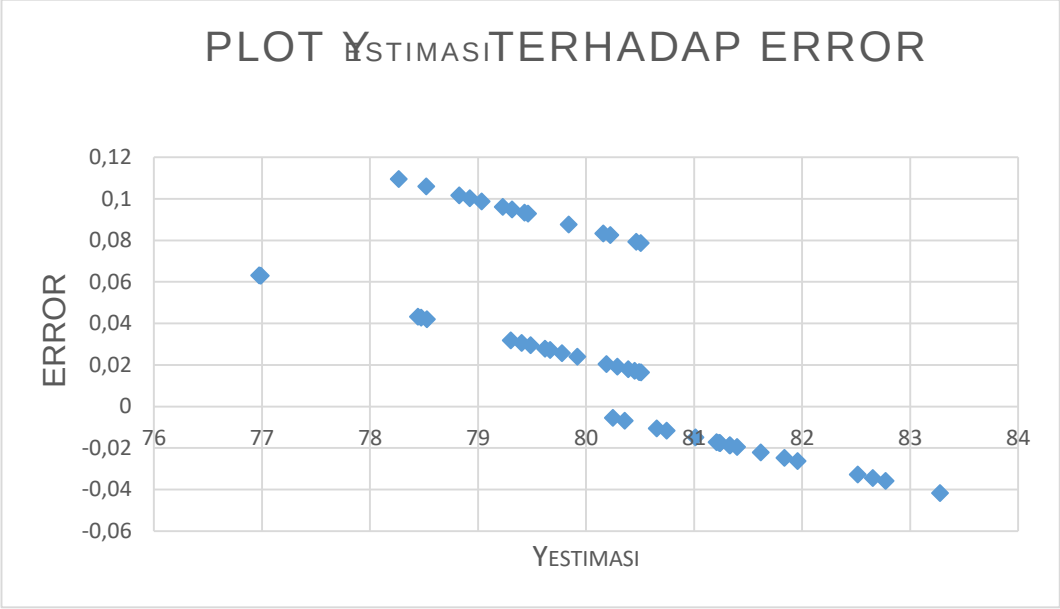
a. Predictors: (Constant), 141-FT-108, 141-PIC-100, 141-PI-102, 141-LT-110, 141-TI-117, 141-FQI-108, 141-PT-100, 141-LIC-110

Dari Tabel 3.4 diatas, dapat diketahui bahwa nilai *(R^2)* dari model kualitas *top product Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 adalah sebesar 0,916.

Tabel 3.5 Nilai *error* naik dan *error* turun antara Y_{aktual} dan $Y_{estimasi}$

Detik ke-	VariabelDependent		ErorNaik danErorTurun
	Y (Aktual)	Y (Estimasi)	Y (Aktual)- Y (Estimasi)
	Impuritas Liquid	Impuritas Liquid	
1	79,80813272	82,65323202	-0,034422118
2	79,80813272	81,61735403	-0,022167115
3	79,80813272	81,95657074	-0,026214347
4	79,80813272	82,77269809	-0,035815739
5	79,80813272	83,27610798	-0,0416443
6	79,80813272	82,51459279	-0,032799775
7	79,80813272	81,33005325	-0,018712892
8	79,80813272	81,0132784	-0,014875903
9	79,80813272	81,20895439	-0,017249596
10	79,80813272	81,39630797	-0,019511637

Pada Tabel 3.5 dapat diketahui bahwa Y_{aktual} memiliki nilai yang sama, sedangkan $Y_{estimasi}$ memiliki nilai yang berbeda-beda. Y_{aktual} memiliki nilai yang sama disebabkan karena alat untuk mendeteksi kandungan impuritas liquid *(Moisture Analyzer)* yang terdapat di PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED memerlukan waktu kurang lebih 30 detik untuk dapat menghasilkan pengukuran yang akurat. Sedangkan, perbedaan nilai pada $Y_{estimasi}$ terjadi karena di dalam model kualitas *top product Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 yang diperoleh dari metode *OLS* atau $Y_{estimasi}$, terdapat delapan variabel *independent X* (sistem kontrol). Yang mana, seluruh variabel *independent X* (sistem kontrol) ini memiliki pengaruh terhadap variabel *dependent Y* (impuritas liquid). Sehingga, perubahan nilai pada data operasional *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 setiap detiknya akan berdampak pada perubahan nilai $Y_{estimasi}$. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya *error* naik dan *error* turun. Disamping itu, terjadinya *error* naik dan *error* turun ini diakibatkan oleh adanya variabel *independent* X (sistem kontrol) yang memiliki nilai *estimator* paling tinggi. Perubahan nilai sedikit saja yang terjadi pada salah satu atau seluruh variabel *independent* X dengan *estimator* paling tinggi, akan membuat perubahan yang signifikan pada nilai $Y_{estimasi}$. Sehingga nilai *error* antara $Y_{estimasi}$ dan Y_{aktual} akan berubah setiap waktu (fluktuasi).



Gambar 3.6 Grafik plot $Y_{estimasi}$ terhadap nilai *error*

Gambar 3.6 diatas merupakan grafik yang merepresentasikan data pada Tabel 3.5 , yaitu hubungan antara $Y_{estimasi}$ terhadap nilai *error*-nya. Dengan mengetahui pola sebaran dari nilai *error* yang terjadi pada model, maka dapat dilakukan analisa secara kualitatif mengenai kelayakan model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01.

Selain itu, juga dilakukan perhitungan *eror relatif* (%) terhadap model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01. Hal ini dilakukan untuk mencari nilai *eror* rata-rata (%) dan juga agar dapat dilakukan analisa kelayakan model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 secara kuantitatif. Adapun hasil perhitungan *eror relatif* (%) tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.6 dibawah ini :

Tabel 3.6 Nilai *eror relatif* antara Y_{aktual} dan $Y_{estimasi}$

Detik ke-	VariabelDependent		eror (%)
	Y (Aktual)	Y (Estimasi)	Y (Aktual)- Y (Estimasi)
	Impuritas Liquid	Impuritas Liquid	
1	79,80813272	82,65323202	3,44%
2	79,80813272	81,61735403	2,21%
3	79,80813272	81,95657074	2,62%
4	79,80813272	82,77269809	3,58%
5	79,80813272	83,27610798	4,16%
6	79,80813272	82,51459279	3,27%
7	79,80813272	81,33005325	1,87%
8	79,80813272	81,0132784	1,48%
9	79,80813272	81,20895439	1,72%
10	79,80813272	81,39630797	1,95%

3.5 Menentukan Ketidakpastian (*Uncertainty)* Model Kualitas *Top Product* dari *Scrubber*

Setelah dilakukan pemodelan kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *OLS* beserta validasi nilai *eror*-nya, selanjutnya menentukan ketidakpastian *(uncertainty)* model kualitas *top product* dari *scrubber*. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengetahui seberapa besar simpangan hasil ukur (prediksi) terhadap nilai yang sebenarnya. Untuk menentukan nilai ketidakpastian dari model, maka dicari terlebih dahulu nilai rata-rata dari hasil prediksi ($Y_{estimasi}$). Berdasarkan tabel 3.6, maka diperoleh nilai rata-rata dari hasil prediksi ($Y_{estimasi}$) atau $x_{terbaik}$ seperti berikut :

$x_{terbaik}$ = 80,16963

Keterangan :

$x_{terbaik}$ = rata-rata hasil prediksi ($Y_{estimasi}$)

Setelah didapatkan nilai $x_{terbaik}$ selanjutnya dilakukan perhitungan ketidakpastian Δx. Berdasarkan Tabel 3.6 , maka ketidakpastian Δx dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut :

Δx = $Y_{estimasi}$ max - $Y_{estimasi}$ min
= 83,27611 – 76,97301
= 6,303099

Keterangan :
Δx = ketidakpastian *(uncertainty)*
$Y_{estimasi}$ max = nilai tertinggi dari $Y_{estimasi}$
$Y_{estimasi}$ min = nilai terendah dari $Y_{estimasi}$

Dengan hasil ini, maka ketidakpastian *(uncertainty)* dari model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* dapat di tentukan dengan mengacu pada persamaan pengukuran seperti berikut ini :

$x = x_{terbaik} \pm \Delta x$
= 80,16963 ± 6,303099

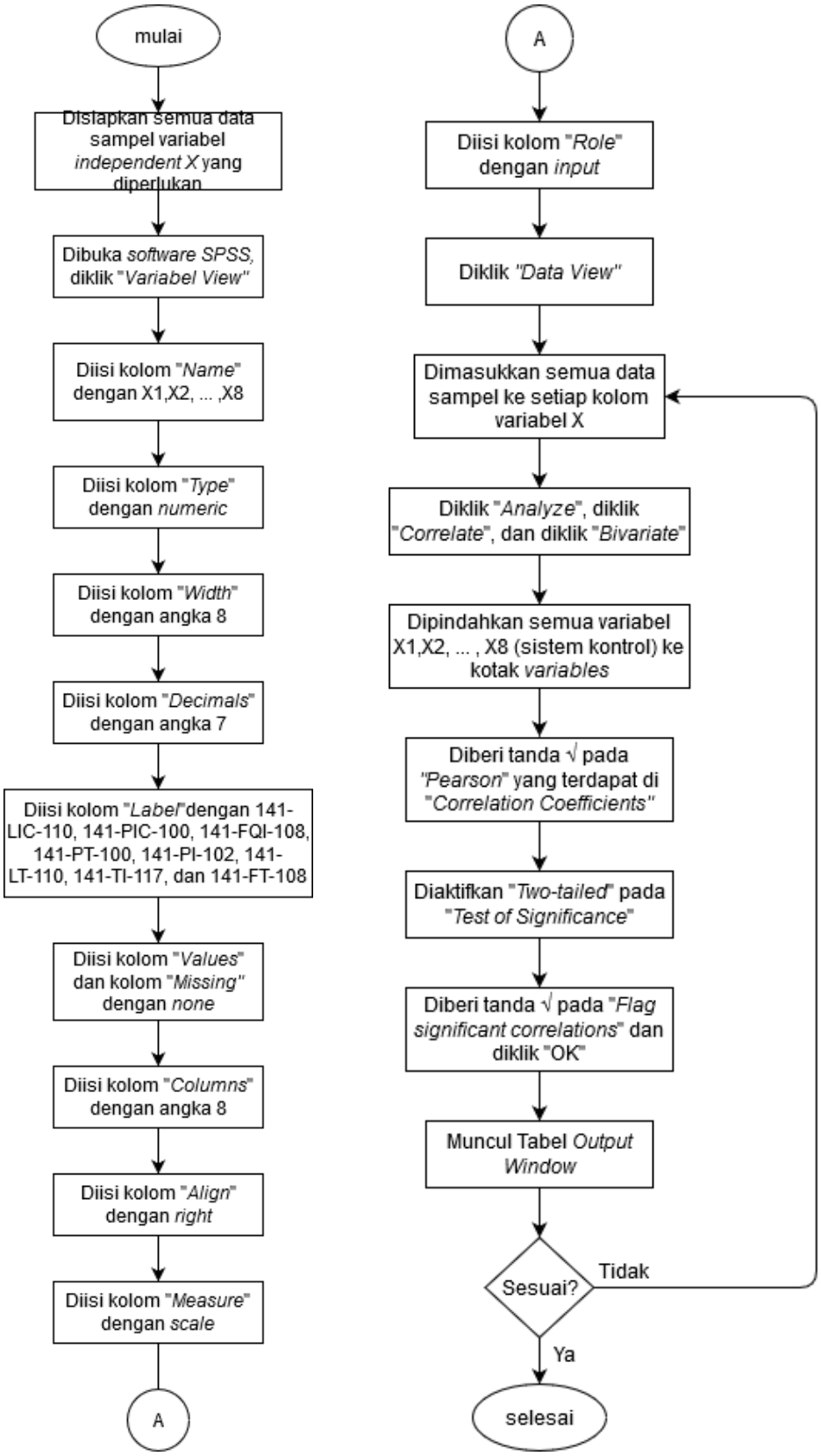
Dengan :
x = variabel fisis (impuritas liquid)
$x_{terbaik}$ = rata-rata hasil prediksi ($Y_{estimasi}$)
Δx = ketidakpastian *(uncertainty)*

3.6 Uji Korelasi Terhadap Parameter Proses

Setelah dilakukan pemodelan kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *OLS* beserta validasi nilai *eror*-nya, selanjutnya dilakukan uji korelasi terhadap kedua variabel. Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan linier antara dua buah variabel, khususnya variabel *X* dengan variabel *X*. Metode yang digunakan dalam uji korelasi ini adalah

mencari nilai koefisien korelasi, r , seperti yang sudah dijelaskan di Bab 2. Dalam penelitian ini, uji korelasi dilakukan pada *software SPSS*.

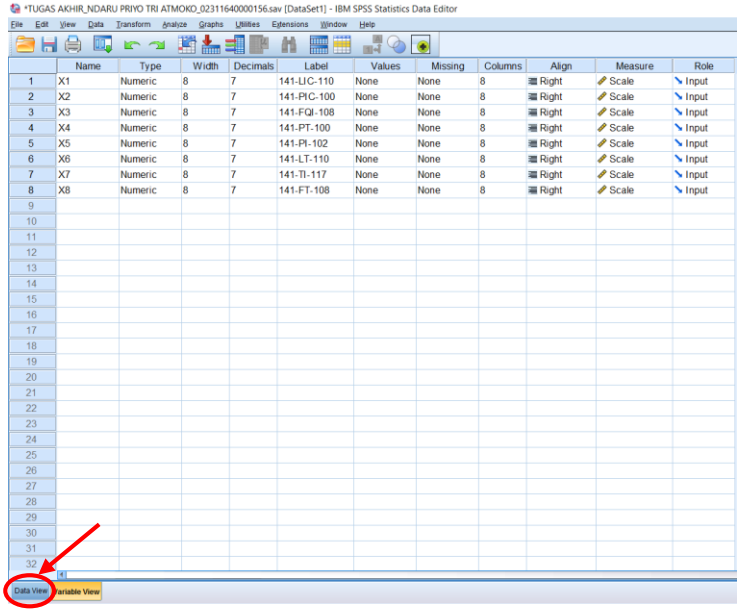
Adapun tahap yang dilakukan adalah mencari tingkat keeratan hubungan (korelasi) antara variabel X terhadap variabel X yang lain yang mana dapat dijelaskan melalui *flowchart* berikut ini :



Gambar 3.7 *Flowchart* program *SPSS* untuk uji korelasi terhadap parameter proses

Adapun penjelasan dari *flowchart* tersebut adalah sebagai berikut (Purwanto, 2019) :

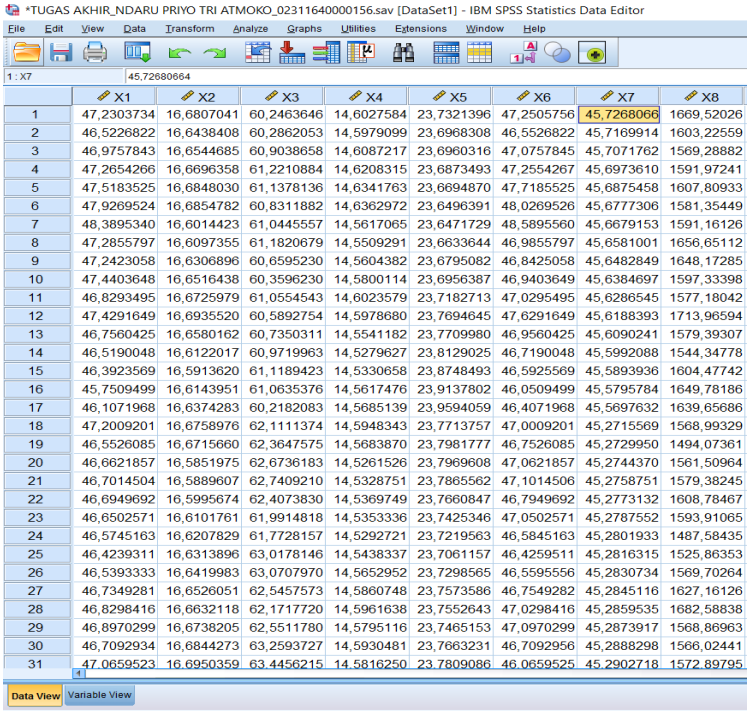
a. Disiapkan semua data variabel *independent* ***X*** yang diperlukan.
b. Dibuka *software SPSS* kemudian di klik "***Variabel View***".
c. Kemudian pada kolom "**Name**" diisi dengan inisial nama dari masing-masing variabel. Adapun cara pengisiannya adalah pada baris pertama dituliskan **X1**, baris kedua **X2**, baris ketiga **X3**, baris keempat **X4**, dan seterusnya hingga baris kedelapan **X8.**
d. Selanjutnya pada kolom "**Type**" diisi dengan **Numeric**. Hal ini dikarenakan data yang digunakan adalah data hasil pengukuran (numerik).
e. Kemudian, pada kolom "**Width**" diisi dengan angka 8
f. Pada kolom "**Decimals**" diisi dengan angka 7, sehingga data pada setiap variabel akan mempunyai tingkat ketelitian 7 angka di belakang tanda koma(,).
g. Kemudian, pada kolom "**Label**" diisi dengan cara, pada baris pertama dituliskan nama variabel **141-LIC-110**, kemudian pada baris kedua dituliskan nama variabel **141-PIC-100**, kemudian pada baris ketiga dituliskan nama variabel **141-FQI-108**, dilanjutkan pada baris keempat dituliskan nama variabel **141-PT-100**, dilanjutkan pada baris kelima dituliskan nama variabel **141-PI-102**, dilanjutkan pada baris keenam dituliskan nama variabel **141-LT-110**, dilanjutkan pada baris ketujuh dituliskan nama variabel **141-TI-117**, dan terakhir pada baris kedelapan dituliskan nama variabel **141-FT-108**.
h. Langkah yang sama diulangi pada poin *h* sampai dengan *l* seperti pada langkah pemodelan kualitas *top product* dengan metode *OLS*
i. Setelah semua terisi, selanjutnya di klik "**Data View**" seperti pada gambar berikut :



	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	X1	Numeric	8	7	141-LIC-110	None	None	8	Right	Scale	Input
2	X2	Numeric	8	7	141-PIC-100	None	None	8	Right	Scale	Input
3	X3	Numeric	8	7	141-FQI-108	None	None	8	Right	Scale	Input
4	X4	Numeric	8	7	141-PT-100	None	None	8	Right	Scale	Input
5	X5	Numeric	8	7	141-PI-102	None	None	8	Right	Scale	Input
6	X6	Numeric	8	7	141-LT-110	None	None	8	Right	Scale	Input
7	X7	Numeric	8	7	141-TI-117	None	None	8	Right	Scale	Input
8	X8	Numeric	8	7	141-FT-108	None	None	8	Right	Scale	Input

Gambar 3.8 Tampilan *variable view* pada proses uji korelasi

j. Setelah terbuka, kemudian dimasukkan semua data ke setiap variabel X, mulai dari X1 hingga X8. Sehingga akan tampak seperti pada gambar berikut ini :



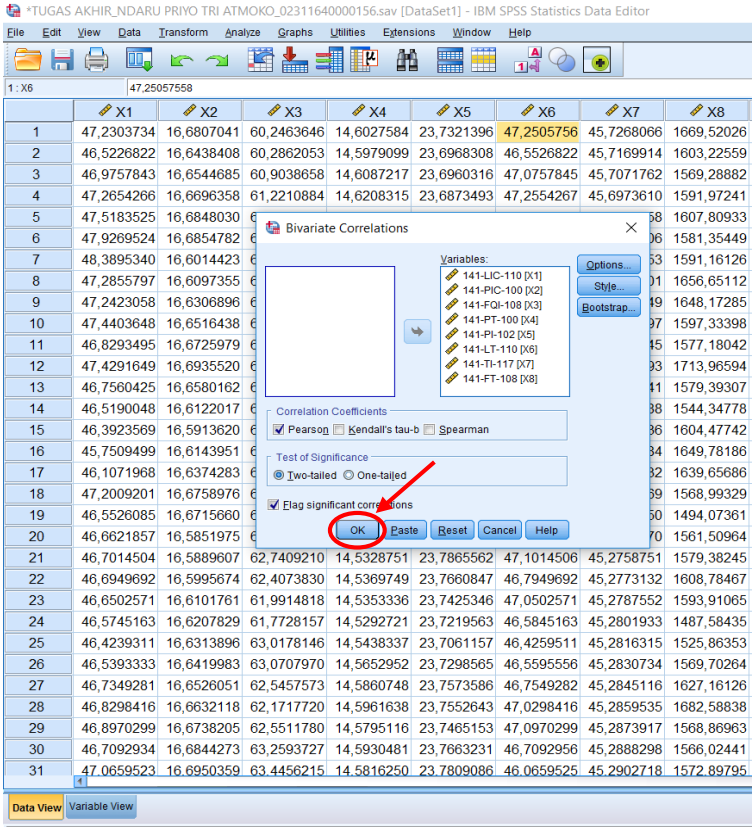
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	47,2303734	16,6807041	60,2463646	14,6027584	23,7321396	47,2505756	45,7268066	1669,52026
2	46,5226822	16,6438408	60,2862053	14,5979099	23,6968308	46,5526822	45,7169914	1603,22559
3	46,9757843	16,6544685	60,9038658	14,6087217	23,6960316	47,0757845	45,7071762	1569,28882
4	47,2654266	16,6696358	61,2210884	14,6208315	23,6873493	47,2554267	45,6973610	1591,97241
5	47,5183525	16,6848030	61,1378136	14,6341763	23,6694870	47,7185525	45,6875458	1607,80933
6	47,9269524	16,6854782	60,8311882	14,6362972	23,6496391	48,0269526	45,6777306	1581,35449
7	48,3895340	16,6014423	61,0445557	14,5617065	23,6471729	48,5895560	45,6679153	1591,16126
8	47,2855797	16,6097355	61,1820679	14,5509291	23,6633644	46,9855797	45,6581001	1656,65112
9	47,2423058	16,6306896	60,6595230	14,5604382	23,6795082	46,8425058	45,6482849	1648,17285
10	47,4403648	16,6516438	60,3596230	14,5800114	23,6956387	46,9403649	45,6384697	1597,33398
11	46,8293495	16,6725979	61,0554543	14,6023579	23,7182713	47,0295495	45,6286545	1577,18042
12	47,4291649	16,6935520	60,5892754	14,5978680	23,7694645	47,6291649	45,6188393	1713,96594
13	46,7560425	16,6580162	60,7350311	14,5541182	23,7709980	46,9560425	45,6090241	1579,39307
14	46,5190048	16,6122017	60,9719963	14,5279627	23,8129025	46,7190048	45,5992088	1544,34778
15	46,3923569	16,5913620	61,1189423	14,5330658	23,8748493	46,5925569	45,5893936	1604,47742
16	45,7509499	16,6143951	61,0635376	14,5617476	23,9137802	46,0509499	45,5795784	1649,78186
17	46,1071968	16,6374283	60,2182083	14,5685139	23,9594059	46,4071968	45,5697632	1639,65686
18	47,2009201	16,6758976	62,1111374	14,5948343	23,7713757	47,0009201	45,2715569	1568,99329
19	46,5526085	16,6715660	62,3647575	14,5683870	23,7981777	46,7526085	45,2729950	1494,07361
20	46,6621857	16,5851975	62,6736183	14,5261526	23,7969608	47,0621857	45,2744370	1561,50964
21	46,7014504	16,5889607	62,7409210	14,5328751	23,7865562	47,1014506	45,2758751	1579,38245
22	46,6949692	16,5995674	62,4073830	14,5369749	23,7660847	46,7949692	45,2773132	1608,78467
23	46,6502571	16,6101761	61,9914818	14,5353336	23,7425346	47,0502571	45,2787552	1593,91065
24	46,5745163	16,6207829	61,7728157	14,5292721	23,7219563	46,5845163	45,2801933	1487,58435
25	46,4239311	16,6313896	63,0178146	14,5438337	23,7061157	46,4259511	45,2816315	1525,86353
26	46,5393333	16,6419983	63,0707970	14,5652952	23,7298565	46,5595556	45,2830734	1569,70264
27	46,7349281	16,6526051	62,5457573	14,5860748	23,7573586	46,7549282	45,2845116	1627,16126
28	46,8298416	16,6632118	62,1717720	14,5961638	23,7552643	47,0298416	45,2859535	1682,58838
29	46,8970299	16,6738205	62,5511780	14,5795116	23,7465153	47,0970299	45,2873917	1568,86963
30	46,7092934	16,6844273	63,2593727	14,5930481	23,7663231	46,7092956	45,2888298	1566,02441
31	47,0659523	16,6950359	63,4456215	14,5816250	23,7809086	46,0659525	45,2902718	1572,89795

Gambar 3.9 Tampilan *data view* pada proses uji korelasi

k. Selanjutnya, di klik “**Analyze**”, dilanjutkan di klik ”**Correlate**”, dan di klik “**Bivariate**”.

l. Setelah muncul kotak dialog, kemudian dipindahkan semua variabel penelitian ke dalam kotak “**Variables**”.

m. Selanjutnya, pada “**Correlation Coefficients**” diberi tanda √ pada “**Pearson**”. Kemudian, pada “**Test of Significance**” diaktifkan ”**Two-tailed**”. Dan dilanjutkan dengan diberi tanda √ pada “**Flag significant correlations**”, kemudian di klik “**OK**”.



Gambar 3.10 Tampilan kotak dialog *Bivariate Correlations*

n. Setelah itu, akan muncul *Output Window* berupa tabel seperti berikut.

Tabel 3.7 Hasil uji korelasi parameter proses

Correlations

		141-LIC-110	141-PIC-100	141-FQI-108	141-PT-100	141-PI-102	141-LT-110	141-TI-117	141-FT-108
141-LIC-110	Pearson Correlation	1	-,220*	-,207*	-,102	-,242*	,920**	-,240*	-,342**
	Sig. (2-tailed)		,028	,039	,315	,015	,000	,016	,001
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-PIC-100	Pearson Correlation	-,220*	1	,649**	,856**	,298**	-,235*	,166	,185
	Sig. (2-tailed)	,028		,000	,000	,003	,019	,099	,065
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-FQI-108	Pearson Correlation	-,207*	,649**	1	,644**	,326**	-,201*	-,120	,236*
	Sig. (2-tailed)	,039	,000		,000	,001	,045	,236	,018
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-PT-100	Pearson Correlation	-,102	,856**	,644**	1	,365**	-,094	-,189	,338**
	Sig. (2-tailed)	,315	,000	,000		,000	,351	,059	,001
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-PI-102	Pearson Correlation	-,242*	,298**	,326**	,365**	1	-,153	-,368**	,270**
	Sig. (2-tailed)	,015	,003	,001	,000		,130	,000	,007
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-LT-110	Pearson Correlation	,920**	-,235*	-,201*	-,094	-,153	1	-,288**	-,334**
	Sig. (2-tailed)	,000	,019	,045	,351	,130		,004	,001
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-TI-117	Pearson Correlation	-,240*	,166	-,120	-,189	-,368**	-,288**	1	-,318**
	Sig. (2-tailed)	,016	,099	,236	,059	,000	,004		,001
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-FT-108	Pearson Correlation	-,342**	,185	,236*	,338**	,270**	-,334**	-,318**	1
	Sig. (2-tailed)	,001	,065	,018	,001	,007	,001	,001	
	N	100	100	100	100	100	100	100	100

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 3.6 diatas, merupakan *output* dari uji korelasi parameter proses. Tabel diatas berupa matriks dengan baris dan kolom yang menginformasikan tingkat hubungan antara masing-masing variabel *independent X* (sistem kontrol). Baris pertama dan kolom pertama pada matriks merupakan nama-nama dari setiap variabel *independen X* yang telah dianalogikan. Baik di baris pertama maupun di kolom pertama ini memiliki urutan nama variabel *independent X* yang sama. Hal ini mengakibatkan munculnya angka 1 yang membentuk garis diagonal di dalam matriks, yang mana angka 1 ini memiliki arti hubungan yang sangat kuat antara variabel *independent X* satu terhadap variabel *independent X* itu sendiri. Urutan variabel *independent X* yang terletak di baris pertama maupun di kolom pertama tersebut disusun secara acak *(random)* dengan mengikuti seluruh metode uji korelasi parameter proses dengan *software SPSS* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Dengan melihat nilai koefisien korelasi (*Pearson Correlation)* , *r* , yang terdapat didalam tabel, maka tingkat hubungan antara setiap pasang parameter proses dapat diketahui. Selanjutnya , dapat dilakukan analisis korelasi terhadap masing-masing pasangan parameter proses tersebut.

Halaman sengaja dikosongkan

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hasil Pemodelan Kualitas *Top Product Scrubber* dengan Metode *OLS*

Pemodelan kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *OLS* dilakukan dengan melibatkan delapan variabel *independent* X (sistem kontrol) dan satu variabel *dependent* Y (impuritas *liquid*). Data yang terdapat di setiap variabel X maupun variabel Y dimasukkan dan dianalisa menggunakan *software SPSS.* Adapun cara untuk mendapatkan model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *OLS* adalah dengan melihat nilai *estimator* $\boldsymbol{\beta}$ dari setiap variabel X (sistem kontrol) pada Tabel 3.3. Kemudian nilai *estimator* $\boldsymbol{\beta}$ dari setiap variabel X ini dimasukkan ke dalam persamaan umum RLB seperti pada tanda panah berikut :

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients B	Unstandardized Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
1	(Constant)	37,224	39,066		,953	,343
	141-LIC-110	-,921	,487	-,153	-1,891	,062
	141-PIC-100	-3,067	1,433	-,180	-2,141	,035
	141-FQI-108	-,179	,163	-,047	-1,097	,276
	141-PT-100	7,433	3,026	,196	2,456	,016
	141-PI-102	,188	,743	,010	,253	,801
	141-LT-110	,918	,516	,143	1,777	,079
	141-TI-117	-,654	,201	-,158	-3,255	,002
	141-FT-108	,020	,001	,848	22,342	,000

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \beta_4 X_{i4} + \beta_5 X_{i5} + \beta_6 X_{i6} + \beta_7 X_{i7} + \beta_8 X_{i8}$$

Gambar 4.1 Proses pemodelan kualitas *top product* dengan metode *OLS*

Sehingga akan diperoleh model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *OLS* sebagai berikut :

$$\boldsymbol{Y = 37,223868 - 0,920932X_1 - 3,067282X_2 - 0,179019X_3 + 7,433088X_4 + 0,187601X_5 + 0,917566X_6 - 0,653726X_7 + 0,019797X_8}$$

Dari model yang telah diperoleh, dapat diketahui bahwa dari delapan *estimator* $\boldsymbol{\beta}$ pada masing-masing variabel *independent X* , terdapat empat *estimator* $\boldsymbol{\beta}$ yang memiliki nilai paling besar diantara *estimator-estimator* yang lainnya, yaitu *estimator* dari variabel X_1, X_2, X_4, dan X_6. Variabel X_1, X_2, X_4, dan X_6 ini merupakan inisial-inisial variabel yang secara berurutan mewakili sistem kontrol 141-LIC-110 , 141-PIC-100, 141-PT-100, dan 141-LT-110.

Tabel 4.1 Empat sistem kontrol dengan nilai *estimator* $\boldsymbol{\beta}$ paling tinggi

No.	VariabelIndependent X (sistem kontrol)	Estimator
1	141-LIC-110	-0,920932
2	141-PIC-100	-3,067282
3	141-PT-100	+7,433088
4	141-LT-110	+0,917566

Dikarenakan *estimator* $\boldsymbol{\beta}$ merupakan koefisien dari setiap variabel *independent X* (sistem kontrol), maka *estimator* $\boldsymbol{\beta}$ ini tidak memiliki satuan maupun *range*. Pada Tabel 4.1 tersebut dapat diinterpretasikan bahwa perubahan nilai sedikit saja yang terjadi di salah satu dari keempat variabel *independent X* (sistem kontrol) ini, maka akan berdampak sangat signifikan terhadap perubahan nilai pada variabel *dependent Y*. Tanda negatif (-) pada *estimator* 141-LIC-110 memiliki arti semakin bertambahnya perubahan nilai dari *Level Indicator Controller* 141-LIC-110, maka akan menyebabkan berkurangnya nilai dari variabel *dependent Y* (impuritas *liquid*). Kemudian, Tanda negatif (-) pada *estimator* 141-PIC-100 dapat diartikan semakin besar nilai *Pressure Indicator Controller* 141-PIC-100, maka akan membuat nilai variabel *dependent Y* (impuritas *liquid*) semakin kecil. Selanjutnya, Tanda positif (+) pada *estimator* 141-PT-100 berarti semakin bertambahnya nilai *Pressure Transmitter* 141-PT-100, maka nilai dari variabel

dependent Y (impuritas *liquid*) juga akan semakin bertambah. Dan terakhir, Tanda positif (+) pada *estimator* 141-LT-110 dapat diartikan semakin besar nilai *Level Transmitter* 141-LT-110, maka akan semakin besar pula nilai variabel *dependent Y* (impuritas *liquid*).

4.2 Analisa Hasil Uji Korelasi Parameter Proses

Uji korelasi terhadap parameter proses dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 telah berhasil dilakukan. Selanjutnya, dilakukan analisa hasil uji korelasi parameter proses, yaitu dengan mengidentifikasi nilai koefisien korelasi dari setiap pasangan parameter proses yang memiliki nilai koefisien korelasi (*Pearson Correlation*) > 0,8. Adapun hasil identifikasi nilai koefisien korelasi dari setiap pasangan parameter proses dapat dilihat pada *mark-up* berikut ini :

Correlations

		141-LIC-110	141-PIC-100	141-FQI-108	141-PT-100	141-PI-102	141-LT-110	141-TI-117	141-FT-108
141-LIC-110	Pearson Correlation	1	-,220*	-,207*	-,102	-,242*	,920**	-,240*	-,342**
	Sig. (2-tailed)		,028	,039	,315	,015	,000	,016	,001
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-PIC-100	Pearson Correlation	-,220*	1	,649**	,856**	,298**	-,235*	,166	,185
	Sig. (2-tailed)	,028		,000	,000	,003	,019	,099	,065
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-FQI-108	Pearson Correlation	-,207*	,649**	1	,644**	,326**	-,201*	-,120	,236*
	Sig. (2-tailed)	,039	,000		,000	,001	,045	,236	,018
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-PT-100	Pearson Correlation	-,102	,856**	,644**	1	,365**	-,094	-,189	,338**
	Sig. (2-tailed)	,315	,000	,000		,000	,351	,059	,001
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-PI-102	Pearson Correlation	-,242*	,298**	,326**	,365**	1	-,153	-,368**	,270**
	Sig. (2-tailed)	,015	,003	,001	,000		,130	,000	,007
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-LT-110	Pearson Correlation	,920**	-,235*	-,201*	-,094	-,153	1	-,288**	-,334**
	Sig. (2-tailed)	,000	,019	,045	,351	,130		,004	,001
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-TI-117	Pearson Correlation	-,240*	,166	-,120	-,189	-,368**	-,288**	1	-,318**
	Sig. (2-tailed)	,016	,099	,236	,059	,000	,004		,001
	N	100	100	100	100	100	100	100	100
141-FT-108	Pearson Correlation	-,342**	,185	,236*	,338**	,270**	-,334**	-,318**	1
	Sig. (2-tailed)	,001	,065	,018	,001	,007	,001	,001	
	N	100	100	100	100	100	100	100	100

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Gambar 4.2 Hasil identifikasi pasangan parameter proses dengan nilai koefisien korelasi > 0,8

Pada gambar 4.2 diatas dapat diketahui bahwa terdapat dua pasangan parameter proses yang memiliki nilai koefisien korelasi *(Pearson Correlation)* > 0,8. Adapun dua pasangan paraemter proses tersebut dapat disajikan pada Tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 4.2 Dua pasangan variabel *independent* ***X*** (parameter proses)

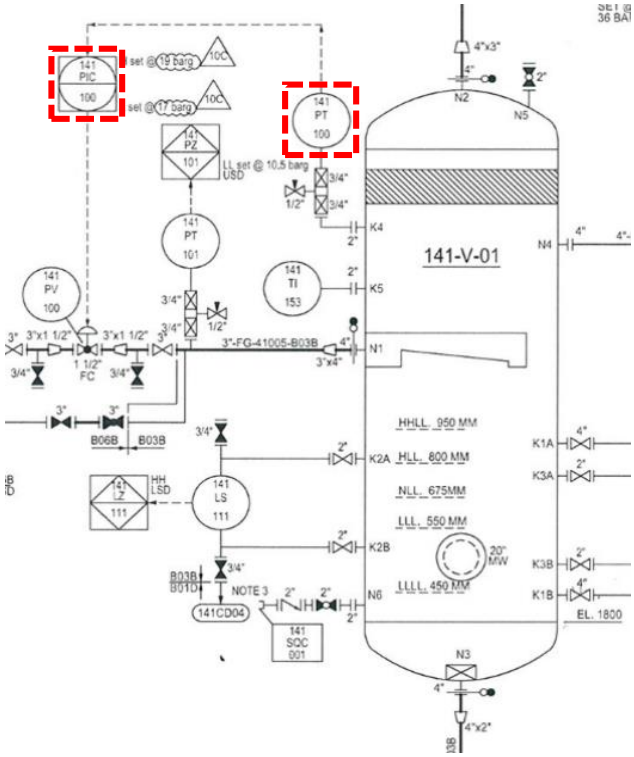
No	Variabel *Independent* (baris)	Variabel *Independent* (kolom)	Koefisien Korelasi *(Pearson Correlation)*
1	141-LIC-110	141-LT-110	0,920
2	141-PIC-100	141-PT-100	0,856
3	141-PT-100	141-PIC-100	0,856
4	141-LT-110	141-LIC-110	0,920

Maka, berdasarkan penjelasan Tabel 2.1 tentang interpretasi koefisien korelasi yang terdapat di Bab 2, pasangan variabel *X* (parameter proses) tersebut memiliki kategori tingkat korelasi yang sangat kuat (multikolinearitas). Sehingga dapat diartikan bahwa pasangan-pasangan variabel *X* (parameter proses) ini memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap variabel *Y* (impuritas *liquid*).

4.3 Analisa Hasil Verifikasi Parameter Proses Terhadap P&ID dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01

Setelah dilakukan analisa hasil uji korelasi terhadap parameter proses dan diperoleh pasangan parameter proses yang memiliki nilai koefisien korelasi > 0,8 maka dilanjutkan dengan verifikasi parameter proses terhadap P&ID dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01. Tujuan dilakukannya verifikasi parameter proses terhadap P&ID dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 ini adalah untuk memastikan dan memperjelas hubungan antara parameter proses dengan keluarnya impuritas *(liquid)* yang terdapat di *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01.

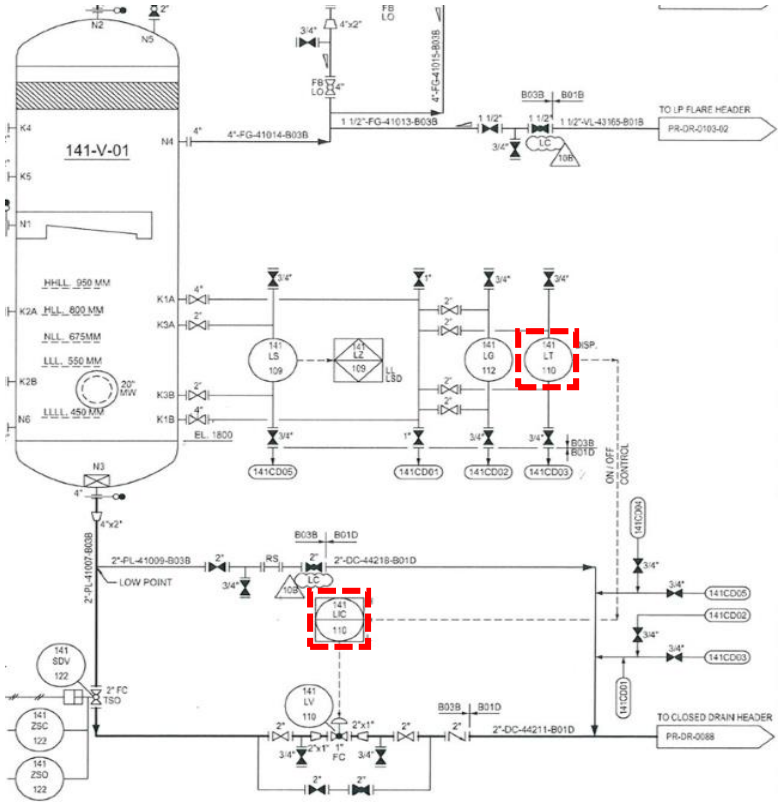
4.3.1 Hubungan yang kuat (multikolinearitas) antara 141-PT-100 dan 141-PIC-100



Gambar 4.3 Letak instrumen 141-PT-100 dan 141-PIC-100 pada *P&ID Fuel Gas Scrubber* 141-V-01

Apabila terjadi kegagalan pada *Pressure Transmitter* 141-PT-100 dalam mengirim sinyal berupa informasi dari besar tekanan udara yang terdapat di dalam badan silinder *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01, maka akan berdampak pada kegagalan *Pressure Indicator Controller* 141-PIC-100 dalam mengendalikan besar kecilnya tekanan udara yang masuk melalui *Pressure Valve* 141-PV-100. Hal ini tentu akan berpengaruh terhadap kandungan impuritas *(liquid)* pada *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01.

4.3.2 Hubungan yang kuat (multikolinearitas) antara 141-LT-110 dan 141-LIC-110



Gambar 4.4 Letak instrument 141-LT-110 dan 141-LIC-110 pada *P&ID Fuel Gas Scrubber* 141-V-01

Apabila terjadi kegagalan pada *Level Transmitter* 141-LT-110 dalam mengirim sinyal berupa informasi dari *level liquid* yang terdapat di *bottom product*, maka akan berdampak pada kegagalan *Level Indicator Controller* 141-LIC-110 dalam menjaga ketinggian *liquid* agar tetap berada pada nilai *set point* yang telah ditentukan, yaitu melalui *Level Valve* 141-LV-110. Kondisi ini akan berpengaruh terhadap kandungan impuritas *(liquid)* yang masih terbawa di ailiran gas hidrokarbon keluaran *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01.

4.4 Pembahasan

Kondisi operasi sistem pembakaran dari *Gas Turbin Compressor (GTC)* yang terdapat di PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED adalah dengan menggunakan bahan bakar berjenis gas, yaitu *natural gas* (metana). Nilai *LHV* dari

natural gas yang diizinkan untuk proses pembakaran di mesin *Gas Turbin Compressor (GTC)* adalah sebesar 35 MJ/nm^3 atau 940 Btu/scf (lampiran).

Berdasarkan analisa hasil pemodelan kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dapat diketahui bahwa pada tabel 4.1 terdapat empat *estimator* yang memiliki nilai paling besar diantara *estimator-estimator* yang lainnya, yaitu -0,920932; -3,067282; 7,433088; dan 0,917566. Nilai-nilai ini secara berurutan merupakan nilai *estimator* dari variabel *independent* 141-LIC-110, 141-PIC-100, 141-PT-100, dan 141-LT-110. Hal ini, dapat diartikan bahwa pada masing-masing variabel *independent* 141-LIC-110, 141-PIC-100, 141-PT-100, dan 141-LT-110 memiliki pengaruh yang besar terhadap perubahan nilai dari variabel *dependent Y* (impuritas *liquid*).

Semakin besar nilai *Level Indicator Controller* 141-LIC-110, maka akan semakin besar pula bukaan *valve* pada 141-LV-110. Hal ini akan membuat kondisi *level liquid* yang terdapat di *bottom product* mengalami penurunan. Disisi lain, volume ruang gas yang terdapat di dalam badan silinder akan mengalami kenaikan. Akibatnya, tekanan pada gas akan mengalami penurunan. Kondisi ini dapat meminimalkan terjadinya pembentukan partikel liquid di dalam gas hidrokarbon. Selanjutnya, bertambahnya nilai *Pressure Indicator Controller* 141-PIC-100, maka akan semakin bertambah pula nilai bukaan *valve* pada 141-PV-100. Hal ini akan membuat *mass flow* dari aliran gas mengalami penurunan. Kondisi ini menimbulkan semakin mengecilnya tekanan gas di dalam badan silinder. Hal ini dapat meminimalkan terjadinya perubahan fasa gas hidrokarbon menjadi fase *liquid (droplets)*. Kemudian, semakin meningkatnya pembacaan dari *Pressure Transmitter* 141-PT-100, maka dapat diindikasikan bahwa kondisi tekanan gas yang terdapat di badan silinder mengalami peningkatan. Kondisi ini tentu berpotensi dalam mendukung terbentuknya partikel liquid dari gas hidrokarbon. Selanjutnya, semakin besar nilai bacaan *Level Transmitter* 141-LT-110, maka dapat diindikasikan bahwa kondisi *level liquid* yang terdapat di *bottom product* mengalami peningkatan. Disisi lain, volume ruang gas yang terdapat di badan silinder mengalami penurunan. Hal ini menimbulkan tekanan pada gas akan mengalami kenaikan. Sehingga kondisi ini dapat mendukung terbentuknya partikel liquid di dalam gas hidrokarbon.

Berdasarkan validasi model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 didapatkan nilai koefisien determinasi *(R^2)* sebesar 0,916. Menurut studi literatur yang terdapat di Bab 2, hal ini dapat diinterpretasikan bahwa model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 yang telah diperoleh, memiliki tingkat ketepatan prediksi yang baik. Kemudian, apabila ditinjau dari pola sebaran *eror* seperti pada gambar 3.6, maka secara kualitatif, model dapat dikatakan layak digunakan untuk mengestimasi kualitas *top product.* Karena pola sebaran *eror* cenderung mengikuti garis linier. Selain itu, pada perhitungan nilai *eror* antara Y_{aktual} dan $Y_{estimasi}$ menghasilkan nilai *eror* rata-rata sebesar 4,42% (lampiran). Nilai ini masih dibawah batas toleransi *eror* dari alat pengukur kandungan liquid dalam gas hidrokarbon yaitu sebesar 5% (lampiran).

Sementara itu, berdasarkan analisa hasil uji korelasi parameter proses didapatkan bahwa terdapat dua pasangan parameter proses yang memiliki nilai koefisien korelasi *(Pearson Correlation)* > 0,8 , yaitu 141-PT-100 dan 141-PIC-100 serta 141-LT-110 dan 141-LIC-110, dengan nilai koefisien korelasi yang secara berturut-turut adalah sebesar 0,856 dan 0,920. Menurut penjelasan pada Tabel 2.1 yang terdapat di Bab 2, dua pasangan parameter proses ini memiliki kategori tingkat korelasi yang sangat kuat (multikolinearitas). Sehingga dapat diartikan bahwa pasangan-pasangan variabel *X* (parameter proses) ini memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap variabel *Y* (impuritas *liquid*).

Berdasarkan analisa hasil verifikasi parameter proses terhadap P&ID dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01, dapat diamati bahwa dua pasangan parameter proses 141-PT-100 dan 141-PIC-100 serta 141-LT-110 dan 141-LIC-110 memiliki fungsi yang sangat signifikan terhadap adanya kandungan liquid yang masih terbawa dalam aliran gas hidrokarbon. Masing-masing pasangan parameter proses ini membentuk suatu efek domino, yang mana apabila terjadi kegagalan pada salah satu instrumen, maka akan menimbulkan kegagalan pada instrumen yang lainnya. Hal ini tentu akan berpengaruh terhadap kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa baik buruknya kinerja dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dalam memisahkan impuritas *(liquid)* yang masih terkadung didalam gas hidrokarbon, ditentukan oleh seberapa baik kinerja dari instrumen 141-PT-100, 141-PIC-100, 141-LT-110, dan 141-LIC-110.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari tugas akhir yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan seperti berikut :

a. Kondisi operasi pada sistem pembakaran *Gas Turbin Compressor (GTC)* yang terdapat di PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED adalah dengan menggunakan bahan bakar berjenis gas, yaitu *natural gas* (metana). Nilai *LHV* dari *natural gas* yang diizinkan untuk proses pembakaran di mesin *Gas Turbin Compressor (GTC)* adalah sebesar 35 MJ/nm^3 atau 940 Btu/scf

b. Kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dipengaruhi oleh empat parameter proses, antara lain 141-LIC-110, 141-PIC-100, 141-PT-100, dan 141-LT-110. Disamping itu, terdapat dua pasangan parameter proses yang paling berpengaruh terhadap kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01, yaitu 141-PT-100 dan 141-PIC-100 serta 141-LT-110 dan 141-LIC-110.

c. Pembuatan statika model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 dengan metode *OLS* dapat dilakukan dengan menggunakan *software SPSS*, yaitu dengan melihat setiap nilai *estimator* $\boldsymbol{\beta}$ dari masing-masing variabel *independent* yang terdapat di tabel *output window* dan memasukkan semua nilai *estimator* $\boldsymbol{\beta}$ ini ke dalam persamaan umum regresi linier berganda. Adapun model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 yang telah diperoleh adalah $\boldsymbol{Y = 37,223868 - 0,920932X_1 - 3,067282X_2 - 0,179019X_3 + 7,433088X_4 + 0,187601X_5 + 0,917566X_6 - 0,653726X_7 + 0,019797X_8}$

d. Model kualitas *top product* dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 yang telah diperoleh dengan metode *OLS* ini dapat digunakan untuk mengestimasi nilai impuritas *liquid* yang masih terbawa dalam aliran gas hidrokarbon . Dikarenakan *eror* rata-rata yang dihasilkan dari model kualitas *top product* dengan metode *OLS* ini adalah sebesar 4,42%. Selain itu, model ini juga dapat digunakan sebagai *guidance* untuk memperbaiki kinerja dari *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01

dalam memisahkan kandungan impuritas liquid yang masih terbawa dalam aliran gas hidrokarbon, dengan cara melakukan *improvement* pada empat parameter proses yang memiliki pengaruh paling signifikan terhadap kualitas *top product*, yaitu 141-LIC-110, 141-PIT-100, 141-PT-100, dan 141-LT-110.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

a. Metode *Ordinary Least Square (OLS)* dapat dijadikan opsi bagi seluruh sektor industri sebelum melakukan kegiatan *maintanance*. Hal ini bertujuan agar kegiatan *maintenance* dapat dilakukan dengan cara yang tepat dan efisien dalam hal biaya.
b. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan analisa mengenai perbandingan ketepatan hasil estimasi antara metode *OLS* dengan metode statistik yang lainnya. Sehingga harapannya, kegiatan tersebut dapat membuktikan seberapa baik metode *OLS* dapat mengestimasi suatu nilai *output*, khususnya di lingkup industri atau pabrik.

DAFTAR PUSTAKA

Charles E. Ebeling (1997) *Charles Ebeling - Reliability and Maintainability Engineering-Mc Graw-Hill (1997).pdf*. United States of America: McGraw-Hill.

Fiorentini, P. (2015) *Natural Gas Filtering Unit, Pietro Fiorentini*. Available at: https://www.fiorentini.com/ww/en/product/completesolutions/gas-compressor-stations/gcs_natural_gas_filtering_unit (Accessed: 3 January 2020).

Fuentes-Osorio, J. A., Morales-Medina, G. and Chaves-Guerrero, A. (2018) 'Prediction of drop size of natural gas condensates using molecular simulation and young growth model', *CTyF - Ciencia, Tecnologia y Futuro*, 8(1), pp. 67–75. doi: 10.29047/01225383.93.

Gujarati, D. N. (ed.) (2004) *Basic Econometrics*. Fourth. The McGraw-Hill.

I Made Yuliara (2016) 'Regresi linier berganda 1.', pp. 1–6. Available at: http://www.mendeley.com/research/regresi-linier-berganda-1/.

James, C. (1993) . Oxford: Butterworth Heinemann. Available at: http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf.

Kim, J. H. (2019) 'Multicollinearity and misleading statistical results', *Korean Journal of Anesthesiology*, 72(6), pp. 558–569. doi: 10.4097/kja.19087.

Kristoffersen, T. T., Holden, C. and Egeland, O. (2017) 'Feedback Linearizing Control of a Gas-Liquid Cylindrical Cyclone', *IFAC-PapersOnLine*. Elsevier B.V., 50(1), pp. 13121–13128. doi: 10.1016/j.ifacol.2017.08.2165.

Kurtner, William Li, Christopher J.Nachtsheim, John Neter, M. H. (2005) *Applied Linear Statistical Models*. Fifth. Edited by B. Gordon. McGraw-Hill Irwin. doi: 10.1080/00224065.1997.11979760.

Maisonnier, D. (2018) 'RAMI: The main challenge of fusion nuclear technologies', *Fusion Engineering and Design*. Elsevier, 136(May), pp. 1202–1208. doi: 10.1016/j.fusengdes.2018.04.102.

Marwansyah, S. and Utami, A. N. (2017) 'Analisis Hasil Investasi, Pendapatan

Premi, Dan Beban Klaim Terhadap Laba Perusahaan Perasuransian Di Indonesia', *JURNAL AKUNTANSI, EKONOMI dan MANAJEMEN BISNIS*, 5(2), p. 213. doi: 10.30871/jaemb.v5i2.533.

Meléndez-Ramírez, A. J. *et al.* (2004) 'Experimental study of a gas-liquid cylindrical cyclone separator performance', *American Society of Mechanical Engineers, Fluids Engineering Division (Publication) FED*, 260, pp. 755–761. doi: 10.1115/IMECE2004-62367.

Miller, B. G. (2011) *Clean Coal Engineering Technology*. Oxford: Elsevier. doi: 10.1016/B978-1-85617-710-8.00001-7.

Nguyen, T. Van *et al.* (2014) 'On the definition of exergy efficiencies for petroleum systems: Application to offshore oil and gas processing', *Energy*, 73(August), pp. 264–281. doi: 10.1016/j.energy.2014.06.020.

Nicolaeva, B. K., Borisov, A. P. and Zlochevskiy, V. L. (2017) 'Development of a software and hardware system for monitoring the air cleaning process using a cyclone-separator', *Journal of Physics: Conference Series*, 881(1), pp. 0–7. doi: 10.1088/1742-6596/881/1/012023.

Patel, V. R. (2018) 'Development of Regional Industrial Trip Generation Model Using SPSS', *Indian Journal of Science and Technology*, 11(7), pp. 1–9. doi: 10.17485/ijst/2018/v11i7/97742.

PGN (2016) 'When is a Pipeline Not Just a Pipeline?', *PT Perusahaan Gas Negara (Persero) Tbk*, pp. 1–528.

Piliando, R. (2008) *Dominant Factors Identification Which Influence Decision the Winner of Construction Service Tender on Government*. University of Indonesia.

Pratomo, D. S. (2015) 'ANALISA REGRESI DAN KORELASI ANTARA PENGUNJUNG DAN PEMBELI TERHADAP NOMINAL PEMBELIAN DI INDOMARET KEDUNGMUNDU SEMARANG DENGAN METODE KUADRAT TERKECIL', (1).

Purwanto, P. (2019) *ANALISIS KORELASI DAN REGRESI LINIER DENGAN SPSS 21*. Magelang.

Rindiarto, P. K. (2016) *Tekanan Dan Level Pada Gas Scrubber Pv-3700 Di Joint Operating Body Pertamina Petrochina Jawa Timur*. Institut Teknologi

Sepuluh Nopember.

Setiawan (2010) *Ekonometrika*. Edited by W. Nikodemus. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.

Shin, J., Lee, M. and Park, S. (2000) 'Design of a composition estimator for inferential control of distillation columns', *Chemical Engineering Communications*, 178(May 2014), pp. 221–248. doi: 10.1080/00986440008912184.

Soeprijanto, A. and Penangsang, O. (2012) 'Studi Perbaikan Keandalan Jaringan Distribusi Primer Dengan Pemasangan Gardu Induk Sisipan Di Kabupaten Enrekang Sulawesi Selatan', *Jurnal Teknik Its*, 1(1), p. B-119-B-124. Available at: download.portalgaruda.org/article.php?article=53811&val=4186.

Speight, J. G. (2007) *Natural gas: A basic handbook*, *Natural Gas: A Basic Handbook*. Houston, Texas: Gulf Publishing Company. doi: 10.1016/C2015-0-02190-6.

Speight, J. G. (2019) *Gas condensate*, *sciencedirect*. Available at: https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/gas-condensate (Accessed: 10 February 2020).

Syukriyah, A. N. A. (2011) *ANALISIS HETEROSKEDASTISITAS PADA REGRESI LINIER BERGANDA*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Wang, S. *et al.* (2001) 'Dynamic simulation and control-system design for gas/liquid cylindrical cyclone separators', *SPE Journal*, 6(2), pp. 236–247. doi: 10.2118/71308-PA.

Welch, M. (2014) , *PlantServices*. Available at: https://www.plantservices.com/articles/2014/contaminants-impact-on-gas-turbine-operation/ (Accessed: 10 February 2020).

Žaglinskis, J., Rapalis, P. and Lazareva, N. (2018) 'An overview of natural gas use in ships: Necessity and engine supply', *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 46(4), pp. 185–193. doi: 10.3311/PPtr.11708.

Halaman sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A

DATA *RECORD* OPERASIONAL *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 (DATA UNTUK PEMODELAN)

Data pada detik ke-	VariabelIndependent								Variabel Dependent
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	Y (Aktual)
	141-LIG110	141-PIG100	141-FQI-108	141-PT-100	141-PI-102	141-LT-110	141-TI-117	141-FT-108	Impuritas Liquid
1	47,23037338	16,68070412	60,24636459	14,60275841	23,73213959	47,25057558	45,7268066	1669,520264	91,06383659
2	46,52268219	16,64384079	60,28620529	14,59790993	23,69683075	46,55268219	45,7169914	1603,225586	91,06383659
3	46,9757843	16,65446854	60,90386581	14,60872173	23,69603157	47,0757845	45,7071762	1569,288818	91,06383659
4	47,26542664	16,66963577	61,22108841	14,62083149	23,68734932	47,25542666	45,697361	1591,972412	91,06383659
5	47,51835251	16,68480301	61,13781357	14,63417625	23,669487	47,71855251	45,6875458	1607,809326	91,06383659
6	47,92695236	16,68547821	60,8311882	14,63629723	23,64963913	48,02695256	45,6777306	1581,354492	91,06383659
7	48,389534	16,60144234	61,04455566	14,56170654	23,64717293	48,589556	45,6679153	1591,161255	91,06383659
8	47,28557968	16,60973549	61,18206787	14,55092907	23,66336441	46,98557968	45,6581001	1656,651123	91,06383659
9	47,24230576	16,63068962	60,65952301	14,56043816	23,67950821	46,84250576	45,6482849	1648,172852	91,06383659
10	47,44036484	16,65164375	60,35962296	14,58001137	23,69563866	46,94036486	45,6384697	1597,333984	91,06383659
11	46,82934952	16,67259789	61,05545425	14,60235786	23,71827126	47,02954952	45,6286545	1577,18042	91,06383659
12	47,42916489	16,69355202	60,58927536	14,59786797	23,76946449	47,62916489	45,6188393	1713,965942	91,06383659
13	46,75604248	16,6580162	60,73503113	14,55411816	23,770998	46,95604248	45,609024	1579,393066	91,06383659
14	46,51900482	16,61220169	60,97199631	14,52796268	23,81290245	46,71900482	45,5992088	1544,347778	91,06383659
15	46,39235687	16,591362	61,11894226	14,5330658	23,87484932	46,59255687	45,5893936	1604,477417	91,06383659
16	45,75094986	16,61439514	61,0635376	14,56174755	23,91378021	46,05094986	45,5795784	1649,78186	91,06383659
17	46,10719681	16,63742828	60,21820831	14,56851387	23,9594059	46,40719681	45,5697632	1639,65686	91,06383659
18	47,2009201	16,6758976	62,11113739	14,59483433	23,77137566	47,0009201	45,2715569	1568,993286	88,42529729

LAMPIRAN A [LANJUTAN]

DATA *RECORD* OPERASIONAL *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 (DATA UNTUK PEMODELAN)

19	46,55260849	16,67156601	62,36475754	14,56838703	23,79817772	46,75260849	45,272995	1494,073608	88,42529729
20	46,66218567	16,58519745	62,67361832	14,52615261	23,79696083	47,06218567	45,274437	1561,509644	88,42529729
21	46,70145035	16,58896065	62,74092102	14,53287506	23,78655624	47,10145055	45,2758751	1579,382446	88,42529729
22	46,69496918	16,59956741	62,40738297	14,53697491	23,76608467	46,79496918	45,2773132	1608,784668	88,42529729
23	46,65025711	16,61017609	61,99148178	14,53533363	23,74253464	47,05025711	45,2787552	1593,910645	88,42529729
24	46,5745163	16,62078285	61,7728157	14,52927208	23,72195625	46,5845163	45,2801933	1487,584351	88,42529729
25	46,42393112	16,63138962	63,01781464	14,54383373	23,70611572	46,42595112	45,2816315	1525,863525	88,42529729
26	46,53933334	16,64199829	63,07079697	14,56529522	23,72985649	46,55955555	45,2830734	1569,702637	88,42529729
27	46,73492813	16,65260506	62,54575729	14,58607483	23,75735855	46,75492815	45,2845116	1627,161255	88,42529729
28	46,82984161	16,66321182	62,171772	14,59616375	23,75526428	47,02984162	45,2859535	1682,588379	88,42529729
29	46,89702988	16,6738205	62,55117798	14,57951164	23,74651527	47,09702988	45,2873917	1568,869629	88,42529729
30	46,70929337	16,68442726	63,25937271	14,5930481	23,76632309	46,70929557	45,2888298	1566,024414	88,42529729
31	47,0659523	16,69503593	63,44562149	14,58162498	23,78090858	46,0659525	45,2902718	1572,897949	88,42529729
32	47,53116608	16,66444588	62,83670425	14,5432806	23,79005623	47,55116608	45,2917099	1572,06189	88,42529729
33	47,35068512	16,55991745	61,61975861	14,49824047	23,79813766	47,55068512	45,293148	1560,425049	88,42529729
34	47,14287186	16,57042885	62,2824173	14,50109673	23,75501251	46,94287186	45,29459	1469,862549	88,42529729
35	48,04827499	16,65620422	62,9119873	14,50574017	23,4322834	47,948275	45,5305138	1274,850342	83,79388601
36	49,32014847	16,65290642	62,63093567	14,50802612	23,47478104	49,52014847	45,5337143	1187,381592	83,79388601
37	46,5827179	16,66443825	62,81591797	14,5287962	24,01366806	46,5827179	45,552906	1274,039429	83,79388601
38	46,36388397	16,66651344	62,57097244	14,53876019	24,04957962	46,56588597	45,5561028	1392,729004	83,79388601
39	46,51574707	16,66858864	61,99108887	14,54580975	24,03431129	46,71574707	45,5593033	1394,160156	83,79388601
40	47,87372589	16,67066383	62,45138168	14,54996681	24,04693222	47,87572589	45,5625038	1235,199951	83,79388601
41	47,89685822	16,67273903	62,85187912	14,58119869	24,02226067	47,89685822	45,5657005	1334,285034	83,79388601

LAMPIRAN A [LANJUTAN]

DATA *RECORD* OPERASIONAL *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 (DATA UNTUK PEMODELAN)

42	47,92526245	16,67481232	62,28691101	14,59249401	24,04207611	47,92526245	45,5959282	1360,921387	83,79388601
43	47,96998596	16,67688751	61,81001282	14,59302616	24,04931068	48,06998596	45,6338043	1331,928955	83,79388601
44	47,95213318	16,67896271	61,9474678	14,58778667	24,03167534	47,95215518	45,6716805	1279,672729	83,79388601
45	47,66687393	16,6810379	62,63392258	14,58096123	24,03352547	47,76687595	45,7095566	1278,331177	83,79388601
46	47,42910004	16,6831131	61,78199387	14,58188343	24,04081535	47,62910006	45,7474327	1324,402954	83,79388601
47	46,98766327	16,68518829	62,09321213	14,56520271	24,0671463	46,98766527	45,785305	1302,720703	83,79388601
48	46,38217163	16,58977509	61,40365982	14,44429111	23,93399811	46,58217165	47,6915016	1228,996094	82,99908601
49	47,42927551	17,0680294	62,70514297	14,71049213	23,66731453	47,42927551	45,3165016	1551,129639	87,76100352
50	47,4931221	17,10657692	63,21878433	14,71830845	23,66746712	47,4951221	45,3467216	1511,955688	87,76100352
51	47,3212471	17,14512634	63,69094467	14,7997551	23,6968441	47,1212471	45,3769379	1568,955688	87,76100352
52	47,39683914	17,16223907	63,30337143	14,80134392	23,70735741	47,59685914	45,4071579	1527,595459	87,76100352
53	47,32989502	17,17441368	63,59518051	14,77892113	23,74087524	47,52989502	45,4373741	1494,951538	87,76100352
54	47,16921234	17,18658829	64,16809082	14,76824856	23,79653931	46,96921254	45,4675941	1514,423828	87,76100352
55	47,17656326	17,19876289	63,69349289	14,79689026	23,85079956	47,17656526	45,4978104	1592,031982	87,76100352
56	47,0703125	17,2109375	63,82003784	14,83486462	23,90455055	47,0705125	45,5280304	1545,578857	87,76100352
57	47,05648804	17,22311211	64,2874527	14,87304688	23,93034744	47,15648806	45,5582466	1474,075562	87,76100352
58	46,887043	17,23528862	63,92233658	14,86547756	23,94739532	47,087043	45,5884666	1475,150879	87,76100352
59	46,52132416	17,24746323	63,21572113	14,84126854	23,96569633	46,52152416	45,6186829	1529,254028	87,76100352
60	46,08958054	17,25963783	64,02792358	14,89252186	23,98974991	46,18958056	45,6489029	1519,724854	87,76100352
61	46,55941391	17,27181244	63,1408577	14,86943722	23,99230194	47,05941591	45,6791191	1424,953125	87,76100352
62	46,6470108	17,28398705	63,17838669	14,85336399	23,97047424	47,04701081	45,7093391	1447,637817	87,76100352
63	46,69958496	17,29616165	63,5600853	14,85711479	23,94094849	46,49958496	45,7395554	1516,281616	87,76100352
64	46,83914948	17,30041122	63,84175873	14,85813427	23,90923119	46,85914948	45,7697754	1550,468994	87,76100352

LAMPIRAN A [LANJUTAN]

DATA *RECORD* OPERASIONAL *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 (DATA UNTUK PEMODELAN)

65	46,80262375	17,26841736	63,67282486	14,75578022	23,86052895	46,70262575	45,7999916	1415,04895	87,76100352
66	46,69763947	16,79397202	61,9163475	14,543993	23,86256027	47,09765947	47,9911079	1194,923706	80,27375676
67	46,31869507	16,7990818	62,03509903	14,54421806	23,819067	46,51869507	47,9869843	1225,344971	80,27375676
68	46,07867432	16,80418968	62,12505341	14,54644585	23,77203369	46,07867452	47,9828606	1227,66333	80,27375676
69	46,01699829	16,80929756	61,63338852	14,53456593	23,71035576	46,31699829	47,9787407	1255,78833	80,27375676
70	47,04942322	16,81440544	60,96400452	14,53851032	23,65218163	46,94942522	47,974617	1280,105835	80,27375676
71	47,68638992	16,81951332	60,89409637	14,5432024	23,58708	47,68658993	47,9704933	1303,200684	80,27375676
72	47,78325653	16,8246212	61,44217682	14,55123997	23,52282143	47,78525655	47,9663696	1335,916992	80,27375676
73	47,54911041	16,82973099	62,09763718	14,5633049	23,46603775	46,94911041	47,9622498	1354,532349	80,27375676
74	47,90992355	16,83483887	61,0945549	14,57153988	23,41607666	47,70992556	47,9581261	1242,95752	80,27375676
75	47,49549484	16,83994675	61,29708099	14,56268883	23,39115906	46,99549484	47,9540024	1246,766602	80,27375676
76	47,22153473	16,84505463	61,57609177	14,55055332	23,37285042	47,32155473	47,9498825	1248,500977	80,27375676
77	47,08011627	16,85016251	61,73057938	14,54375076	23,36293411	46,98011627	47,9457588	1261,785889	80,27375676
78	46,91565704	16,85527039	61,74124908	14,54791641	23,3655262	46,51565705	47,9416351	1306,615845	80,27375676
79	46,4240799	16,86037827	62,2066803	14,54319668	23,38074493	46,6240799	47,9375114	1305,748413	80,27375676
80	46,34706879	16,86548805	61,88458633	14,5283556	23,40765572	46,54706879	47,9333916	1212,08374	80,27375676
81	46,29659271	16,87059593	61,72377014	14,53610611	23,43781853	46,29689271	47,9292679	1237,424194	80,27375676
82	46,20928955	16,87570381	61,5479126	14,55457687	23,46302795	46,00928955	47,9251442	1297,587158	80,27375676
83	48,34767151	16,77779961	61,38412476	14,62684536	23,84096718	48,54767151	45,1302834	1108,274902	80,65867238
84	48,52441406	16,78257561	61,30648041	14,62897301	23,86497116	47,92441406	45,1301308	1187,1604	80,65867238
85	48,31537628	16,78735161	60,68712616	14,6210146	23,85673714	47,51557628	45,1299782	1187,06543	80,65867238
86	47,58132172	16,77925682	61,07945251	14,60291767	23,83198547	47,98152172	45,1298256	1112,687988	80,65867238
87	46,95156479	16,7479496	60,85692215	14,5445385	23,78541374	47,05156479	45,1293678	1144,444214	80,65867238

LAMPIRAN A [LANJUTAN]

DATA *RECORD* OPERASIONAL *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 (DATA UNTUK PEMODELAN)

88	47,42969131	16,7375145	61,24120712	14,52507019	23,79416466	47,42969151	45,1292152	1291,537964	80,65867238
89	47,83542633	16,71664238	60,01415253	14,52003098	23,75435066	47,85542655	45,1289101	1282,090454	80,65867238
90	48,11859131	16,69577217	60,69306564	14,53058338	23,76316452	47,91859151	45,1286049	1213,504517	80,65867238
91	47,48413849	16,68533707	60,78866196	14,52746201	23,78195763	47,68415849	45,1284523	1166,273315	80,65867238
92	47,95838547	16,66078377	61,40750885	14,5402174	23,78858566	48,05858547	45,1278419	1171,866821	80,65867238
93	46,72013092	16,51875877	60,78910065	14,60550976	23,8693943	47,02015092	45,382473	1180,31958	80,73938079
94	47,04375076	16,34825706	60,90966415	14,46376801	23,37080193	47,34575076	45,2887726	1163,101685	81,78237826
95	47,63306808	16,30805779	61,14574432	14,52968121	23,33246422	47,65506808	45,3037567	1202,568237	81,78237826
96	48,1663208	16,26786041	61,28119278	14,55685329	23,30405998	48,3665208	45,3187408	1185,440674	81,78237826
97	48,50920868	16,2774868	61,0651207	14,5388689	23,28507042	48,00920868	45,333725	1159,50647	81,78237826
98	48,64107513	16,39135551	60,65248489	14,51804447	23,2585659	48,14107515	45,3487053	1187,997925	81,78237826
99	47,5124054	16,41237831	61,25945663	14,51555443	23,32304192	47,8124056	45,4086418	1128,280396	81,78237826
100	47,02280045	16,58633423	61,20651245	14,45409393	23,47611237	46,92280045	45,4535904	1183,749023	81,78237826

Halaman sengaja dikosongkan

LAMPIRAN B

DATA *RECORD* OPERASIONAL *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 (DATA UNTUK UJI VALIDASI)

Data pada detik ke-	VariabelIndependent								VariabelDependent		eror (%)
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	Y (Aktual)	Y (Estimasi)	
	141-LIG-110	141-PIG-100	141-FQI-108	141-PT-100	141-PI-102	141-LT-110	141-TI-117	141-FT-108	Impuritas liquid	Impuritas liquid	
16000	46,24617005	16,78564453	58,60389709	14,62934113	24,33725739	46,24617004	45,34939957	1207,342163	79,808133	82,653232	3,4
16001	46,91276952	16,78569412	59,20658112	14,6249094	24,35552025	46,91276932	45,35128784	1162,141357	79,808133	81,617354	2,2
16002	47,20676806	16,78574181	59,13408279	14,62004662	24,36295509	47,20676804	45,35317993	1180,495728	79,808133	81,956571	2,6
16003	47,18928147	16,78578949	59,03329468	14,6203289	24,35811234	47,18928146	45,35506821	1220,815796	79,808133	82,772698	3,5
16004	46,91168213	16,78583908	59,17510986	14,62302303	24,34171295	46,91168213	45,3569603	1246,693604	79,808133	83,276108	4,1
16005	46,59050674	16,78588676	59,44433594	14,61576653	24,31580925	46,39050674	45,35884857	1222,91687	79,808133	82,514593	3,2
16006	46,55517197	16,78593445	58,34439087	14,59527779	24,3112812	46,55517197	45,36073685	1151,665771	79,808133	81,330053	1,8
16007	46,89556505	16,78598404	58,51956177	14,57263279	24,29813576	46,89556503	45,36262894	1146,003662	79,808133	81,013278	1,4
16008	47,24051666	16,78603172	58,98151398	14,55787849	24,29617119	47,24051666	45,36451721	1165,751831	79,808133	81,208954	1,7
16009	47,47520828	16,78607941	59,03928757	14,55425453	24,30568504	47,47520828	45,3664093	1177,118286	79,808133	81,396308	1,9

LAMPIRAN B [LANJUTAN]

DATA *RECORD* OPERASIONAL *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 (DATA UNTUK UJI VALIDASI)

16010	47,58782959	16,786129	59,03660965	14,54936218	24,27890015	47,58782959	45,36829758	1176,068237	79,808133	81,332844	1,8
16011	47,88859558	16,78661728	59,2108345	14,54683018	24,26287079	47,88859558	45,37018967	1174,350708	79,808133	81,242078	1,7
16012	47,86700058	16,78714561	58,89601898	14,54990387	24,24983597	47,86700058	45,37207794	1125,922363	79,808133	80,357319	0,6
16013	47,64424896	16,78767586	58,70532227	14,55541515	24,2437439	47,64424896	45,37396622	1116,778198	79,808133	80,248142	0,5
16014	47,55528183	16,788206 1	58,86354065	14,56190109	24,24547577	47,35528183	45,37585831	1174,912231	79,808133	81,233156	1,7
16015	46,87090683	16,78873634	57,95825195	14,57763577	24,24672508	46,87090683	45,37774658	1122,318481	79,808133	80,654169	1
16016	47,12709427	16,78926468	58,44948959	14,56181145	24,2343998	47,12709427	45,37963867	1137,577759	79,808133	80,7446	1,1
16017	47,45068695	16,78979492	58,65824509	14,55567837	24,22704124	47,43068695	45,38152695	1198,091187	79,808133	81,836004	2,4
16018	46,50506516	16,583522 8	58,89726639	14,46649742	24,09868813	46,30506516	47,03547287	1196,429199	86,84217	80,462832	7,9
16019	46,51776047	16,585783	58,62548828	14,474837 3	24,09187508	46,31776047	47,04837036	1093,634644	86,84217	78,521767	10,5
16020	46,29745102	16,58804321	59,07492828	14,45959091	24,08125114	46,29745102	47,06127167	1140,837769	86,84217	79,429357	9,3
16021	46,58140566	16,59030342	58,48152161	14,44808388	24,06208229	46,58140564	47,07416916	1120,820068	86,84217	79,033849	9,8
16022	47,08855221	16,59256363	58,55131531	14,45440197	24,03985405	47,088352 2	47,08706665	1114,530884	86,84217	78,922385	10
16023	47,57289126	16,59482384	59,32390213	14,47940254	24,01828575	47,57289124	47,09996796	1133,064819	86,84217	79,315966	9,4

LAMPIRAN B [LANJUTAN]

DATA *RECORD* OPERASIONAL *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 (DATA UNTUK UJI VALIDASI)

16024	47,49520221	16,59708405	59,32721329	14,51457024	24,00141144	47,49320221	47,11286545	1128,283569	86,84217	79,46202	9,2
16025	47,15176775	16,60204697	59,41682434	14,53409767	24,00315666	47,15176773	47,12576675	1175,490845	86,84217	80,505351	7,8
16026	46,76265809	16,60711479	59,29330826	14,52743912	24,00605202	46,76263809	47,13866425	1144,403809	86,84217	79,840398	8,7
16027	46,61015412	16,61218071	58,96235275	14,51499271	24,01896477	46,61013412	47,15156174	1095,827271	86,84217	78,824426	10,1
16028	46,72472582	16,61724854	58,67142868	14,51214695	24,03984451	46,72472382	47,16446304	1066,989624	86,84217	78,264025	10,9
16029	46,27559956	16,62738419	58,39131546	14,54996777	24,05344391	46,27339935	47,19026184	1101,354126	86,84217	79,229702	9,6
16030	46,14846802	16,63245201	58,41952896	14,56427574	24,05696487	46,14846802	47,20315933	1147,508057	86,84217	80,223844	8,2
16031	46,52556262	16,63751793	58,62135315	14,57402992	24,06992149	46,32356262	47,21605682	1152,865845	86,84217	80,158129	8,3
16032	46,72524753	16,67186928	58,54694366	14,55253792	24,02652359	46,72324753	47,08771515	1065,925049	81,832046	78,443765	4,3
16033	46,9227829	16,6705761	58,88922501	14,54660797	24,02335548	46,9227829	47,05539703	1074,144043	81,832046	78,526794	4,2
16034	46,89068222	16,66928291	58,94529724	14,54100132	24,04748154	46,89068222	47,02308273	1145,514404	81,832046	79,917725	2,3
16035	46,7624056	16,66798973	58,8795929	14,53855228	24,06861687	46,7624054	46,99076462	1174,275391	81,832046	80,510155	1,6
16036	46,67755601	16,66669464	58,70095825	14,53759575	24,07824135	46,67753601	46,95845032	1115,807861	81,832046	79,404713	3
16037	46,82755756	16,66540146	58,31198502	14,53101254	24,08824158	46,82753754	46,9261322	991,3079224	81,832046	76,987152	6,2

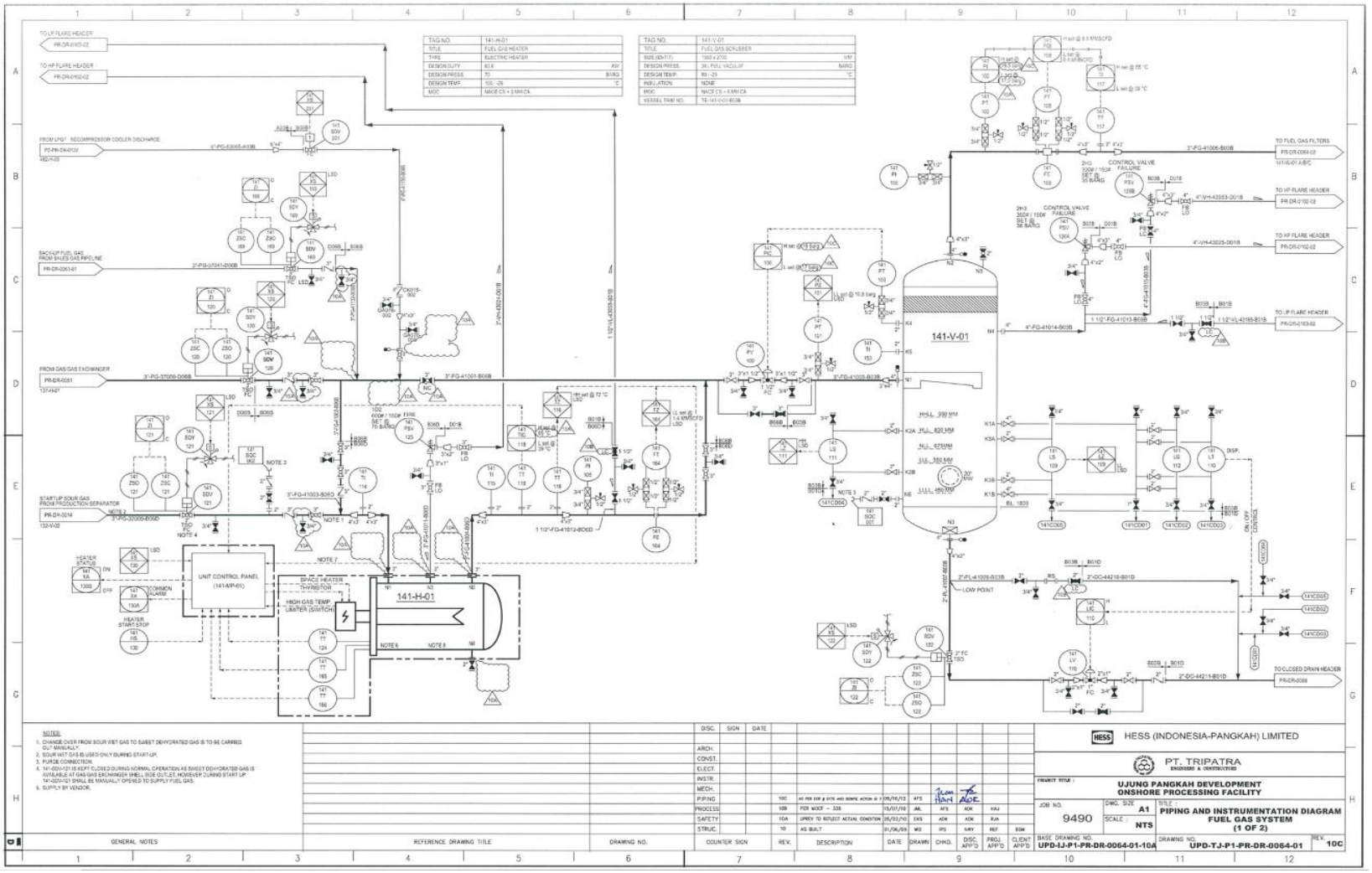
LAMPIRAN B [LANJUTAN]

DATA *RECORD* OPERASIONAL *FUEL GAS SCRUBBER* 141-V-01 (DATA UNTUK UJI VALIDASI)

16038	46,85577011	16,66410828	58,97018433	14,54377079	24,0815239	46,85577011	46,8938179	1132,230835	81,832046	79,777761	2,5
16039	47,52600403	16,66281509	59,01665115	14,54254913	24,06829071	47,32600403	46,86149979	1177,414429	81,832046	80,491703	1,6
16040	47,49569812	16,66152191	59,01955032	14,54526997	24,05776024	47,49369812	46,82918549	1155,795776	81,832046	80,28832	1,9
16041	47,2578006	16,66022873	59,05404282	14,55837536	24,05017853	47,2378006	46,79686737	1117,045166	81,832046	79,620368	2,7
16042	47,2612581	16,65893555	58,52030182	14,57295418	24,03392792	47,2612381	46,76455307	1133,451416	81,832046	80,189442	2
16043	47,04155152	16,65764046	58,32884979	14,57517624	24,04277611	47,04135132	46,73223877	1084,756958	81,832046	79,30356	3,1
16044	46,72070513	16,65634727	58,38521957	14,58110809	24,04131699	46,72070313	46,69992065	1100,051636	81,832046	79,666431	2,7
16045	47,04758456	16,65505409	58,27360916	14,58098793	24,04497337	47,04758453	46,66760635	1137,363892	81,832046	80,448868	1,7
16046	47,89485261	16,65376091	58,07847214	14,57253647	24,05618477	47,89483261	46,63528824	1134,551025	81,832046	80,389621	1,7
16047	47,59852688	16,65246773	58,85052109	14,56822968	24,05186844	47,39832687	46,60297394	978,5683594	81,832046	76,973009	6,3
16048	46,92618561	16,65117455	59,21921158	14,53868771	24,0676136	46,92618561	46,57065582	1057,973267	81,832046	78,473404	4,2
16049	46,58976564	16,64988136	58,6778717	14,52471733	24,07629967	46,58976364	46,53834152	1108,133423	81,832046	79,487343	2,9
									Total Eror		221,2
									Eror rata-rata		4,42 %

LAMPIRAN C

PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM (P&ID) FUEL GAS SCRUBBER 141-V-01



Halaman ini sengaja dikosongkan

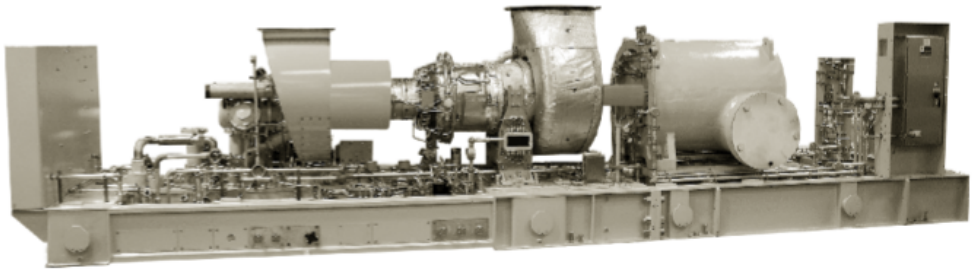
LAMPIRAN D

SPESIFIKASI *GAS TURBIN COMPRESSOR (GTC)* TAURUS 70 PT.SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED

Solar® Turbines
A Caterpillar Company

TAURUS 70
Gas Turbine Compressor Set

Oil & Gas Applications



General Specifications

***Taurus™* 70 Gas Turbine**

- Industrial, Two-Shaft
- Axial Compressor
  - 14-Stage
  - Variable Inlet Guide Vanes
  - Pressure Ratio: 16.5:1
  - Inlet Airflow: 26.2 kg/sec (57.7 lb/sec)
  - Vertically Split Case
- Combustion Chamber
  - Single Annular-Type
  - Conventional or Lean-Premixed, Dry, Low Emission (*SoLoNOx™*)
  - 12 Fuel Injectors
  - Torch Ignitor System
- Gas Producer Turbine
  - 2-Stage, Reaction
  - Max. Speed: 15,200 rpm
- Power Turbine
  - 2-Stage, Reaction
  - Max. Speed: 12,000 rpm
- Bearings
  - Journal and Thrust: Tilt Pad
- Coatings
  - Compressor: Inorganic Aluminum
  - Turbine Blades and Nozzles: Precious Metal Diffusion Aluminide
- Vibration Transducer Type
  - Proximity Probes
  - Velocity Transducer

Key Package Features

- Base Frame with Drip Pans
- Driven Equipment Base Frame
  - Compressor
  - Compressor Auxiliary Systems
- 316L Stainless Steel Piping <4"
- Compression-Type Tube Fittings
- Digital Gauge Panel
- Electrical System Options
  - NEC, Class I, Group D, Div. 1 or 2
  - CENELEC, Zone 1 or 2
- *Turbotronic™* Microprocessor Control System
  - Offskid or Onskid ControlNet 1.5
  - Video Display Unit
  - Temperature and Vibration Monitoring
  - Historical Displays
- Control Options
  - Auxiliary Control Interface or Auxiliary Control Console (with onskid controls)
  - Remote Control and Display
  - 120-VDC Control Battery/Charger
  - Supervisory Communications Interface
  - Turbine Performance Map
  - Printer/Logger
  - Field Programming
  - Process Controls
  - Compressor Performance Map
  - Compressor Anti-Surge Control
- CE/ATEX Zone 2 Certification
- Start Systems
  - Pneumatic
  - Direct Drive AC
- Fuel System
  - Natural Gas
- Integrated Lube Oil System
  - Turbine-Driven Accessories
  - Tank Vent Separator
  - Flame Trap
- Oil System Options
  - Oil Cooler
  - Oil Heater
- Compressor Cleaning System Options
  - On-Crank/On-Line
  - Cleaning Tank
- Gearbox (if applicable)
  - Speed Increaser
- Air Inlet and Exhaust System Options
- Enclosure and Associated Options
- Factory Testing of Turbine with Package and Compressor
- Documentation
  - Drawings
  - Quality Control Data Book
  - Inspection and Test Plan
  - Test Reports
  - Operation and Maintenance Manuals

LAMPIRAN D [LANJUTAN]

SPESIFIKASI *GAS TURBIN COMPRESSOR (GTC)* TAURUS 70

PT.SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED

Solar Turbines
A Caterpillar Company

TAURUS 70
Gas Turbine Compressor Set

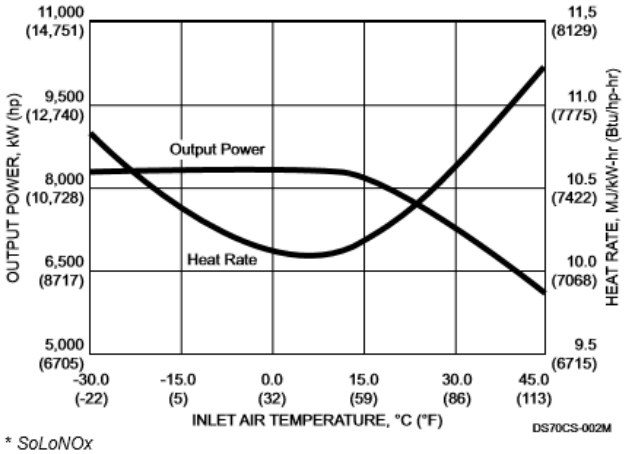
Oil & Gas Applications

Performance

Output Power	8140 kW (10,915 hp)
Heat Rate	10 195 kJ/kW-hr (7205 Btu/hp-hr)
Exhaust Flow	97 770 kg/hr (215,545 lb/hr)
Exhaust Temp.	510°C (945°F)

Nominal Rating – ISO
At 15°C (59°F), sea level
No inlet/exhaust losses
Relative humidity 60%
Natural gas fuel with
LHV = 35 MJ/nm³ (940 Btu/scf)
Optimum power turbine speed
AC-driven accessories
Engine efficiency: 35.2%

Available Power *

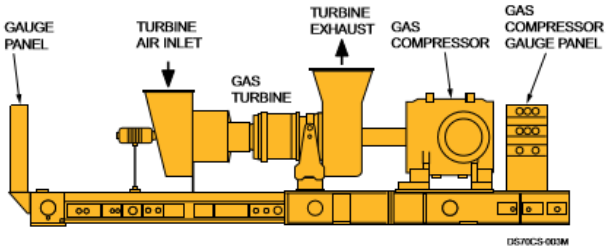


** SoLoNOx*

Package Dimensions*

Length: 7.7 m (25' 3")
Width: 2.7 m (8' 8")
Height: 3.3 m (10' 9")
Typical Weight: 24 950 kg (54,000 lb)

** Driver package only*



LAMPIRAN E

DATASHEET *MOISTURE ANALYZER* 5000

PRODUCT DATA SHEET

5000 Moisture Analyzer

Fast, reliable ppmv moisture measurement

The versatile 5000 is a highly sensitive moisture analyzer for process applications where the continuous, reliable measurement of moisture in vapors and gases is required.

The analyzer measures moisture on-line by monitoring the vibrational frequency change of a hygroscopically sensitized quartz-crystal that is exposed alternately to wet sample and dry reference gas for 30 second periods. The reference gas is sample gas passed through a molecular sieve dryer to remove virtually all its moisture content.

Many moisture analyzers are susceptible to attack by the process stream. Unsaturated hydrocarbons, compressor oils, oxygen, carbon dioxide, and others can permanently damage or destroy trace moisture sensors. Even worse, a fouled sensor can become completely unresponsive to moisture, yet continue to give an output, which could leave your process unmonitored.

The 5000's unique differential measurement principle, combined with continuous diagnostics, ensures reliable performance in critical moisture applications.

Field unit
The field unit is explosion-proof and is certified to comply with numerous international standards. It contains a sample cell, switching valves and associated electronic circuits mounted internally and a flowmeter, flow control valves and back pressure regulator mounted externally.

Controller
Designed for use in industrial areas, the controller is available with several standard and optional certifications. It provides all control and data processing, as well as a keypad and display interface. Outputs include RS-485 bidirectional serial data, two fully configurable 4-20 mA analog signals, and three configurable alarms. It can be separated from the field unit by up to 600 m (2000 ft).

External dryer
The external dryer supplies the analyzer with reference gas, by using a molecular sieve to dry the actual process gas.

KEY BENEFITS

- Reliable performance
- Internal verification on process gas
- Fast response
- Few interferences
- No process temperature of pressure compensation required
- Wide-range moisture

APPLICATIONS

- Catalytic reforming
- Moisture in olefins
- Moisture in natural gas

KEY MARKETS

- Natural gas
- Petrochemical
- Refinery
- Chemical

LAMPIRAN E [LANJUTAN]

DATASHEET MOISTURE ANALYZER 5000

5000 Moisture Analyzer **PRODUCT DATA SHEET**

PERFORMANCE SPECIFICATIONS

Ranges	Calibrated 0 to 1000 parts per million by volume (ppmv). Display continues to provide trend information above 1000 ppmv. Output capability in lb./mmscf and dewpoint temperature (requires sample line pressure as analog input; single-point systems only)
Outputs	80-character vacuum fluorescent display. Two 4-20 mA analog signals with completely user-settable span; One analog output is auto-ranging RS485 bidirectional serial port
Alarms	System alarm, concentration alert, range or calibration alert
Sensitivity	0.1 ppmv or 0.5% of reading, whichever is greater
Accuracy	±1 ppmv or 5% of reading, whichever is greater
Reproducibility	0.2 ppmv or 1% of reading, whichever is greater
Operating pressure	103 kPa (15 psi) gauge Allowable inlet pressure: 207 to 690 kPa (30 to 100 psi) gauge
Sample gas temperature	0 to 100°C (32 to 212°F)
Gas flow requirements	1500 mL/min @103 kPa (15 psig)
Utility requirements	All systems are available with choice of nominal AC voltages: 100 ±10%, 50/60 Hz 115 ±10%, 50/60 Hz 230 ±10%, 50/60 Hz Field unit: 175 W Controller: 95-230 V ±10%, 47-63 Hz, 75 W
Maximum separation	600 m (2000 ft.) between field unit and controller
Ambient temperature limits	Field unit: -20 to 50°C (-4 to 122°F) without heat; -40 to 50°C (-40 to 122°F) with optional electric heat Controller: -10 to 50°C (14 to 122°F)
Moisture generator value	Exact values stated with analyzer Nominal: 20 ppmv Low option: 3 ppmv
Approvals and certifications	UL/CSA General Safety Requirements Field Unit: NEC/CEC Class 1, Division 1, Groups B, C, D; ATEX II 2 G EEx d IIC T6 (optional: CSA special acceptance)

SALES, SERVICE & MANUFACTURING

USA - Pennsylvania
150 Freeport Road
Pittsburgh PA 15238
Tel: +1 412 828 9040
Fax: +1 412 826 0399

USA - Delaware
455 Corporate Blvd.
Newark DE 19702
Tel: +1 302 456 4400
Fax: +1 302 456 4444

Canada - Alberta
2876 Sunridge Way NE
Calgary AB T1Y 7H9
Tel: +1 403 235 8400
Fax: +1 403 248 3550

WORLDWIDE SALES AND SERVICE LOCATIONS

USA
Tel: +1 713 466 4900
Fax: +1 713 849 1924

Brazil
Tel: +55 19 2107 4100

France
Tel: +33 1 30 68 89 20
Fax: +33 1 30 68 89 99

Germany
Tel: +49 2159 9136 0
Fax: +49 2159 9136 39

India
Tel: +91 80 6782 3200
Fax: +91 80 6780 3232

Singapore
Tel: +65 6484 2388
Fax: +65 6481 6588

China
Beijing
Tel: +86 10 8526 2111
Fax: +86 10 8526 2141
Chengdu
Tel: +86 28 8675 8111
Fax: +86 28 8675 8141
Shanghai
Tel: +86 21 5868 5111
Fax: +86 21 5866 0969

AMETEK® PROCESS INSTRUMENTS

© 2018, by AMETEK, Inc. All rights reserved. Printed in the U.S.A. F-0129 Rev 6 (1018)
One of a family of innovative process analyzer solutions from AMETEK Process Instruments. Specifications subject to change without notice.

BIODATA PENULIS

Penulis bernama lengkap Ndaru Priyo Tri Atmoko, lahir di Ponorogo pada tanggal 01 Agustus 1997 dari pasangan Bapak Saguh Budi Mulyanto dan Ibu Sulasini. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Pada tahun 2010 penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Bungkal, pada tahun 2013 menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Ponorogo, pada tahun 2016 menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Ponorogo. Pada tahun yang sama, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Departemen Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Selama dibangku perkuliahan, penulis telah aktif diberbagai kegiatan *non*-akademik, seperti menjadi Staff di Departemen Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Teknik Fisika ITS periode 2017/2018, menjadi anggota divisi *Technology Development* di Bayucaraka ITS *Robotic Team* periode 2018/2019, dan menjadi Koordinator di Laboratorium Workshop Instrumentasi periode 2019/2020. Prestasi yang pernah dicapai penulis diantaranya adalah Juara 1 pada *International Plant Design Competition 2019* yang dilaksanakan di Universiti Teknologi MARA (UiTM) Malaysia dan Juara 2 Kontes Robot Terbang Indonesia (KRTI) 2018 yang dilaksanakan di Area Kota Baru, Bandar Lampung.

Pengalaman *internship program* penulis adalah di PT. TRIPATRA *Engineers and Constructors* yang dilaksanakan selama 2 bulan, yaitu di bulan Juli-Agustus 2019. Konsentrasi tugas akhir yang didalami adalah bidang rekayasa instrumentasi dan kontrol. Pada bulan Juni 2020, penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Analisa Kinerja *Fuel Gas Scrubber* 141-V-01 Dalam Menjaga Kualitas *Top Product* Dengan Metode *Ordinary Least Square (OLS)* DI PT. SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED.**

Apabila pembaca ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, serta memberikan kritik dan saran maka dapat menghubungi penulis melalui *email* : ndarupriyotrya@gmail.com