

**KARAKTERISTIK DAN PERHITUNGAN KOEFISIEN SERAPAN  
(ABSORPTION COEFFICIENT) PROPYLENE GLYCOL SEBAGAI ZAT PENYERAP  
KELEMBABAN UDARA (DESICCANT) PADA MESIN PENDINGIN UDARA**

**Kumara Ari Yuana**

STMIK Amikom Yogyakarta  
Jl. Ring Road Utara, Condong Catur, Sleman, Yogyakarta, 0274-884201  
Email : kumara.a@amikom.ac.id

**ABSTRACT**

*The objectives of this research are: 1. understanding the characteristics of propylene glycol as desiccant by manipulating the air volumetric flow rate and propylene glycol volumetric flow rate as desiccant. 2. calculating the optimum operating point of absorption of propylene glycol desiccant at air dryer machine. Theoretically absorption ability of a desiccant is limited by the ability of the maximum absorbance that reached when the equilibrium with the surrounding air or saturated conditions is reached.*

*The results indicate that the effect of absorption varies proportionally with volumetric flow rate of desiccant and has a certain optimum point with the volumetric flow rate of air that dried. In this study used two dimensionless scale, i.e. : 1. Coefficient of Absorption (abbreviated AC).*

*Keywords: propylene Glycol, desiccant, absorption coefficient, humidity.*

**1. PENDAHULUAN**

Secara natural pengeringan dapat dilakukan dengan mengalirkan udara panas pada bahan yang akan dikeringkan atau sering dilakukan dengan cara penjemuran terik matahari atau meng-oven. Cara yang lain untuk mencapai kekeringan bahan dapat juga dilakukan dengan mengalirkan udara yang telah mengalami pendinginan suhu sehingga uap air terkondensasi. Yang menjadi masalah adalah ada banyak bahan-bahan, seperti obat - obatan, bahan makanan dan bahan - bahan industri yang sensitif terhadap suhu panas diatas suhu kamar atau dingin dibawah suhu kamar yang memerlukan kondisi kering. Suhu yang terlalu panas dapat merusak bahan, sedangkan suhu yang terlalu dingin dapat menyebabkan proses kondensasi yang sering menyebabkan berbagai masalah.

Proses pengeringan udara dengan desiccant (zat yang bersifat higroskopis) adalah dengan cara melewatkan udara basah melalui desiccant yang akan menyerap

kelembabannya untuk kemudian menghasilkan output udara kering.

Ada dua jenis desiccant, yaitu desiccant padat yang mudah pengoprasiaannya dan desiccant cair yang ekonomis karena dapat diregenerasi dengan pemanasan. Desiccant cair yang biasa digunakan adalah garam anorganik, yang memiliki kelemahan karena bersifat korosif, dan senyawa glycol.

Jim Blaunt (2001) mengatakan bahwa desiccant cair relatif lebih ekonomis secara jangka panjang dibanding desiccant padat. Desiccant cair yang biasa digunakan adalah garam anorganik (sodium chloride, calcium chloride, lithium chloride dll) atau senyawa glycol (propylene glycol, ethylene glycol dll).

Keuntungan penggunaan Propylene Glycol sebagai desiccant (Jim Blaunt, 2001) :

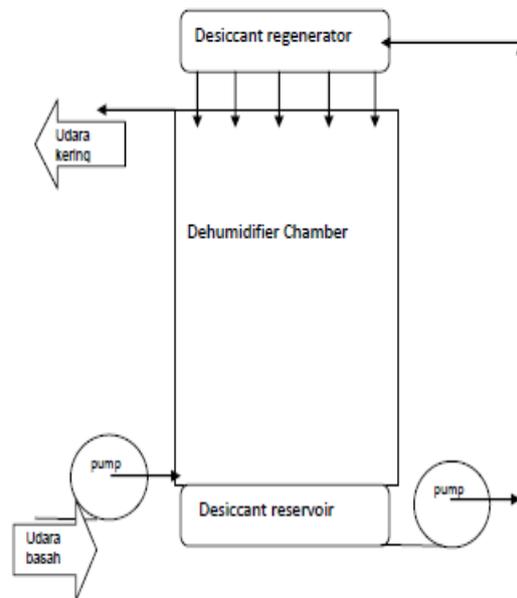
1. Dapat digunakan untuk industri makanan (food grade) oleh United States Department of Agriculture (USDA).
2. Mampu beroperasi dibawah suhu garam anorganik.
3. Tidak korosif.

Donald PG (2002) melakukan regenerasi *desiccant* cair dengan cara pemanasan sebagai upaya untuk memperoleh kemurnian kembali *desiccant* yang sudah mengalami penyerapan uap air udara basah. Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan dalam perancangan dan manufaktur mesin pengering udara (*dehumidifier*) dengan *desiccant*, sebagai berikut :

1. Kinerja dan keawetan *desiccant*.
2. *Pressure drop* akibat peralatan dan filter yang diperlukan.
3. Kemampuan *desiccant* untuk diregenerasi.
4. Korositas dan toksisitas.

Donald PG (2002) menyatakan bahwa pengeringan dengan *desiccant* harus menjadi pertimbangan dibanding dengan kondensasi jika suhu pengembunannya dibawah 45°F. Operasi 40°F, sistem pengeringan dengan *desiccant* sangat unggul secara jangka panjang. Dengan teknologi pengeringan udara menggunakan *desiccant* yang dapat dikontrol kemurniannya melalui proses regenerasi, maka kelembaban udara yang dikeringkan dapat diperoleh secara kontinyu.

KGT Holland (1963) meregenerasi larutan LiCl dengan cara memanaskan agar diperoleh kembali kemurniannya untuk keperluan *air conditioner* tenaga matahari. Raymond C. Hall (1965) mengajukan skema dan kalkulasi teoritis alat pembuat air segar dengan menangkap uap air dari udara dengan menggunakan *desiccant* senyawa *Glycol*. Karakteristik serapan *Ethylene Glycol*, *Propylene Glycol* dan *Dipropylene Glycol* dikemukakan Hall dengan grafik kesetimbangan antara konsentrasi *glycol* dengan kelembaban udara sekitar yang melingkupinya. Digambarkan bahwa senyawa *Glycol* berkadar 50% akan setimbang dengan udara sekitar berkelembaban relatif sekitar 90%, sedangkan untuk senyawa *Glycol* berkadar 99% akan setimbang dengan udara sekitar berkelembaban relatif 10%.



Gambar 1. Skema Mesin Pengering Udara

Gambar 1. Skema Mesin Pengering Udara.

## 2. METODOLOGI

Pada penelitian ini dipakai metode eksperimen yang dimulai perancangan dan pembuatan mesin pengering udara (skema mesin terlihat pada gambar 1) yang memungkinkan diperoleh kontak udara sekitar dengan *desiccant* pada suatu ruangan bagian mesin itu yang disebut tower. *Volume tower* pada hasil rancangan yang digunakan pada eksperimen ini adalah 0.23976 m<sup>3</sup>. Efek serapan diukur dari penurunan kelembaban udara sebelum dan sesudah melalui tower. Variasi dilakukan pada debit aliran udara yang dikeringkan dari 8,6e<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>/s hingga 3e<sup>-2</sup>m<sup>3</sup>/s dan debit aliran *desiccant* divariasikan dari 1,5e<sup>-5</sup>m<sup>3</sup>/s hingga 4,4e<sup>-5</sup>m<sup>3</sup>/s.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengukuran yang dilakukan, selama penelitian diperoleh 2 komponen hasil:

1. Pengaruh variasi debit *desiccant* terhadap tingkat kelembaban udara jika debit udara tetap. Hasil penelitian secara keseluruhan menunjukkan bahwa semakin besar debit *desiccant* yang dialirkan, semakin kering udara yang dihasilkan atau semakin besar penyerapannya yang dilakukan oleh *desiccant*. Hal ini dapat dijelaskan karena semakin besar aliran *desiccant* akan memperbesar luasan kontak permukaan udara basah dengan *desiccant* yang memperbesar kemungkinan tertangkapnya uap air oleh *desiccant*.
2. Pengaruh variasi debit udara terhadap tingkat kelembaban udara jika debit *desiccant* tetap. Pada penelitian dengan variasi aliran udara basah yang dialirkan dan dengan debit *desiccant* tetap, ternyata tidak mudah diambil kesimpulan. Sebagaimana disampaikan oleh Hall (1965) bahwa pengaruh kondisi lingkungan (suhu, tekanan dan kandungan air), sifat serapan *desiccant* dan kondisi aliran udara masing-masing debit udara yang berbeda turbulensinya. Pengaruh debit udara tidak memperluas kontak permukaan, karena debit *desiccant* tetap dan hanya merubah koefisien transfer massa  $h_m$ .

Pada penelitian ini hasil disajikan dalam besaran tak berdimensi (dimensionless), yaitu:

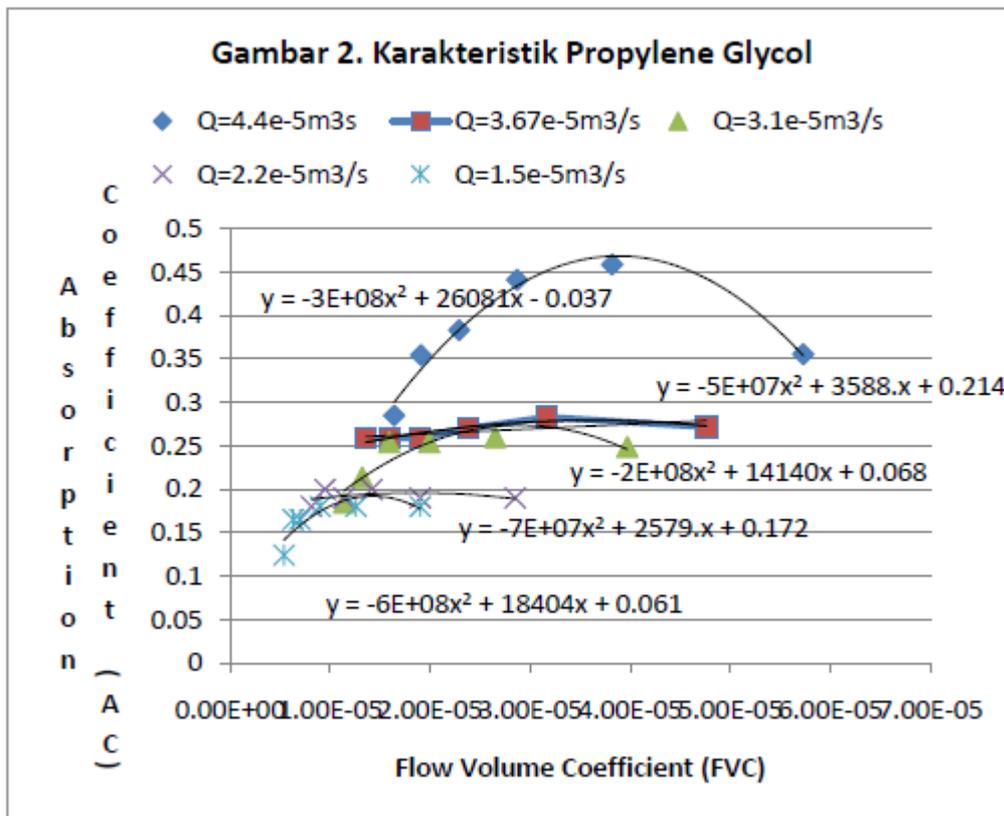
1. Koefisien Serapan (*Absorption Coefficient* disingkat AC) yang didefinisikan sebagai rasio antara beda kelembaban udara lingkungan dan sesudah proses pengeringan dibagi dengan kelembaban udara lingkungan  $[(G_1 \text{ ambient} - G_1 \text{ out}) / (G_1 \text{ ambient})]$ . Tujuan penggunaan besaran

ini adalah untuk mengisolasi pengaruh variasi kelembaban udara basah lingkungan yang dapat bervariasi selama pelaksanaan eksperimen.

2. Koefisien volume aliran *desiccant* (*flow-volume coefficient* disingkat FVC) yang didefinisikan sebagai  $[Q \text{ desiccant} / v V^{2/3}]$  dimana  $Q \text{ desiccant}$  adalah debit aliran zat penyerap kelembaban udara,  $v$  adalah kecepatan aliran udara dan  $V$  adalah volume. Tujuan penggunaan besaran ini adalah agar dapat dibandingkan dengan berbagai eksperimen lain yang mungkin bentuk dan ukuran towernya berbeda. Sejauh komponen bilangan tak berdimensinya sama, maka antar mesin pengering udara yang berbeda dapat dikomparasikan.

#### Karakteristik Propylene Glycol sebagai *desiccant*.

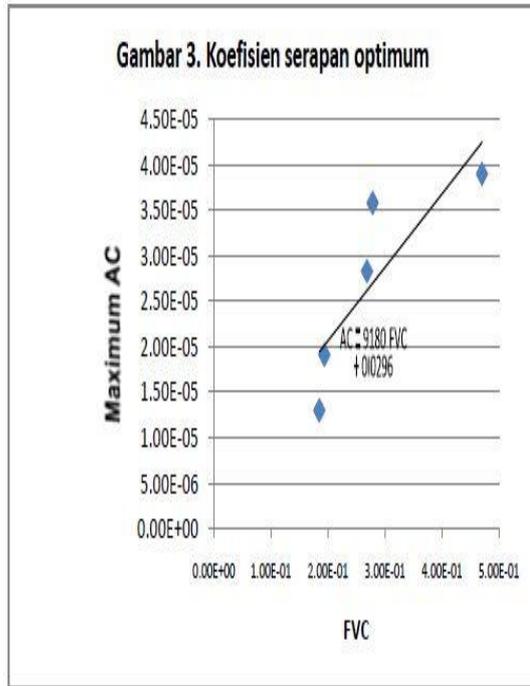
Hasil eksperimen dengan variabel FVC sebagai variabel bebas dan variabel AC sebagai variabel terikat dapat dilihat pada gambar 2. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa semakin besar debit *desiccant* yang dialirkan akan semakin besar pula serapan uap air dari udara yang artinya semakin kering pula udara yang dihasilkan. Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin besar debit aliran *desiccant* berarti juga memperluas kontak permukaan penyerapan antara *desiccant* dengan udara yang dikeringkan yang berarti memperbesar juga probabilitas tertangkapnya uap air oleh *desiccant*. Seperti yang terlihat pada gambar, ternyata untuk masing - masing debit aliran memiliki titik optimum yang ditandai dengan puncak lengkungan dimasing - masing tingkat debit *desiccant*.



Gambar 2. Karakteristik *Propylene Glycol*.

Fenomena terdapatnya titik optimum untuk masing - masing variasi debit *desiccant* ketika ditingkatkan kecepatan debit aliran udara dapat dijelaskan dengan probabilitas tangkapan uap air udara oleh *desiccant*. Ketika debit aliran udara rendah, maka sedikit udara yang mengalami kontak dengan *desiccant*. Semakin ditingkatkan debit aliran udara, maka semakin besar volume udara basah yang kontak dengan *desiccant* sehingga semakin besar pula volume udara kering yang dihasilkan. Akan tetapi setelah melewati titik optimum, ketika kecepatan debit udara semakin ditingkatkan, ternyata koefisien serapan mengalami penurunan. Hal ini dapat dijelaskan bahwa ternyata ketika kecepatan aliran udara basah terlalu tinggi melewati titik optimum, probabilitas tertangkapnya molekul air dalam udara basah oleh *desiccant* mengalami penurunan.

Manfaat diketahuinya titik optimum ini adalah untuk mengetahui titik optimum operasi mesin pengering udara dengan *desiccant* agar diperoleh udara kering yang paling optimum dan operasi mesin pengering udara se-ekonomis mungkin. Koefisien Serapan *Propylene Glycol* secara matematis dapat dihitung agar menemukan titik optimum seperti gambar 2 diatas adalah dengan men-diferensialkan dan disama dengankan nol. Dari perhitungan tersebut ditemukan titik - titik optimum seperti grafik 3. Kemudian untuk menemukan manfaat prediktif operasi dihitunglah persamaan regresi linear.



Gambar 3. Koefisien Serapan Optimum.

#### 4. KESIMPULAN

1. Semakin besar debit *desiccant* mengakibatkan semakin luas kontak permukaan penyerapan sehingga semakin besar penyerapan uap air di udara, sehingga semakin kering udara yang dihasilkan.
2. Variasi debit udara menunjukkan terdapat titik optimum penyerapan.
3. Persamaan linear Koefisien Serapan (AC) terhadap Koefisien Volume Aliran (FVC) adalah:  $AC = 9180FVC + 0.0296$ .

#### NOTASI

- AC : *absorption coefficient (dimensionless)*.
- FVC : *flow-volume coefficient (dimensionless)*.
- $G_{1 \text{ ambient}}$  : kelembaban udara spesifik udara lingkungan (kg uap air/kg udara kering).
- $G_{1 \text{ out}}$  : kelembaban udara spesifik udara hasil pengeringan (kg uap air/kg udara kering).
- Q : debit *desiccant* (m<sup>3</sup>/s).
- v : kecepatan udara (m/s).
- V : *volume chamber* (m<sup>3</sup>).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Blount, Jim. “*Control Moisture with Liquid Desiccants*”, Niagara Blower, USA, 2001.
- Chengel, Yunus A and Boles, Michael A. “*Thermodynamics: An Engineering Approach*”, second edition, McGraw Hill, USA, 1994.
- Gas Processors Suppliers Association, Engineering Data Book Volume II, Gas Processors Association, 1987.
- Gasco, TotalFinaElf E&P Indonesia, Production/Processing Operations.
- Gatley, Donald P. “*Dehumidification Enhancement for 100% - Outside – Air AHUs*”, HPAC Heating Piping/ Air Conditioning Engineering, 2002.
- Holland, KGT. “*The Regeneration of Lithium Chloride Brine in Solar Air Conditioner*”, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Engineering Section, Melbourne, Australia, 1963.
- Hall, Raymond C. “*Theoretical Calculation – The Production of Water from Atmosphere by Absorbtion with Subsequent in Solar Still*”, Solar Energy Conference, 1965.
- Incropera, Frank P. and De Witt, David P. “*Fundamentals of Heat and Mass Transfer*”, fourth edition, John Wiley & Sons, USA, 1996.
- Toxic Air Contaminant Identification List Summaries – ARB/ SSD/ S.