

BAB III

PROSES PRODUKSI NPK PHONSKA

III.1. Produksi NPK Phonska 2

III.1.1 Bahan Baku Utama

Bahan baku utama yang digunakan untuk memproduksi pupuk Phonska adalah Urea, ZA, KCl, Asam Fosfat, Amonia, Asam Sulfat, filler, dan micronutrient. Spesifikasi bahan baku akan dipaparkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Spesifikasi Bahan Baku Cair Pabrik Phonska II

Bahan baku	Konsentrasi	Temperature (C)	Tekanan (kg/cm ²)	s.g
Asam Fosfat	N: min 46% wt Padatan: maks 2% wt SO ₄ ²⁻ : maks 3,5% wt F ⁻ : maks 1,5% wt Al ₂ O ₃ : maks 0,8% wt Fe ₂ O ₃ : maks 0,8% wt MgO: maks 0,8% wt SiO ₂ : maks 0,5% wt	33	5	1,64
Asam Sulfat	H ₂ SO ₄ : min 98% wt	33	5	1,84
Amonia	NH ₃ : min 99,5% wt H ₂ O: maks 0,5% wt Oil: 0,1 ppm	-33	12	0,673

Tabel 3.2. Bahan Baku Padat Pabrik Phonska II

Bahan Baku	Konsentrasi	Ukuran Granul (mm)	Bulk Density (kg/m ³)
Urea	N: min 46% wt H ₂ O: maks 0,5% wt	Maks 1,5	800
Amonium Sulfat (ZA)	N: min 21% wt H ₂ O: 0,15% wt	0,15-1,2	
KCl	K ₂ O: min 60% wt H ₂ O: maks 1% wt Bahan organik: maks 200 ppm	0,15-1,2	1300

III.1.2 Bahan Baku Pendukung Utama

Bahan pendukung yang digunakan untuk memproduksi Pupuk Phonska diperoleh dari dalam negeri dan luar negeri. Bahan pembantu tersebut dijelaskan sebagai berikut.

1. Coating Oil

Pabrik Phonska 2 memiliki 2 jenis coating oil yaitu coating oil padat dan coating oil cair yang disebut tamol. Dengan kegunaan yang sama, yaitu untuk melapisi granul produk on size dengan minyak agar tidak mudah menggumpal karena sifatnya yang higroskopis, kedua jenis coating oil ini mendapat perlakuan berbeda. Coating oil padat pernah digunakan sebelumnya, dinilai kurang efisien karena harus dipanaskan dengan suhu tinggi agar berubah bentuk menjadi cair saat di input ke dalam coater dan membutuhkan energi lebih banyak, maka jenis ini tidak lagi digunakan. Sedangkan jenis kedua yaitu tamol memberikan kemudahan dan keuntungan karena sudah berbentuk cair sehingga tidak memerlukan proses pemanasan. Konsumsi tamol saat ini sebanyak 17500 liter/hari.

2. Coating Powder

Konsumsi coating powder yang digunakan sebagai pelapis pada produk dikarenakan pupuk Phonska bersifat higroskopis sebanyak 3.7 ton/hari.

3. Pigmen

Pigmen dikonsumsi untuk pewarna produk Phonska 2 sebanyak 12.3 ton/hari. Bahan baku dan bahan pendukung padat disimpan di dalam gudang, sedangkan bahan pendukung cair ditampung dalam tangki penyimpanan. Penanganan bahan tersebut dilakukan oleh bagian Perencanaan dan Pengendalian Produksi Departemen Produksi II.

III.2. Produk yang dihasilkan

Produk utama yang dihasilkan dari unit Phonska adalah pupuk NPK grade 15-15-15 dengan spesifikasi sebagai berikut.

% wt N : 15

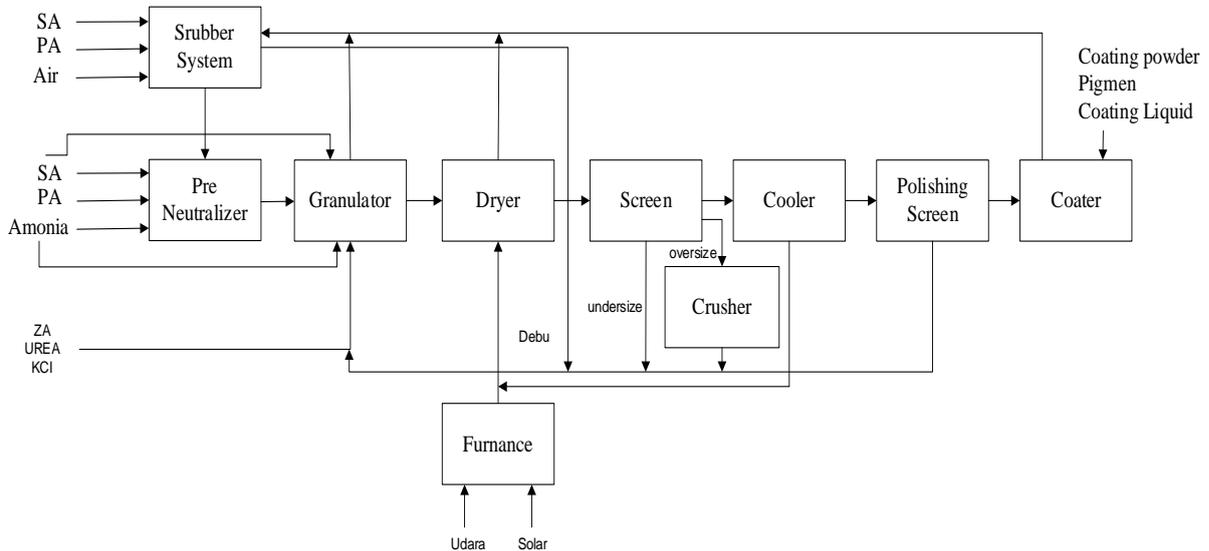
% wt P₂O₅ : 15

% wt K ₂ O	: 15
% wt H ₂ O	: 1.5 (maksimum)
% wt S	: 10
Ukuran butiran	: mesh -4+10 min.70%
Warna	: Pantone 7417 U

Kapasitas produksi pabrik Phonska II sebesar 600.000 ton/tahun, dengan kualitas produk yang telah memenuhi SNI No.02-2803-92. Kualitas produk dijaga dengan pengemasan dua tingkat (double packing,) yaitu kemasan primer berbahan plastik dan kemasan sekunder berupa karung plastik dengan bahan polypropilene. Produk ini dipasarkan ke 5 daerah utama, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah/DIY, Jawa Barat/Banten, Sumatra, dan Kalimantan.

III.3. Unit Proses

Dalam proses produksi pupuk phonska, dibutuhkan beberapa bahan baku, seperti asam sulfat, asam fosfat, amonia, dan utilitas lain. Proses yang terjadi dapat dilihat pada diagram alir proses pada gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1. Diagram Alir Proses Pembuatan Phonska

1. Reaksi pada Preneutralizer

Pembuatan pupuk Phonska merupakan proses kompleks yang

menggabungkan proses pencampuran (mixing) dan proses pereaksian (reaction). Bahan baku cair direaksikan dalam Preneutralizer R-303. Preneutralizer R-303 yang digunakan berupa reaktor alir tangki berpengaduk (CSTR). Asam fosfat (PA) mula-mula mengalami reaksi netralisasi menghasilkan slurry monoammonium fosfat dengan mole ratio N/P 0.65-0.8. Reaksi netralisasi selanjutnya pada preneutralizer adalah reaksi netralisasi asam sulfat (SA) dengan hasil reaksi berupa slurry ammonium sulfat (ZA). Kedua reaksi netralisasi tersebut berlangsung secara simultan.

Suhu slurry dari preneutralizer berkisar antara 110-115°C dengan kadar air dalam slurry sekitar 8%-17%. Reaksi netralisasi dilakukan dengan mereaksikan masing-masing PA dan SA dengan ammonia, reaksi ini bersifat eksotermis. Cairan amonia masuk ke dasar tangki melalui 4 nozzle di sekeliling preneutralizer setelah di umpankan air sekitar 5% dengan tujuan untuk mencegah terjadinya hammering.

- Reaksi Pembentukan Ammonium sulfat



Asam Sulfat Ammonia Ammonium Sulfat

- Reaksi Pembentukan Monoammonium fosfat (MAP)



Asam Fosfat Ammonia MAP

- Reaksi Pembentukan Diammonium fosfat (DAP)



MAP Ammonia DAP

Keluaran preneutralizer berupa amonium sulfat, monoammonium sulfat (MAP), sedikit DAP dan sejumlah reaktan yang tidak bereaksi dikirim menuju granulator untuk proses tahap selanjutnya, sedangkan amonia yang tidak bereaksi dan berubah menjadi gas dikirim ke scrubbing unit untuk proses absorpsi. DAP terbentuk pada Preneutralizer dalam jumlah sedikit dikarenakan jumlah ammonia yang berlebih bereaksi dengan MAP. Namun, pada proses selanjutnya DAP akan lebih banyak dihasilkan pada granulator.



2. Granulasi pada Rotary Granulator

Slurry MAP (monoamonium fosfat) dan amonium sulfat dari preneutralizer R-303, didistribusikan ke granulator M-361 diatas lapisan padatan yang terdiri dari material recycle dan bahan baku padat (Urea, ZA, dan KCl) yang diumpankan. Bahan baku padat dihantarkan oleh drag conveyor sebelum diumpankan ke granulator M-361. Recycle ratio umumnya berada pada rentang 1.5 – 3 tergantung pada produk yang dihasilkan. Recycle berasal dari produk yang berbentuk butiran halus, produk oversize, produk under size, dan sebagian produk komersil (on size) untuk menjaga keseimbangan air dan panas yang digunakan.

Pada proses granulasi terjadi reaksi kimia dan fisis antara berbagai bahan baku. Reaksi yang terjadi dalam granulator berupa pembentukan diammonium fosfat (DAP):



MAP Ammonia DAP

Parameter yang dipertimbangkan adalah jumlah air yang masuk ke granulator sebagai dasar untuk menentukan tingkat basahnya asam fosfat atau asam sulfat, slurry yang dihasilkan atau diumpankan dari Pre-neutralizer serta kandungan air di dalam bahan baku padat yang masuk ke dalam granulator .

Fasa cairan dalam granulator dapat ditingkatkan dengan menambahkan air (dalam bentuk slurry atau scrubbing water), tetapi sifatnya hanya jika diperlukan dan dengan pengendalian yang ketat karena jika kandungan air dalam granulator terlalu tinggi dapat menyebabkan hal-hal seperti:

- Granul yang dihasilkan basah, lengket, dan berukuran besar. Terbentuk scaling di dinding granulator.
- Panas dalam granulator berkurang (temperatur granul turun) karena panas reaksi yang dihasilkan dari reaksi antara amonia, PA, SA, dan MAP terserap oleh air dan digunakan untuk menguapkan air. Panas yang cukup diperlukan untuk menghasilkan granul yang baik dari sisi bentuk, ukuran, dan kekerasan granul. Untuk menjaga



temperatur tetap tinggi diperlukan injeksi SA yang lebih tinggi sehingga konsumsi SA meningkat.

- Padatan yang keluar dari granulator memiliki kandungan kadar air normal 4- 5% dan diumpankan secara gravitasi ke dalam dryer . Gas yang terbentuk dalam granulator di sedot melalui granulator prescrubber untuk menangkap kembali sisa amonia dan debu yang lolos.

3. Drying pada Rotary Dryer

Dryer M-362 berbentuk rotary drum yang berfungsi untuk mengeringkan padatan keluaran granulator hingga kadar airnya mencapai 1 –1 .5% menggunakan udara pengering dengan aliran searah (co-current). Udara panas dipanaskan dalam furnace B-301 yang menggunakan bahan bakar solar sebelum digunakan pada dryer . Sebelumnya, pernah digunakan gas alam sebagai bahan bakar furnace, tetapi karena jumlahnya yang semakin sedikit maka dialihkan ke solar karena harganya yang juga murah. Contoh keluaran dari dryer diambil secara periodik sesuai dengan program sampling dimana akan digunakan sebagai petunjuk dalam pengaturan kondisi dryer .

Udara keluaran dryer mengandung sejumlah amonia yang lepas dari produk, debu, dan air yang teruapkan dari produk saat dikeringkan. Udara tersebut akan dimasukkan ke dalam cyclone D-322 untuk memisahkan sebagian besar partikel produk yang terbawa gas. Partikel tersebut dikembalikan ke recycle product, sedangkan udara panas yang membawa gas dikirim menuju scrubbing unit untuk proses absorpsi amonia dan debu-debu yang masih tersisa. Produk yang keluar dryer selanjutnya dikirim menuju unit screening.

4. Screening dan Grinding

Produk yang telah dikeringkan dalam dryer M-362 dialirkan menuju screen feeder DR-101 dan DR-102, yang mendistribusikan produk ke 4 buah screen F-301 A/B/C/D tipe double deck dimana produk yang kasar (butiran besar) dan lembut dipisahkan dari produk yang memenuhi syarat mutu.



Produk butiran besar tertahan di atas oversize screen dan dengan prinsip gravitasi masuk ke crusher Q-301 A/B/C/D. Produk crusher dan produk undersized dari F-301 A/B/C/D jatuh ke dalam recycle drag conveyor M-304. Jika screen oversize buntu maka crusher akan cenderung overload dan terjadi akumulasi produk pada dindingnya akibat produk yang masuk mempunyai banyak ukuran granul yang oversize. Akibatnya, kuat arus (ampere) yang dibutuhkan oleh crusher yang terbaca akan mengalami kenaikan yang signifikan. Kemudian, karena kebuntuan yang terjadi akan banyak produk onsize menuju ke recycle yang menyebabkan menurunnya rate produksi dan menurunkan efisiensi crusher.

Jika ampere crusher yang terbaca naik tanpa ada tanda-tanda tingginya produk oversize pada outlet granulator atau screen oversize tidak kotor maka hal ini menunjukkan terjadinya akumulasi produk pada dinding crusher atau bagian yang bergerak. Tindakan yang perlu dilakukan adalah pembersihan selama shutdown pertama atau melakukan emergency shutdown jika kenaikan ampere sangat tinggi. Namun, jika screen undersize kotor maka produk undersize akan terbawa ke produk onsize sehingga cooler dan polishing screen akan overload.

Produk yang memenuhi syarat mutu (onsize) dari screen F-301 A/B/C/D mengalir ke screen product conveyor M-303. Dari conveyor ini produk diumpankan ke product feeder M-310. Sebagian produk onsize sengaja dibuat overflow dari sisi atas D-326 dan dikembalikan bersama-sama material recycle di M-304 untuk mempertahankan kondisi proses dan kelangsungan proses granulasi. Recycle conveyor M-304 akan mengumpulkan partikulat dari seluruh unit cyclone, produk keluaran crusher, produk undersize yang berasal dari screen, dan kelebihan produk. Keluaran recycle conveyor dimasukkan ke dalam bucket elevator M-305 yang menampung semua aliran recycle bersama-sama dengan bahan baku padat yang akan diumpankan ke dalam granulator.





5. Pendinginan pada Cooler

Produk bersifat higroskopis sehingga jika suhu produk setelah dikemas masih panas, produk akan menyerap air dan granul-granul produk akan menjadi menggumpal sehingga sulit dikemas. Untuk mencegah hal ini, digunakan cooler. Pada cooler, produk dengan ukuran on size yang keluar dari conveyor 02-M-310 diumpankan secara gravitasi ke cooler 02-M-363 yang akan menurunkan temperatur produk menggunakan udara pendingin. Untuk mencegah penyerapan kadar air oleh produk akhir selama proses pendinginan, ketika udara lingkungan terlalu basah, dipasang air chiller 12-E-302. Pada tahap ini, produk keluaran screen yang tadinya bersuhu 90 – 95oC didinginkan menjadi 50 – 60oC. Udara pendingin yang dipakai sebelumnya didinginkan terlebih dahulu melalui pertukaran kalor antara udara luar yang dihisap blower dengan NH₃. Partikel yang terbawa udara saat keluar dari pendingin dipisahkan dengan aliran udara di dalam cyclone 02-D-324 dan dikumpulkan di dalam hopper. Dari hopper ini, partikulat akan dikembalikan ke recycle conveyor 02-M-304, sedangkan gas/udara dikembalikan ke dryer untuk dipakai kembali.

6. Pemisahan pada Polishing Screen

Dari cooler produk mengalir secara gravitasi ke Product Elevator 02.M308 untuk diumpankan ke polishing Screen 12.F-302 yang terletak diatas coater. Polishing screen berupa double deck screen untuk memisahkan under size yang masih tersisa atau terbentuk saat di cooler kemudian keluar secara gravitasi ke 02- M-304. Secara periodik, screen perlu dilakukan pengujian apakah screen berada pada kondisi bersih sehingga produk undersize tidak terkirim ke produk akhir atau terlalu banyak produk yang di recycle.

7. Penyelesaian Produk Akhir pada Coater Drum

Produk on-size dari polishing screen mengalir masuk ke coater drum 02-M- 364 dimana produk akan dilapisi dengan coating powder dan coating oil agent. Coating powder diinjeksikan dengan srew feeder 12.M-368 yang dilengkapi dengan pengatur kecepatan putar (speed



variator), sedangkan untuk coating oil diinjeksikan dengan dosing pump 12.P-317 yang diatur dosisnya proporsional dengan rate produksi dan powder. Pelapisan ini harus dilakukan untuk melindungi produk dengan menghalangi dari kelembaban udara pada saat penyimpanan, terutama untuk produk NPK dengan kadar urea tinggi. Dari coater drum, produk dikirim ke final product conveyor 02.M-401 yang dilengkapi dengan weigher untuk mengukur rate dan total produksi. Dari conveyor ini, contoh produk diambil secara periodik untuk dilakukan analisis kualitas di laboratorium untuk keperluan pengendalian operasi. Ada 2 coating oil agent yang digunakan dalam pabrik Phonska II, yaitu coating oil dan tamol.

- Coating oil

Coating oil ini baik untuk pelapisan produk. Bahan berwujud solid yang dikemas dalam bentuk drum. Karena berwujud padat, diperlukan steam untuk mencairkan dan tetap menjaga agent agar tetap dalam wujud liquid. Oleh karena itu, biaya yang dibutuhkan tentunya akan lebih banyak.

- Tamol

Tamol adalah jenis agent minyak yang jenisnya dapat larut dalam air. Untuk jenis tamol, bahan ini kurang baik bila dibandingkan dengan coating oil. Meskipun demikian, bahan ini lebih efisien dari segi ekonomis karena wujud dasarnya liquid sehingga tidak perlu dicairkan terlebih dahulu. Banyaknya air yang terkandung dalam tamol yang menyebabkan wujud liquid tersebut.

8. Penyerapan Gas (Gas Scrubbing)

Pabrik Phonska II dilengkapi dengan sistem scrubbing dan peralatan dedusting untuk membersihkan gas buang (mengandung NH₃) dan menangkap unsur hara untuk dikembalikan lagi ke sistem. Gas kemudian dilepaskan ke udara dengan kandungan ± 200 ppm NH₃. Scrubbing tower dilengkapi dengan PDI (pressure drop indicator) yang terpasang diantara gas inlet scrubber dan gas outlet scrubber dengan nilai sesuai dengan nilai yang diberikan supplier. Pembacaan nilai



pressure drop akan tergantung kepada pengaturan aliran menuju tower dan venturi sehingga alat ini harus sering diperiksa untuk mengawasi pressure drop yang terjadi. Sistem scrubbing ini terdiri dari 3 tahap. Berikut tahapan pencucian dalam scrubber system.

- Tahap Pencucian Pertama

Pencucian tahap pertama, digunakan alat granulator prescrubber 12-D-311A/B untuk mencuci gas (NH_3 , fluorin, dust) yang mengalir dari granulator 02-M-361 dan Preneutralizer 12-R-303. Larutan penyerap atau scrubber liquor yang digunakan adalah larutan H_3PO_4 . Granulator prescrubber terdiri dari ventury scrubber dan cyclonic tower. Sisi dasar cyclone tower merupakan tangka penampung larutan untuk disirkulasikan menggunakan pompa 02-P-312 A/B.

- Tahap Pencucian Kedua

Pencucian tahap kedua termasuk tiga unit ventury scrubber existing dengan modifikasi sprayer untuk memperbaiki efisiensi. Semua scrubber ini berjenis ventury type dan cyclonic tower. Granulator dan dryer scrubber dengan satu buah tangki sirkulasi yang dilengkapi dengan pompa-pompa resirkulasi existing 02-P-302 A/B dan 02-P-305 A/B untuk resirkulasi ke venturi dan duct horizontal ke cyclonic tower. Dedusting scrubber 02-D-310 A/B dilengkapi sebuah tangki tersendiri 02-TK-310 dengan pompa 02-P-311. Alat yang digunakan:

- (a) Granulator scrubber 02-D-301 A/B untuk mencuci gas-gas yang berasal dari 12-D-311A/B yang dihisap oleh granulator scrubber fan 12-C-301.
- (b) Dryer scrubber 02-D-302 A/B, untuk mencuci gas yang berasal dari dryer cyclone 02-D-322 dan dihisap oleh dryer fan 12-C-302.
- (c) Dust scrubber 02-D-310A/B, untuk mencuci gas-gas berasal dari dust cyclone yang dihisap dengan dust 12-C-310.

- Tahap Pencucian Ketiga

Alat yang dipakai pada tahap pencucian ketiga adalah tail gas scrubber 12-D-312, yang digunakan untuk mencuci gas-gas dari semua scrubber. Tail Gas Scrubber (TGS) merupakan ruang pencucian gas dengan beda tekanan. Empat pompa 12-P-313 A/B/C/D digunakan untuk mensirkulasi





larutan scrubber. Dalam TGS 12-D-312, gas-gas yang berasal dari scrubber tingkat kedua, dicuci untuk mengurangi kandungan fluorine yang lepas pada saat menggunakan media pencuci asam fosfat di scrubber sebelumnya. Setelah sirkulasi di dalam TGS, kadar florin akan meningkat. Jika kadarnya telah mendekati atau sama dengan syarat mutu emisi maka air di TGS ini dikirim ke 02-TK-302/310 sebagai make up air di scrubber sebelumnya. Larutan penyerap yang digunakan adalah air dengan pH 3-4 melalui injeksi larutan H₂SO₄. Larutan tersebut disirkulasi ke bagian atas tower dengan cara spray agar amonia dan gas florinyang masih terikut di dalam gas buang dapat terserap sehingga diharapkan gas yang keluar dari tower sesuai dengan batasan emisi buangan gas yang telah ditentukan. Sirkulasi larutan pencuci dilakukan dengan pompa yang sekaligusberguna untuk mentransfer sebagian larutan ke 02-TK-310. Pertimbangan-pertimbangan umum variabel operasi untuk larutan scrubber :

a. Solubility (Kelarutan)

Variasi konsentrasi asam pada larutan scrubber berhubungan dengan titik kelarutan garam yang terbentuk dari reaksi antara amonia dan asam fosfat atau asam sulfat. Tujuannya adalah untuk memasukkan air dalam jumlah yang sedikit ke dalam sistem untuk mengurangi jumlah recycle yang diperlukan di dalam granulator dalam mencapai rate produksi yang maksimum. Kelarutan tergantung kepada kadar air sehingga jika kelarutan dalam larutan scrubber tinggi maka lebih mudah padatan larut. Namun, hal ini tidak disukai karena membutuhkan recycle yang tinggi dan menurunkan rate produksi.

b. Tekanan uap NH₃

Tekanan amonia dari larutan scrubber atau slurry naik secara proporsional dengan MR N/P pada suhu tertentu. Untuk sesaat, pada MR N/P = 1 (sesuai dengan mono ammonium phosphate / MAP) dan pada suhu 120 °C akan mempunyai tekanan uap yang rendah sekitar 2 mmHg, pada N/P = 1.4 tekanan mencapai 40 mmHg, dan pada N/P = 1.6 tekanan melebihi 100 mmHg. Suhu juga mempunyai efek yang sama pada





tekanan uap amoniapada MR N/P tertentu. Semakin tinggi tekanan uap amonia, semakin tinggi kecenderungan amonia untuk menguap (losses amonia).

c. pH

Untuk setiap jenis asam fosfat yang akan digunakan dalam pabrik baru, direkomendasikan untuk menyiapkan kurva titrasi. Netralisasi asam fosfat (kadar asam sulfat kira-kira sama dengan kondisi dalam scrubbing system) dengan amonia untuk mendapatkan hubungan antara pH dengan MR N/P slurry antara 0,1 – 1,0.

