



**EVALUASI KINERJA *HEAT EXCHANGER* DENGAN  
DAN TANPA *TWISTED TAPE* TERHADAP KINERJA GAS  
*DEHYDRATION* MENGGUNAKAN *SOFTWARE* UNISIM DAN HTRI 6.0**

**Andri Setiawan<sup>1</sup>, Muhammad Iqbal Purwadi<sup>1</sup>, Ari Susandy Sanjaya<sup>1\*</sup>, Rakhmat Zuhdi  
Seputra<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman  
Jl. Sambaliung No.09 Kampus Gunung Kelua Samarinda, 75119

<sup>2</sup> Process Engineer LNG Badak

Corresponding Author\*: ari.susandy@ft.unmul.ac.id

**Abstrak**

Sistem dehidrasi gas terdiri atas proses yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan air pada gas agar didapatkan nilai *moisture content* yang sesuai spesifikasi perjanjian dengan konsumen ( $< 20$  lbs/MMSCF). Secara umum, terdapat tiga metode yang dapat digunakan untuk menghilangkan kadar air dari gas yaitu absorpsi, adsorpsi, dan refrigerasi. Proses absorpsi dan adsorpsi dapat terjadi dengan prinsip memanfaatkan perpindahan massa dari molekul air ke pelarutnya. Perbedaannya adalah proses absorpsi menggunakan pelarut cair sebagai media pelarut (*desiccant*) dalam proses seperti glikol dan metanol, sedangkan proses adsorpsi menggunakan pelarut padatan atau struktur kristal sebagai media pemisahannya seperti alumina dan silika gel. Metode yang terakhir, namun kurang umum digunakan, adalah dengan refrigerasi. Refrigerasi adalah metode pendinginan gas untuk mengikat molekul air ke fasa cair kemudian menginjeksi inhibitor hidrat sehingga tidak membentuk padatan hidrat. Pada umumnya, liquid maupun solid *desiccant* dapat digunakan, namun liquid *desiccant* dinilai lebih ekonomis karena mudah untuk digunakan dan dilakukan pemeliharaan. Tujuan simulasi ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *twisted tape* pada koefisien perpindahan panas di *heat exchanger*, hubungan penggunaan *heat exchanger* tanpa *twisted tape* dengan penambahan jumlah fuel gas pada *reboiler*, dan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *heat exchanger* tanpa *twisted tape* terhadap *moisture content sales gas* jika jumlah fuel gas pada *reboiler* tidak ditambah. Dari simulasi diperoleh penggunaan *twisted tape* pada *heat exchanger* meningkatkan koefisien perpindahan panas (U), penghilangan *twisted tape* akan mengalami *cost impact*.

Kata kunci: *Absorpsi, Heat exchanger, Refrigerasi, Dehidrasi gas.*

**1. PENDAHULUAN**

Sistem dehidrasi gas bertujuan untuk menghilangkan kandungan air pada gas agar didapatkan *moisture content* yang sesuai spesifikasi ( $< 20$  lbs/MMSCF), dalam hal ini PT Badak LNG. (Arnold & Stewart, Surface Production Operations, 1999). Selain hal tersebut diatas, dehidrasi gas dilakukan agar gas tidak terkondensasi/membentuk molekul air saat mengalir melalui pipa dan fasilitas lainnya. Gas yang mengalir dapat memicu terjadinya korosi, erosi, dan pembentukan hidrat dimana menjadi sumber masalah untuk proses produksi secara keseluruhan. Korosi pada pipa terjadi karena terbentuknya komponen asam yaitu CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>S, manfaat lain dehidrasi gas adalah mempertahankan nilai kalor gas, semakin tinggi kandungan air, semakin rendah nilai kalor gas (Kern, 1965)

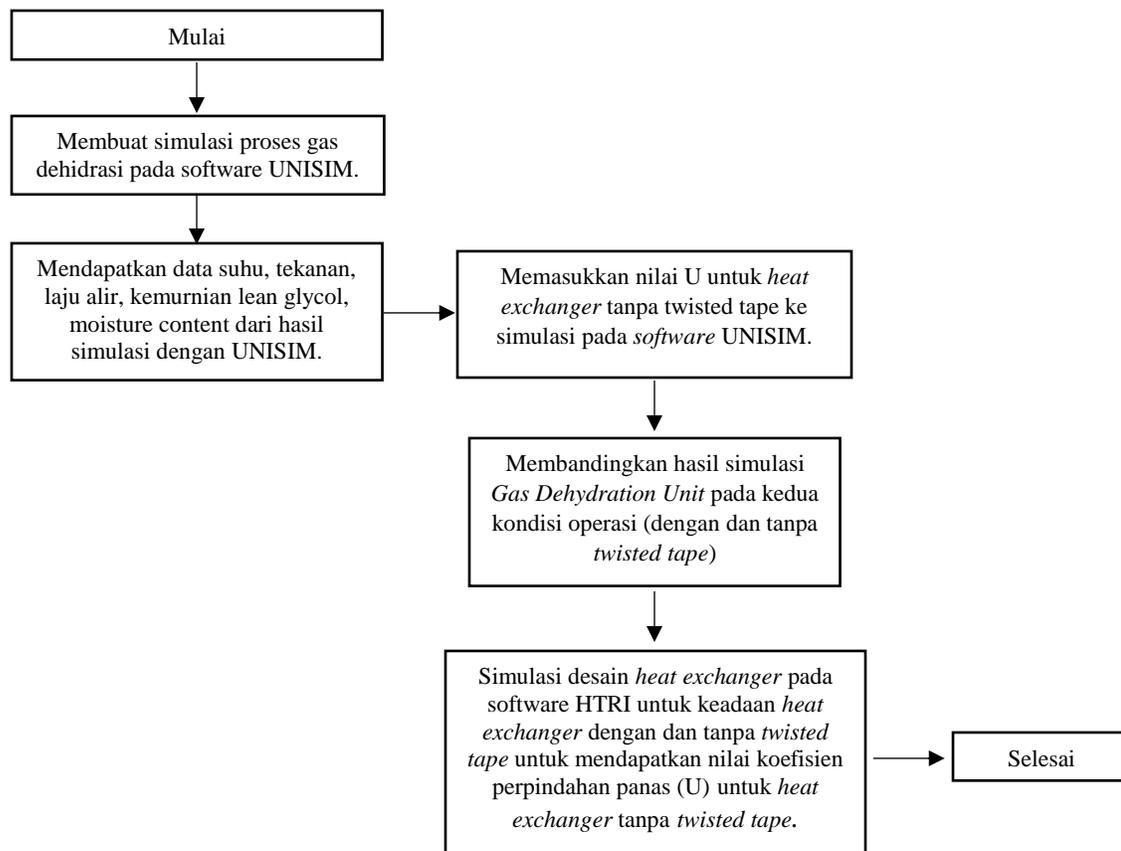
Unit dehidrasi ini menggunakan prinsip absorpsi dengan menggunakan *absorben Triethylene Glycol* (TEG). Unit ini terdiri dari *glycol contactor, glycol/glycol heat exchanger, gas/glycol heat exchanger, glycol skimmer, glycol filter, glycol charcoal filter, dan glycol reconcentrator*. Umpan dari unit ini adalah gas keluaran dari kompresor (*Medium Pressure*). Proses penyerapan ini terjadi di dalam kontaktor yang berupa *vessel* sehingga gas dan glikol kering bertemu dan menyerap air yang terdapat

dalam gas tersebut. Gas yang telah kering dikirim melalui *pipeline* sedangkan glikol yang telah basah akan diproses kembali untuk menghilangkan kandungan airnya dengan cara diuapkan sehingga di dapat glikol kering kembali yang akan di *recycle* ke kontaktor (Brogan, 2011)

Tujuan dari simulasi ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *twisted tape* pada koefisien perpindahan panas di *heat exchanger*, mengetahui korelasi penggunaan *heat exchanger* tanpa *twisted tape* dengan penambahan jumlah fuel gas pada *reboiler*, dan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *heat exchanger* tanpa *twisted tape* terhadap *moisture content sales gas* jika jumlah fuel gas pada *reboiler* tetap.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan simulasi menggunakan Software UNISIM dan HTRI (Savekar, Jangid, Gurjar, Patil, & Sewatkar, April, 2015). Data yang dicantumkan terdiri dari data *sheet (mechanical design)* dan data aktual pabrik LNG Badak Pada 8 Juli dan 12 Juli 2017. Tipe dari *baffle* yang digunakan adalah *single segmental* yang memiliki orientasi *perpendicular* (Holman, 2014). Simulasi dilakukan sesuai dengan Gambar 1.

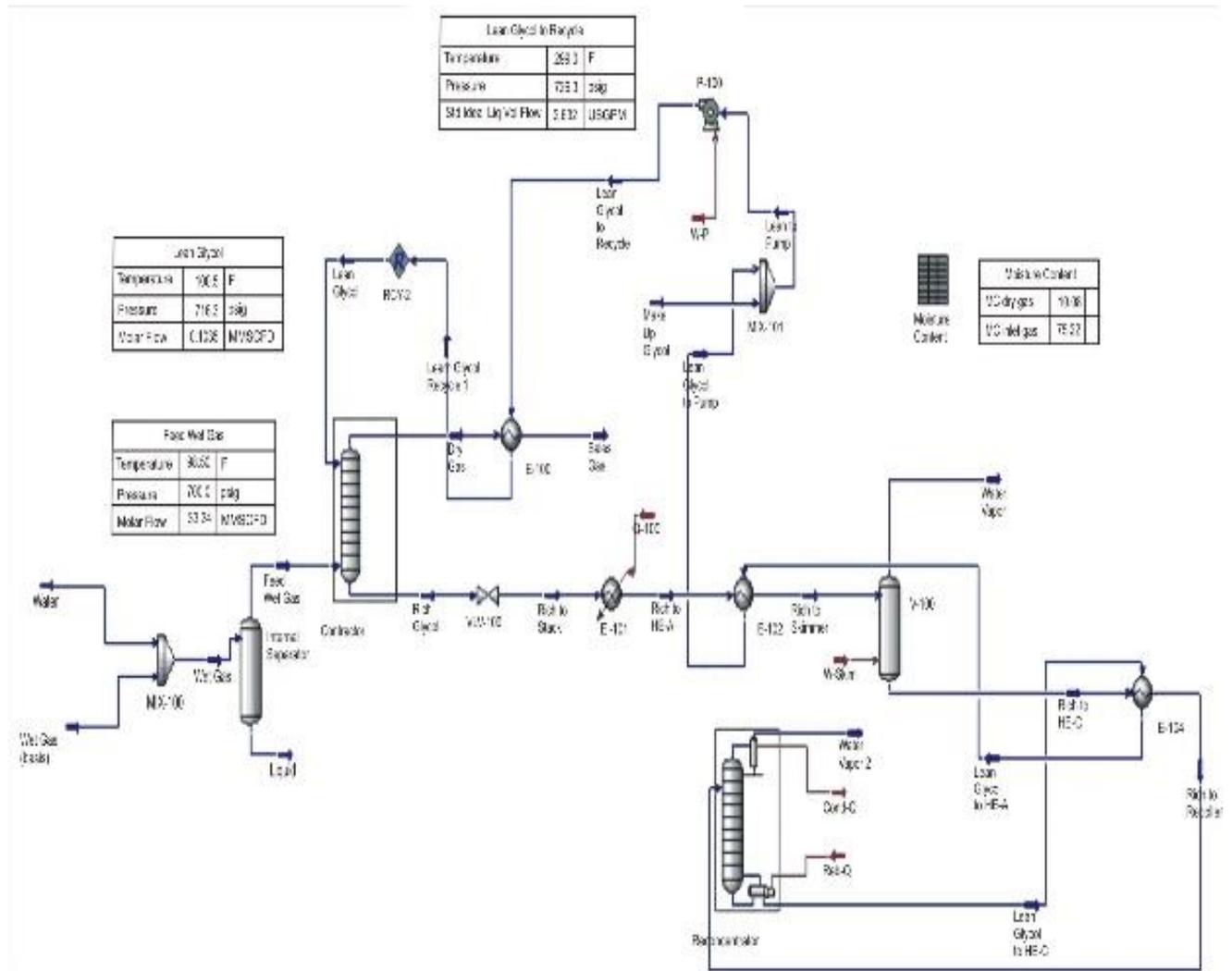


Gambar 1. Simulasi Proses

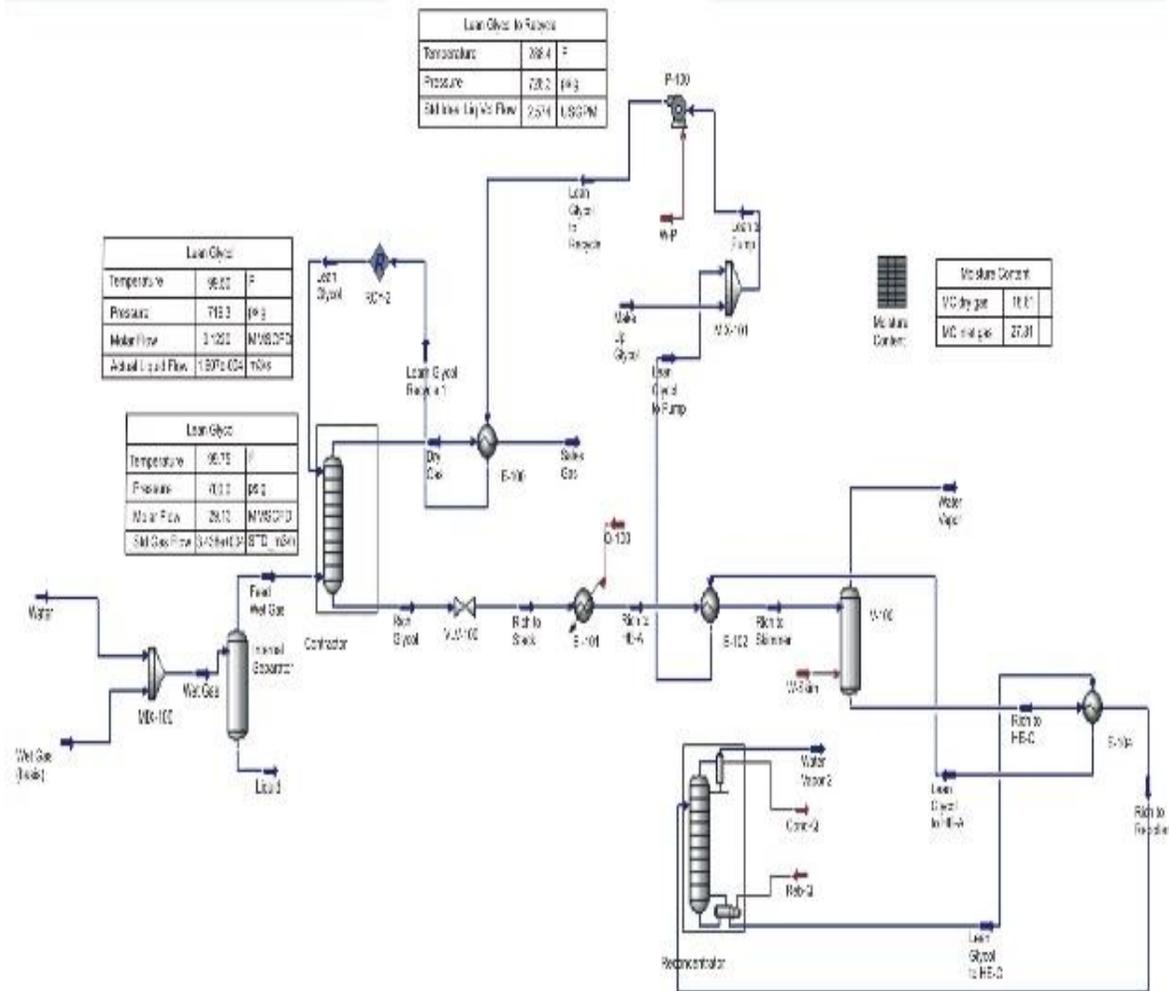
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Case 1: Simulasi Proses Gas Dehidrasi dengan UNISIM.

Simulasi keseluruhan proses dehidrasi gas dalam *case* ini bertujuan untuk mengetahui kondisi operasi keseluruhan heat exchanger menggunakan UNISIM, untuk kemudian di *input* kedalam *software* kedua yaitu HTRI. Gambar 2 dan 3 merupakan hasil simulasi proses dehidrasi gas untuk tanggal 8 dan Juli 2017



Gambar 2. Simulasi Gas Dehydration Unit (8 Juli 2017)



Gambar 3. Simulasi Gas Dehydration Unit (12 Juli 2017)

### Perbandingan Data Aktual dengan Simulasi

Dari perbandingan pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa hasil simulasi UNISIM sudah hampir sama dengan data pada kondisi aktual, maka validasi proses ini dapat dinilai telah sesuai dan data yang terkalkulasi seperti kondisi operasi setiap *stream* dan *equipment* sudah cukup representatif untuk digunakan dalam *software* selanjutnya.

### 3.1.2 Simulasi Desain Heat Exchanger dengan HTRI

Kondisi operasi yang dimasukkan dari hasil UNISIM ke dalam HTRI untuk *case 1* ini adalah kondisi operasi untuk *heat exchanger*, dikarenakan ketiga *heat exchanger* merupakan *typical* atau memiliki



dimensi yang identik, maka untuk mencari koefisien perpindahan panas menyeluruh *heat exchanger* diambil satu sampel *heat exchanger* dari jumlah seluruhnya yaitu 3 buah *heat exchanger*

**Tabel 1.** Perbandingan Data Aktual dengan Hasil Unisim

Variabel	Unit	8 Juli 2017		12 Juli 2017	
		Aktual	Unisim	Aktual	Unisim
Moisture content dry gas	lbs/MMSC F	11.30	11.10	18.72	18.51
Lean glycol purity	wt-%	97.51	97.53	94.56	94.59
Flow lean glycol	GPM	2.6	2.7	2.5	2.57
Flow wet gas in	MMSCFD	33.25	33.24	29.14	29.13
Temperature wet gas	F	98.50	98.50	95.75	95.75
Pressure wet gas in	Psig	700	700	700	700

### 3.1.3 Hasil Simulasi

Tabel 2 dan 3 merupakan hasil simulasi desain *heat exchanger* menggunakan *twisted tape* dan tanpa menggunakan *twisted tape* dalam HTRI untuk tanggal 8 Juli dan 12 Juli 2017.

**Tabel 2** Hasil Simulasi dengan Software HTRI dengan dan tanpa *Twisted Tape* (8 Juli 2017)

Exchanger Performance			
Variabel	Satuan	Dengan twisted tape	Tanpa twisted tape
Actual U	(Btu/ft <sup>2</sup> -hr-F)	58.69	25.93
Required U	(Btu/ft <sup>2</sup> -hr-F)	46.10	20.47
Duty	(MM Btu/hr)	4.0476	4.046
Area	(ft <sup>2</sup> )	628.094	1413.21
Overdesign	(%)	27.32	26.63

**Tabel 3.** Hasil Simulasi dengan software HTRI dengan dan tanpa *Twisted Tape* (12 Juli 2017)

Exchanger Performance			
Variabel	Satuan	Dengan twisted tape	Tanpa twisted tape
Actual U	(Btu/ft <sup>2</sup> -hr-F)	83.17	37.17
Required U	(Btu/ft <sup>2</sup> -hr-F)	60.47	30.21
Duty	(MM Btu/hr)	3.1585	3.1586
Area	(ft <sup>2</sup> )	392.412	784.824
Overdesign	(%)	37.54	23.05

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan nilai koefisien perpindahan panas dari *heat exchanger* yang menggunakan *twisted tape* terhadap *heat exchanger* tanpa menggunakan *twisted tape* sebesar 55.8% untuk tanggal 8 Juli 2017. Sedangkan, untuk tanggal 12 Juli 2017 terjadi penurunan sebesar 55.3%. Sehingga dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan nilai koefisien perpindahan panas menyeluruh sebesar 55 – 56% untuk *heat exchanger* tanpa menggunakan *twisted tape*.



**Tabel 3.4.** Pengaruh *Twisted Tape* terhadap Koefisien Perpindahan Panas

Variabel	8 Juli 2017		12 Juli 2017	
	Twisted tape	Non –Twisted tape	Twisted tape	Non – twisted tape
U (Btu/ft <sup>2</sup> -hr-F)	58.69	25.93	83.17	37.17

**3.2 Case 2:** Pengaruh penggunaan *heat exchanger* tanpa *twisted tape* terhadap penambahan jumlah *fuel gas* pada reboiler

### 3.2.1 Simulasi Desain *Heat Exchanger* di HTRI

Melakukan simulasi dalam *software* HTRI untuk keseluruhan *heat exchanger*. Dikarenakan *heat exchanger* sudah dilakukan simulasi dalam HTRI pada *case* 1, maka untuk *case* ini dilakukan simulasi untuk *heat exchanger* menggunakan data yang diambil pada tanggal 8 Juli 2017.

#### 3.2.1 Hasil Simulasi

Berikut ini merupakan hasil simulasi desain *heat exchanger* menggunakan *twisted tape* dan tanpa *twisted tape* dalam HTRI untuk tanggal 8 Juli 2017:

**Tabel 5.** Hasil Simulasi dengan *Software* HTRI dengan dan tanpa *Twisted Tape* (8 Juli 2017)

Exchanger Performance			
Variabel	Satuan	Dengan <i>twisted tape</i>	Tanpa <i>twisted tape</i>
Actual U	(Btu/ft <sup>2</sup> -hr-F)	57.55	25.45
Required U	(Btu/ft <sup>2</sup> -hr-F)	49.94	20.78
Duty	(MM Btu/hr)	4.8270	4.8271
Area	(ft <sup>2</sup> )	785.117	1884.28
Overdesign	(%)	15.24	22.46

Dari hasil simulasi diatas untuk dua kondisi *heat exchanger* yaitu dengan menggunakan *twisted tape* dan tanpa menggunakan *twisted tape* dapat dilihat besar dari nilai koefisien perpindahan panas menyeluruh kedua kondisi serta perbedaannya sebagai berikut:

**Tabel 6.** Pengaruh *Twisted Tape* terhadap Koefisien Perpindahan Panas

Variabel	8 Juli 2017		12 Juli 2017	
	<i>Twisted tape</i>	<i>Non –Twisted tape</i>	<i>Twisted tape</i>	<i>Non – Twisted tape</i>
U (Btu/ft <sup>2</sup> -hr-F)	58.69	25.93	83.17	37.17



Dari Tabel 6 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan nilai koefisien perpindahan panas dari *heat exchanger* yang menggunakan *twisted tape* terhadap *heat exchanger* tanpa menggunakan *twisted tape* sebesar 57%, setara dengan penurunan nilai pada *heat* yaitu sekitar 55 – 56%.

### 3.2.2 Pengaruh *Heat Exchanger* Tanpa *Twisted Tape* terhadap *Moisture Content Dry Gas*

Setelah mendapatkan nilai UA *heat exchanger* untuk dua kondisi yaitu dengan menggunakan *twisted tape* dan tanpa *twisted tape*, nilai UA untuk kondisi *heat exchanger* tanpa *twisted tape* diinput ke dalam simulasi proses dehidrasi gas di UNISIM untuk melihat pengaruhnya terhadap besar *moisture content* yang ada pada *dry gas* dan melihat pengaruhnya terhadap besar *duty* yang dibutuhkan oleh reboiler.

### 3.2.3 Hasil Simulasi Nilai UA *Heat Exchanger*

Berikut ini merupakan hasil *moisture content* dari *dry gas* setelah dimasukkan nilai UA untuk kondisi tanpa *twisted tape* pada *heat exchanger*, seperti pada Tabel 7

**Tabel 7.** Hasil Simulasi Nilai U tanpa *Twisted Tape*

	Specific Value	Current Value	Relative Error
Heat Balance UA	0.0000 Btu/hr	1.714e-008 Btu/hr	9.853e-013 Btu/hr
	<b>100.2</b> Btu/F-hr	100.2 Btu/F-hr	-2.493e-006 Btu/F-hr
Moisture Content			
	MC Dry Gas	<b>11.10</b>	
	MC Inlet Gas	<b>75.22</b>	

Dari hasil simulasi diatas didapatkan bahwa besar dari *moisture content* pada *dry gas* tidak mengalami perubahan. Kondisi operasi yang mengalami perubahan setelah dimasukkan nilai UA untuk kondisi tanpa *twisted tape* adalah besarnya suhu *outlet* dari *tube*, suhu *inlet* dari *shell*, dan suhu *outlet* dari *shell*.

Kondisi operasi yang mengalami perubahan adalah sebagai berikut:

**Tabel 8.** Perubahan Kondisi Operasi Untuk Dua Kondisi Operasi

Variabel	<i>Twisted Tape</i>	<i>Non Twisted Tape</i>
Suhu inlet tube (F)	150	150
Suhu outlet tube (F)	<b>180</b>	<b>164.4</b>
Suhu inlet shell (F)	317.4	343
Suhu outlet shell (F)	<b>288.3</b>	<b>329.8</b>
UA HTRI (Btu/F-hr)	4573.7	2020.7
UA UNISIM (Btu/F-hr)	<b>226.8</b>	<b>100.2</b>

### 3.2.4 Hasil Simulasi Nilai UA *Heat Exchanger*

Selain memasukkan nilai UA tanpa *twisted tape* untuk *heat exchanger*, dimasukkan juga nilai UA tanpa *twisted tape*. Berikut ini merupakan hasil *moisture content* dari *dry gas* setelah dimasukkan nilai UA untuk kondisi tanpa *twisted tape* pada *heat exchanger*, seperti Tabel 9.

**Tabel 9.** Hasil Simulasi Nilai UA tanpa *Twisted Tape*

	Specific Value	Current Value	Relative Error
Heat Balance	0.0000	1.807e-008	6.544e-013
	Btu/hr	Btu/hr	Btu/hr
UA	<b>198.7</b>	198.7 Btu/F-hr	7.153e-007
	Btu/F-hr		Btu/F-hr
Moisture Content			
	MC Dry Gas	<b>11.10</b>	
	MC Inlet Gas	<b>75.22</b>	

Berdasarkan Tabel 9 didapatkan bahwa besar dari *moisture content* pada *dry gas* tidak mengalami perubahan. Kondisi operasi yang mengalami perubahan setelah dimasukkan nilai UA untuk kondisi tanpa *twisted tape* adalah besarnya suhu *outlet* dari *tube*, suhu *inlet* dari *shell*, dan suhu *outlet* dari *shell*. Kondisi operasi yang mengalami perubahan adalah sebagai berikut:

**Tabel 10** Perubahan Kondisi Operasi Untuk Dua Kondisi

Variabel	Twisted Tape	Non Twisted Tape
Suhu inlet tube (F)	200	200
Suhu outlet tube (F)	247	221.7
Suhu inlet shell (F)	363.5	363.5
Suhu outlet shell (F)	317.4	343
UA HTRI (Btu/F-hr)	4484.87	1983.22
UA UNISIM (Btu/F-hr)	449.3	198.69

### 3.2.5 Pengaruh *Heat Exchanger Tanpa Twisted Tape* terhadap Besar *Duty Reboiler*

Setelah mendapatkan hasil bahwa *moisture content* pada *dry gas* tidak mengalami perubahan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengecekan terhadap besar *duty* pada *reboiler* untuk kondisi *heat exchanger* menggunakan *twisted tape* dan tanpa *twisted tape*, seperti Tabel 11

**Tabel 11.** Besar *Duty Reboiler* dengan kondisi *Heat Exchanger* (a) dengan *twisted tape* (b) tanpa *twisted tape*

A		B	
<i>Stream Name</i>	Q-Reb	<i>Stream Name</i>	Q-Reb
<i>Heat flow</i> ( <i>Btu/hr</i> )	2.134e+005	<i>Heat flow</i> ( <i>Btu/hr</i> )	2.759e+005

bahwa untuk mencapai besar *moisture content* yang sama, *heat exchanger* tanpa *twisted tape* akan menghasilkan suhu *outlet* tube yang juga merupakan suhu *inlet* dari *reconcentrator* dengan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan kondisi menggunakan *twisted tape*. Sehingga, beban kerja dari *reboiler* untuk memanaskan *lean glycol* didalam *reconcentrator* semakin bertambah dan nilai *duty*



semakin meningkat. Semakin meningkatnya nilai *duty* menandakan bahwa semakin besar juga kebutuhan dari *fuel gas* sebagai sumber kalor untuk reboiler.

### 3.2.6 Kondisi Aktual Kebutuhan *Fuel Gas* pada *Reboiler*.

Untuk mengetahui kondisi aktual kebutuhan *fuel gas* pada *reboiler*, dilakukan dua cara, yaitu dengan mendapatkan data *flow rate* gas yang merupakan hasil pengolahan secara *automatic*, dimana data yang di *input* merupakan data dari pembacaan lokal pada *barton recorder*. Hasil yang didapatkan dari *control room* untuk data *flow rate* gas sebesar 0.0075 MMSCFD untuk tanggal 8 Juli 2017, sedangkan untuk tanggal 12 Juli 2017, *flow rate* gas senilai 0.0097 MMSCFD.

### 3.2.7 Besar Kebutuhan *Fuel Gas* Pada *Reboiler* Untuk Kondisi *Heat Exchanger* Tanpa *Twisted Tape*

Untuk mengetahui besar kebutuhan *fuel gas* yang ditambahkan agar menghasilkan *moisture content* yang sama pada *dry gas* dilakukan beberapa langkah sebagai berikut :

1. Menghitung selisih *duty* pada *reboiler*  
 $= (2.73 \times 10^5 \text{ BTU/hr}) - (2.13 \times 10^5 \text{ BTU/hr}) = 0.6 \times 10^5 \text{ BTU/lb}$
2. Menghitung *mass flow rate fuel gas*  
*LHV (Lower Heating Value)* dari *fuel gas*  
 $= 1.85 \times 10^4 \text{ BTU/lb.}$   
Maka didapat nilai 77.8 lb/day
3. Menghitung *volumetric flowrate fuel gas*, diketahui bahwa *mass density* dari *fuel gas* = 0.05 lb/ft<sup>3</sup>, atau sebesar 0.0016 MMSCFD Sehingga **besar *fuel gas*** yang harus ditambahkan setiap harinya untuk mendapatkan nilai *moisture content* dari *dry gas* yang tetap adalah sebesar **0.0016 MMSCFD**
4. Menghitung besar *cost* penambahan *fuel gas*  
 $1 \text{ MMSCF} = 1.02 \times 10^3 \text{ MMBTU}$   
 $0.0016 \text{ MMSCFD} = 1.63 \text{ MMBTU}$   
Harga jual gas = \$11/MMBTU (data tahun 2015), maka *cost* penambahan *fuel gas*  
 $= \$11/\text{MMBTU} \times 1.63 \text{ MMBTU}$   
 $= \$18 / \text{day}$   
 $= \text{Rp } 239,000 / \text{hari}$   
 $= \text{Rp } 7.170.000 / \text{bulan}$   
Sehingga, ***cost*** yang harus dikeluarkan untuk penambahan *fuel gas* **setiap harinya** adalah sebesar **Rp 239,000**.

### 3.3 Case 3: Pengaruh penggunaan *heat exchanger* tanpa *twisted tape* terhadap jumlah *moisture content dry gas* jika jumlah *fuel gas* pada *reboiler* tetap

#### 3.3.1 Simulasi Perubahan *Moisture Content Dry Gas* Dengan UNISIM

Penambahan *fuel gas* pada *reboiler* dapat mengakibatkan penambahan biaya untuk proses, sehingga dibutuhkan simulasi kembali untuk mengetahui seberapa besar peningkatan *moisture content* pada *dry gas* jika besar *fuel gas* tidak ditambahkan seperti saat kondisi menggunakan *twisted tape*, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:



**Tabel 12.** Hasil *Moisture Content* jika *Duty Reboiler* Tetap

Name	Duty
Energy Stream	Q-Reb
Spec Value	2.1e+005 Btu/hr
Moisture Content	
MC Dry gas	21.46
MC Inlet Gas	75.22

Dari hasil simulasi tersebut dapat diketahui bahwa *moisture content* dari *dry gas* menjadi jauh lebih tinggi yaitu sebesar 21.46 lbs/MMSCF jika dibandingkan dengan kondisi awal saat menggunakan *twisted tape* yaitu sebesar 11.10 lbs/MMSCF.

Perbandingan yang dilakukan adalah terhadap kondisi saat menggunakan *twisted tape* serta saat tidak menggunakan *twisted tape* namun disertai dengan penambahan *fuel gas* dapat dilihat pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Perbandingan *Moisture Content Dry Gas* Pada 3 Kondisi

Variabel	Kondisi 1 <i>Twisted Tape</i>	Kondisi 2: <i>Non – Twisted Tape</i> dengan Penambahan <i>Fuel Gas</i>	Kondisi 3: <i>Non – Twisted Tape</i> Tanpa Penambahan <i>Fuel Gas</i>
<i>Moisture Content</i>	11.10	11.10	21.46
<i>Duty</i>	2.13x10 <sup>5</sup> Btu/hr	2.73x10 <sup>5</sup> Btu/hr	2.13x10 <sup>5</sup> Btu/hr

### 3.3.2 Simulasi *Trial Suhu Operasi Reboiler Terhadap Perubahan Moisture Content Dry Gas Dengan UNISIM*

Untuk mendapatkan besar *moisture content* pada *dry gas* agar tetap sesuai dengan spesifikasi (< 20 lbs/MMSCF) namun dengan kondisi *heat exchanger* tanpa menggunakan *twisted tape* dibutuhkan *setting* suhu operasi *reboiler* tertentu.

Tabel 14 merupakan beberapa *trial* suhu operasi *reboiler* yang dimasukkan dalam simulasi proses dengan UNISIM untuk mendapatkan besar *moisture content* yang masih berada dalam spesifikasi

**Tabel 14.** *Trial Suhu Operasi Reboiler terhadap Besar Moisture Content dan Duty*

Suhu Operasi Reboiler (F)	Moisture Content (lbs/MMSCF)	Duty (Btu/hr)
330	17.11	2.276x10 <sup>5</sup>
325	18.37	2.246x10 <sup>5</sup>
320	19.72	2.146x10 <sup>5</sup>

### 3.3.3 Perbandingan Hasil Ketiga *Case*

Tabel 15 memperlihatkan perbandingan antara hasil ketiga *case*, dimana terdapat dua parameter penilaian, yaitu *fuel gas consumption* pada *reboiler* dan *moisture content* pada *sales gas*. Penilaian dilakukan dengan memberikan tulisan *bold* sebagai indikatornya, *bold* berarti kondisi tersebut dapat diterima. Terlihat bahwa kondisi *heat exchanger* yang menggunakan *twisted tape* merupakan kondisi yang mendapatkan tulisan *bold* paling banyak. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa kondisi tersebut merupakan kondisi yang paling ideal diantara kondisi lainnya



**Tabel 15.** Perbandingan Hasil Ketiga *Case*

Deskripsi	HE dengan <i>Twisted Tape</i>	HE tanpa <i>Twisted Tape</i> dengan fuel gas ke reboiler ditambah	HE tanpa <i>Twisted tape</i> dengan fuel gas ke reboiler <u>tidak</u> ditambah
Fuel gas consumption pada reboiler	<b>0.0055</b> <b>MMSCFD =</b> <b>Rp 820,000/day</b>	0.007 MMSCFD = Rp 1,044,000/day	<b>0.0055 MMSCFD =</b> <b>Rp 820,000/day</b>
Moisture Content (lbs/MMSCF)	<b>11.1</b>	<b>11.1</b>	21.46

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi didapatkan sebagai berikut, yaitu:

1. Penggunaan *twisted tape* pada *heat exchanger* meningkatkan koefisien perpindahan panas (U).
2. Jika *twisted tape* tidak digunakan akan mengalami *cost impact*.

#### 5. SARAN

Tetap menggunakan *twisted tape* untuk ketiga *heat exchanger* karena biaya pembelian *twisted tape* masih lebih murah dibandingkan dengan *cost impact* akibat penambahan *fuel gas*

#### Daftar Pustaka

- Arnold, K., & Stewart, M. (1999). *Surface Production Operations* (Vol. 2). Houston: Gulf Pub Co.
- Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer*. Tokyo, Japan: Mc Graw-Hill Book Company, Inc. .
- Savekar, A., Jangid, D., Gurjar, M., Patil, V., & Sewatkar. (April, 2015). Analysis of Heat Transfer in Pipe with Twisted Tape Inserts. *2nd International Conference on Fluid Flow, Heat and Mass Transfer*. Ottawa, Ontario: Canada Public.
- Brogan, R. (2011, february 2). *Shell and Tube Heat Exchanger*. Retrieved from Thermopedia, A to Z Guide to Thermodynamics, Heat and Mass Transfer, and Fluids Engineering:  
<http://www.thermopedia.com/content/1121/>
- Holman, J. (2014). *Heat Transfer*. Boston, USA: Mc Graw-Hill.