

Optimasi Struktur Proses dan Penerapan Metodologi Six Sigma di Unit NPK Phonska – PT Petrokimia Gresik

(Sebuah Pengalaman Peningkatan Kapasitas Produksi 182% dari Desain)

Arief Setyanto, F. Purwanto, Dwi Satrio Anurogo
Tim Teknik Proses*
PT Petrokimia Gresik
Jl. Jend. A. Yani, Gresik 61119

Abstract

PT Petrokimia Gresik has seven NPK fertilizer plants with total production capacity of two million tons per year. The existing capacity is much higher in comparison with its design capacity. An effort to increase the production capacity was done simultaneously by process optimization, equipment modifications and operational method improvement. The present work was a case study from NPK Phonska Plant II; one of the plants that has already successfully increased its capacity from 1,320 tons / day to 2,400 tons / day or 182% of its original design capacity. The process optimization resulted in reduction of reaction path and process structure. Equipment modifications were done according to the new process, meanwhile improvement of the operational method was done through six sigma's methodology implementation. All improvement steps were done by local engineers and technicians of PT Petrokimia Gresik and the achievement therefore became a pride of all constituents involved in the project. The significant improvement in fertilizer production capacity also gave large contribution to the national effort in achieving and keeping self-sufficient foodstake.

Keywords: Phonska, process structure, reaction path, optimization, modification, six-sigma

Abstrak

PT Petrokimia Gresik mempunyai tujuh Unit Pabrik Pupuk NPK dengan total kapasitas produksi saat ini adalah dua juta ton per tahun. Kapasitas terpasang tersebut jauh lebih tinggi dibanding kapasitas desain awalnya. Upaya peningkatan kapasitas produksi dilakukan secara simultan dengan optimasi proses, modifikasi peralatan serta perbaikan metode kerja. Salah satu unit pabrik yang digunakan sebagai studi kasus adalah Unit Pabrik NPK Phonska II yang telah berhasil meningkatkan kapasitas produksi dari 1.320 ton per hari menjadi 2.400 ton per hari, atau 182% dari kapasitas desain awalnya. Optimasi proses menghasilkan penyederhanaan jalur reaksi sehingga didapatkan pengurangan struktur proses. Modifikasi peralatan dilakukan menyesuaikan dengan proses terbaru, sedangkan perbaikan metode kerja dilakukan dengan penerapan metodologi *six sigma*. Keseluruhan tahapan dilakukan oleh *engineer* dan teknisi PT Petrokimia Gresik, sehingga pencapaian yang didapatkan merupakan kebanggaan bersama. Peningkatan kapasitas produksi pupuk yang signifikan itu juga memberi sumbangan berarti bagi upaya negara dalam mencapai dan mempertahankan swasembada pangan.

Kata kunci: phonska, struktur proses, jalur reaksi, optimasi, modifikasi, *six sigma*

Pendahuluan

Prinsip dasar berdirinya suatu pabrik atau industri kimia adalah transformasi bahan baku menjadi produk yang diinginkan yang mempunyai nilai tambah dibanding bahan bakunya. Proses transformasi itu bisa meliputi tahapan-tahapan: reaksi, pemisahan, pencampuran, pemanasan, pendinginan, perubahan tekanan, pengecilan dan pembesaran ukuran partikel. Masing-masing tahapan dihubungkan sehingga membentuk sebuah struktur proses yang umum direpresentasikan sebagai *flow-sheet* proses produksi.

Perancangan struktur proses sangat ditentukan oleh pemilihan *reaction path* (jalan reaksi). *Reaction path* biasanya dipilih dengan pertimbangan pemakaian bahan baku yang paling murah, menghasilkan produk samping paling sedikit, disamping pertimbangan lain, yaitu: tidak mengakibatkan persoalan lingkungan, *safety* serta meminimalkan kebutuhan energi. Suatu pabrik kimia yang sudah berdiri, dapat dilakukan peningkatan kinerjanya melalui beberapa cara diantaranya: *re-design* struktur proses, modifikasi peralatan serta perbaikan metode kerja unit pabrik itu.

Dalam studi kasus peningkatan kapasitas produksi Unit Pabrik NPK Phonska II - PT Petrokimia Gresik yang diangkat dalam tulisan

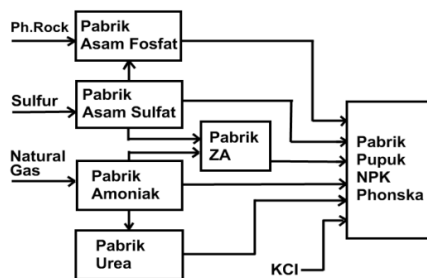
* Alamat korespondensi: email: pkg@petrokimia-gresik.com;
Telp.: (031) 3982100, 3982200

ini, ketiga cara tersebut di atas dilakukan secara simultan, sehingga didapatkan hasil yang sangat signifikan, yaitu: peningkatan kapasitas produksi hingga 182% dari kapasitas desainnya, dari produksi sesuai desain 1.320 ton/hari meningkat menjadi 2.400 ton/hari. *Re-design* struktur proses dilakukan dengan optimasi yang menghasilkan pengurangan struktur proses yang didukung oleh modifikasi peralatan-peralatan untuk menyesuaikan perubahan proses sekaligus bertujuan untuk peningkatan kehandalan unit, dilanjutkan dengan perbaikan sistem kerja dengan penerapan metodologi *six sigma*.

Optimasi Proses dan Modifikasi Peralatan

Pupuk majemuk NPK dapat diproduksi melalui 2 rute reaksi, yaitu: *Ammonium Phosphate Base – NPK* dan *Nitrophosphate base – NPK*. *Ammonium Phosphate Base – NPK* sendiri dapat diproduksi dengan dua cara, yaitu *ZA (Ammonium Sulfate) Base / Solid Base*, dan *Sulfuric Acid Base / Liquid base*.

Unit Pabrik NPK Phonska II PT Petrokimia Gresik mulai beroperasi tahun 2005 dengan desain awal adalah *Ammonium Phosphate Base – NPK* yang bisa beroperasi fleksibel *Solid Base* maupun *Liquid Base*. Rute *solid base* menggunakan reaktor utama *Pipe Reactor*, sedangkan rute *liquid base* menggunakan *Pre-neutralizer* sebagai reaktor utama.

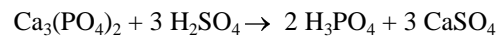


Gambar 1. Blok diagram unit pabrik pupuk NPK dan unit pabrik penyedia bahan baku NPK Phonska di PT Petrokimia Gresik

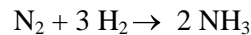
Perbedaan reaksi-reaksi kimia yang terjadi pada Proses *Solid Base* dan *Liquid Base* adalah: pada *Liquid base*, ZA tidak diumpankan ke proses Unit NPK, namun didapat dengan mereaksikan asam sulfat dengan amoniak di unit pabrik lain, yaitu: Pabrik ZA (merupakan unit proses tersendiri).

Reaksi-reaksi utama yang terjadi dalam urutan *reaction path* serta tempat berlangsungnya reaksi di kompleks pabrik PT Petrokimia Gresik adalah:

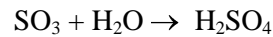
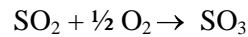
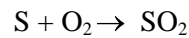
- Pembentukan asam fosfat (di unit Pabrik Asam Fosfat):



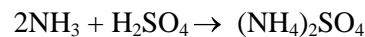
- Pembentukan amoniak (di unit Pabrik Amoniak):



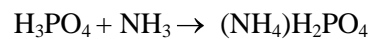
- Pembentukan asam sulfat (di unit Pabrik Asam Sulfat):



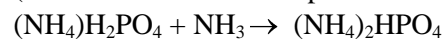
- Pembentukan ZA (untuk *Solid Base*, di unit Pabrik ZA):



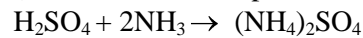
- Reaksi-reaksi utama di Unit Pabrik NPK Phonska:



(= Mono Amonium Phosphate / MAP)



(= Diamonium Phosphate / DAP)



(= Amonium Sulfat / ZA)

Kapasitas desain Unit Pabrik NPK Phonska II untuk proses *liquid base* adalah 1.320 ton/hari, sedangkan untuk *solid base* adalah 1.520 ton/hari. Rute proses *liquid base* lebih pendek dibanding *solid base* karena ZA dihasilkan di Reaktor *Pre-neutralizer*, suatu tahapan operasi yang berada dalam unit pabrik NPK Phonska itu sendiri. Dalam kondisi normal, pemilihan operasi proses hanya bisa dilakukan dengan melalui *trade off* antara operasi *liquid base* dengan *solid base* tergantung dari target kepentingan yang ingin didapatkan, yaitu: kapasitas produksi tinggi dengan pilihan mengoperasikan sistem *solid base*, atau efisiensi biaya produksi dengan pilihan mengoperasikan sistem *liquid base* yang mempunyai rute reaksi lebih pendek namun kapasitas produksi lebih rendah.

Adalah menjadi hal yang sangat menarik pada saat dilakukan keputusan terobosan yang bisa mengakomodasi kepentingan kapasitas produksi tinggi sekaligus biaya bahan baku yang murah. Suatu kajian mendalam yang komprehensif meliputi: analisis proses, pengalaman operasi, peralatan hingga *skill* SDM, maka didapatkan sebuah optimasi proses yang cukup radikal dibanding desain asalnya dengan *re-design* proses menggunakan rute baru, yaitu melalui *mixed solid-liquid base*. Perubahan desain dari desain awalnya, meliputi: perubahan-perubahan sistem pengumpanan ke proses, parameter-parameter operasi, serta acuan-acuan pengenda-

lian proses. Penerapan rute proses baru ini mengeliminasi *pipe reactor* beserta asesorisnya yang tidak lagi digunakan, menambah fungsi dan kapasitas *Reaktor Pre-neutralizer* sebagai reaktor penghasil *slurry* MAP, DAP sekaligus ZA dan meningkatkan fungsi peralatan *granulator* sebagai tempat terjadinya proses granulasi sekaligus reaksi lanjut pembentukan DAP serta ZA. Dari sisi *reaction path* di internal unit pabrik, maka ada penyederhanaan jalur, dimana satu tahapan proses, yaitu reaksi di *pipe reactor* sudah tidak lagi diperlukan, dengan keuntungan biaya operasional lebih murah, namun lebih utama lagi adalah porsi ZA sebagian besar tidak diambilkan dari ZA hasil produk jadi, namun didapatkan dari reaksi di *Pre-neutralizer Reactor* yang sudah dimodifikasi (sebuah pilihan yang memberi keuntungan penurunan biaya bahan baku). Perubahan proses yang cukup mendasar tersebut di atas tidak bisa secara langsung diterapkan pada peralatan unit terpasang. Dari evaluasi fungsi, kemampuan dan kapasitas peralatan serta pertimbangan kehandalan unit, maka diperlukan modifikasi dan perubahan yang mendasar dari banyak peralatan yang ada. Berdasarkan evaluasi yang dilakukan, selanjutnya dilakukan modifikasi dan perbaikan terhadap 15 peralatan dengan jumlah modifikasi dan perbaikan sejumlah 47 item. Peralatan utama, meliputi *Reaktor Pre-neutralizer*, *Granulator* dan Sistem *scrubbing* sudah berubah jauh dari kondisi desain awalnya.

Hasil yang didapat dari optimasi proses dengan penggunaan rute reaksi baru yaitu *mixed solid-liquid base* dengan peralatan unit pabrik yang sudah dimodifikasi, dikembangkan dan disesuaikan, adalah peningkatan kapasitas yang signifikan, yaitu didapatnya produksi hingga 2000 ton/hari. Inovasi terhadap unit pabrik NPK Phonska II tidak berhenti, karena analisis berdasar kalkulasi *engineering*, masih ada peluang peningkatan untuk kapasitas produksi, sehingga dilakukan optimasi tahap lanjut yaitu penerapan *six sigma* untuk sistem operasi.

Penerapan Metodologi Six Sigma

Six Sigma sebagai salah satu metodologi pengembangan sudah banyak diimplementasikan perusahaan di dunia, termasuk di Indonesia. Di PT Petrokimia Gresik, *Six Sigma* dikenalkan sekaligus mulai diterapkan pada paruh akhir tahun 2008. Konsep *Six Sigma* adalah pendekatan *Zero Defect* (3.4 *defect per million opportunity*), dan berdasarkan *The International Organization for Standardization (ISO)*, *Six Sigma* didefinisi-

kan sebagai “*a statistical business-improvement approach that seeks to find and eliminate defects and their causes from an organization’s processes, focusing on outputs of critical importance to customers.*”

Penerapan metodologi *Six Sigma* dengan tahapan DMAIC (*Define – Measure – Analyze – Improve – Control*) di Unit Pabrik NPK Phonska II dilakukan mulai November 2008 hingga April 2009, dimana aktivitas yang dikerjakan secara ringkas dijelaskan melalui tahapan-tahapan berikut ini.

1. Define Phase.

Project Goal: Meningkatkan kapasitas produksi Pupuk NPK di Pabrik NPK Phonska II dengan Pengendalian Stabilitas Operasi, sehingga kapasitas produk dapat meningkat menjadi 2100 ton/hari stabil.

2. Measure Phase.

– *Defect Definition*: Kapasitas terpasang Pabrik NPK Phonska II menggunakan rute baru (*mixed solid-liquid base*) adalah 2000 ton/hari atau per *shift* (= 8 jam) adalah 650 ton, definisi *defect* apabila produksi per *shift* kurang dari 600 ton.

– *Baseline Process*: data adalah data produksi per *shift* (=8 jam) mulai 10 Oktober sampai 17 November 2008, dimana dari *capability analysis* didapatkan:

- Defect per million opportunity = 543.571,15
- Baseline sigma = 0,80
- Rata-rata produksi per *shift* = 581,11 ton

3. Analyze Phase.

Dari *Process Mapping* yang dianalisis dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan pengujian terhadap penyebab, didapatkan ada 4 penyebab utama yang berpengaruh signifikan, yaitu:

- Penyiapan Formulasi (Mode Operasi)
- Setting *Mol Ratio* di *Reaktor Pre-neutralizer*
- Kontrol operasi di reaktor *Pre-neutralizer*
- Kontrol operasi di *Granulation Loop*

4. Improve Phase.

Terhadap 4 penyebab utama dilakukan *improvement*, dimana selanjutnya secara keseluruhan didapatkan standard baru untuk 17 parameter kunci operasi agar supaya didapatkan kenaikan kapasitas produksi.

5. Control Phase.

Setelah dilakukan pengembangan, dilakukan kontrol terhadap pencapaian. Data sesudah pengembangan yang diambil adalah data produksi per shift (= 8 jam) mulai 15 Desember 2008 sampai 10 Januari 2009, didapatkan *capability factor* setelah pengembangan sebagai berikut:

- a. Defect per million opportunity = 271785,58
- b. Baseline sigma = 1,67
- c. Rata-rata produksi per shift = 702,11 ton

Hasil penerapan *six sigma* adalah peningkatan hingga 2100 ton/hari, dimana pengembangan berkelanjutan yang terus dilakukan bisa meningkatkan lagi kapasitas produksi hingga 2400 ton/hari atau 182% dari kapasitas desain awalnya.

Penutup

Rangkaian upaya peningkatan kapasitas produksi pupuk NPK Phonska di Unit Pabrik NPK Phonska II adalah perjalanan panjang yang melibatkan seluruh aspek aktivitas industri kimia, khususnya sumber daya yang dimiliki PT Petrokimia Gresik, yang meliputi optimasi dan pengembangan sistem proses, sistem peralatan, serta metode kerja termasuk pemberdayaan SDM

dari sisi *engineering, operation* serta *maintenance*. Sebuah peningkatan kapasitas produksi hingga 182% dari kapasitas desain merupakan sesuatu yang luar biasa dalam sebuah industri kimia, sehingga dari prestasi ini, PT Petrokimia Gresik merupakan salah satu perusahaan yang dianugerahi *award* untuk kategori Adhicipta Rekayasa Tingkat Perusahaan oleh Persatuan Insinyur Indonesia (PII) yang diserahkan pada tanggal 28 Juli 2009.

Peningkatan kapasitas produksi di Unit Pabrik NPK Phonska II juga berdampak positif terhadap ketersediaan pupuk nasional, salah satu instrumen yang sangat diperlukan untuk bisa didapatkan dan dipertahankannya swasembada pangan nasional.

Daftar Pustaka

- Smith, R., 1995. Chemical Process Design, McGraw Hill Inc., Singapore.
- Anonim, 2005. Operating Manual RFO Plant, Incro SA Spain - PT Petrokimia Gresik.
- Anonim, 2008. Materi Training Six Sigma PT Petrokimia Gresik.
- Widjojo, J.S., 2007. Sertifikasi Six Sigma, PQM Consultants, Jakarta.