

Analisis Permasalahan Dan Penanganan *Solid Carryover* Pada *Condensate Mercury Pre-Filter* Di PT PHE Jambi Merang

Lathifah Sukmo Putri^{1*}, Erdila Indriani¹, Abdul Yusup², Maulana Agung Tristanto²

¹ Teknik Produksi Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas Cepu, Indonesia

² Departemen Facility Operation, PT PHE Jambi Merang, Indonesia

ABSTRAK

Lapangan Jambi Merang merupakan lapangan gas yang telah berproduksi sejak tahun 2011, terdiri dari Sungai Kenawang *Central Gas Processing Plant* dan Pulau Gading *Gas Plant* yang terdiri dari sumur produksi SKN-3, SKN-4, SKN-5, SKN-6, SKN-7, PG-1, PG-2, PG-3, PG-4 dan dua sumur injeksi. Lapangan ini memproduksi gas sebanyak 133 MMSCFD dan kondensat sebanyak 5600-5700 BCPD. Pada tahun 2024 muncul masalah pada Lapangan Jambi Merang yaitu, terjadi perbedaan tekanan yang tinggi pada *Condensate Mercury Pre filter* (SK-18-F-04 A) dan *outlet filter* sebesar 30 psid setelah dilakukan pemeriksaan ditemukan *solid carryover* yang menumpuk pada *filter* tersebut. Dilakukan penelusuran dari berbagai aspek seperti, analisis laboratorium dan parameter alur proses produksi. Berdasarkan hasil laboratorium didapatkan hasil bahwa, *solid carryover* tersebut bukanlah material korosif dengan indikasi kadar Fe yang kecil sebesar 2,44 % sedangkan, dalam penelusuran alur proses produksi ditemukan *solid carryover* yang berasal dari *Condensate Surge Vessel* dimana *inlet* alat tersebut salah satunya berasal dari PG *Knock Out Drum*. *Inlet* PG *Knock Out Drum* berasal dari gas Pulau Gading *Plant*. Aksi perbaikan yang dilakukan Lapangan Jambi Merang dalam mengatasi permasalahan *solid carryover* tersebut adalah penggantian *filter* pada alat *Condensate Mercury Pre filter*, *pigging* pada jalur pipa, dan inspeksi peralatan pada saat TAR (*Turn Around*).

Kata Kunci: *Solid Carryover, Condensate Mercury Pre-Filter, Knock Out Drum, Pigging*

 lathifasukmo@gmail.com

1. Pendahuluan

Lapangan Jambi Merang adalah lapangan gas yang mulai berproduksi sejak tahun 2011 dan memiliki *reservoir retrograde gas*. Fluida *reservoir* pada *retrograde gas* berada pada fase gas karena adanya gas yang terproduksi maka tekanannya mulai turun setelah tekanan turun di bawah *dew point* maka ada beberapa cairan yang terbentuk di dalam pori-pori batuan, cairan yang terbentuk ini disebut kondensat. Awalnya cairan ini tidak bergerak

karena *saturation* nya kecil dan di bawah *critical saturation*, seiring dengan berjalannya produksi, saturasi kondensat meningkat dan suatu saat pada posisi satu titik melebihi *critical saturation* jika hal tersebut terjadi maka, cairan atau kondensat akan bergerak dan ikut terproduksi ke permukaan [1].

Lapangan Jambi Merang terdiri dari Sungai Kenawang *Central Gas Processing Plant* dan Pulau Gading *Gas Plant*. Lapangan Jambi Merang memiliki sembilan sumur produksi dan

dua sumur injeksi. Sumur produksi meliputi, SKN-3, SKN-4, SKN-5, SKN-6, SKN-7 yang berada di Sungai Kenawang *Plant* dan PG-1, PG-2, PG-3, PG-4 yang berada di Pulau Gading *Plant* sedangkan sumur injeksinya berasal dari *Produced Water Treatment* yang dihasilkan di Lapangan Jambi Merang sendiri [2].

Natural gas yang berasal dari kesembilan sumur produksi masih bercampur dengan kondensat, air, dan senyawa pengotor lainnya sehingga, diperlukan proses pemisahan untuk memudahkan proses selanjutnya dan meningkatkan kapasitas produksi gas. Proses pengolahan *natural gas* untuk bisa sampai dijual harus melewati beberapa proses, dimulai dari proses pengambilan *natural gas* dari sumur produksi, proses pemisahan, proses adsorpsi dan absorpsi untuk penghilangan *impurities*, *fractionation process*, *JT-Effect Process*, sampai pengiriman *sales gas* kepada konsumen [2][3].

Proses produksi gas berasal dari Pulau Gading *Plant* dan dari sumur sungai Kenawang. Kemudian, gas tersebut akan di proses pada *Sungai Kenawang Central Gas Plant*. Gas yang berasal dari Pulau Gading *plant* maupun Sungai Kenawang *plant* dimulai proses produksinya melalui tahap pendinginan gas pada unit *cooler* dengan memanfaatkan udara ambien untuk mendinginkan gas agar kondisi jenuh gas tercapai serta, air dan kondensat terkondensasi. Proses selanjutnya, terjadi proses pemisahan *natural gas* menjadi 3 fasa yaitu, gas, kondensat, dan air dilakukan di dalam unit *separator* 3 fasa. Fase gas dari Pulau Gading *Plant* yang telah terpisah dari *separator* akan mengalami proses penghilangan *impurities* seperti, merkuri pada unit *Gas Mercury Adsorber*, senyawa merkuri harus dikurangi karena dapat menyebabkan terjadinya korosi dengan *aluminium alloy* dan membentuk amalgam [4]. Gas tersebut harus dihilangkan kandungan air nya pada unit *TEG Dehydration* dan masuk ke dalam unit *PG Knockout Drum* dengan *pressure* sebesar 1011 psig dan *temperatur* sebesar 80°F untuk memisahkan gas dari *liquid* (kondensat) dan menghindari fase *liquid* masuk ke dalam *Acid Gas Removal* [5]. *Inlet PG Knockout Drum* berasal dari *production gas from PG Field Fa-*

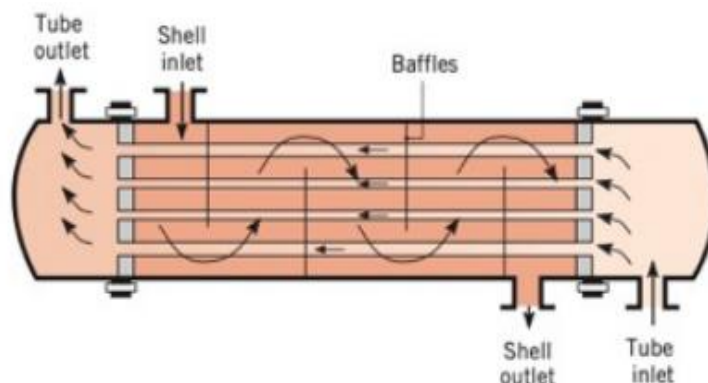
cility sementara *outlet* nya menuju *Condensate Surge Vessel*. Kondensat yang berasal dari *Separator* maupun *Knockout Drum* selanjutnya akan dialirkan menuju *Condensate Surge Vessel*. Sementara, untuk gas yang masih terdapat *impurities* berupa *acid gas* (H_2S , CO_2) akan dihilangkan pada unit *Amine Absorber*.

Pada *Condensate Surge Vessel* dengan kondisi operasi pada *pressure* 297 psig masih berpotensi mengandung air ataupun gas dengan fraksi ringan, agar tidak mengganggu proses pemisahan maka dipastikan pada alat tersebut hanya ada fase kondensat. Sehingga, dipisahkan fase yang tidak diinginkan tersebut yang asalnya dari *PG Gas Knockout Drum* (SK-15-V-02), *SK Production Separator* (SK-15-V-01 A/B), *PG Field Facility Pipeline*, *liquid* dari *Stabilizer Overhead* campuran *Discharge Knockout Drum* (SK-35-V-02 A/B), dan *Mercury Removal Unit* untuk sistem gas kondensat [2]. Kondensat yang telah melewati *Condensate Surge Vessel* akan dialirkan menuju *Condensate Stabilizer Column* dengan kondisi operasi pada *pressure* 247.75 psig, untuk menstabilkan dan meningkatkan kuantitas komponen *intermediate* (C_3 sampai C_5) dan komponen *heavy* (C_{6+}) pada kondensat serta memisahkan gas hidrokarbon yang ringan (C_1 dan C_2) [6]. Selain itu, tujuan kondensat distabilkan agar mengurangi tekanan uap kondensat (*Reid Vapor Pressure*) sampai kurang dari 12 RVP karena dalam perjalanannya menuju tangki ataupun jalur menuju *buyers* akan melewati berbagai peralatan yang memiliki batas tekanannya maka, kondensat harus distabilkan untuk mencegah terproduksinya fase uap saat kondensat dialirkan menuju *Spherical Storage Tank* ataupun pada saat penyimpanan kondensat [7]. Dalam proses penstabilan kondensat pada komponen *intermediate* dan *heavy* dibantu oleh *stabilizer reboiler* yang berfungsi sebagai alat penukar panas untuk menghasilkan uap. *Reboiler* yang digunakan adalah *shell and tube heat exchanger* (STHE). *Stabilizer reboiler* ini beroperasi pada *pressure* 68.22 psig dan *temperature* 407°F.

Bagian dalam *reboiler* ditunjukkan pada Gambar 1. *Shell* merupakan silinder yang menyelubungi bagian dalam peralatan dan merupa-

kan bagian yang menjadi tempat mengalirnya fluida kerja. *Tube* berbentuk silinder yang merupakan pemisah antara dua zat sebagai media mengalirnya fluida yang akan ditukar panasnya. silinder yang merupakan pemisah antara dua zat sebagai media mengalirnya

fluida yang akan ditukar panasnya. Digunakan dua fluida kerja yang temperaturnya berbeda, satu fluida bertindak sebagai pemberi panas dalam proses ini menggunakan *hot oil* dan fluida lainnya (kondensat) menerima panas [8].



Gambar 1. Bagian dalam *Reboiler*

Kondensat yang telah stabil pada komponen *intermediate* (C_3 sampai C_5) dan komponen *heavy* (C_{6+}) akan melewati *Condensate Mercury Removal Vessel* untuk mencegah kandungan merkuri di dalam kondensat yang akan menghambat kinerja *Condensate Mercury Removal Vessel*. Air hasil proses separasi diolah lebih lanjut di dalam unit *Produced Water Treatment* dan diinjeksikan kembali melalui *Injection Well*.

Pada tahun 2024, Lapangan Jambi Merang menghadapi masalah berupa perbedaan tekanan yang tinggi, yaitu sebesar 30 psid, pada *Condensate Mercury Pre Filter* serta frekuensi pergantian *filter* yang meningkat. Selain itu, terjadi permasalahan pada unit *Level Control Valve SK-15 LV 120* di *PG Gas KO Drum* yang mengalami *jammed*. Setelah dilakukan pemeriksaan, ditemukan *solid carryover* yang menumpuk pada *filter* tersebut. Permasalahan disebut masalah karena tidak dapat dijawab secara langsung, informasi (data) harus diseleksi terlebih dahulu dan jawaban yang diperoleh tidak mewakili kategori permasalahan sehari-hari [9]. Penelitian ini mencakup berbagai aspek, termasuk analisis laboratorium dan parameter proses produksi. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi penyebab munculnya masalah *solid carryover* serta langkah-langkah penanganan yang telah diterapkan di Lapangan Jambi Merang.

2. Metode

Dalam upaya mengatasi permasalahan yang terjadi di Lapangan Jambi Merang dan memastikan dugaan penyebab *solid carryover* maka digunakan metode pengumpulan hipotesis dan data yang membantah dugaan tersebut berdasarkan analisis laboratorium dan penelusuran alur proses produksi. Dikumpulkan data parameter produksi dan kejadian yang kemungkinannya berkaitan dengan permasalahan. Data parameter yang dikumpulkan seperti, *pressure*, *temperature*, laporan *maintenance*, hasil analisis laboratorium berdasarkan fisika dan kimia.

2.1 Teknik Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data berisi data yang menunjang masalah dan membantah hipotesis. Data yang dikumpulkan meliputi :

1. Pengumpulan data *pressure* dan *temperature* pada *condensate mercury pre-filter*, *PG Knockout Drum*, *Condensate Surge Vessel*, *Condensate Stabilizer Column*.
2. Pengumpulan data *pressure* dan *temperature Reboiler*.
3. Pengumpulan data analisis laboratorium berupa *properties hot oil*, hasil percobaan pencampuran *hot oil* dan kondensat, komposisi *sludge* pada *PG Knock-out Drum*, data penjadwalan TAR, dan hipotesis penyebab masalah.

2.2 Tahap Analisis Data

Tahapan analisis data berisi hipotesis yang menunjang masalah tersebut. Hipotesisnya yaitu kebocoran pada *shell and tube heat exchanger*, adanya akumulasi *solid carryover* di dalam unit *Condensate Stabilizer Column* yang seiring waktu menumpuk dalam *column* dan karena faktor tertentu mengalami kerontokan sehingga, terbawa pada aliran kondensat, dan adanya *solid carryover* ikutan yang bersumber dari asal *inlet Condensate Stabilizer Column*.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hipotesis penyebab yang telah disebutkan maka, dibuktikan kemungkinan-

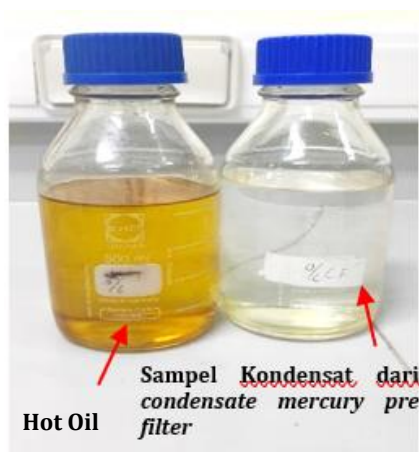
nya melalui data dan pengujian di laboratorium. Pada hipotesis pertama adanya kebocoran pada bagian *shell and tube heat exchanger*. Berdasarkan parameter di lapangan diketahui tekanan kondensat pada *shell* sebesar 240 psi dan tekanan pada *hot oil tube* sebesar 70-80 psi walaupun terjadi kebocoran maka kemungkinan terbesarnya adalah berpindahnya kondensat ke *hot oil*. Kemungkinan lainnya yaitu, terjadi percampuran antara *hot oil* dan kondensat namun, hipotesis tersebut dibantah dengan percobaan di laboratorium yang menggabungkan antara *hot oil* dengan kondensat dengan berbagai perbandingan. Kedua fluida tersebut diklasifikasikan sebagai senyawa non polar, dapat dilihat *properties hot oil* pada Tabel 1.

Tabel 1. *Properties Hot Oil* [12]

Sifat Fisika dan Kimia	
Wujud Fisik	Cair
Warna	Tidak berwarna hingga cokelat
Bau	Aromatik
Titik Nyala - Wadah tertutup	130°C (266°F) <i>Setaflash Closed Cup</i> ASTM D3828
Batas Keterbakaran di Udara	Lower: 0.5 % (V) <i>Literature</i>
	Upper: 6.3 % (V) <i>Literature</i>
Suhu Penyalaan Otomatis	432°C (810°F) <i>Literature</i>
Tekanan Uap	<= 1 mmHg @ 20°C <i>Literature</i>
Titik Didih (760mmHg)	288.3°C (550.9°F) <i>Literature reflux</i>
Massa Jenis Uap (air=1)	>=1 <i>Literature</i>
<i>Specific Gravity</i> (H ₂ O =1)	1.03 – 1.20 25°C/25°C <i>Literature</i>
Titik Beku	Tidak Ada
Titik Leleh	Tidak Ada
Kelarutan Dalam Air (Berdasarkan Berat)	0.08 ppm @25°C <i>Literature</i>
pH	Tidak Ada

Berdasarkan prinsip "*like dissolves like*", yaitu pelarut akan melarutkan senyawa dengan polaritas yang sama. Pelarut non polar akan melarutkan senyawa non polar begitupun sebaliknya [10]. Sampel *hot oil* dan *kondensat* dari *Condensate Mercury Filter* ditunjukkan pada Gambar 2. Sampel tersebut diambil secara terukur pada gelas ukur yang ditunjukkan pada Gambar 3. Berikut hasil percobaan di laboratorium dalam skala perbandingan kecil

yang menunjukkan kedua senyawa tersebut bersifat *miscible* (bercampur) pada Gambar 4 dan Gambar 5. Namun, dalam jumlah yang besar, waktu yang lama, dan adanya penurunan temperatur maka dapat terbawa seiring waktu terakumulasi dan menumpuk pada *filter*. Dari hipotesis dan dibuktikan dengan percobaan di laboratorium dapat disimpulkan bahwa hipotesis tersebut kemungkinan penyebab masalahnya adalah kecil.



Gambar 1. Sampel *hot oil* dan kondensat dari *Condensate Mercury Pre Filter* [11]



Gambar 3. Pengukuran Sampel



Gambar 4. Perbandingan *Hot Oil* 1 mL dan Kondensate 10 mL [11]



Gambar 5. Perbandingan *Hot Oil* 10 mL dan Kondensate 1 mL [11]

Hipotesis kedua yaitu, adanya akumulasi kotoran di dalam unit *Condensate Stabilizer Column* yang seiring waktu menumpuk dalam *column* dan karena faktor tertentu mengalami kerontokan sehingga, terbawa pada aliran

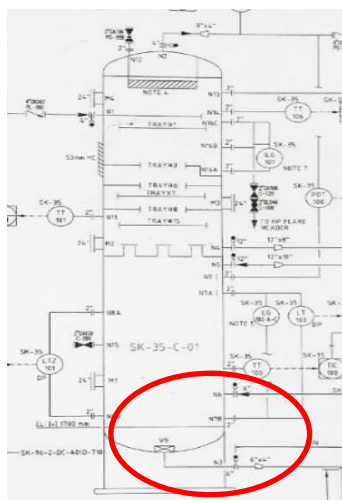
kondensat. Hipotesis ini terbantahkan setelah PHE Jambi Merang rutin melakukan pembersihan pada alat selama dua tahun sekali didasarkan data TAR pada Tabel 2.

Tabel 2. *Schedule Turn Around* PHE Jambi Merang [13-16]

Jadwal TAR	Lokasi Pembersihan Alat
24 Agustus 2019 – 03 September 2019	Pembersihan <i>Condensate Stabilizer Reboiler</i> Setelah 2 tahun, ditemukan endapan karbon hitam di bagian luar <i>tube bundle</i> dan di sisi <i>shell</i> yang mengindikasikan terbentuk akibat pemanasan kondensat. Selanjutnya, diperlukan pembersihan secara kimia untuk menghilangkan endapan tersebut.
25 September 2021 – 04 Oktober 2021	Pembersihan <i>Condensate Stabilizer/Deethanizer Reboiler</i> Setelah 4 sampai 11 tahun ditemukan sedikit endapan karbon hitam di luar <i>tube bundle</i> dan di sisi <i>shell</i> yang mengindikasikan terbentuk akibat pemanasan kondensat
11 Oktober 2022 - 20 Oktober 2022	Pembersihan Mekanis <i>Condensate Stabilizer Reboiler</i> (SK-35-E-03)
18 Agustus 2024 - 27 Agustus 2024	Pembersihan dan Inspeksi <i>Condensate Stabilizer Reboiler</i> (SK-35-E-03)

Selain bantahan diatas, pada desain *Condensate Stabilizer Column* terlihat bahwa *outlet* kondensat berada dibagian bawah alat atau diarah jam enam, dapat dilihat pada Gambar 6, jika terjadi akumulasi kemungkinannya *solid carryover* tersebut terbawa

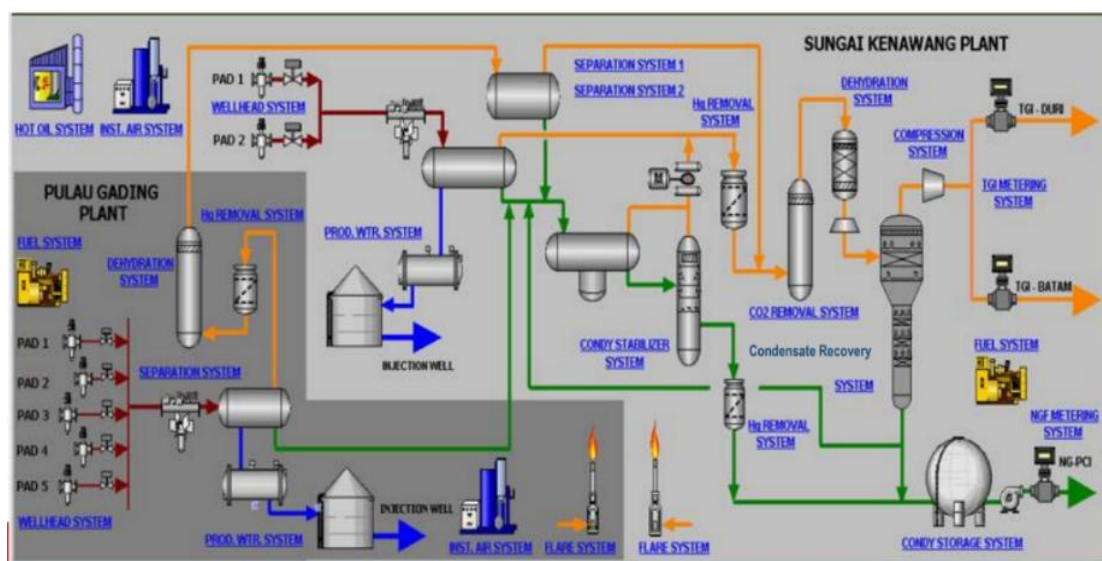
bersama dengan kondensat. Sehingga, adanya akumulasi kemungkinannya kecil. Disimpulkan penyebab masalah berdasarkan hipotesis kedua yang menyatakan akumulasi kotoran kemungkinan terbuktinya kecil.



Gambar 6. *Piping and Instrumentation Diagram Condensate Stabilizer Column* [2]

Hipotesis ketiga yaitu, adanya *solid carryover* ikutan yang bersumber dari asal *inlet Condensate Stabilizer Column*. Dilakukan penelusuran berdasarkan alur produksi yang ditunjukkan pada Gambar 7, yaitu, *inlet Condensate Stabilizer Column* berasal dari *Condensate Surge Vessel*. *Condensate Surge Vessel* inlet nya berasal dari :

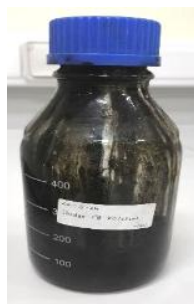
1. *Condensate from PG Field Facility*
2. *Condensate from Deethanizer NGL Product Cooler*
3. *Off Spec Recycle From Shipping Pump*
4. *Condensate from SK Production Separator B*
5. *Liquid From Stab OVHD Comp Disch KO Drum*
6. *Condensate from PG Gas KO Drum*
7. *From Mercury Removal For Gas System*
8. *Condensate from SK Production Separator A*
9. *Condensate from Recycle Pumps*



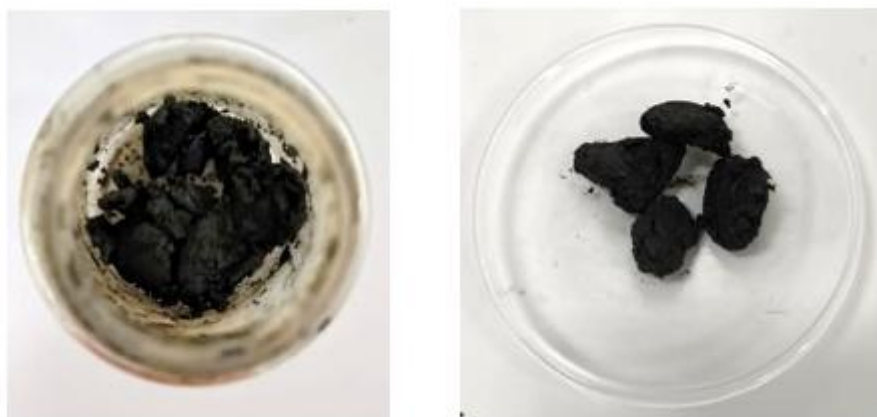
Gambar 7. *Process Flow Diagram Pulau Gading dan Sungai Kenawang Central Gas Plant* [2]

Pada tahapan pengumpulan data dan informasi, pada tahun 2024 terjadi permasalahan *jammed* pada unit *Level Control Valve SK-15 LV 120* yang ada di *PG Gas KO Drum* yang ditunjukkan pada Gambar 8, setelah dilakukan

pembongkaran dan perbaikan ditemukan *solid carryover* yang berdasarkan hasil analisis laboratorium identik dengan partikel yang ada di *Condensate Mercury Pre filter (SK-18-F-04 A)* ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 8. *Solid Carryover Pada PG Knockout Drum* [11]



Gambar 9. *Solid Carryover* Pada *Condensate Mercury Pre filter* [11]

Tabel 3. Analisis *Sludge Content* [11]

NO	PARAMETER	HASIL	SATUAN	METODE
1	Penampakan	Lumpur Hitam	-	Visual
2	Kehilangan Saat Pembakaran (<i>Loss on ignition</i>)	92.96	%wt	Gravimetri
3	Larut dalam asam	26.02	%wt	Gravimetri
4	Fe	2.44	%wt	AAS
5	Na	0.17	%wt	AAS
6	Mg	0.02	%wt	AAS

Dari analisis laboratorium yang ditunjukkan pada Tabel 3, hipotesis yang menyatakan *solid carryover* tersebut bersumber dari material korosif terbantahkan karena kadar Fe yang didapat termasuk dalam kategori kecil sebesar 2.44%. *Solid carryover* yang bersumber dari PG *Knockout Drum* kemungkinan disebabkan oleh *chemical carryover* dimana proses pada PG *Knockout Drum* melibatkan dua bahan kimia yaitu, *Corrosion Inhibitor* dan *Triethylene Glycol*. Aksi perbaikan yang dilakukan PHE Jambi Merang adalah penggantian *filter*, *pigging*, dan inspeksi peralatan pada saat TAR.

4. Simpulan

Dari hipotesis dan data yang berhasil dikumpulkan disimpulkan bahwa munculnya masalah perbedaan tekanan yang tinggi pada *Condensate Mercury Pre filter* (SK-18-F-04 A) disebabkan adanya *solid carryover* yang menumpuk pada *filter* tersebut. Diatasi masalah tersebut dengan penggantian *filter*. Setelah dilakukan pemeriksaan melalui proses alur

produksi, *solid carryover* tersebut berasal dari PG *Knockout Drum*. Inlet PG *Knock Out Drum* berasal dari gas Pulau Gading Plant. *Solid carryover* ini diduga adalah *chemical carryover* berupa *Corrosion Inhibitor* atau *Triethylene Glycol*. Aksi perbaikan yang dilakukan PHE Jambi Merang adalah penggantian *filter*, *pigging*, dan inspeksi peralatan pada saat TAR. Namun, dugaan tersebut belum ditelusuri sampai akar permasalahan. Sehingga, perlu dilakukan penelusuran dan penelitian lebih lanjut.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen *Facility Operation* PT PHE Jambi Merang, khususnya di Divisi Laboratorium, atas bantuan dalam pengumpulan data, analisis, dan dukungannya dalam penelitian ini. Penulis berharap bahwa penelitian ini akan memberikan kontribusi yang berarti untuk memajukan pengetahuan dan industri minyak dan gas.

Daftar Pustaka

- [1] T. Marhaendrajana and A. Kartawidjaya, 2007, "Parametrical study on retrograde gas reservoir behavior," *Jtm*, vol. XIV, no. 3, pp. 133–144, 2007.
- [2] F. Overview, "PT. Pertamina Hulu Energi", [Online]. Available: <https://phe.pertamina.com/>
- [3] A. Setiyono and Y. A. K. Nisa, "Evaluasi Kinerja Fin-Fan Cooler E-0101 Di Gas Separation Unit Central Processing Plant Gundih," *PETRO J. Ilm. Tek. Perminyakan*, vol. 12, no. 3, pp. 174–182, 2023, doi: 10.25105/petro.v12i3.17234.
- [4] L. Rosmayati, Y. Andriani, and Y. K. Caryana, "Rancang Bangun Adsorben Mercury Removal," *Lembaran Publ. Miny. dan gas bumi*, vol. 45, no. 1, pp. 33–45, 2022, doi: 10.29017/lpmgb.45.1.680.
- [5] Y. M. Ali, D. S. N. Saleh, W. A. Ayash, S. Z. Ghani, and S. A. Salih, "Design and CFD Simulation of Knockout Drum," *J. Pet. Res. Stud.*, vol. 10, no. 4, pp. 181–198, 2020, doi: 10.52716/jprs.v10i4.377.
- [6] N. Moghadam and M. Samadi, "Gas Condensate Stabilization Unit: Different Design Approaches," *Int. J. Chem. Eng. Appl.*, vol. 3, no. 6, pp. 461–465, 2012, doi: 10.7763/ijcea.2012.v3.244.
- [7] S. Mokhtab, W. A. Poe, J. G. Speight, G. Zatzman, and M. R. Islam, "HANDBOOK OF NATURAL GAS TRANSMISSION AND PROCESSING With contributions of," 2006, [Online]. Available: www.EngineeringBooksPdf.com
- [8] Muchammad, "Analisis Penurunan Performa Heat Exchanger Stabilizer Reboiler 011E120 di PT. Pertamina Refinery Unit IV Cilacap," *Momentum*, vol. 13, no. 2, pp. 72–77, 2017.
- [9] S. Sabaruddin, "Penggunaan Model Pemecahan Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Analisis Peserta Didik Pada Materi Gravitasi Newton," *Lantanida J.*, vol. 7, no. 1, p. 25, 2019, doi: 10.22373/lj.v7i1.3795.
- [10] M. Program, S. Ilmu, and F. T. Pertanian, "Pengaruh jenis pelarut terhadap aktivitas antioksidan ekstrak meniran (*Phyllanthus niruri* L .) the effect of different solvents on the antioxidant activity of gale of the wind extract (*Phyllanthus niruri* L .)," *J. ITEPA*, vol. 9, no. 4, pp. 458–467, 2020.
- [11] Departemen *Facility* Operation PT Pertamina Hulu Energi Jambi Merang, A. R. Report, "Jambi merang testing laboratory," pp. 2022–2024, PT Pertamina Hulu Energi Jambi Merang, 2024.
- [12] Zeolite Products, "Material Safety Data Sheet Induex-25 MATERIAL SAFETY DATA SHEET," *Mater. Saf. Data Sheet*, no. 1907, pp. 1–5, 2021, [Online]. Available: <https://fscimage.fishersci.com/msds/60250.htm>
- [13] Departemen *Facility* Operation PT Pertamina Hulu Energi Jambi Merang, P. Shutdown and F. Report, "Plant Shutdown Final Report," PT Pertamina Hulu Energi Jambi Merang, 2019.
- [14] Departemen *Facility* Operation PT Pertamina Hulu Energi Jambi Merang, "Final Report TAR 2021.pdf," PT Pertamina Hulu Energi Jambi Merang, 2021.
- [15] Departemen *Facility* Operation PT Pertamina Hulu Energi Jambi Merang P. Shutdown and F. Report, "Turn Around 2024 Jambi Merang Final Report," PT Pertamina Hulu Energi Jambi Merang, 2024.
- [16] Departemen *Facility* Operation PT Pertamina Hulu Energi Jambi Merang "Final Report TAR 2022.pdf," PT Pertamina Hulu Energi Jambi Merang, 2022.