

## ANALISIS VISUALISASI PROFIL TEMPERATUR DAN TEKANAN FURNACE 5 UNIT KILANG PUSDIKLAT MIGAS CEPU BERBASIS KOMPUTASI DINAMIKA FLUIDA MENGUNAKAN GAMBIT – FLUENT

Oleh : Nurpadmi 1), Rizka Yunita 2)

### Abstrak

*Furnace merupakan jantung utama yang berperan dalam proses pengolahan crude oil di Pusdiklat Migas. Dalam proses tersebut, terdapat empat variabel yang sangat penting, yakni temperatur, tekanan, aliran, dan level fluida. Walaupun keempat variabel tersebut sangat penting, namun yang menjadi kunci utama pemanasan crude oil adalah temperatur. Pada proses pengendalian temperatur, dilakukan juga pengendalian tekanan, proses pengendalian loop di dalam loop ini sering disebut dengan istilah pengendalian cascade.*

*Pentingnya temperatur dan tekanan dalam proses “memasak” crude oil membuat penulis ingin menganalisis bagaimana pola/profil/distribusi aliran fluida yang terjadi di dalam furnace dengan mengendalikan temperatur. Nilai temperatur yang dikendalikan juga terkadang tidak sesuai dengan yang diinginkan, sehingga perlu dilakukan perbandingan antara nilai set variable dan data lapangan. Dalam melakukan perbandingan, penulis menggunakan metode Komputasi Dinamika Fluida untuk melakukan proses analisis eksak dan simulasi menggunakan perangkat Gambit dan Fluent.*

*Dari hasil penelitian diperoleh hasil analisis eksak menunjukkan error sebesar 0.02 antara antara logging report dan set variable, sehingga dapat disimpulkan tidak ada perbedaan yang signifikan dari visualisasi profil temperatur dan tekanan antar data logging report dan set variable.*

Kata kunci: Komputasi Dinamika Fluida, Gambit dan Fluent, temperature, tekanan, furnace.

### 1. Pendahuluan

Pusdiklat Migas Cepu merupakan lembaga yang menaungi kegiatan pelatihan dan pendidikan di bidang minyak dan gas bumi di Indonesia. Selain itu, Pusdiklat Migas Cepu juga mengolah crude oil dari PT Pertamina EP. Dalam proses pengolahan crude oil, jantung utama yang berperan adalah furnace. Furnace yang saat ini beroperasi di Pusdiklat Migas Cepu adalah furnace 5 yang baru beroperasi sejak tahun 2011. Furnace diibaratkan sebagai “dapur” yang berfungsi untuk “memasak” crude oil

sampai temperatur yang diinginkan untuk diolah lebih lanjut oleh evaporator dan perangkat “memasak” lainnya.

Dalam proses pemanasan crude oil didalam furnace, terdapat empat variabel yang sangat penting, yakni temperatur, tekanan, aliran, dan level fluida. Walaupun keempat variabel tersebut sangat penting, namun yang menjadi kunci utama pemanasan crude oil adalah temperatur. Pada proses pengendalian temperatur, dilakukan juga pengendalian tekanan, proses pengendalian loop di dalam loop ini

sering disebut dengan istilah pengendalian cascade. Pengendalian jenis ini sudah sangat tidak asing terdengar di bidang instrumentasi, karena dengan mengendalikan satu variabel, variabel yang lain juga ikut terkendali.

Pentingnya temperatur dan tekanan dalam proses “memasak” crude oil membuat penulis ingin menganalisis bagaimana pola/profil/distribusi aliran fluida yang terjadi di dalam furnace dengan mengendalikan temperatur. Nilai temperatur yang dikendalikan juga terkadang tidak sesuai dengan yang diinginkan, sehingga perlu dilakukan perbandingan antara nilai set variable dan data lapangan. Dalam melakukan perbandingan, penulis menggunakan metode Komputasi Dinamika Fluida untuk melakukan proses analisis eksak dan simulasi menggunakan perangkat Gambit dan Fluent.

## 2. Rumusan dan Batasan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas disini adalah analisis terhadap visualisasi profil temperatur dan tekanan furnace 5 di Pusdiklat Migas Cepu. Hal ini dikarenakan temperatur dan tekanan merupakan variabel yang dikendalikan secara cascade. Sehingga apabila dilakukan pengukuran terhadap temperatur, maka tekanan juga ikut terukur.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah profil temperatur dan tekanan pada furnace 5 di Unit Kilang Pusdiklat Migas Cepu yang diamati menggunakan prinsip Komputasi Dinamika Fluida dengan perangkat lunak Gambit dan Fluent. Adapun data pengamatan yang penulis amati terhitung mulai tanggal 11 s.d. 17 Februari 2014 yang merupakan data logging report harian dan data set variable yang sudah ditentukan operator sebelumnya. Selain itu, dalam

memasukkan data, penulis hanya menyertakan variabel temperatur, hal ini dikarenakan besarnya variabel tekanan akan berbanding lurus dengan temperatur karena termasuk pengendalian cascade.

## 3. Dasar Teori

### 3.1. Pengenalan Furnace

Di industri minyak dan gas bumi, furnace merupakan suatu alat yang dirancang sebagai tempat pemanas utama crude oil yang dilengkapi oleh burner atau stoker. Tujuan pemanasan dalam furnace adalah untuk menguapkan fraksi-fraksi ringan yang terkandung di dalam crude oil. Sumber panas furnace berasal dari proses pembakaran fuel oil, fuel gas atau gabungan dari keduanya. Setelah crude oil melalui heat exchanger, crude oil tersebut kemudian masuk ke dalam furnace melalui tube bagian atas pada suhu 110oC dan diteruskan ke bagian bawah, hal ini dilakukan untuk menghindari kerusakan pada crude oil karena adanya pemanasan mendadak sehingga menimbulkan cracking atau perekahan. Fraksi-fraksi ringan yang sudah berbentuk uap menyisakan fraksi berat sebagai crude oil yang kemudian keluar dari furnace pada suhu 340oC.

Ditinjau dari segi proses perpindahan panas, ruang pada furnace dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

#### a. Ruang radiasi

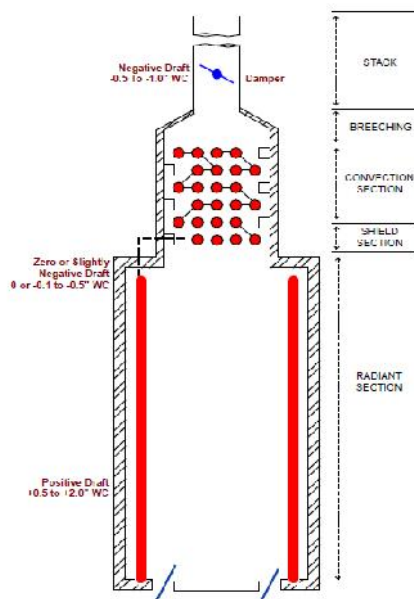
Ruang radiasi terdiri dari lebih dari 3 baris tube-tube yang mengalirkan crude oil. Tube tersebut mendapatkan pancaran panas langsung secara pantulan dari dinding furnace.

#### b. Ruang konveksi

Ruang konveksi merupakan ruangan yang terdiri dari tube-tube sebanyak  $\pm 3$  baris yang terpasang secara vertikal. Tube tersebut mengalami pemanasan dari aliran

gas yang merupakan gas buang (fuel gas) yang menuju stack furnace, di sela-sela crude oil lainnya.

Terdapat 5 buah furnace di Pusdiklat Migas Cepu, yaitu furnace 1, 2, 3, 4, dan 5. Namun, furnace yang digunakan saat ini hanya furnace 5 saja karena furnace yang lainnya sudah tidak digunakan sejak lama. Furnace 5 merupakan furnace baru yang beroperasi sejak tahun 2011, dan pengoperasiannya masih belum optimal. Oleh sebab itu, diperlukan sebuah sistem kontrol yang baik, terutama temperatur dan tekanan pada furnace. Dalam mengontrol temperatur dan tekanan, dilakukan sistem pengendalian bentuk cascade, karena dasar dari sistem pengendalian ini adalah menggabungkan dua loop pengendalian atau lebih yang salah satunya menjadi primary controller dan lainnya menjadi secondary controller.



Gambar 1. Posisi ruang radiasi dan ruang konveksi pada furnace. (Sumber: <http://www.ametekpi.com/download/Process-Heaters-Furnaces-and-Fired-Heaters.pdf>)

### 3.2. Proses Pemanasan Pada Furnace

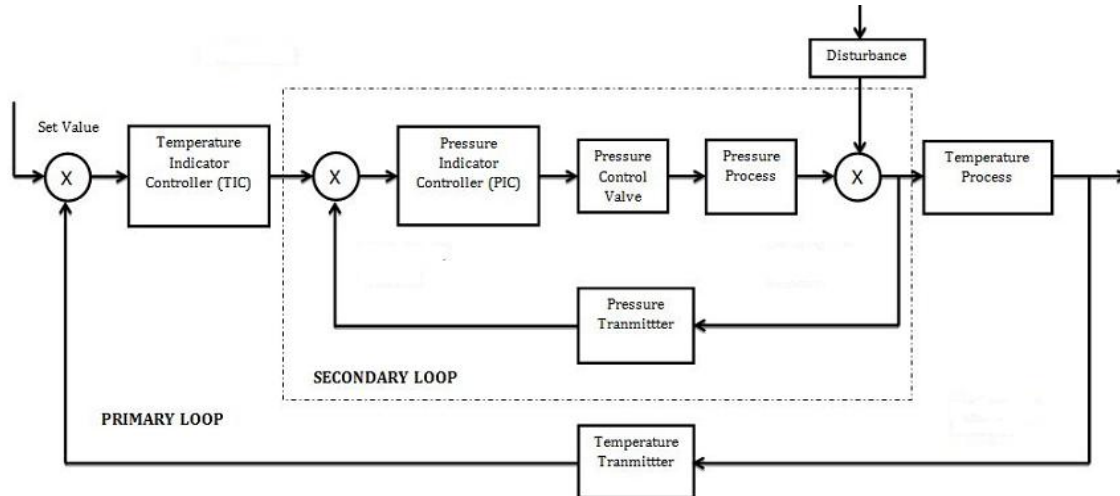
Setelah crude oil keluar dari HE (Heat Exchanger), crude oil masuk ke dalam furnace melalui tube bagian atas dan diteruskan ke tube bagian bawah. Pemanasan yang dilakukan furnace yaitu secara bertahap dari panas minimum ke panas maksimum guna menghindari terjadinya cracking pada crude oil. Crude oil akan mengalami pemanasan sampai temperatur maksimalnya mencapai 350oC agar fraksi air dan fraksi uap terpisah dengan baik. Dalam pembakaran di furnace, digunakan solar sebagai bahan bakar awal dan fuel oil (residu) serta fuel gas untuk proses pembakaran selanjutnya. Sebelum digunakan sebagai bahan bakar furnace, residu yang berasal dari tangki dialirkan ke heater terlebih dahulu untuk dipanaskan sampai suhunya mencapai 125oC agar fogging dari residu berjalan dengan baik. Apabila furnace sedang dalam keadaan shut down, api dalam furnace tidak mati seluruhnya, tetapi masih terdapat api yang berasal dari fuel gas untuk menghindari terjadinya penyalaan api mendadak dalam furnace sehingga adanya perbedaan tekanan antara bagian dalam dan luar furnace yang terlalu besar ketika furnace dijalankan. Peristiwa ini disebut dengan peristiwa flashback. Crude oil selanjutnya akan keluar dari furnace pada suhu 340oC dan masuk pada evaporator.

### 3.3. Pengendalian Temperatur dan Tekanan

Berdasarkan Gambar 2. Temperature Transmitter (TT) berperan sebagai sensor temperatur crude oil pada keluaran furnace, sinyal dari TT ini juga disebut sebagai Proses Variable (PV) yang kemudian diteruskan menuju Temperature Control Indicator (TIC) untuk dibandingkan dengan besarnya Set variable (SV) yang diberikan oleh operator pengendali. Apabila besarnya PV sama dengan besarnya SV,

maka tidak ada Manipulated Variable (MV) yang diberikan, sedangkan apabila besanya PV tidak sama dengan SV, terdapat MV yang diberikan pada Pressure Indicator Controller (PIC) agar besar nilai PV sama dengan SV. Sinyal MV tersebut berasal dari TIC sebagai pengendali utama. PIC akan melakukan pengendalian jika PV yang masuk dari Pressure

Transmitter (PT) tidak sama besarnya dengan nilai SV baru yang diberikan oleh TIC dengan memberikan MV pada Pressure Control Valve (PCV). PCV berperan dalam hal pengatur bukaan katup sampai nilai PV sama dengan TIC. Ketika nilai PV sama dengan TIC dan nilai TIC sama dengan SV, maka dalam hal ini temperatur sudah terkendali dengan baik.



Gambar 2. Blok diagram sistem pengendalian cascade antara temperatur dan tekanan di furnace 5

### 3.4 Komputasi Dinamika Fluida

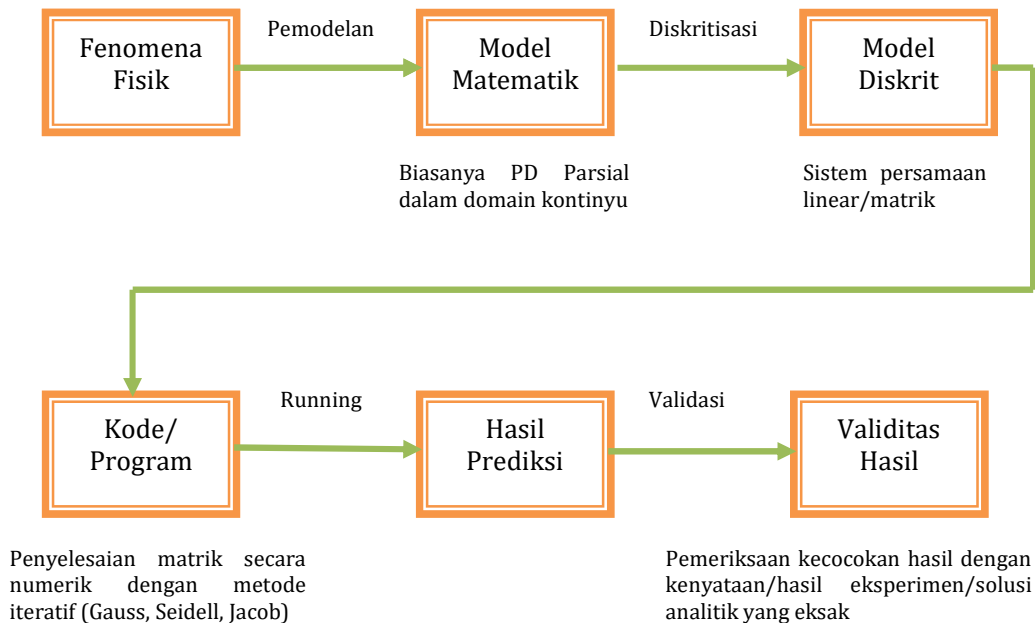
Komputasi Dinamika Fluida, atau yang sering disebut Computational Fluid Dynamics merupakan cabang ilmu mekanika fluida yang menggunakan metode numerik dan algoritma untuk memecahkan dan menganalisis masalah-masalah yang melibatkan aliran fluida. Berikut merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melakukan Komputasi Dinamika Fluida.

### 3.5. Gambit dan Fluent

Gambit merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk melakukan meshing terhadap suatu bidang yang akan ditinjau aliran fluidanya. Meshing bertujuan untuk mempermudah penyebaran panas aliran fluida, semakin banyak mesh yang dibuat,

maka hasil akan menjadi semakin mendekati nilai yang sebenarnya.

Fluent merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis mesh yang dibuat oleh Gambit. Perangkat lunak ini dapat melakukan iterasi data yang dianalisis sesuai permintaan user. Selain itu, fluent dapat melakukan visualisasi distribusi aliran fluida berdasarkan parameter-parameter yang tersedia, seperti temperatur, tekanan, vektor kecepatan, pathline, histogram data, dan lain sebagainya. Penggunaan Gambit dan Fluent tidak dapat dipisahkan satu sama lain dalam dunia Komputasi Dinamika Fluida.



Gambar 3. Langkah melakukan Komputasi Dinamika Fluida

#### 4. Data Hasil Pengamatan

yang diambil berdasarkan Logging Report Distilling Unit of Pusklat Migas Cepu terhitung mulai tanggal 11 s.d. 17 Februari 2014.

##### 4.1 Data Temperatur

Data temperatur yang diamati diambil pada tanggal 18 Februari 2014 bertempat di ruang kontrol Unit Kilang Pusklat Migas Cepu pada pukul 09.00 – 11.30 WIB. Data

Tabel 1. Data temperatur pada furnace 5 (dalam satuan oC)

Pukul	Tanggal, Februari 2014							rata-rata
	11	12	13	14	15	16	17	
00.00	38,2	336,6	339,6	341,2	344,9	342,7	339,6	297,54
01.00	35,1	338	340,9	337,3	342,6	341,2	340,9	296,57
02.00	32,6	337,5	341,4	339,7	342,6	339,9	341	296,39
03.00	30,7	339,9	344,6	332,9	342	341,8	343,3	296,46
04.00	29	341,6	341,2	334,1	343,7	340,9	343,8	296,33
05.00	28,1	343,8	339,2	334,3	342,3	340	343,7	295,91
06.00	27,1	341,6	341,2	337,7	344,4	340,3	342,7	296,43
07.00	28,2	339,8	341,2	344	344,7	343,2	342,5	297,66
08.00	30,1	336,2	340,9	336,9	344,3	342,8	340,4	295,94
09.00	39,1	335,5	338,7	340	343,1	343,3	338,3	296,86
10.00	119,5	340,1	337,7	341	340	342,1	340,6	308,71
11.00	290,7	340,4	342,4	343,1	339,1	339,7	341,6	333,86

12.00	309,5	339,7	339,6	342,5	338,6	336,1	341,3	335,33
13.00	335,6	337,2	338,4	342,2	338,9	340,1	342,6	339,29
14.00	337,8	338,5	337	340,8	339,4	345,9	336,7	339,44
15.00	340,4	337,6	341,9	341,6	344,5	345,7	341,2	341,84
16.00	337,5	339,5	344,3	341	344,1	337,7	336,6	340,10
17.00	337	340,3	341,7	341,8	342,6	341,2	339,6	340,60
18.00	340,1	341	339,6	343,8	343,9	343,4	339,8	341,66
19.00	339	339,3	338,7	342,3	343,7	343	343,2	341,31
20.00	336,6	337,5	339,8	343,3	341,2	343,5	335,4	339,61
21.00	340,7	338,3	343,4	342,6	341,9	343,4	342,4	341,81
22.00	343,7	340,1	340,8	341,3	344	342,8	338,8	341,64
23.00	341,3	340,3	339,8	346,6	342,7	342,9	341,9	342,21
Nilai rata-rata temperatur maksimum								342,21
Nilai rata-rata temperatur minimum								295,91

#### 4.2 Data Tekanan

Data tekanan yang diamati diambil pada tanggal 18 Februari 2014 bertempat di ruang kontrol Unit Kilang Pusdiklat Migas

Cepu pada pukul 09.00 – 11.30 WIB. Data yang diambil berdasarkan Logging Report Distilling Unit of Pusdiklat Migas Cepu terhitung mulai tanggal 11 s.d. 17 Februari 2014.

Tabel 2. Data tekanan pada furnace 5 (dalam satuan kg/cm<sup>2</sup>)

Pukul	Tanggal, Februari 2014							rata-rata
	11	12	13	14	15	16	17	
00.00	0,68	11,68	11,2	11,5	11,53	11,63	11,53	9,96
01.00	0,59	11,72	11,47	11,44	11,5	12,07	11,76	10,08
02.00	0,52	11,72	11,44	11,5	11,47	12,04	11,89	10,08
03.00	0,46	11,73	11,52	11,11	11,47	12,04	11,98	10,04
04.00	0,41	11,73	11,61	11,06	11,47	12,04	11,99	10,04
05.00	0,36	11,76	11,59	11,03	11,46	12,03	11,99	10,03
06.00	0,32	11,87	11,62	11,07	11,5	12,04	11,99	10,06
07.00	0,28	11,8	11,6	11,26	11,51	12,02	11,95	10,06
08.00	0,24	11,66	11,65	11,17	11,45	11,97	11,86	10,00
09.00	0,88	11,58	11,69	11,41	11,46	11,98	11,66	10,09
10.00	3,99	11,56	11,65	11,33	11,45	11,98	11,77	10,53
11.00	10,16	11,35	11,67	11,47	11,46	11,77	11,83	11,39
12.00	11,77	11,48	11,62	11,49	11,45	11,32	11,84	11,57
13.00	11,84	11,37	11,59	11,49	11,44	11,06	11,86	11,52
14.00	11,74	11,33	11,6	11,49	11,46	11,12	11,72	11,49

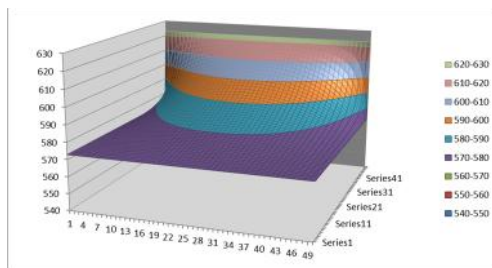
15.00	11,76	11,32	11,62	11,51	11,51	11,25	11,67	11,52
16.00	11,74	11,33	11,61	11,51	11,54	11,31	11,09	11,45
17.00	11,72	11,2	11,61	11,53	11,53	11,28	10,83	11,39
18.00	11,86	11,18	11,58	11,55	11,54	11,36	10,82	11,41
19.00	11,89	11,18	11,53	11,56	11,54	11,36	11,08	11,45
20.00	11,65	11,16	11,54	11,54	11,53	11,35	11,15	11,42
21.00	11,54	11,18	11,6	11,53	11,53	11,35	10,95	11,38
22.00	11,57	11,17	11,55	11,54	11,53	11,34	11,11	11,40
23.00	11,59	11,19	11,55	11,53	11,52	11,34	11,1	11,40
Nilai rata-rata tekanan maksimum								11,57
Nilai rata-rata tekanan minimum								9,96

#### 4.3 Nilai Set Variable, Process Variable, dan Manipulated Variable pada furnace 5

Nilai set variable pada furnace 5 yaitu sebesar 340oC, artinya temperatur dikendalikan sedemikian rupa agar crude oil dari furnace mencapai 340oC. Sedangkan process variable merupakan nilai proses dimana nilainya dibuat agar sama dengan set value, pada furnace 5 besarnya nilai PV hanya selisih ±50 dari set value. Untuk manipulated variable nilainya sebesar 80%-95% dimana nilai ini akan semakin mengecil apabila PV semakin mendekati SV.

#### 4.4 Data Hasil Iterasi untuk T = 342,21oC = 615,21 K dengan Ms. Excel

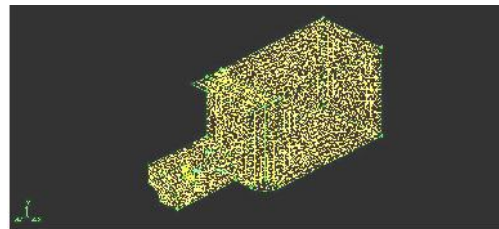
Nilai maksimum temperatur = 623 K = 350oC



Gambar 4. Hasil diskritisasi dengan temperatur 342,21 oC

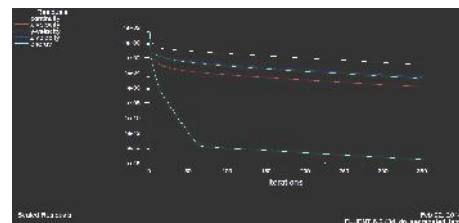
#### 4.5 Visualisasi Perbandingan Profil Temperatur dan Tekanan berdasarkan Logging Report dan Set variable Menggunakan Fluent dan Gambit

- Pemodelan furnace 5 menggunakan Gambit

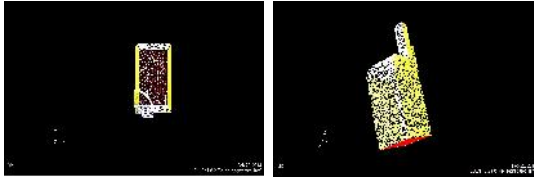


Gambar 5. Meshing furnace 5 menggunakan Gambit

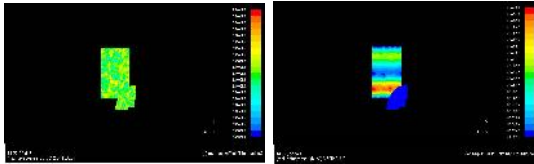
- Visualisasi menggunakan Fluent pada suhu 342,21oC



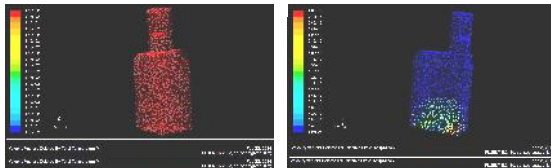
Gambar 6. Iterasi pada furnace sebanyak 1000 kali hingga konvergen



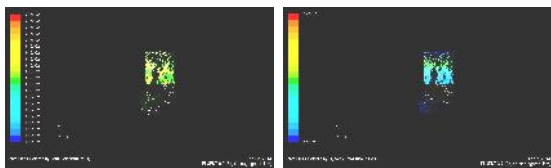
Gambar 7. Grid furnace 5 pada fluent



Gambar 8. Visualisasi kontur pada furnace: temperatur (kiri), tekanan (kanan)



Gambar 9. Visualisasi pathline pada furnace: temperatur (kiri), tekanan (kanan)



Gambar 10. Visualisasi vektor kecepatan pada furnace: temperatur (kiri), tekanan (kanan)

**5. Analisa dan Pembahasan**

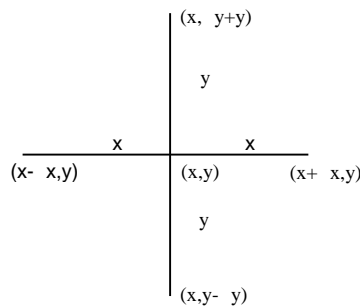
Dalam melakukan Komputasi Dinamika Fluida, ada baiknya dilakukan

perbandingan antara analisis numerik dan simulasi agar validitas hasil dapat diprediksikan. Sebelum melangkah ke proses simulasi, dilakukan analisis eksak terhadap penyebaran temperatur yang terjadi di dalam furnace. Penulis memodelkan dinding furnace dengan dimensi 6 m x 3.88 m dengan mesh sebanyak 50x50. Banyaknya mesh ini mempengaruhi nilai hasil yang nanti diperoleh. Kedua sisi dinding furnace adiabatik dengan temperatur konstan sebesar 342,21oC sesuai dengan logging report, sedangkan untuk pemodelan sesuai dengan set variable temperatur menjadi 340oC. Dinding bawah furnace diasumsikan menerima temperatur lebih besar sebesar 350 oC dimana perpindahan panas terjadi sepanjang sumbu y. Pada langkah ini, dilakukan metode diskritisasi agar diketahui penyebaran temperatur di setiap dinding furnace dengan melakukan ekspansi deret Taylor. Dalam melakukan diskritisasi, perlu dilakukan pemodelan matematis berupa fenomena konduksi

sesuai dengan Hukum Fourier,  $q'' = -k \frac{dT}{dx}$

, dengan  $\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = k \nabla^2 T$  yang merupakan fenomena konduksi transien dengan asumsi keadaan steady,  $\nabla^2 T = 0$

**5.1 Metode Diskritisasi**





Gambar 11. Pemodelan diskrit

Model diskrit:  $\frac{\partial^2 T}{\partial^2 x} + \frac{\partial^2 T}{\partial^2 y} = 0 \rightarrow$  karena asumsi steady, dimana  $\nabla^2 T = 0$ .

TEOREMA DERET TAYLOR:

$$T_{(x,\Delta x+y)} = T_{(x,y)} + \Delta x \frac{\partial T_{(x,y)}}{\partial x} + \frac{(\Delta x)^2}{2!} \frac{\partial^2 T_{(x,y)}}{\partial x^2} + \frac{(\Delta x)^3}{3!} \frac{\partial^3 T_{(x,y)}}{\partial x^3} + \dots \quad \text{Persamaan 1}$$

$$T_{(x,\Delta x-y)} = T_{(x,y)} - \Delta x \frac{\partial T_{(x,y)}}{\partial x} + \frac{(-\Delta x)^2}{2!} \frac{\partial^2 T_{(x,y)}}{\partial x^2} + \frac{(-\Delta x)^3}{3!} \frac{\partial^3 T_{(x,y)}}{\partial x^3} + \dots \quad \text{Persamaan 2}$$

Penjumlahan persamaan 1 dan persamaan 2:

$$T_{(x,\Delta x+y)} + T_{(x,\Delta x-y)} = 2T_{(x,y)} + 2 \frac{(\Delta x)^2}{2!} \frac{\partial^2 T_{(x,y)}}{\partial x^2} \quad \text{Persamaan 3}$$

$$\frac{\partial^2 T_{(x,y)}}{\partial x^2} = \frac{T_{(x,\Delta x+y)} + T_{(x,\Delta x-y)} - 2T_{(x,y)}}{2} \quad \text{Persamaan 4}$$

Dengan cara yang sama, untuk sumbu y, diperoleh:

$$\frac{\partial^2 T_{(x,y)}}{\partial y^2} \approx \frac{T_{(x,y+\Delta y)} + T_{(x,y-\Delta y)} - 2T_{(x,y)}}{2} \quad \text{Persamaan 5}$$

Model diskrit:  $\frac{\partial^2 T}{\partial^2 x} + \frac{\partial^2 T}{\partial^2 y} = 0$

$$\frac{T_{(x+\Delta x,y)} + T_{(x-\Delta x,y)} - 2T_{(x,y)}}{2} + \frac{T_{(x,y+\Delta y)} + T_{(x,y-\Delta y)} - 2T_{(x,y)}}{2} \approx 0 \quad \text{Persamaan 6}$$

Apabila  $x = y$ , maka:

$$T_{(x,y)} = \frac{1}{4} [T_{(x+\Delta x,y)} + T_{(x-\Delta x,y)} + T_{(x,y+\Delta y)} + T_{(x,y-\Delta y)}] \quad \text{Persamaan 7}$$

Persamaan 7 merupakan persamaan yang digunakan untuk melakukan iterasi pada Microsoft Excel sampai data mendekati

nilai yang sebenarnya. Berdasarkan temperatur logging report 342,21oC atau 615,21 K diperoleh temperatur maksimum

sebesar 623 K sesuai dengan temperatur masukan pada sisi bawah furnace 5. Sedangkan untuk temperatur set variable 340 oC atau 613 K, diperoleh temperatur maksimum sebesar 621 K. Dari selisih hasil diskritisasi tersebut diperoleh error sebesar 0.02

## 5.2. Visualisasi menggunakan Gambit dan Fluent

Untuk menentukan visualisasi terhadap penyebaran aliran fluida pada furnace 5 menggunakan Fluent, terlebih dahulu dilakukan iterasi agar data menjadi stabil dan konvergen. Konvergen ialah suatu kondisi semua persamaan terselesaikan dan menuju ke suatu nilai yang mendekati. Pada tahap iterasi ini, aliran fluida sudah mencapai kondisi konvergen pada saat iterasi ke 350 dari skala 1000 kali, artinya data yang diinputkan sudah tidak perlu

diubah lagi dan hasil visualisasinya mendekati nilai terukur pada langkah iterasi ke-350.

Ketika dilakukan visualisasi terhadap penyebaran aliran fluida pada furnace 5 dari kedua sumber data, sebelumnya dilakukan perubahan satuan dari derajat celcius (oC) menjadi kelvin (K). Sehingga nilai temperatur keluaran furnace yang diinput ke dalam fluent sebesar 615.21 K dan 613 K, sedangkan untuk nilai tekanan tidak diinputkan karena termasuk ke dalam sistem pengendalian cascade yang mana pengendalian temperatur juga mengendalikan tekanan

Gelombang cahaya biru sampai dengan gelombang cahaya merah menunjukkan besarnya nilai temperatur dari yang paling minimum sampai nilai maksimum, dan tekanan dari minimum dan maksimum.

Tabel 3. Hasil visualisasi penyebaran fluida berdasarkan Logging Report

Visuali-sasi	Temperatur (K)		Tekanan (Pascal)	
	Min	Maks	Min	Maks
Kontur	6.15 * 10 <sup>2</sup>	6.15 * 10 <sup>2</sup>	5.93 * 10 <sup>-25</sup>	2.85 * 10 <sup>-15</sup>
Vektor Kec.	6.15 * 10 <sup>2</sup>	6.15 * 10 <sup>2</sup>	5.93 * 10 <sup>-25</sup>	2.85 * 10 <sup>-15</sup>
Path-line	6.15 * 10 <sup>2</sup>	6.15 * 10 <sup>2</sup>	5.93 * 10 <sup>-25</sup>	2.85 * 10 <sup>-15</sup>

Visualisasi kontur merupakan pola distribusi aliran fluida dimana pada temperatur 615.21 K dan 613 K menunjukkan profil yang sama penyebarannya, dengan temperatur yang nilainya merata dalam furnace. Sedangkan, pathline merupakan vektor posisi material dari partikel fluida, atau yang dapat diuraikan sebagai jejak aktual yang dilewati oleh partikel fluida individual sepanjang beberapa waktu. Pada visualisasi pathline di furnace, diperoleh bahwa profil aliran fluida temperatur 615.21 K sama dengan temperatur 613 K, hanya saja yang membedakan besarnya total temperatur antar keduanya, untuk temperatur 615.21 K diperoleh profil temperatur yang merata

sebesar 6.15\*10<sup>2</sup> K dan untuk 613 K diperoleh sebesar 6.13\*10<sup>2</sup>K, temperatur yang merata pada furnace menunjukkan perpindahan panas pada furnace tersebut merata ke segala arah.

Sedangkan tekanan berada pada angka 5.93\*10<sup>-25</sup> Pascal untuk tekanan maksimum dan 2.85\*10<sup>-15</sup> Pascal untuk tekanan minimum. Selanjutnya untuk vektor kecepatan temperatur, diperoleh bahwa vektor kecepatan sama merata ke segala arah untuk pada temperatur 615.21 K sebesar 6.15\*10<sup>2</sup> K dan 613 K sebesar 6.13\*10<sup>2</sup> K, sedangkan pada vektor kecepatan tekanan diperoleh tekanan sebesar 5.93\*10<sup>-25</sup> Pascal untuk tekanan maksimum dan 2.85\*10<sup>-15</sup> Pascal untuk

tekanan minimum. Vektor kecepatan disini merupakan arah kecepatan partikel fluida berdasarkan waktu dan lokasinya.

Berdasarkan kedua data pada tabel 3 dan 4, disimpulkan bahwa temperatur maksimum dari simulasi masing-masing temperatur yang keluar dari furnace, mengikuti nilai 615.21 K dan 613 K. Hasil visualisasi menunjukkan pola aliran fluida yang sama antar kedua temperatur dan tekanan yang diamati, apabila dicari nilai selisih antar temperatur tersebut, yakni 615.21 K dan 613 K, diperoleh nilai error sebesar 0.02. Nilai error yang diperoleh berdasarkan hasil eksak dan simulasi menghasilkan angka yang sama, yakni 0.02. Hal ini membuktikan bahwa hasil antara analisis eksak dan simulasi profil temperatur dan tekanan sudah valid.

## 6. Kesimpulan

### Daftar Pustaka

1. Agarwal, Peeyush. 2009. "Simulation of Heat Transfer Phenomenon in Furnace using Fluent-Gambit". Department of Mechanical Engineering. National Institute of Technology. Rourkela.
2. Fithri, Normaliaty. Hajar, Ibnu. "Sistem Pengontrolan Pressure dan Temperature Pada Furnace Unit Alkylasi PT. Pertamina RU III Plaju". Universitas Bina Dharma.
3. Logging Report Distilling Unit of Pusdiklat Migas Cepu tertanggal 11 s.d. 17 Februari 2014.
4. [https://www.sharcnet.ca/Software/Gambit/html/tutorial\\_guide/tg04.htm](https://www.sharcnet.ca/Software/Gambit/html/tutorial_guide/tg04.htm) diakses pada 22 Februari 2014 Pukul. 16.55 WIB.
5. <http://www.ametekpi.com/download/Process-Heaters-Furnaces-and-Fired-Heaters.pdf> diakses pada 22 Februari 2014 Pukul. 16.58 WIB.

- \*) 1. Ybs adalah pejabat Fungsional Widyaiswara Pusdiklat Migas  
2. Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta

Dari hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan beberapa hal, diantaranya:

Sistem pengendalian antara temperatur dan tekanan merupakan sistem pengendalian cascade dimana pengukuran temperatur juga menentukan pengukuran tekanan.

Hasil analisis eksak menunjukkan error sebesar 0.02 antara antara logging report dan set variable.

Perbedaan nilai temperatur dan tekanan antara logging report dan set variable mencapai error 0.02.

Tidak ada perbedaan yang signifikan dari visualisasi profil temperatur dan tekanan antar data logging report dan set variable.

Hasil antara analisis eksak dan simulasi profil temperatur dan tekanan sudah valid.