

PENGGANTIAN KATALIS PRIMARY REFORMER DENGAN METODE DENSE LOADING OTOMATIS SEBAGAI SOLUSI EFISIENSI ENERGI

Ibrahim^{1*}, A. Saggaf², dan A.P. Usman²

¹ Departemen Rendal Produksi, PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang, Palembang

² Universitas Sriwijaya, Palembang

Corresponding author: baim@pusri.co.id

ABSTRAK: Pabrik amoniak Pusri II-B menggunakan teknologi *KBR Purifier*. Salah satu komponen utama dalam proses produksi amoniak adalah sistem *reforming* yang meliputi *primary reformer* dan *secondary reformer*. *Primary reformer* berperan untuk mereaksikan natural gas dengan steam menjadi gas hydrogen (H_2) melalui reaksi. Penggantian katalis *primary reformer* (101-B) dilakukan pada bulan Desember 2023 saat *Turn Around* dengan menggunakan metode *dense loading* otomatis. Deviasi *pressure drop* pada pekerjaan saat loading katalis dengan metode ini berada dalam range interval -2,24% / +2,49%. Hasil *performance test* pada bulan Februari 2023 setelah penggantian katalis adalah penurunan *pressure drop* katalis menjadi 1,9 kg/cm² dari sebelumnya sekitar 3,705 kg/cm² dan penurunan CH_4 slip keluaran *primary reformer* (101-B) dari sebelumnya 28,03% menjadi 26,43% serta penurunan efisiensi energi pabrik amoniak Pusri II-B menjadi 31,42 MMBTU/ton dari sebelum penggantian sebesar 33,57 MMBTU/ton. Dengan demikian, penggantian katalis *primary reformer* berdampak pada penurunan penggunaan gas alam yang merupakan salah satu upaya dalam mendukung *net zero emission*.

Kata Kunci: Efisiensi Energi, Katalis, Lifetime, Metode Dense, Primary Reformer

ABSTRACT: The Pusri II-B ammonia plant uses *KBR Purifier* technology. One of the main components in the ammonia production process is the *reforming* system, which includes the *primary reformer* and *secondary reformer*. The *primary reformer* functions to react natural gas with steam to produce hydrogen gas (H_2) through a reaction. The replacement of the *primary reformer* catalyst (101-B) was carried out in December 2023 during the *Turn Around*, using the automatic *dense loading* method. The *pressure drop* deviation during catalyst loading with this method was in the range of -2.24% to +2.49%. The *performance test* results in February 2023 after the catalyst replacement showed a reduction in catalyst *pressure drop* to 1.9 kg/cm² from approximately 3.705 kg/cm² previously, and a reduction in CH_4 slip from the *primary reformer* (101-B) from 28.03% to 26.43%. Additionally, the energy efficiency of the Pusri II-B ammonia plant improved, with the energy ratio decreasing to 31.42 MMBTU/ton from 33.57 MMBTU/ton before the replacement. Thus, the replacement of the *primary reformer* catalyst resulted in a reduction in natural gas consumption, which is one of the efforts to support *net zero emissions*.

Keywords: Catalyst, Dense Method, Energy Efficiency, Lifetime, Primary Reformer

PENDAHULUAN

PT. Pupuk Sriwidjaja (PUSRI) Palembang merupakan salah satu perusahaan termuka di Indonesia dan menjadi pelopor perusahaan pupuk di tanah air yang bergerak di bidang industri pupuk dan petrokimia. Pusri berlokasi di Palembang, Sumatera Selatan dan didirikan pada tanggal 24 desember 1959. Pusri membagi produknya menjadi 3 kategori yaitu produk pupuk (pupuk urea dan NPK), produk non pupuk (amoniak) dan produk samping (*Dry ice*, CO_2 cair, Nitrogen dan Oksigen). Saat ini, Pusri

berfokus pada produksi dan pendistribusian pupuk urea dan NPK bagi petani di seluruh wilayah Indonesia. Adapun pabrik yang masih beroperasi saat ini di PT. PUSRI yaitu 3 Pabrik Amoniak (Pusri I-B, II-B dan IV), 4 Pabrik Urea (Pusri I-B, II-B, III, dan IV), 3 Pabrik NPK (NPK I, NPK-II, dan NPK-III), *ASP Plant* dan *CO₂ Plant*.

Pada tahun 2013 dilakukan *ground breaking* untuk pembangunan Pabrik Pusri II-B dan mulai beroperasi pada tahun 2016. Pengoperasian Pabrik Pusri II-B sebagai hasil revitalisasi Pusri II dan bertujuan untuk menciptakan industri hijau yang berbasis pada kepedulian lingkungan.

Pabrik amoniak Pusri II-B memproduksi sebanyak 660.000 ton amoniak per tahun dengan perbaikan *Turn Around* setiap 2 tahun sekali (PT. Pupuk Sriwidjaja, 2023). *Turn Around* terakhir dilakukan di bulan Desember 2023 dan dua tahun sebelumnya *Turn Around* Pabrik Pusri II-B dilakukan di tahun 2021. *Turn Around* ini dilakukan untuk meningkatkan efisiensi energi serta mengurangi biaya dan emisi gas buang.

Pabrik amoniak Pusri II-B menggunakan teknologi *KBR Purifier*. Pada sistem *reforming* di Pusri II-B, sebagian besar beban *reforming* bergeser dari *primary reformer* ke *secondary reformer*. Hal ini menyebabkan ukuran *primary reformer* yang lebih kecil dan konsumsi *fuel* yang lebih rendah dibandingkan dengan pabrik amoniak konvensional lainnya (PT. Pupuk Sriwidjaja, 2017).

Terdapat beberapa tahapan proses operasional pabrik amoniak Pusri II-B dimulai dari tahap *feed treating*, *reforming*, *purification*, *synloop* dan *refrigeration*. *Reforming* pada pabrik amoniak meliputi *primary reformer* (101-B) dan *secondary reformer* (103-D). *Primary reformer* memiliki fungsi untuk mereaksikan natural gas dengan steam menjadi gas hydrogen (H_2) melalui reaksi *steam reforming*.

Primary reformer adalah tungku pemanas dengan bahan bakar gas alam yang didalamnya dan terdapat susunan *tube* berkatalis. *Tube* katalis adalah tabung yang digantungkan di *furnace radiant section* yang didalamnya terdapat *bed* katalis jenis nikel untuk reaksi *reforming*. Secara keseluruhan, reaksi yang terjadi di *primary reformer* adalah reaksi endotermis yang berarti memerlukan *supply gas* (Norell, 2015).

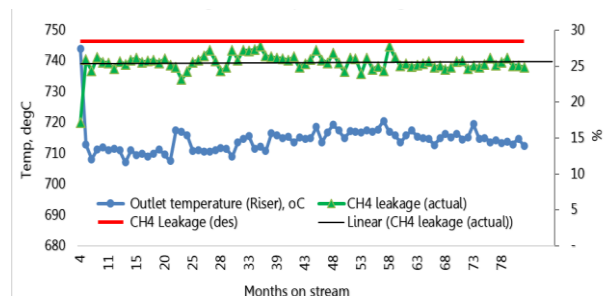
Panas reaksi akan disuplai dari *fuel gas* yang dibakar diburner yang terletak sepanjang *row tube* katalis. Proses ini menyebabkan profil temperature sepanjang tube katalis menjadi bervariasi atau tidak sama. Kerja *primary reformer* akan lebih ringan jika kandungan methane yang terdapat di *primary* sebesar ± 28.5 mol%. Hal ini juga dapat memberikan keleluasaan pada sisi operasionalnya sehingga umur katalis menjadi lebih panjang. Jika sudah menyentuh *lifetime* katalis serta mengalami penurunan performa pada *primary reformer* maka akan dilakukan penggantian katalis.

Katalis *primary reformer* secara desain mempunyai *lifetime* katalis 6 tahun akan tetapi, *lifetime* katalis pabrik amoniak Pusri II-B sampai dengan Juli 2023 telah beroperasi selama 6,9 tahun terhitung sejak pabrik beroperasi pertama kali tahun 2016.

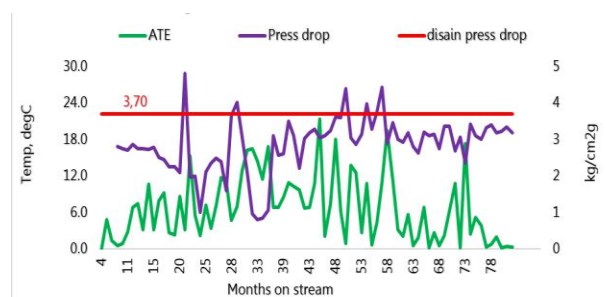
Parameter yang harus diperhatikan dalam mengamati kinerja katalis adalah aktivitas katalis yang bisa dilihat dari *conversion rate*, stabilitas katalis, tekanan dan *temperature* operasi, *lifetime* (umur) katalis, ketahanan

kontaminasi katalis dari sulfur, fosfor dan senyawa carbon lainnya serta efisiensi energi (Nielsen J, 1984).

Kinerja katalis *primary reformer* (101-B) pabrik amoniak Pusri II-B sebelum dilakukan *Turn around* pada bulan Juli 2023 adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik Exit Temperature Riser dan CH₄ Leakage 101-B



Gambar 2. Grafik Methane ATE dan DP ratio

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan penurunan kinerja katalis dari *pressure drop* yang cenderung naik dan mendekati desain yaitu $3,18$ kg/cm^2 pada bulan Juni 2023 sedangkan desain $3,7$ kg/cm^2 . Walaupun, jika dilihat dari parameter lain seperti methane (CH_4) slip yang masih cukup baik. Maka dari itu, diputuskan untuk melakukan penggantian katalis pada *Turn Around* di bulan Desember 2023. Kegiatan *Turn Around* dilakukan untuk mencapai target produksi sesuai RKAP dan dapat meminimalkan terjadinya *unplanned shutdown*.

METODE PENELITIAN

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam penggantian katalis *primary reformer* (101-B) yaitu metode *socking*, metode *dense loading conventional* dan metode *loading dense otomatis*. Parameter kesuksesan dari kegiatan *loading* adalah keseragaman nilai *pressure drop* dari keseluruhan *tube* katalis. Selain itu, parameter garansi yang dijanjikan adalah nilai deviasi *pressure drop* setiap *tube* katalis.

Metode *socking* telah digunakan di Pabrik Amoniak Pusri Palembang sejak lama. Metode ini digunakan untuk mempersiapkan katalis sebelum digunakan di dalam *primary*. Metode ini bertujuan untuk memastikan

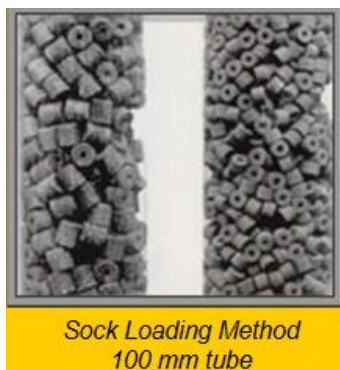
distribusi katalis yang merata di dalam *tube primary reformer* dan memaksimalkan kontak antara katalis dan *feed gas* selama proses *reforming*.

Proses ini juga bertujuan untuk menjaga integritas fisik katalis, menghindari kerusakan serta memastikan aktivitas katalis tetap optimal selama operasi. Tahapan metode *socking* ini meliputi pembersihan *tube primary reformer*, persiapan katalis, proses *socking*, dan pengujian tekanan. Pembersihan *tube* katalis di *primary reformer* dilakukan untuk mencegah kontaminasi biasanya menggunakan metode vakum. Kemudian, memastikan kondisi katalis yang akan di *loading* harus dalam kondisi kering dan bebas dari kelembapan. Katalis di simpan dalam kemasan kedap udara sampai siap digunakan.

Proses *loading* katalis dengan menggunakan metode *socking* dilakukan sangat hati-hati. Pengisian katalis dilakukan bertahap untuk menghindari kerusakan fisik akibat beban yang terlalu berat dari tumpukan material. Jika katalis terlalu cepat di *loading* maka, akan terjadi kerusakan dan mengakibatkan banyaknya debu katalis yang dapat menurunkan aktivitas katalis. Setelah proses *loading* selesai, maka dapat dilakukan pengujian tekanan pada masing-masing *tube primary reformer* untuk memastikan bahwa tidak ada kebocoran pada *tube* dan distribusi katalis sudah optimal.

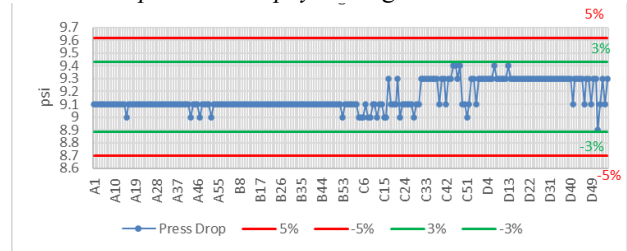
Adapun beberapa kesulitan menggunakan metode ini yaitu memerlukan peralatan yang tepat dan teknik yang cermat untuk memastikan tidak adanya kerusakan katalis dan distribusi yang optimal serta proses *socking* memerlukan waktu tambahan dan sumber daya untuk menjaga kualitas katalis.

Seperti yang sudah dijabarkan diatas setelah menggunakan metode ini, terdapat beberapa kekurangan yaitu memerlukan langkah terpisah untuk mengisi *sock* dengan katalis, metode *socking* memakan waktu yang cukup lama untuk pengisian satu *tube* nya yaitu sekitar 25 menit, pembebanan yang kurang seragam dan ketidakseragaman *pressure drop* saat selesai *loading* (Unidense Technology, n.d). Hal ini disebabkan karena pengerjaan manual oleh manusia yang membuat potensi kegagalan yang cukup tinggi. Berikut adalah Gambaran susunan katalis dengan *loading* menggunakan metode *socking*.



Gambar 3. Susunan Katalis dengan Metode *Socking*

Pabrik Pusri I-B adalah pabrik terakhir yang menggunakan metode *socking* saat *turn around* tahun 2018. Hasil *pressure drop*nya sebagai berikut :

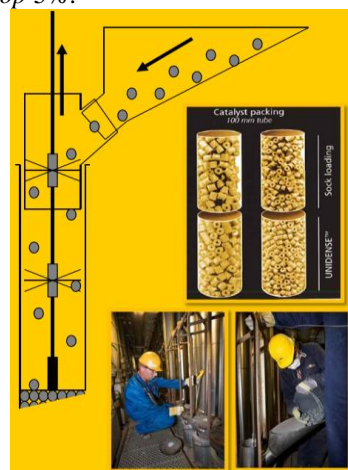


Gambar 4. Final Pressure Drop Test Pabrik Amoniak Pusri IB Metode *Socking* pada TA 2018

Dari Gambar 4. Menjelaskan bahwa deviasi *pressure drop* masih cukup baik masih dalam range $\pm 5\%$ (sesuai dengan garansi). Tetapi, keseragaman *pressure drop* masih cukup lebar yaitu dari range 8,7 psi – 9,4 psi.

Metode *dense loading* adalah metode penyempurnaan dari metode *socking* yang digunakan dalam *tube primary reformer* di pabrik amoniak, methanol dan hydrogen. Metode ini dirancang untuk *reformer* dengan diameter internal mulai 70-250 mm. Metode *dense loading* adalah teknik *loading* katalis yang lebih padat dan merata dibandingkan dengan metode *socking*. Metode *dense loading* konvensional adalah metode *loading* katalis menggunakan *Y-pipe* dimana ada alat seperti *spring spiral* yang dikaitkan pada semacam tali kabel yang berfungsi untuk mengatur jatuhnya katalis sehingga susunan katalis dalam *tube* akan lebih seragam.

Metode ini merupakan metode yang baru digunakan di Pusri pada saat *turn around* Pabrik Amoniak Pusri IV pada bulan Februari 2023. Parameter garansi deviasi *pressure drop* 5%.

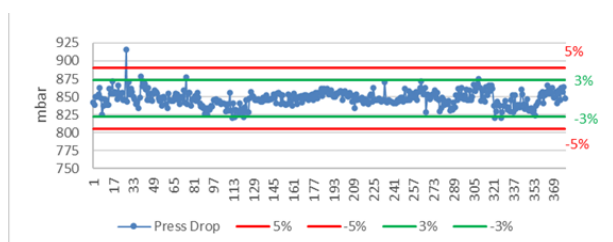


Gambar 5. Metode *Dense Loading* Konvensional

Dikarenakan metode *dense loading* konvensional menggunakan sistem gravitasi maka, katalis yang dijatuhkan mengalami distribusi yang kurang merata. Hasilnya, terdapat potensi ruang antar butiran di tube

katalis yang bervariasi dan menyebabkan efisiensi transfer panas yang berkurang karena gas proses yang tidak mengalir secara seragam, peningkatan tekanan diferensial dapat berpotensi mengurangi kinerja keseluruhan *tube* dan penggunaan katalis yang kurang optimal karena distribusi katalis yang tidak merata dapat mengurangi luas permukaan efektif (Kumar dan Prasad, 2021).

Metode *dense loading* konvensional merupakan metode yang digunakan di Pabrik Amoniak Pusri IV pada saat turn around bulan Februari 2023. Garansi deviasi yang ditawarkan metode ini sebesar 5%. Dikarenakan metode *dense loading* konvensional memiliki kekurangan yaitu distribusi katalis yang tidak merata, peningkatan resiko deformasi fisik katalis dan kapasitas *loading* yang lebih rendah. Seperti terlihat pada Gambar 6. penggunaan metode *dense loading* konvensional cenderung menghasilkan *pressure drop* yang kurang seragam.



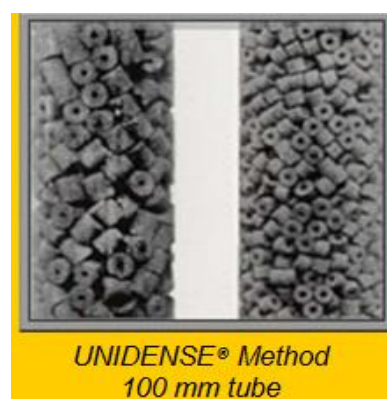
Gambar 6. Final Pressure Drop Test Pabrik Amoniak Pusri IV Metode Dense Loading Konvensional TA 2023

Metode *dense loading* otomatis adalah perkembangan dari *dense loading* tipe konvensional, dimana tahapan yang sebelumnya dilakukan manusia diubah menjadi otomatis menggunakan alat, sehingga garansi deviasi yang ditawarkan cukup baik yaitu 3%. Salah satu yang telah menggunakan metode ini dan memiliki hak paten adalah Unidense. Keunggulan menggunakan metode *dense loading* otomatis adalah *loading* yang lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional. *Pressure drop* yang lebih seragam di seluruh *tube reformer* dan dapat mengurangi potensi *hot spot*. Tidak memerlukan *vibrator* untuk menempatkan katalis dengan baik dan meningkatkan efisiensi operasi dengan mengoptimalkan *temperature outlet* gas dan mengurangi kehilangan *methane loading* (Unidense Technology, n.d).

Loading katalis dengan menggunakan metode *dense loading* otomatis dengan diameter 4' dan tinggi 10 meter bisa diselesaikan dalam waktu sekitar 10 menit artinya lebih cepat dibandingkan dengan metode lainnya. Tak hanya itu, penggunaan metode *dense loading* otomatis juga dapat mengurangi limbah katalis, suhu dinding tabung *tube* yang lebih rendah, umur *tube* yang panjang dan meningkatkan aktivitas proses *reforming*. Dengan menggunakan *dense loading* otomatis juga dapat meningkatkan 3-7% lebih banyak katalis yang dapat di

loading kan di dalam *tube reformer* dibandingkan dengan metode konvensional.

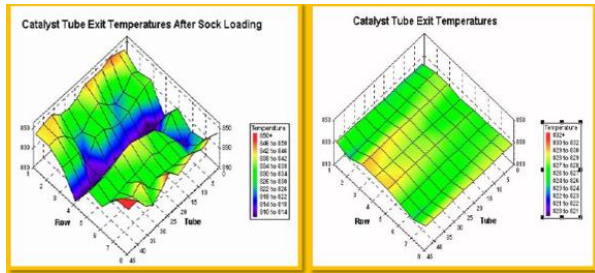
Selain itu, katalis yang di *loading* akan terhindar dari potensi mengalami kerusakan dan pengikisan sehingga katalis tetap utuh dan tidak rusak selama proses *loading*. Akibatnya, kapasitas reformasi yang meningkat karena lebih banyak katalis yang digunakan tanpa banyak terbuang atau rusak. Sehingga katalis berpotensi lebih banyak ter-*loading* yang berdampak pada optimalnya reaksi *reforming* serta dapat meningkatkan produksi secara keseluruhan. Berikut adalah ilustrasi metode *dense loading* otomatis.



Gambar 7. Susunan Katalis dengan Metode Dense Loading Otomatis

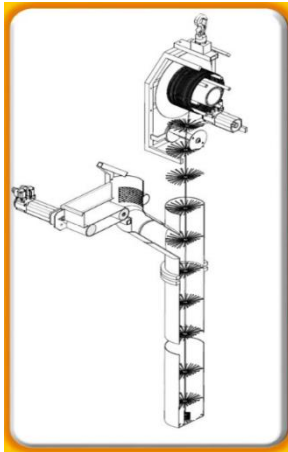
Dilihat dari Gambar 3 dan 7 didapatkan perbedaan yang cukup signifikan. Pada Gambar 3. *Loading* katalis yang menggunakan metode *socking* distribusinya kurang merata, terdapat celah atau rongga yang terlihat diantara katalis yang menunjukkan bahwa *loading* tidak sepadat mungkin dan dapat mengakibatkan distribusi gas yang tidak optimal selama proses *reforming* serta efisiensi yang lebih rendah. Dibandingkan dengan Gambar 7 yang menunjukkan katalis tampak lebih padat dan terdistribusi lebih merata, tidak ada rongga atau celah yang terlihat dan metode ini memastikan distribusi katalis yang optimal dan berpotensi meningkatkan efisiensi reaksi dan memperpanjang umur katalis karena lebih sedikit kerusakan selama *loading*.

Dari sisi *temperature* keluaran *tube reformer* dengan metode *socking* menunjukkan variasi *temperature outlet tube* tidak merata dengan variasi suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan peta berwarna yang memiliki variasi dari biru (dingin) ke merah (panas). Sedangkan, dengan metode *dense loading* otomatis menunjukkan suhu yang jauh lebih seragam dengan peta *temperature* yang lebih homogen. Warna yang mendominasi grafik lebih seragam yang menunjukkan perbedaan suhu yang lebih kecil di seluruh *tube*. Peta distribusi *temperature* dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 8. Perbandingan *Tube Exit Temperature*

Pada *primary reformer* (101-B) Amoniak Pusri II-B, Penggantian dilaksanakan pada saat kegiatan *Turn Around* Pabrik Pusri II-B di Bulan Desember tahun 2023. Metode yang digunakan adalah metode dense loading otomatis menggunakan teknologi dari Unidense. Metode dense loading otomatis dipilih karena menawarkan garansi deviasi *pressure drop* katalis saat loading yang cukup baik yaitu sebesar 3%.



Gambar 9. Alat Metode loading dense otomatis dari Unidense

Metode *dense loading otomatis* dipilih karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain distribusi katalis yang lebih merata, peningkatan volume katalis yang di *loading*, peningkatan aktivitas reaktor, pengurangan *chanelling*, meminimalkan deformasi fisik katalis serta pengurangan biaya operasional dalam jangka panjang (Hagen, 2015). Metode ini merupakan pengembangan dari metode dense loading tipe *conventional* yang mengubah tenaga manusia menjadi otomatis menggunakan alat. Metode dense loading otomatis pertama kali diterapkan pada Proyek Pabrik Pusri II-B tahun 2015. Oleh karena itu, pada *Turn Around* tahun 2023 digunakan metode dense loading otomatis kembali. Untuk mengevaluasi kinerja *Primary Reformer* pasca penggantian katalis, pengamatan akan dilakukan terhadap data dari dua kondisi yaitu, sebelum dan setelah *Turn Around*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Reformer merupakan komponen utama dalam proses pembentukan syngas. Salah satu bagian yang paling rentan terhadap kegagalan dalam *reformer* adalah *catalyst tube* yang terpapar secara langsung dengan temperature tinggi. Temperature skin tube maksimal adalah 864,4°C. Tingginya temperatur dapat menyebabkan katalis terdeaktivasi, terdeposisi karbon (*coking*), mengalami degradasi struktural dan meningkatkan konsumsi bahan bakar tanpa meningkatkan hasil produksi (Gao et al, 2020). Untuk menghindari hal-hal tersebut terjadi, maka dilakukan pemeriksaan dan penggantian katalis pada saat *turn around*.

Salah satu cara mengevaluasi kinerja katalis *primary reformer* dengan melihat trend *temperature outlet riser* dan CH₄ leakage seperti pada Gambar 1. Hubungan kedua nya adalah jika *temperature* di *outlet riser* terlalu rendah maka reaksi *reforming* tidak berjalan dengan optimal. Karena reaksi *reforming* adalah reaksi endotermis (membutuhkan panas), sehingga dibutuhkan *temperature* yang tinggi untuk mencapai konversi maksimum untuk menjadi gas. Jika *temperature* di *outlet riser* terlalu rendah, maka CH₄ tidak akan terkonversi sepenuhnya dan akan menyebabkan CH₄ leak (Zecevic and Bolf, 2020). Namun, *temperature* yang terlalu tinggi di *riser* dapat menyebabkan degradasi katalis atau bahkan kerusakan pada *tube reformer* dan inefi

Tidak hanya *temperature riser* yang mempengaruhi konversi *methane* tetapi, tekanan operasi juga. Tekanan yang terlalu rendah dapat menyebabkan CH₄ leak. *Methane* ATE juga berhubungan dengan DP ratio untuk melihat kinerja *primary reformer*, ketika DP ratio tinggi kemungkinan reaktor tidak mencapai suhu untuk melakukan konversi maksimum CH₄. Artinya, *reformer* bekerja dibawah efisiensi optimalnya dan menghasilkan *methane* ATE yang lebih tinggi. Oleh karena itu, *methane* ATE merupakan salah satu parameter untuk memahami efisiensi reaksi *reforming* dan DP ratio secara tidak langsung dapat mempengaruhi efisiensi tersebut melalui distribusi aliran gas dan kinerja katalis.

Berdasarkan Gambar 2 diatas menunjukkan penurunan kinerja katalis dari *pressure drop* yang cenderung naik dan mendekati desain yaitu 3,18 kg/cm² pada bulan Juni 2023 sedangkan desain 3,7 kg/cm².

Penggantian katalis *primary reformer* (101-B) Amoniak Pusri II-B dilakukan pada bulan Desember 2023. Proses penggantian katalis ini memerlukan waktu selama 17 hari, mulai dari tahap pengamanan sampai dengan kegiatan *unloading-loading*. Metode yang digunakan untuk *unloading* katalis adalah menggunakan vacuum blower dan metode loading menggunakan *dense loading otomatis*.

Deviasi *pressure drop* pada pekerjaan saat loading katalis dengan metode ini berada dalam range interval -2,24% / +2,49%. Hal ini lebih baik, dibandingkan dengan metode *dense loading* konvensional sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 4 diatas.

Setelah dilakukan penggantian katalis pada saat *Turn Around* Pabrik Pusri II-B dilakukan *performance test* pada bulan Februari 2024. *Performance test* dilakukan pada *rate* operasi 100%. Pada saat *performance test* analisa CH₄ slip di *primary reformer* (101-B) cukup baik yaitu sebesar 26,43% (desain 28,5%) setelah dilakukan penggantian katalis. Kinerja *primary reformer* ditunjukkan pada Tabel 1. sebagai berikut.

Tabel 1 Trend *Performance Primary Reformer* (101-B)

Parameter	Unit	2023		2024	
		27 Nov	25 Des	13 Feb	14 Feb
S/C	Mol/mol	2,77	2,76	2,74	2,73
Temp. out tube	°C	720	706	712	713
Temp. riser	°C	715,2	715,1	714,8	715,2
CH ₄ slip	% vol	28,40	27,80	25,82	26,12
Pressure Drop	Kg/cm ²	3,64	3,77	1,88	1,99

Dari Tabel 1. Menunjukkan *pressure drop* katalis menurun menjadi 1,9 kg/cm² dari sebelum penggantian 3,705 kg/cm². *Performance test* juga dilakukan untuk melihat rasio energi pabrik amoniak secara keseluruhan. Rasio energi ini meliputi gas proses, gas *fuel*, energi steam dan energi listrik yang digunakan pabrik amoniak Pusri II-B pasca *Turn Around* yang ditampilkan di Tabel 2.

Tabel 2 Perbandingan Rasio Energi Pabrik Amoniak Pusri II-B

Parameter	Unit	Aug 2021	Sebelum TA, Juli 2023	Setelah TA, Feb 2024
Produksi	Ton	2157.73	2082.04	2036.77
Gas Proses	MMBTU/ton	27.03	28.07	26.52
Gas Fuel	MMBTU/ton	5.29	4.83	5.59
Energi Steam	MMBTU/ton	-0.76	0.49	-0.78
Energi Listrik	MMBTU/ton	0.06	0.08	0.10
Energi Total	MMBTU/ton	31.62	33.47	31.42

Dari Tabel 2. rasio energi pabrik amoniak Pusri II-B menurun menjadi 31,42 MMBTU/ton dari 33,57 MMBTU/ton artinya, lebih baik dibandingkan efisiensi energi sebelum dilakukan *turn around* dan bahkan lebih baik dibandingkan pasca *turn around* di tahun 2021.

Hal ini dapat berdampak pada kinerja reaktor yang lebih efisien dan dapat mengurangi penggunaan energi yang berlebihan dan emisi yang dihasilkan. Penggantian katalis juga berdampak pada penurunan *fuel* di *heater* dan dapat mengurangi emisi CO₂. Penggantian katalis juga mendukung integrasi teknologi *carbon capture* dengan efisiensi yang lebih tinggi dan lebih sedikit emisi gas rumah kaca yang memungkinkan pemanfaatan CO₂ yang lebih efektif (Lee et al, 2021).

Penurunan pemakaian gas alam juga dapat menurunkan biaya energi secara signifikan. Penggunaan gas yang berlebihan tidak selalu dapat meningkatkan produksi karena prosesnya tetap bergantung pada rasio yang tepat antara gas alam dan bahan lainnya yaitu air dan udara (Harris dan David, 2012).

Dalam produksi amoniak, jika gas proses yang digunakan terlalu banyak maka, waktu kontak antara gas dan katalis di dalam reaktor bisa berkurang dan dapat menyebabkan reaksi yang tidak seimbang dan amoniak yang dihasilkan tidak dapat maksimal serta dapat mengganggu proses selanjutnya. Penggunaan gas alam yang terlalu banyak juga dapat meningkatkan tekanan operasi di reaktor dan *heat exchanger* dan bisa mengakibatkan resiko *leak* dan kerusakan *equipment*.

Penggunaan gas alam baik untuk proses maupun *fuel* yang berlebihan dapat menyebabkan peningkatan biaya operasional dan konsumsi energi yang lebih tinggi. Maka dari itu, penting untuk mengoptimalkan aliran gas proses maupun *fuel* agar sesuai dengan desain dan kapasitas serta dapat menjaga keseimbangan diseluruh proses produksi.

KESIMPULAN

Dari evaluasi yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Lifetime* katalis *Primary Reformer* Pabrik Amoniak Pusri II-B mencapai ± 6,9 tahun dari Agustus 2016 sampai Juli 2023.
2. Metode yang digunakan dalam penggantian katalis adalah Metode *dense loading otomatis* karena mempunyai nilai deviasi *pressure drop* ±3% lebih rendah dibandingkan dengan metode *dense loading* konvensional yaitu sebesar ±5%. Penggunaan metode *dense loading otomatis* digunakan untuk menghindari distribusi katalis yang tidak merata.
3. Deviasi *pressure drop* pada pekerjaan saat loading katalis dengan metode ini berada dalam range interval -2,24% / +2,49%.

4. Penggantian katalis *Primary Reformer* terlaksana saat *Turn Around* Pabrik Amoniak Pusri II-B di bulan Desember 2023 dengan *pressure drop* saat *performance test* sebesar 1,99 kg/cm² dan analisa CH₄ slip sebesar 26,43% Hal ini lebih baik dibandingkan sebelum *turn around*.
5. Rasio energi pabrik amoniak Pusri II-B saat *performance test* sebesar 31,42 MMBTU/ton yang lebih baik dibandingkan uji kinerja sebelum *Turn Around* pada Juli 2023 yang mencapai 33,47 MMBTU/ton.

DAFTAR PUSTAKA

- Gao, X, Ashok, J dan Kawi, S. 2020. Smart Designs of Anti Coking and Anti Sintering Ni-Based Catalyst for Dry Reforming of Methane : A Recent Review. *Reactions*.1, 162-194.
- Hagen, J. 2015. *Industrial Catalysis : A Practical Approach*. Wiley.
- Harris, M.J dan David, P. 2012. Urea Production : Process Technology and Efficiency Improvement. *Chemical Engineering Progress*. 108 (12), 43-40.
- Kumar, A., & Prasad, M. 2021. Recent developments in the catalyst preparation and loading techniques for reforming processes. *Applied Catalysis A: General*, 611, 117972.
- Lee, S.A.C, Zhang dan Patel, P. 2021. Advance in Catalyst Technology for Energy Efficiency. *Journal of Cleaner Production*. 270 (122256).
- Nielsen, J. R. 1984. *Catalysis in steam reforming*. *Catalysis Today*. 1(1), 89-104.
- Norell, P. 2015. *Investigation of The Heat Efficiency of a Primary Reformer at an Amoniak Plant in Indonesia (Thesis Master)*. Chalmers University of Technology, Sweden.
- PT. Pupuk Sriwidjaja. 2017. *P2B-OPE-AM-OM-002: Filosofi Proses Pabrik Amoniak P-IIB*. Palembang: PT. Pupuk Sriwidjaja.
- PT. Pupuk Sriwidjaja. 2023. *Laporan Tahunan Sustain To The Next Level: Berkelanjutan Untuk Mencapai Tingkat Yang Lebih Tinggi*. <https://pusri.co.id/id/investor>
- Unidense Technology. (n.d.). *Technology Overview*. Unidense. Diakses pada [tanggal 25 September 2024], dari <https://www.unidense.com/technology>
- Zecevic, N dan Bolf, N. 2020. Integrated Method of Monitoring and Optimization of Steam Methane Reformer Process. *Processes*. 8 (408), 1-19.