

ANALISIS PENGARUH *LINEPACK* MENGGUNAKAN SIMULATOR *PIPELINE STUDIO* DAN *SYNERGI* TERHADAP *UNACCOUNTED GAS* DI PT X AREA LAMPUNG

Luluk Noorratri^{1****}, Laode M. Firman²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

ABSTRAK. PT X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang transmisi dan distribusi gas bumi dalam pipa. Untuk mengendalikan proses penyaluran gas, PT X membuat neraca keseimbangan yang disebut dengan *Unaccounted Gas* (UAG). Secara teori UAG yang diharapkan adalah nol, namun dalam praktik tidak demikian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perhitungan *linepack* terhadap UAG Area Lampung. *Linepack* adalah jumlah stok gas yang berada dalam pipa. Pada penelitian ini, *Linepack* dihitung tiga kali yaitu secara manual dan menggunakan simulator *Pipeline Studio* serta simulator *Synergi*. Selanjutnya, perhitungan manual akan menjadi acuan dari hasil simulator. UAG Area Lampung saat ini kisarannya pada -0.6484% sampai 0.2595% atau -4822.00 MMBtu sampai 1458.07 MMBtu. Berdasarkan analisis yang dilakukan, perhitungan *linepack* jaringan pipa Area Lampung secara manual berkisar dari 5726.67590 MMBtu sampai 6412.58583 MMBtu. Analisis perhitungan *linepack* menggunakan *Pipeline Studio* berkisar pada 5826.45829 MMBtu sampai 6376.71352 MMBtu sehingga deviasi selisih tertinggi dengan hasil *linepack* perhitungan manual adalah 4.49%. Sedangkan analisis perhitungan *linepack* menggunakan simulator *Synergi* berkisar pada 5814.84923 MMBtu sampai 6322.12817 MMBtu dengan deviasi selisih tertinggi dengan hasil *linepack* perhitungan manual adalah 4.17%. Hasil deviasi selisih *linepack* dari kedua simulator ini masih di bawah 5%. Kemudian penambahan parameter *linepack* pada perhitungan UAG berpengaruh sebesar -0.0789% sampai dengan 0.0397% atau 600.55666 MMBtu sampai -345.06263 MMBtu.

Kata kunci : *Unaccounted Gas, Simulator, Linepack.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang transmisi dan distribusi gas bumi dalam pipa. Transmisi gas bumi merupakan proses penyaluran gas dalam jumlah besar dengan jarak yang cukup jauh. Sedangkan distribusi gas bumi adalah proses penyaluran gas dalam jumlah kecil ke pelanggan-pelanggan. PT X menyalurkan gas bumi kepada pelanggan melalui jaringan infrastruktur pipa.

Untuk mengendalikan proses penyaluran gas, PT X membuat neraca keseimbangan yang disebut dengan *Unaccounted Gas* (UAG). UAG merupakan nilai yang menggambarkan selisih neraca gas antara gas yang masuk dan jumlah gas yang disalurkan. Ada banyak hal yang dapat menyebabkan UAG, salah satu diantaranya adalah variasi *linepack* gas dalam pipa. *Linepack* adalah jumlah stok gas yang tersimpan pada jaringan perpipaan. Sedangkan pada Area Lampung *linepack* belum dihitung secara berkala.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perhitungan variasi *linepack* terhadap neraca keseimbangan atau UAG tersebut.

Batasan Masalah

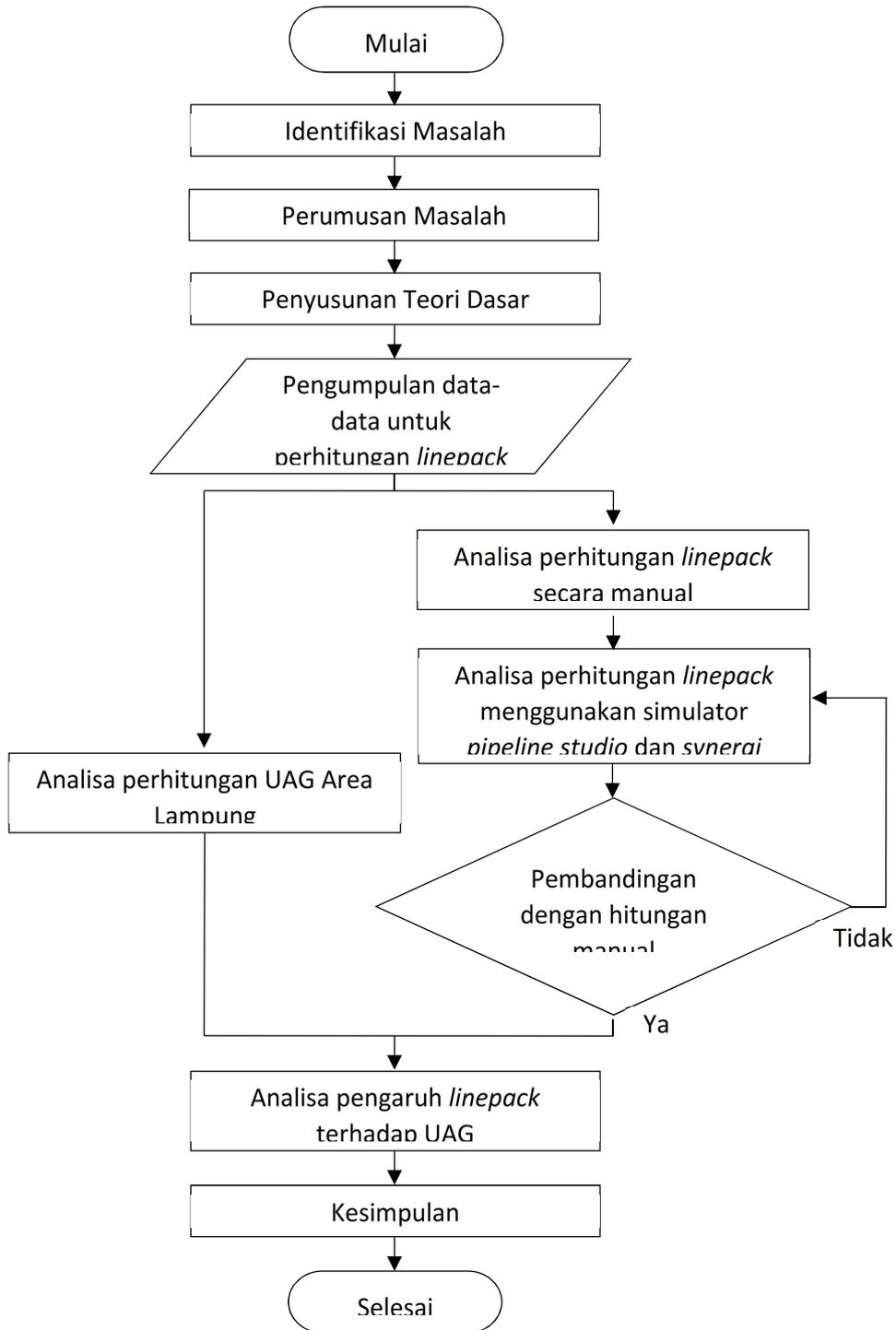
Batasan masalah yang digunakan pada penelitian adalah

- Perhitungan *linepack* dilakukan dengan cara manual dan menggunakan simulator
- Simulator yang digunakan adalah *Pipeline Studio* dan *Synergi*
- Simulasi yang dilakukan dalam mode *steady state*
- Jaringan dianggap horizontal tanpa ada perbedaan elevasi

- Kekasaran pipa adalah 0.0018 in (*carbon steel*)
- Segmen pipa yang dianalisis adalah jaringan pipa Area Lampung dari Stasiun Gas OTS Lampung ke Stasiun Gas Pembagi Sutami dengan diameter 16 in dan panjang 62.672 km.
- Data yang digunakan adalah penyaluran Bulan Januari 2018 sampai Maret 2019

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian dapat digambarkan secara singkat dengan diagram alir di bawah ini



Gambar 2.4 Diagram Alir Metode Penelitian

Pada tahap identifikasi masalah, variabel yang dapat menyebabkan UAG dibedah lebih dalam. Kemudian dibandingkan dengan perhitungan UAG yang sudah dilakukan di Area Lampung. Kemudian ditemukan bahwa pada perhitungan UAG di Area Lampung tidak memperhitungkan variasi *Linepack*. Pada perumusan masalah, dirumuskan hal-hal untuk mencapai tujuan penelitian. Hal yang selanjutnya dilakukan adalah penyusunan teori dasar yang menunjang penelitian.

Kemudian, dilakukan pengumpulan data-data untuk perhitungan *linepack* dan UAG. Data yang diperlukan adalah data tekanan *inlet* dan *outlet*, suhu *inlet* dan *outlet*, kualitas gas yang mengalir dalam pipa (*specific gravity* dan faktor kompresibilitas), spesifikasi jaringan Area Lampung berupa panjang pipa dan diameter pipa, serta volume penyaluran pasokan dan penerimaan di stasiun gas pembagi.

Setelah data terkumpul tahap selanjutnya adalah analisa. Metode perhitungan yang digunakan adalah perhitungan secara manual dan menggunakan simulator, yaitu *Pipeline Studio* dan *Synergi*. Setelah seluruh data diperoleh maka dapat dilakukan analisa pengaruh variasi *linepack* terhadap UAG.

HASIL

Unaccounted Gas Area Lampung

Unaccounted gas (UAG) Area Lampung adalah selisih gas masuk dan keluar di Area Lampung yang terukur oleh meter di masing-masing titik masuk dan keluarnya. Dalam hal ini gas masuk (*supply*) ke Area Lampung diukur di Stasiun Gas OTS Lampung dan gas keluar (*demand*) adalah gas yang disalurkan ke pelanggan-pelanggan. Secara umum rumus UAG yang digunakan adalah sebagai berikut

$$UAG = \frac{Supply - Demand - OUG - \Delta linepack}{Supply} \times 100\%$$

OUG atau *operational usage gas* pada perhitungan ini diabaikan. OUG yang dimaksud adalah kebocoran gas, kegiatan *venting gas*, *blowdown gas* dan *initial fill*. Sedangkan pada perhitungan yang digunakan saat ini delta *linepack* belum dihitung. Maka rumus UAG yang berlaku adalah

$$UAG = \frac{Supply - Demand}{Supply} \times 100\%$$

Perhitungan UAG dengan rumus diatas diterapkan pada seluruh data *supply* dan *demand* Area Lampung periode Bulan Januari 2018 sampai dengan Maret 2019. Sehingga diperoleh nilai UAG Bulan Januari 2018 sampai dengan Maret 2019 sebagai berikut

Tabel 3.1 Unaccounted Gas Area Lampung Januari 2018 s.d. Maret 2019

No	Bulan		OTS Lampung	Distribusi Lampung	UAG
			MMBtu	MMBtu	
1	Januari	2018	857017.90	861839.90	-0.5626%
2	Februari		782325.40	785057.42	-0.3492%
3	Maret		627413.90	631034.75	-0.5771%
4	April		534241.10	535667.79	-0.2670%
5	Mei		547398.10	547641.13	-0.0444%
6	Juni		561972.00	560513.93	0.2595%
7	Juli		631739.80	632490.87	-0.1189%

8	Agustus		667224.40	671550.81	-0.6484%
9	September		998681.50	1002378.81	-0.3702%
10	Oktober		937792.00	941896.21	-0.4376%
11	November		770708.60	772469.75	-0.2285%
12	Desember		866801.70	869551.51	-0.3172%
13	Januari	2019	845661.90	847829.20	-0.2563%
14	Februari		760740.10	762826.02	-0.2742%
15	Maret		869068.50	871385.02	-0.2666%

Perhitungan Linepack Manual

Perhitungan manual diawali dengan pengumpulan data spesifikasi pipa. Pipa yang dianalisis adalah pipa sepanjang 62.672 km dengan NPS 16 in dengan spesifikasi sebagai berikut

Tabel 3.2 Spesifikasi Pipa

No	Spesifikasi Pipa		
1	Panjang pipa	62.672	km
2	NPS	16	
3	Diameter Luar	16	in
4	Tebal Pipa	0.375	in
5	Diameter Dalam	15.25	in
6	Material	<i>Carbon Steel</i>	
7	<i>Roughness</i>	0.0018	in

Tekanan dasar (P_b) yang digunakan yaitu 14.73 psia dan suhu dasar (T_b) yang digunakan adalah 60 °F. Berikut adalah hasil perhitungan *linepack* dengan perhitungan manual

Tabel 3.3 Hasil Perhitungan Linepack Manual

No	Tanggal	Nilai Kalor	Linepack		
		Btu/scf	scf	MMscf	MMBtu
1	31 Desember 2017	1034,3221	5753396,57	5,75340	5950,86547
2	31 Januari 2018	1033,9526	5538624,98	5,53862	5726,67590
3	28 Februari 2018	1028,8687	5892368,84	5,89237	6062,47358
4	31 Maret 2018	1031,3190	5874015,24	5,87402	6057,98353
5	30 April 2018	1025,6857	5816200,59	5,81620	5965,59359
6	31 Mei 2018	1025,1439	5666858,27	5,66686	5809,34531
7	30 Juni 2018	1034,0948	5935955,15	5,93596	6138,34064

8	31 Juli 2018	1031,4192	5883967,67	5,88397	6068,83717
9	31 Agustus 2018	1023,7016	5881389,40	5,88139	6020,78774
10	30 September 2018	1027,5135	5671936,78	5,67194	5827,99189
11	31 Oktober 2018	1027,3594	5601426,30	5,60143	5754,67783
12	30 November 2018	1028,7113	5870462,98	5,87046	6039,01161
13	31 Desember 2018	1026,0802	5621627,76	5,62163	5768,24094
14	31 Januari 2019	1027,7369	5655172,01	5,65517	5812,02916
15	28 Februari 2019	1094,6433	5858151,08	5,85815	6412,58583
16	31 Maret 2019	1034,9667	5862530,02	5,86253	6067,52320

Perhitungan Linepack Menggunakan Software Pipeline Studio

Tahap selanjutnya adalah menghitung *linepack* menggunakan *software Pipeline Studio*. *Software* ini memiliki fitur analisa hidrolis jaringan dengan menggunakan peta skematik. Berikut adalah hasil perhitungan *linepack* dengan *software ini*.

Tabel 3.4 Hasil Perhitungan Linepack dengan Pipeline Studio

No	Tanggal	Nilai Kalor	Linepack by Pipeline Studio		
		Btu/scf	scf	MMscf	MMBtu
1	31 Desember 2017	1034,3221	5998,64	5,99864	6204,53115
2	31 Januari 2018	1033,9526	5698,59	5,69859	5892,06998
3	28 Februari 2018	1028,8687	5834,92	5,83492	6003,36813
4	31 Maret 2018	1031,3190	5982,55	5,98255	6169,91717
5	30 April 2018	1025,6857	6039,73	6,03973	6194,86707
6	31 Mei 2018	1025,1439	5906,33	5,90633	6054,84137
7	30 Juni 2018	1034,0948	5950,48	5,95048	6153,35679
8	31 Juli 2018	1031,4192	6061,11	6,06111	6251,54424
9	31 Agustus 2018	1023,7016	5906,20	5,90620	6046,18434
10	30 September 2018	1027,5135	5926,39	5,92639	6089,44818
11	31 Oktober 2018	1027,3594	5671,30	5,67130	5826,45829
12	30 November 2018	1028,7113	5793,59	5,79359	5959,93500
13	31 Desember 2018	1026,0802	5845,33	5,84533	5997,77615
14	31 Januari 2019	1027,7369	5729,11	5,72911	5888,02116
15	28 Februari 2019	1094,6433	5825,38	5,82538	6376,71352
16	31 Maret 2019	1034,9667	6018,11	6,01811	6228,54257

Perhitungan Linepack Menggunakan Software Synergi

Metode perhitungan *linepack* yang terakhir adalah dengan *synergi*. Perbedaan *software* ini dengan *pipeline studio* adalah jenis peta yang digunakan. Pada *software* ini basemapnya adalah *geobasemap* dimana lokasi pada peta menunjukkan lokasi yang sebenarnya. Berikut adalah hasil perhitungannya.

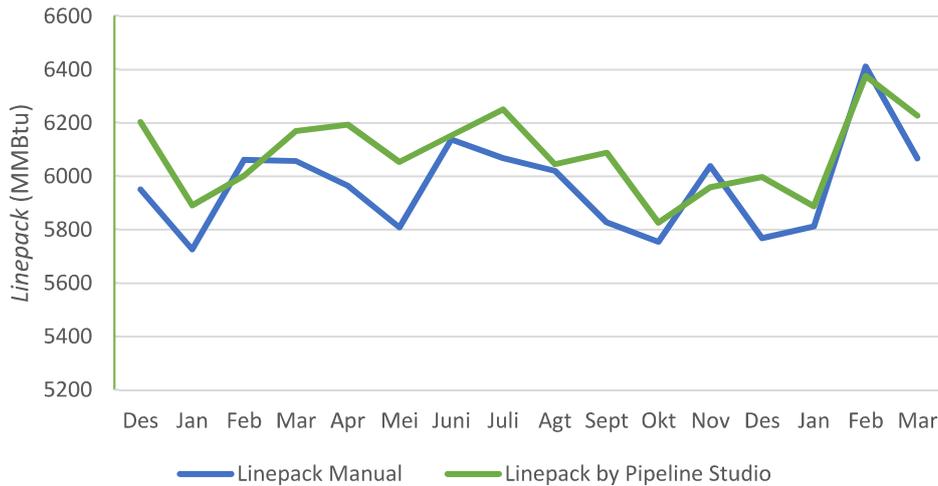
Tabel 3.5 Hasil Perhitungan Linepack dengan Synergi

No	Tanggal	Nilai Kalor	Linepack by Synergi		
		Btu/scf	scf	MMscf	MMBtu
1	31 Desember 2017	1034,3221	5858,89	5,85889	6059,98297
2	31 Januari 2018	1033,9526	5691,67	5,69167	5884,92062
3	28 Februari 2018	1028,8687	5691,67	5,69167	5855,98218
4	31 Maret 2018	1031,3190	6011,49	6,01149	6199,76458
5	30 April 2018	1025,6857	5953,70	5,95370	6106,61974
6	31 Mei 2018	1025,1439	5763,75	5,76375	5908,66958
7	30 Juni 2018	1034,0948	5811,75	5,81175	6009,90012
8	31 Juli 2018	1031,4192	6129,54	6,12954	6322,12817
9	31 Agustus 2018	1023,7016	6027,32	6,02732	6170,17323
10	30 September 2018	1027,5135	5774,32	5,77432	5933,19646
11	31 Oktober 2018	1027,3594	5660,00	5,66000	5814,84923
12	30 November 2018	1028,7113	5793,36	5,79336	5959,69757
13	31 Desember 2018	1026,0802	5686,66	5,68666	5834,96574
14	31 Januari 2019	1027,7369	5691,19	5,69119	5849,04475
15	28 Februari 2019	1094,6433	5672,58	5,67258	6209,44972
16	31 Maret 2019	1034,9667	5978,06	5,97806	6187,09350

Perbandingan Linepack Manual dengan Software Pipeline Studio dan Synergi

3) Perbandingan Linepack Manual dengan Simulator Pipeline Studio

Selisih paling tinggi terjadi pada perhitungan 30 September 2018 yaitu sebesar 4,49%. Sedangkan selisih paling rendah pada perhitungan 31 Agustus 2018 yaitu 0,24%.

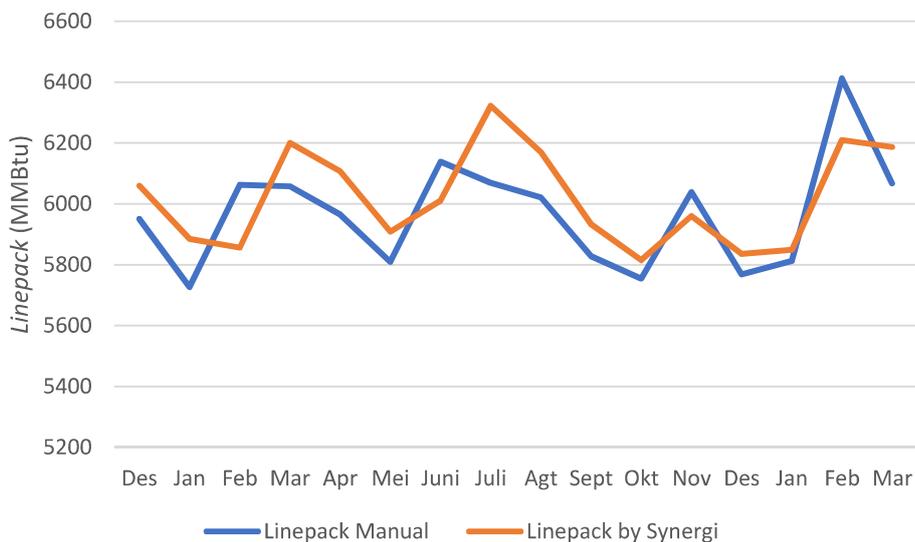


Gambar 3.3 Grafik Perbandingan Linepack Manual dengan Linepack Pipeline Studio

Garis warna biru adalah *linepack* hasil perhitungan manual dan garis warna hijau adalah *linepack* dari simulator *Pipeline Studio*. Berdasarkan grafik di atas, dapat diketahui apabila menghitung *linepack* menggunakan simulator *Synergi* rata-rata menghasilkan nilai yang lebih besar dibandingkan menghitung *linepack* secara manual. Namun, selisih perhitungan *linepack* manual dengan simulator *pipeline studio* masih di bawah 5 %.

4) Perbandingan Linepack Manual dengan Simulator Synergi

Selisih paling tinggi terjadi pada perhitungan *linepack* 31 Juli 2018 dengan selisih sebesar 4,17%. Sedangkan selisih paling kecil terjadi pada 31 Januari 2019 dengan persentase sebesar 0,64%. Berikut adalah penyajian data perbandingan dalam bentuk grafik.



Gambar 3.4 Grafik Perbandingan Linepack Manual dengan Linepack Synergi

Garis warna biru adalah *linepack* hasil perhitungan manual dan garis warna orange adalah *linepack* dari simulator *Synergi*. Berdasarkan grafik di atas, dapat diketahui apabila menghitung *linepack* menggunakan simulator *Synergi* rata-rata menghasilkan nilai yang lebih besar dibandingkan menghitung *linepack* secara manual. Namun, selisih perhitungan *linepack* manual dengan simulator *Synergi* masih di bawah 5 %.

Dari hasil perbandingan dua simulator yaitu *Pipeline Studio* dan *Synergi*, keduanya menunjukkan hasil selisih di bawah 5 %. Namun selisih paling besar dihasilkan oleh *pipeline studio* yaitu 4,49 % pada perhitungan *linepack* 30 September 2018. Sedangkan selisih paling besar yang dihasilkan oleh *Synergi* adalah 4,17 % pada 31 Juli 2018.

Analisis Unaccounted Gas Area Lampung Menggunakan Linepack

$$UAG = \frac{Supply - Demand - OUG - \Delta linepack}{Supply} \times 100\%$$

Pada rumus di atas *linepack* merupakan salah satu parameter yang bisa dimasukkan ke dalam perhitungan UAG agar mendapatkan nilai UAG yang lebih akurat. Pada penelitian ini parameter OUG tidak dihitung. $\Delta linepack$ dihitung dengan mengurangi *linepack* akhir bulan pada bulan ini dengan *linepack* akhir bulan pada bulan lalu.

$$\Delta linepack = linepack_{bulan\ sekarang} - linepack_{bulan\ lalu}$$

Apabila dimasukkan dengan menggunakan data *linepack* 31 Januari 2018 dengan 31 Desember 2017 maka diperoleh hasil sebagai berikut

$$\Delta linepack = linepack_{Jan\ 2018} - linepack_{Des\ 2017}$$

$$\Delta linepack = 5726,67590\ MMBtu - 5950,86547\ MMBtu$$

$$\Delta linepack = -224,18956\ MMBtu$$

Setelah memperoleh data $\Delta linepack$ maka dapat dimasukkan ke dalam rumus UAG untuk data Bulan Januari 2018 sebagai berikut

$$UAG = \frac{Supply - Demand - \Delta linepack}{Supply} \times 100\%$$

$$UAG = \frac{857017,90\ MMBtu - 861839,90\ MMBtu - (-224,18956\ MMBtu)}{857017,90\ MMBtu} \times 100\%$$

$$UAG = -0,5365\%$$

Berdasarkan perhitungan UAG dengan *linepack* di atas, maka berikut adalah penyajian data UAG dibandingkan dengan UAG yang sudah dihitung menggunakan *linepack*.

Tabel 3.6 Perbandingan Perhitungan UAG Bulan Januari 2018 s.d. Maret 2019

No	Bulan	UAG	UAG dengan Linepack Manual	UAG dengan Linepack Pipeline Studio	UAG dengan Linepack Synergi
1	Januari	2018	-0,5626%	-0,5365%	-0,5422%

2	Februari		-0,3492%	-0,3921%	-0,3634%	-0,3455%
3	Maret		-0,5771%	-0,5764%	-0,6037%	-0,6319%
4	April		-0,2670%	-0,2498%	-0,2717%	-0,2496%
5	Mei		-0,0444%	-0,0159%	-0,0188%	-0,0082%
6	Juni		0,2595%	0,2009%	0,2419%	0,2414%
7	Juli		-0,1189%	-0,1079%	-0,1344%	-0,1683%
8	Agustus		-0,6484%	-0,6412%	-0,6176%	-0,6256%
9	September		-0,3702%	-0,3509%	-0,3746%	-0,3465%
10	Oktober		-0,4376%	-0,4298%	-0,4096%	-0,4250%
11	November		-0,2285%	-0,2654%	-0,2458%	-0,2473%
12	Desember		-0,3172%	-0,2860%	-0,3216%	-0,3028%
13	Januari	2019	-0,2563%	-0,2615%	-0,2433%	-0,2579%
14	Februari		-0,2742%	-0,3531%	-0,3384%	-0,3216%
15	Maret		-0,2666%	-0,2268%	-0,2495%	-0,2640%

Dari tabel ini dapat disimpulkan bahwa dengan memasukkan satu parameter tambahan pada perhitungan UAG maka dapat menyebabkan perubahan presentase UAG. Parameter yang dimasukkan dalam perhitungan ini adalah *linepack*. Besarnya perubahan UAG pun berbeda-beda pada setiap metode yang digunakan.

Dengan menggunakan tiga metode perhitungan *linepack* diperoleh 45 data UAG yang baru, dimana 25 mengalami kenaikan nilai UAG dan 20 lainnya mengalami penurunan. Dimana 28 data UAG mendekati $range \pm 0,2\%$. Kisaran perubahan UAG setelah menggunakan *linepack* berada pada $range$ negatif 0,0789% sampai dengan positif 0,0397%. Apabila dikonversi menjadi satuan energi maka perubahannya berkisar pada positif 600 MMBtu sampai negatif 345 MMBtu.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap perhitungan UAG dengan menggunakan *linepack*, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan *linepack* jaringan pipa Area Lampung berkisar dari 5726,67590 MMBtu sampai 6412,58583 MMBtu.
2. Analisis perhitungan *linepack* jaringan pipa Area Lampung menggunakan *Pipeline Studio* berkisar pada 5826,45829 MMBtu sampai 6376,71352 MMBtu dan deviasi selisih tertinggi dengan hasil *linepack* perhitungan manual adalah 4,49%.
3. Analisis perhitungan *linepack* jaringan pipa Area Lampung menggunakan *Synergi* berkisar pada 5814,84923 MMBtu sampai 6322,12817 MMBtu dan deviasi selisih tertinggi dengan hasil *linepack* perhitungan manual adalah 4,17%.
4. Penambahan parameter *linepack* pada perhitungan *Unaccounted Gas* (UAG) berpengaruh sebesar -0,0789% sampai dengan 0,0397% atau 600,55666 MMBtu sampai -345,06263 MMBtu.

Saran

1. Analisis *linepack* pada penelitian ini tidak memperhitungkan kemungkinan terjadinya kondensasi dalam pipa, sehingga perlu dilakukan analisis lebih lanjut kemungkinan terjadinya kondensasi selama penyaluran gas dalam pipa.
2. Simulator *Pipeline Studio* dan *Synergi* selanjutnya dapat digunakan untuk melakukan perhitungan *linepack* pada jaringan pipa gas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Shashi Menon, *Gas Pipeline Hydraulics*. 2010.
- [2] S. Mokhatab, W. A. Poe, and J. Y. Mak, *Handbook Of Natural Gas Transmission and Processing Principles and Practices*. 2015.
- [3] Y. A. Cengel and J. M. Cimbala, *Fluid Mechanics Fundamentals and Application*. New York: Mc Graw Hill, 2006.
- [4] AGA, “AGA Report No 3 Orifice Metering of Natural Gas and Other Related Hydrocarbon Fluids Part 1,” 2003.
- [5] AGA, “AGA Report No. 9 Measurement of Gas by Multipath Ultrasonic Meters,” 2017.
- [6] AGA, “AGA Report No7 Measurement Natural Gas by Turbine Meters.” .
- [7] M. Shafiq, W. Bin Nisar, M. M. Savino, Z. Rashid, and Z. Ahmad, “Monitoring and controlling of unaccounted for gas (UFG) in distribution networks: A case study of Sui Northern Gas Pipelines Limited Pakistan,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 51, no. 11, pp. 253–258, 2018.
- [8] T. H. Tran, S. French, R. Ashman, and E. Kent, “Linepack planning models for gas transmission network under uncertainty,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 268, no. 2, pp. 688–702, 2018.
- [9] A. Chebouba, “Multi objective optimization of line pack management of gas pipeline system,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 574, no. 1, 2014.
- [10] F. Arpino *et al.*, “Unaccounted for gas in natural gas transport networks.,” *16th Int. Flow Meas. Conf. 2013, FLOMEKO 2013*, no. September, pp. 355–362, 2013.
- [11] J. Shiflet, ““ Unaccounted Gas Study in Distribution Networks .””
- [12] M. Guizani, A. Rayes, B. Khan, and A. Al-Fuqaha, *Network Modeling and Simulation: A Practical Perspective*. John Wiley and Sons, 2010.