

Analisis Perhitungan Kapasitas *Dehumidifier* di Gudang Phonska Departemen Rancang Bangun PT Petrokimia Gresik

Shanti Kartika Sari¹⁾, Noni Dea Bachtiqa²⁾, Rina Fridi Arilianti³⁾

¹⁾Departemen Manajemen Rekayasa, Universitas Internasional Semen Indonesia
Email: shanti.sari@uisi.ac.id

Abstrak

PT Petrokimia Gresik adalah salah satu produsen pupuk yang berlokasi di Kota Gresik, Jawa Timur yang memproduksi berbagai jenis pupuk. Beberapa jenis pupuk yang diproduksi, seperti pupuk Urea (SNI 02-2801-1998), pupuk Phonska Plus (SNI 2803-2012) dan pupuk Majemuk NPK (SNI 02-2803-2000) mempunyai sifat higroskopis. Pupuk yang memiliki sifat higroskopis akan mudah mencair dan menggumpal jika diletakkan di tempat terbuka. Oleh karena itu, pupuk harus disimpan dengan penanganan yang baik supaya kualitasnya tetap terjaga. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan penggunaan *dehumidifier* di dalam gudang. Dehumidifier ini digunakan untuk mengontrol kelembapan dan temperatur di dalam gudang penyimpanan pupuk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan dehumidifier yang akan dipasang di gudang penyimpanan pupuk Phonska berdasarkan total jumlah panas yang hilang dan kelembapan. Total panas yang hilang (total heat loss) di dalam gudang dihitung dan menghasilkan keluaran berupa spesifikasi dehumidifier yang sesuai dengan kebutuhan di gudang penyimpanan pupuk Phonska PT Petrokimia Gresik. Penelitian ini menghasilkan spesifikasi air heater dan air blower yang dibutuhkan adalah sebesar 200.000 kCal/hr dan 40.000 m³/hr. Selanjutnya, total kelembapan gudang Phonska PT Petrokimia Gresik adalah sebesar 66,1502 L/hari, sehingga dehumidifier harus dapat menyerap kelembapan sebesar jumlah tersebut.

Keyword : pupuk, phonska, dehumidifier, heat loss, kelembapan

Abstract

PT Petrokimia Gresik is one of fertilizer producer located in Gresik, East Java, which produces various types of fertilizers. Some types of fertilizer produced, such as urea (SNI 02-2801-1998), Phonska Plus (ISO 2803-2012) and NPK (SNI 02-2803-2000) possess hygroscopic properties. The fertilizer that is hygroscopic will agglomerate and easily melt if placed at outdoors. Therefore, the fertilizer should be stored with good handling so the quality maintained. A technique to solve this problem is by means of a dehumidifier placed in the warehouse. This dehumidifier is used to control the humidity and temperature in fertilizer warehouse. This study aimed to analyze the dehumidifier needs to be installed in Phonska storage warehouse based on the total amount of heat loss and humidity. The total heat losses in the warehouse are calculated and the output is the specifications of dehumidifier that match the requirements of the fertilizer storage warehouse Phonska at PT Petrokimia Gresik. The results of this research show that the specifications of water heater and blower water required are 200,000 kCal / hr and 40,000 m³ / hr, respectively. Furthermore, the total humidity in Phonska warehouse at PT Petrokimia Gresik is 66.1502 L / day, so the dehumidifier should be able to absorb this amount.

Keyword : fertilizer, phonska, dehumidifier, heat loss, humidity

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris, di mana mayoritas penduduknya berprofesi sebagai petani. Menurut data dari Sensus Pertanian 2013 (ST2013), usaha pertanian di Indonesia didominasi oleh jenis usaha rumah tangga. ST2013 mencatat bahwa Subsektor Tanaman Pangan dan Subsektor Peternakan merupakan jumlah rumah tangga usaha pertanian terbanyak di Indonesia. Jumlah rumah tangga usaha pertanian dari Subsektor Tanaman Pangan adalah sebanyak 17,73 juta rumah tangga [1]. Oleh karena itu, faktor-faktor yang menentukan keberhasilan pertanian di suatu daerah harus diperhatikan untuk mendukung program swasembada pangan. Salah satu cara untuk mencapai keberhasilan pertanian adalah dengan meningkatkan unsur hara suatu lahan pertanian, sehingga nutrisi tanaman pertanian tercukupi

dan kualitas hasil panen menjadi bagus. Penggunaan pupuk (pemupukan) merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kadar unsur hara tanah sehingga kualitas dan produksi tanaman dapat meningkat. PT Petrokimia Gresik adalah salah satu produsen pupuk yang berlokasi di Kota Gresik, Jawa Timur. Perusahaan ini memproduksi berbagai macam pupuk, seperti: Urea, ZA, NPK Phonska, ZK, Sp-36, NPK Kebomas, dan pupuk organik Petroganik. Keberadaan PT Petrokimia Gresik adalah untuk mendukung program Pemerintah dalam rangka meningkatkan produksi pertanian dan ketahanan pangan Nasional [2]. Pupuk merupakan senyawa kimia dan sumber nutrisi yang penting untuk proses metabolisme. Pemilihan jenis pupuk harus sesuai dengan kebutuhan dan mengacu pada standar yang telah ada. Beberapa jenis pupuk yang diproduksi PT Petrokimia Gresik, seperti

pupuk Urea (SNI 02-2801-1998), pupuk Phonska Plus (SNI 2803-2012) dan pupuk Majemuk NPK (SNI 02-2803-2000) mempunyai sifat higroskopis, yang mana sifat ini sangat menentukan daya simpan dan penanganan penyimpanannya. Higroskopis merupakan sifat pupuk yang berkaitan dengan kemampuannya untuk menyerap atau mengikat uap air dari udara bebas. Pupuk yang memiliki sifat higroskopis akan mudah mencair jika diletakkan di tempat terbuka. Oleh karena itu, pupuk jenis ini sebaiknya tidak disimpan terlalu lama dan harus disimpan dalam ruang/wadah yang kedap udara. Jika pupuk disimpan dalam gudang/ruang dengan kelembapan tinggi, maka pupuk akan mencair atau menggumpal dengan cepat, dan hal ini akan mempengaruhi kualitas pupuk yang dipasarkan.

Dehumidifier adalah salah satu alat yang digunakan dalam proses pengeringan, yang menggunakan mesin kalor dikombinasikan dengan pengering untuk mengurangi kalor laten dan kalor sensibel, sehingga dapat meningkatkan kemampuan termal dan kontrol udara yang masuk menjadi lebih efektif [3]. *Dehumidifier* menggunakan AC (terdiri dari kompresor, kondensor, evaporator, katup ekspansi, dan fan) yang digabungkan dengan pengering/ pemanas [4]. Proses dehumidifikasi adalah proses di mana kandungan air suatu material padat/objek dipindahkan menggunakan sumber energi panas/kalor, sehingga kelembapan udara menjadi rendah dan pengeringan menjadi efektif [5]. Peningkatan temperatur udara yang keluar dari evaporator mengakibatkan naiknya laju perpindahan kalor dan laju difusi air ke objek yang akan dikeringkan. Kelembapan udara relatif lebih rendah sehingga membantu proses perpindahan air pada pengeringan objek [6].

Dehumidifier merupakan salah satu alat yang digunakan PT Petrokimia Gresik untuk mengontrol kelembapan dan temperatur di dalam gudang penyimpanan pupuk. Tingginya tingkat kelembapan di dalam gudang, lantai gudang yang becek, dan beberapa faktor eksternal serta internal menyebabkan pentingnya pemasangan *dehumidifier*. Namun,

beberapa gudang belum difasilitasi oleh *dehumidifier* sehingga pupuk yang bersifat higroskopis akan berpotensi mengalami kerusakan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa *dehumidifier* yang akan dipasang di gudang penyimpanan pupuk Phonska. Total panas yang hilang (*total heat loss*) di dalam gudang akan dihitung dan menghasilkan keluaran berupa spesifikasi *dehumidifier* yang sesuai dengan kebutuhan di gudang penyimpanan pupuk Phonska PT Petrokimia Gresik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dehumidifier adalah suatu alat yang berguna untuk menurunkan kelembapan udara dengan cara menyerap udara yang lembab dan memprosesnya menjadi air yang akan ditampung dalam suatu wadah. *Dehumidifier* diletakkan dalam sebuah ruangan yang nantinya akan berfungsi untuk mengurangi kelebihan uap air dalam ruangan tersebut. Cara kerja mesin ini adalah dengan mengumpulkan kelebihan lembab udara dan menjadikannya udara kering. Beberapa parameter yang mempengaruhi lama waktu yang dibutuhkan pada proses dehumidifikasi, antara lain [7]:

- Suhu udara pengeringan. Semakin tinggi temperatur, maka kalor untuk penguapan air akan meningkat sehingga pengeringan menjadi lebih singkat.
- Kelembapan relatif (RH) udara pengering. RH yang rendah akan membuat semakin banyak uap air yang diserap udara pengering. Sehingga, proses pengeringan yang baik memerlukan RH rendah sesuai dengan kondisi bahan yang dikeringkan.
- Kecepatan aliran udara pengering. Volume aliran udara yang besar akan meningkatkan kemampuannya untuk membawa dan menampung air dari permukaan bahan.
- Kelembapan spesifik. Kelembapan spesifik merupakan fungsi dari suhu titik embun. Penurunan tekanan barometer menyebabkan volume per satuan masa udara naik, sehingga kenaikan tekanan

barometer akan menyebabkan kelembapan spesifik menjadi turun.

- e. Kadar air bahan. Kadar air akhir bahan merupakan tujuan proses pengeringan karena besarnya kadar akhir air akan menentukan lamanya proses pengeringan berlangsung.
- f. Kalor. Kalor adalah energi yang diterima suatu benda, yang dapat menyebabkan suhu atau wujud benda berubah. Kalor merupakan suatu bentuk energi yang dapat dipindahkan, tetapi tidak dapat dihilangkan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penyimpanan pupuk Phonska di gudang pupuk PT Petrokimia Gresik memerlukan tempat dengan kondisi kering atau tidak lembab. Kelembapan yang tinggi di dalam gudang menyebabkan lantai menjadi becek dan berair. Hal ini akan mengakibatkan pupuk Phonska yang mempunyai sifat mudah menyerap molekul air (higroskopis) akan menggumpal sehingga mempengaruhi kualitasnya. Kelembapan dalam gudang tersebut dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal. Faktor internal ini terjadi karena sifat alami dari pupuk Phonska, yaitu bersifat higroskopis. Faktor eksternal yang memicu kelembapan adalah mobilitas truk yang keluar dan masuk ke gudang dalam keadaan ban basah, sehingga dapat meningkatkan kelembapan di dalam gudang. Oleh karena itu, gudang tersebut memerlukan *dehumidifier*, yaitu alat yang digunakan untuk mengurangi kadar kelembapan udara. Untuk menentukan spesifikasi *dehumidifier* yang sesuai dengan kebutuhan, maka diperlukan perhitungan kelembapan udara dan perpindahan panas yang terjadi di dalam gudang Phonska. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Untuk menganalisis perhitungan kelembapan udara dan total perpindahan panas di gudang pupuk Phonska, maka penjelasan dari alur penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Dalam penelitian ini, literatur-literatur yang dipelajari adalah jurnal-jurnal, *paper*, dan artikel yang berkaitan langsung dengan penelitian ini serta buku-buku sebagai tambahan referensi dalam penyelesaian masalah.

2. Pengumpulan Data

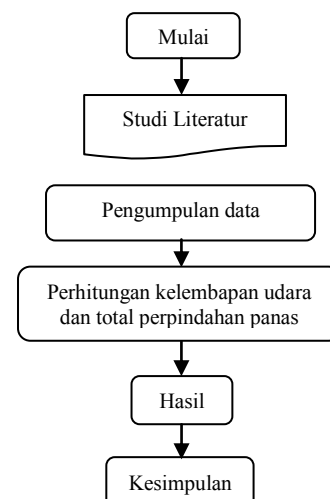
Data-data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer berupa data yang diambil saat melakukan observasi di PT Petrokimia Gresik, sedangkan data sekunder diperoleh dari data yang bersumber dari jurnal dan perusahaan.

3. Perhitungan Kelembapan Udara dan Total Perpindahan Panas

Kelembapan udara di dalam gudang dihitung dari kelembapan absolut (*absolute humidity*), infiltrasi, beban penghuni/ manusia (*human load*), dan ventilasi. Sedangkan panas yang hilang (*heat loss*) di Gudang Phonska dihitung dari perpindahan panas dari atap (*roof*), lantai, dinding asbes dan dinding blok, dinding bagian depan dan belakang,

4. Hasil dan Kesimpulan

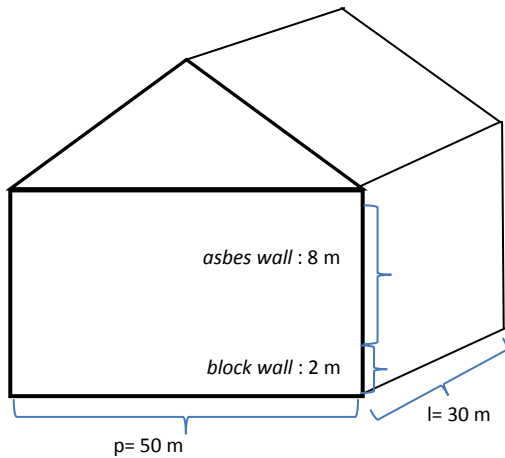
Hasil perhitungan tersebut menghasilkan luaran berupa informasi total kelembapan udara dan perpindahan panas di dalam Gudang Phonska, sehingga spesifikasi *dehumidifier* yang direkomendasikan sesuai dengan kebutuhan di PT Petrokimia Gresik.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, data diperoleh melalui wawancara dan dari literatur, baik jurnal maupun buku kemudian diolah. Berikut merupakan desain dan perhitungan kapasitas *dehumidifier*.



Gambar 2. Dimensi gudang phonska

4.1 Data-data yang diperlukan dalam menghitung heat loss di Gudang Phonska

1. Data dimensi gudang phonska

Berikut ini adalah data dimensi gudang Phonska

- Panjang (P) : 50 meter
- Lebar (L) : 30 meter
- Tinggi dinding asbes (T_{asbes}): 8 meter
- Tinggi dinding block (T_{block}): 2 meter
- Tinggi dinding total : 10 meter

2. Data Thermal Conductivity dari jenis material dalam bangunan Gudang Phonska

Tabel 1. Thermal Conductivity Material Pembangunan Gudang Phonska [8]

Jenis Material	K		
	W/(mK)	W/(mC)	Kcal/(hm°C)
Rock Wool	0,042	0,042	0,004
Aluminium (penutup)	237	237	203,78
Asbeston	2,07	2,07	1,78

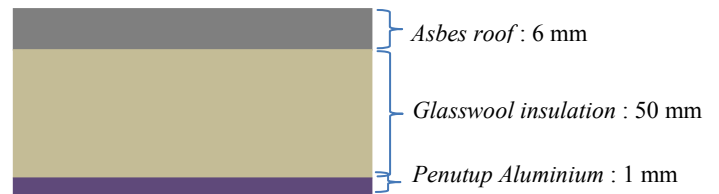
atap			
Asbeston dinding	2,07	2,07	1,78
Building Brick	1	1	0,86

3. Data temperatur yang diinginkan dalam Gudang Phonska

Tabel 2. Temperatur yang Diinginkan dalam Gudang Phonska

	To (Outside storage)	Ti(Inside storage)
Siang	36°C	
Malam	25°C	
		45°C

4. Data ketebalan material yang terdapat dalam Gudang Phonska



Gambar 3. Ketebalan Material di Gudang Phonska

4.2 Data-data yang diperlukan dalam menghitung kelembapan di Gudang Phonska

1. Data K dan H Faktor

Nilai K-Faktor merupakan faktor yang digunakan untuk mengkonversi volume ke luas area yang dicari. Nilai ini dapat dilihat pada Tabel 3. Sedangkan H-Faktor yaitu faktor yang berdasarkan dari beban manusia yang berada di ruangan tersebut. Nilai H-Faktor disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Nilai K-Faktor

VOLUME (CU FT.)	AC	VOLUME	AC
Less Than 10,000	0.65/HR	40,001-60,000	.45
10,001-20,000	0.60	60,001-100,000	.40
20,001-30,000	0.55	100,000-200,000	.35
30,001-40,000	0.50	Greater than-200,000	.30

Tabel 4. Nilai H-Faktor

Activity	H-Faktor
Passive, Office Work	2
Some measure of movement	2,5
Heavy labour/exercise	3

2. Data Pendukung

Data pendukung dalam penelitian ini berupa data kelembaban udara luar di sekitar gudang, ruangan (*space*) yang ingin dikeringkan, luas pintu, waktu pintu terbuka (*sec.*), dan juga berapa kali pintu terbuka.

- H_{out} = 70% pada 23°C
- H_{in} = 35% pada 23°C
- A_{door} = 14 m²
- Number of people = 15 orang
- Time door stayed opened = 24 jam
- No. of opening/hour = 1 kali
- Space Volume = 15.000 m³

4.3 Perhitungan total panas yang hilang (heat loss)

1. Heat gain from roof (Q₁)

- Luas Roof (A) : 2.040 m²
- Penutup/Alumunium Thickness (t₁): 6 mm = 0,006 m
- Rock Wool Thickness (t₂): 50 mm = 0,05 m
- Roof Thickness (t₃): 6 mm = 0,006 m

$$Q1 = \frac{Ti - To}{\frac{t1}{k1 \times A} + \frac{t2}{k2 \times A} + \frac{t3}{k3 \times A}} \dots\dots\dots(1)$$

$$Q1 = \frac{45 - 25}{\frac{0,006}{237 \times 2.040} + \frac{0,05}{0,042 \times 2.040} + \frac{0,006}{2,07 \times 2.040}}$$

Q1 = 34.188,64 W

Q1 = 29.396,93 kCal/hr

2. Heat gain from both side (dinding asbes dan dinding block) (Q₂)

a. Dinding asbes

- Luas dinding asbes : 240 m²
- Alumunium (penutup) Thickness (t₁): 6 mm = 0,006 m
- Rock Wool Thickness (t₂): 50 mm = 0,05 m
- Roof Thickness (t₃): 6 mm = 0,006 m

$$Q2a = \frac{Ti - To}{\frac{t1}{k1 \times A} + \frac{t2}{k2 \times A} + \frac{t3}{k3 \times A}} \dots\dots\dots(2)$$

$$Q2a = \frac{45 - 25}{\frac{0,006}{237 \times 240} + \frac{0,05}{0,042 \times 240} + \frac{0,006}{2,07 \times 240}}$$

Q2a = 4.022,19258 W

Q2a = 3.458,46 kCal/hr

b. Dinding block

- Luas dinding block : 60 m²
- Side Thickness (t): 10 cm = 0,1 m

$$Q2b = \frac{k \times A \times dT}{t} \dots\dots\dots(3)$$

$$Q2b = \frac{1 \times 60 \times (45 - 25)}{0,1}$$

Q2b = 12.000 W

Q2b = 10.318,14 kCal/hr

c. Total

Total heat gain asbes + block =
2 x (Q2a + Q2b) = 27.553,20 kCal/hr

3. Heat gain dinding bagian depan dan belakang (Q₃)

- Luas dinding depan dan belakang: 1.000 m²
- Alumunium (penutup) Thickness (t₁): 6 mm = 0,006 m
- Rock Wool Thickness (t₂): 50 mm = 0,05 m
- Roof Thickness (t₃): 6 mm = 0,006 m

$$Q3 = \frac{Ti - To}{\frac{t1}{k1 \times A} + \frac{t2}{k2 \times A} + \frac{t3}{k3 \times A}} \dots\dots\dots(4)$$

$$Q_3 = \frac{45 - 25}{\frac{0,006}{237 \times 1.000} + \frac{0,05}{0,042 \times 1.000} + \frac{0,006}{2,07 \times 1.000}}$$

$Q_3 = 16.759,13575 \text{ W}$
 $Q_3 = 14.410,26 \text{ kCal/hr}$

4. Heat gain dari lantai (Q₄)

Diasumsikan tidak ada pupuk (gudang dalam keadaan kosong)

Luas lantai : 1.500 m²
Thickness lantai (t): 30 mm = 0,3 m
Conductivity lantai (k): 1 W/(mC)

$$Q_4 = \frac{k \times A \times dT}{t} \tag{5}$$

$$Q_4 = \frac{1 \times 1.500 \times (45 - 25)}{0,3}$$

$Q_4 = 100.000 \text{ W}$
 $Q_4 = 85.984,5 \text{ kCal/hr}$

5. Total heat gain (with insulation)

Total heat gain

(with insulation) = Q₁ + Q₂ + Q₃ + Q₄
= 157.344,89 kCal/hr

Safety = 10%

Heat loss = 173.079,38 kCal/hr

Taken heat loss = 200.000 kCal/hr

6. Menghitung laju aliran (flow) udara ambient

Kapasitas panas udara

(C_p) : 1,00696 kJ/kg.C
: 0,2427 kCal/kg.C

dT udara : 45 - 25: 20°C

Densitas udara: 1,170732 kg/m³

$$\text{Flowrate Udara} = \frac{Q}{C_p \times dT} \tag{6}$$

$$\text{Flowrate Udara} = \frac{200.000}{1,00696 \times 20}$$

$$\text{Flowrate Udara} = 41.193,30 \text{ kg/hr}$$

$$\text{Volume flowrate udara} = \frac{\text{Flowrate Udara}}{\text{Density Udara}}$$

= 35.185,94³/hr

Safety = 10%

Flowrate udara = 38.704,53 m³/hr

Taken flowrate udara= 40.000 m³/hr

7. Menghitung dedusting air heater

Dari material balance

Kap fan = 40.000 m³/jam
= 666,667 m³/min
Density = 1,084 kg/m³
= 54.200 kg/jam

Dari perhitungan didapatkan

BHP = 158,352 kW
Power motor = 174,1872 kW
Motor standar = 200 kW

4.3 Perhitungan kelembapan udara di gudang

a. Absolute humidity

$$\text{Absolut Humidity} = \frac{6,112 \times e^{\frac{[17,67 \times T]}{T+243,5}} \times RH \times 2,1674}{273,15 + T} \tag{7}$$

$$\text{Absolut Humidity (H}_{out}) = \frac{6,112 \times e^{\frac{[17,67 \times 23]}{23+243,5}} \times 70 \times 2,1674}{273,15 + 23}$$

$$\text{Absolut Humidity (H}_{out}) = 14,38810 \text{ g/m}^3$$

$$\text{Absolut Humidity (H}_{in}) = \frac{6,112 \times e^{\frac{[17,67 \times 23]}{23+243,5}} \times 35 \times 2,1674}{273,15 + 23}$$

$$\text{Absolut Humidity (H}_{in}) = 7,19405 \text{ g/m}^3$$

b. Infiltrasi (Infiltration)

$$P - \text{factor} = \frac{(H_{out} - H_{in})}{11,5} \tag{8}$$

$$P - \text{factor} = \frac{(14,38810 - 7,19404)}{11,5}$$

$$P - \text{factor} = 0,62556$$

$$\text{Infiltrasi} \left(\frac{L}{\text{hari}} \right) = (H_{out} - H_{in}) \times 0,0012 \times \text{space volume} \times K - \text{factor} \times P - \text{factor} \tag{9}$$

c. Infiltrasi(L/hari)

$$= (14,38810 - 7,19404) \times 0,0012$$

$$\times 15.000 \times 0,6 \times 0,62556$$

$$\text{Infiltrasi} = 48,60327 \text{ L/hari}$$

d. Human load

$$\text{Human Load} = \text{Number of People} \times H - \text{factor} \times 0,065 \tag{10}$$

$$\text{Human Load} = 15 \times 2,5 \times 0,065$$

$$\text{Human Load} = 2,4375 \text{ L/hari}$$

e. Ventilation

Air intake (door opening load) (CMH)

$$= \text{Area of door} \times 3 \times \text{Time door stay opened}$$

$$\times \text{No. of opening/hr} \dots\dots(11)$$

Air intake (door opening load) (CMH)

$$= 16 \times 3 \times 24 \times 1$$

Air intake (door opening load) = 1152 CMH Ventilation

$$= \text{Air intake (CMH)} \times (H_{out} - H_{in}) \times 0,0012$$

$$\text{Ventilation} = 1152 \times (14,38810 - 7,19404) \times 0,0012$$

$$\text{Ventilation} = 9,94504 \text{ L/Hari}$$

Total = Infiltrasi + Human Load + Ventilation

$$\text{Total} = 66,61502 \text{ L/hari}$$

Tabel 5. Rekapitulasi spesifikasi alat

	<i>Air heater</i>	<i>Air blower</i>	<i>Humidity</i>
Spesifikasi	200.000 kCal/hr	40.000 m ³ /hr	66,1502 L/hari

Tabel di atas merupakan rekapitulasi spesifikasi alat yang digunakan dalam pengadaan *dehumidifier* di gudang Phonska PT Petrokimia Gresik. Tabel menunjukkan bahwa spesifikasi *air heater* dan *air blower* yang dibutuhkan adalah sebesar 200.000 kCal/hr dan 40.000 m³/hr. Sehingga, *dehumidifier* yang dibutuhkan untuk gudang harus dapat memenuhi persyaratan tersebut. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil bahwa total kelembapan gudang Phonska PT Petrokimia Gresik adalah sebesar 66,1502 L/hari, sehingga *dehumidifier* harus dapat menyerap kelembapan sebesar jumlah tersebut.

5. KESIMPULAN

Dehumidifier merupakan alat yang dapat digunakan untuk melakukan kontrol kelembapan di gudang pupuk Phonska PT Petrokimia Gresik, sehingga gudang tetap dalam keadaan kering dan kualitas pupuk

Phonska tetap terjaga. Apabila akan dilakukan pemasangan *dehumidifier* pada gudang pupuk Phonska, maka diperlukan spesifikasi *dehumidifier* yang dapat mengeluarkan panas sebesar 200.000 kCal/hr dan dapat menyerap kelembapan sebesar 66,61502 L/day.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini, terutama mahasiswa Departemen Manajemen Rekayasa dan Universitas Internasional Semen Indonesia yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Pusat Statistik, Laporan Hasil Sensus Pertanian 2013, Jakarta.
 [2] <http://www.petrokimia-gresik.com/>, (diakses pada 9 Maret 2017).
 [3] Sarkar, J., Bhattacharyya, S., Gopal, R. dan Transcritical, M. (2006). CO₂ heat pump dryer: part mathematical model and simulation. *Drying Technology*, 24: 1583-1591.
 [4] Minea, V. (2012). Part I drying heat pumps system integration. *International Journal of Refrigeration*. 36: 643-658.
 [5] Hawlader, M.N.A., Perera, C.O. dan Tian, M. (2006). Comparison of the retention of 6-gingerol in drying under modified atmosphere heat pump drying and other drying methods. *Dry Technology*. 24: 51-56.
 [6] Handayani, S.U., Rahmat, dan Darmanto, S., 2014. Uji Unjuk Kerja Sistem Pengering Dehumidifier untuk Pengeringan Jahe. 34: 232-238.
 [7] Brooker, D.B. et al, 1974. *Drying Cereal Grain*. Connecticut: The AVI Publishing Company Inc. Wesport.
 [8] 'Thermal conductivity of some common materials and gases', available: http://www.engineeringtoolbox.com/thermalconductivity-d_429.html [diakses pada 9 Maret 2017].