

Analisis Penyisihan Kandungan Amonia dengan Stripper di Pabrik Ammonia

Jerry^{1,*}, Muhammad Zulfikar Luthfi¹, Muhammad Nasyarudin Iqbal¹

¹Teknologi Proses Industri Petrokimia, Politeknik Industri Petrokimia Banten

Jalan raya karang bolong, Desa Cikoneng, Anyar, Kab Serang

E-mail: jerry@poltek-petrokimia.ac.id*

Abstract

Ammonia industrial waste treatment is part of the final process in the industry. Wastewater containing high ammonia content needs to be treated using a stripping process. This study to analysis the stripping process for ammonia waste treatment in the industry to obtain appropriate operating conditions and meet the wastewater standards issued by the Minister of the Environment. Data obtained during 10 days of operation were compared with the standards and analyzed for column efficiency. The results of the analysis showed that the waste output with a concentration of 13.9 - 49 ppm, a pH range of 8.7 - 9 and most of the waste discharge had met the standards, namely a maximum of 50 ppm and pH 6-9. The best gas-liquid ratio at the stripper inlet is 0.25 V / V and pressure has no significant effect on stripper efficiency.

Keywords: ammonia, stripper, column pressure, steam

Abstrak

Pengolahan limbah industri ammonia merupakan bagian dari proses akhir di industri. Air limbah yang mengandung kandungan ammonia yang tinggi perlu diolah dengan menggunakan stripping proses. Penelitian ini mengkaji proses stripping terhadap pengolahan limbah ammonia di industri untuk mendapatkan kondisi operasi yang sesuai dan memenuhi standar air limbah buangan yang telah dikeluarkan oleh Menteri lingkungan hidup. Data yang diperoleh selama 10 hari operasi dibandingkan dengan standar serta dianalisis efisiensi kolom. Hasil analisis menunjukkan bahwa keluaran limbah dengan konsentrasi 13,9 – 49 ppm, rentang pH 8,7 – 9 dan sebagian besar limbah buangan telah memenuhi standar yaitu maksimal 50 ppm dan pH 6-9. Rasio gas – liquid pada inlet stripper paling baik adalah 0,25 V/V dan tekanan tidak berpengaruh nyata terhadap efisiensi stripper.

Kata kunci: ammonia, stripper, tekanan kolom, steam

1. Pendahuluan

Pengolahan limbah cair yang mengandung ammonia tinggi pada pabrik ammonia perlu dilakukan agar memenuhi standar yang dikeluarkan yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No P.80/Menlhk/setjen/2019 Tentang Baku Mutu Air Limbah kadar maksimal ammonia yang dapat dibuang ke lingkungan adalah 50 mg/L. biasanya di pabrik ammonia pengolahan Limbah menggunakan proses stripping dengan pelucutan ammonia, terkadang pelucutan ini masih menyisakan ammonia yang tinggi pada air limbah. Pengolahan limbah pada industri ammonia dapat dilakukan berbagai metode yaitu dengan stripping[1–8], pengolahan secara biologi[9–11], pengolahan dengan absorben dan

pengolahan dengan ozon serta microbubble[12–15].

Pengolahan secara biologis menggunakan bakteri pengurai ammonia menjadi nitrat dan nitrit dengan proses oksidasi pada ammonia dan bantuan *enzyme* yang dihasilkan oleh bakteri[9,11,16]. Pengolahan ini memerlukan waktu yang lama[16] dan memerlukan kolam limbah dengan volume yang besar. Oksidasi ammonia dengan oksigen dapat menghasilkan NO₃ dan NO₂, kandungan ammonia setelah proses pengolahan akan sangat rendah. Permasalahan yang terjadi adalah volume limbah yang banyak pada industry ammonia dan kandungan ammonia yang tinggi pada limbah cair pabrik ammonia menyebabkan metode pengolahan limbah secara

biologis tidak sesuai dengan karakteristik limbah pabrik ammonia. Dari hasil kajian penelitian sebelumnya degradasi ammonia dengan konsentrasi 516 ppm hanya mampu menurunkan ammonia sebesar 30,4% [10].

Pengolahan limbah cair dengan absorben telah banyak dikaji pada penelitian sebelumnya dengan konsentrasi ammonia 50 – 560 ppm yang dilakukan secara batch dengan konsentrasi absorben carbon nanotube sebesar 0,13 – 2,63 gram dalam 1 liter limbah dapat mengabsorpsi ammonia sebesar 90% [17]. Metode pengolahan limbah ini belum dapat diaplikasikan pada pabrik ammonia karena metode ini sangat mahal dibandingkan pengolahan metode lainnya.

Pengolahan limbah cair ammonia dengan metode stripping menggunakan steam telah banyak dikaji. Metode pengolahan limbah ini banyak diterapkan pada pabrik ammonia maupun urea. Metode stripping dilakukan dengan low Steam (tekanan steam dibawah 10 kg/cm²). Penelitian sebelumnya telah mengkaji proses stripping ammonia hingga 1000 ppm dengan perbandingan Gas-liquid Volume optimal yaitu 1,5 dengan tingkat [18].

Metode pengolahan penyisihan ammonia pada air limbah pabrik ammonia dan urea adalah metode stripping. Pada penelitian ini mengkaji performa dan laju alir terbaik dalam penyisihan air limbah yang mengandung ammonia antara 1000 – 3500 ppm. Kajian pada penelitian ini dengan menganalisis data pada striper untuk dianalisis konsentrasi keluaran ammonia. Penelitian ini mempelajari kondisi operasi terbaik pada kolom stripper pabrik ammonia.

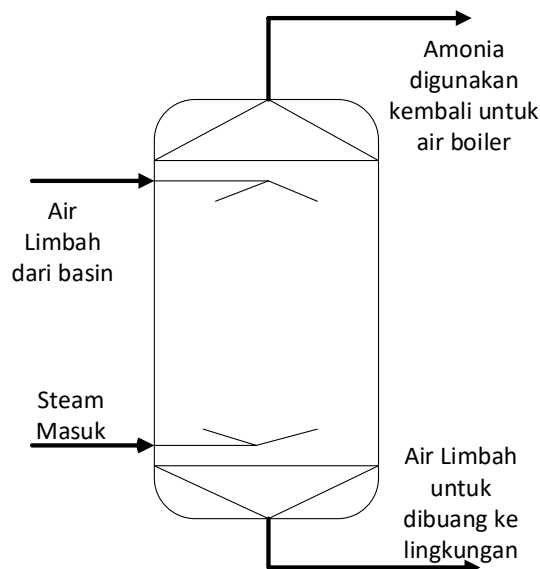
2. Metodologi

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air limbah pabrik yang mengandung ammonia tinggi dengan konsentrasi sesuai dengan kondisi di pabrik yaitu antara 1000 – 3500 ppm. Steam dengan temperature 145°C dan tekanan 3 kg/cm²

2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah Stripper dengan Dimensi tinggi kolom 9,75 m dan diameter kolom 2,2 m, menggunakan jenis packing pall ring. Gambar rangkaian peralatan dapat dilihat pada tabel berikut ini, pengukuran pH dengan pH meter dan analisis ammonia dari analyzer yang terpasang pada peralatan baik itu inlet maupun outlet dari kolom.



Gambar 1. Kolom Stripper

2.3 Pengolahan limbah

Proses stripping dilakukan dengan mengalirkan steam dan air limbah secara counter flow, air limbah dari atas kolom, sedangkan steam masuk dari bawah kolom. Sebelum air limbah dimasukkan ke dalam kolom terlebih dahulu dipanaskan temperaturnya menjadi 40°C. steam yang masuk dengan laju alir 9 ton per jam. Data dianalisis adalah pengaruh laju alir limbah, gas liquid rasio terhadap efisiensi kolom dibandingkan dengan data desain. Efisiensi kolom dihitung dengan persamaan berikut

$$eff = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (1)$$

Eff = efisiensi kolom stripper

a adalah konsentrasi ammonia inlet kolom

b adalah konsentrasi ammonia outlet kolom

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis limbah cair

Pengolahan limbah pada pabrik ammonia diambil data selama 10 hari untuk mengetahui

memenuhan baku mutu lingkungan yang telah dikeluarkan oleh Menteri Lingkungan Hidup. Adapun data hasil pengolahan limbah dapat dilihat pada tabel berikut ini,

Tabel 1.
Data Kondisi air limbah pabrik ammonia

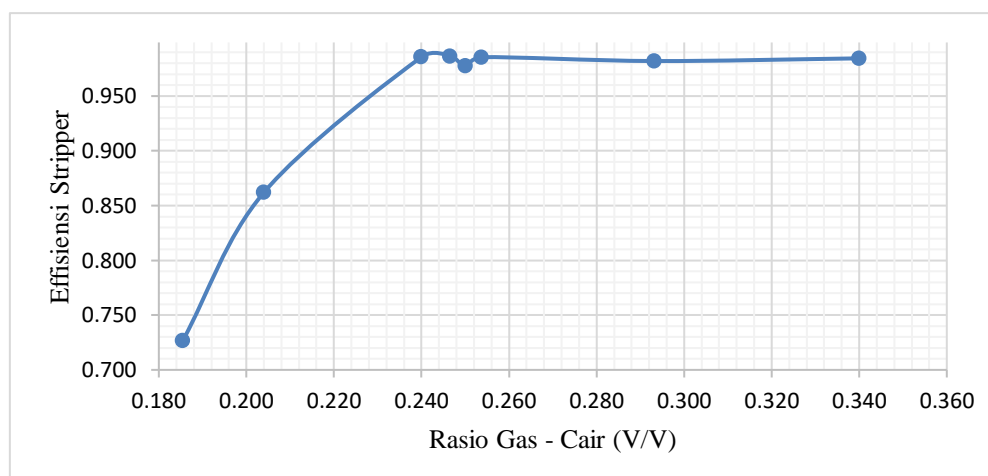
Hari	ammonia inlet	pH inlet	ammonia outlet	pH outlet	Standar PH	Standar Konsentrasi Ammonia
1	2095	9,5	47	9	6-9	maks 50
2	2248	9,6	120	9,3	6-9	maks 50
3	2961	9,6	40	9	6-9	maks 50
4	3012	9,8	43	9	6-9	maks 50
5	3239	9,8	897	9,5	6-9	maks 50
6	3665	9,8	670	9,5	6-9	maks 50
7	2446	9,6	337	9,5	6-9	maks 50
8	1712	9,3	13,69	8,7	6-9	maks 50
9	3377	9,8	49	9	6-9	maks 50
10	2512	9,7	39	8,9	6-9	maks 50

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa secara umum konsentrasi keluaran ammonia telah memenuhi standar baku mutu limbah cair yang dikeluarkan oleh Peraturan Menteri lingkungan hidup No P.80/Menlhk/2019 yaitu maksimal 50 ppm, namun hari ke 2, 5,6 dan 7 tidak memenuhi standar karena proses pengolahan limbah yang disebabkan oleh kondisi operasi peralatan stripper seperti laju alir limbah yang berlebih sehingga menyebabkan kemampuan peralatan. Pada hari tersebut konsentrasi ammonia yang tinggi yaitu >3000 ppm menyebabkan kemampuan stripper tidak dapat menguapkan sebagian besar ammonia dan menyisakan kandungan ammonia yang

tinggi[1]. Sedangkan pH relative sudah memenuhi baku mutu lingkungan jika kandungan ammonia dibawah 50 ppm.

3.2. Pengaruh rasio gas dan cairan

Pengaruh rasio gas dan cairan dikaji untuk melihat pengaruh terhadap efisiensi kolom. Perbandingan ini dihitung berdasarkan perbandingan volume *steam* masuk terhadap air limbah yang masuk ke dalam kolom stripper. Pengaruh dari rasio steam terhadap umpan limbah masuk dapat dilihat pada gambar berikut ini,

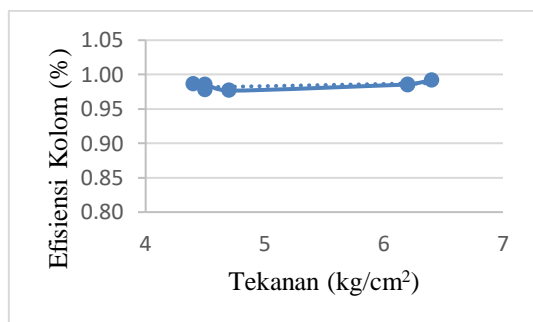


Gambar 2. Pengaruh rasio gas – cair terhadap efisiensi stripper

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio gas dan liquid (GL) akan meningkatkan efisiensi kolom stripper dalam penyisihan ammonia. Ketika rasio GL ditingkatkan menjadi 0,24 sampai dengan 0,34 efisiensi kolom menjadi 0,973 – 0,982, hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar ammonia dapat dihilangkan dan mudah larut dalam fasa gas[18].

2.3 Pengaruh tekanan pengoperasian

Kajian tentang tekanan terhadap penyisihan ammonia perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh terhadap efisiensi kolom stripper. Pengoperasian dilakukan dari 4,5 – 6,5 kg/cm², dengan spesifikasi desain peralatan maksimal 7 kg/cm². Pengaruh tekanan pada kolom stripper dapat dilihat pada gambar berikut ini,



Gambar 3. Pengaruh tekanan terhadap efisiensi kolom

Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh nyata tekanan terhadap efisiensi kolom, tekanan yang turun dan naik dipengaruhi oleh laju alir steam yang masuk ke kolom [4]. Efisiensi kolom hamper sama yaitu 0,97 – 0,98.

4. Simpulan

Dari hasil analisis air limbah yang mengandung ammonia tinggi dengan stripper dapat disimpulkan bahwa secara umum aspek outlet ammonia dan pH telah memenuhi baku mutu lingkungan yang telah dikeluarkan oleh Menteri lingkungan hidup. Rentang keluaran konsentrasi ammonia yaitu 13,9 - 49 ppm dengan pH 8,7 – 9. rasio gas- liquid yang terbaik adalah 0,25 V/V dan tekanan tidak berpengaruh nyata terhadap efisiensi kolom dari tekanan 4,5 – 6,6 kg/cm² efisiensi kolom tidak berubah signifikan yaitu 0,97 – 0,98.

Daftar Pustaka

[1] Kinidi L, Tan IAW, Abdul Wahab NB, Tamrin KF Bin, Hipolito CN, Salleh SF. Recent Development in Ammonia Stripping

Process for Industrial Wastewater Treatment. Vol. 2018, International Journal of Chemical Engineering. Hindawi Limited; 2018.

- [2] Wu CQ, Zhang Y, Chen X. Ammonia removal mechanism by the combination of air stripping and ultrasound as the function of pH. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Institute of Physics Publishing; 2019.
- [3] Zangeneh A, Sabzalipour S, Takdatsan A, Yengejeh RJ, Khafaie MA. Ammonia removal from municipal wastewater by air stripping process: An experimental study. S Afr J Chem Eng. 2021 Apr 1;36:134–41.
- [4] Sonaka H, Syutsubo K, Fukuda M, Yamaguchi T, Tanikawa D. Ammonia Stripping from High Ammonia-Containing Wastewater by Downflow Hanging Sponge (DHS) Reactor. J Water Environ Technol. 2016;14(5):303–7.
- [5] Jia D, Lu W, Zhang Y. Research on mechanism of air stripping enabled ammonia removal from industrial wastewater and its application. Chem Eng Trans. 2017;62:115–20.
- [6] Wang C, Azeem M, Zhang H, Qu W, Qiao C, Yang S. Ammonia Stripping with Plant Ash Enhanced Removal and Recovery Rate of Ammonia Nitrogen From Biogas Slurry. Pol J Environ Stud. 2023 Jan 1;32(1):843–52.
- [7] Wang C, Azeem M, Zhang H, Qu W, Qiao C, Yang S. Ammonia Stripping with Plant Ash Enhanced Removal and Recovery Rate of Ammonia Nitrogen From Biogas Slurry. Pol J Environ Stud. 2023 Jan 1;32(1):843–52.
- [8] Zangeneh A, Sabzalipour S, Takdatsan A, Yengejeh RJ, Khafaie MA. Mass transfer coefficient of ammonia in the air stripping process for municipal wastewater: An experimental study. Advances in Environmental Technology. 2021 Sep 1;7(4):289–304.
- [9] Fuzieah S, Sheikh Abdullah SR, Abu Hasan H, Abd. Rahman N. Biological removal of ammonia by naturally grown bacteria in sand biofilter. Malaysian Journal of

- Analytical Sciences. 2018 Apr 1;22(2):346–52.
- [10] Faizal M, Haryati S, Kurniawati H. The Effect of Retention Time and Initial Concentration of Ammonia on Biological Treatment for Reducing Ammonia Content in Wastewater from Urea Fertilizer Industry. Sriwijaya International Seminar on Energy and Environmental Science & Technology Palembang.
- [11] Krakat N, Anjum R, Dietz D, Demirel B. Methods of ammonia removal in anaerobic digestion: A review. *Water Science and Technology*. 2017 Oct 1;76(8):1925–38.
- [12] Ryskie S, Gonzalez-Merchan C, Neculita CM, Genty T. Efficiency of ozone microbubbles for ammonia removal from mine effluents. *Miner Eng*. 2020 Jan 1;145.
- [13] Athikoh N, Nur M. Pengolahan Limbah Cair Tekstil Dengan Proses Oksidasi Menggunakan Ozon Gelembung Mikro Textile Liquid Waste Treatment By Oxidation Process Using Microbubble Ozone.
- [14] Wu Y, Tian W, Zhang Y, Fan W, Liu F, Zhao J, et al. Nanobubble Technology Enhanced Ozonation Process for Ammonia Removal. *Water (Switzerland)*. 2022 Jun 1;14(12).
- [15] Khuntia S, Majumder SK, Ghosh P. Removal of ammonia from water by ozone microbubbles. *Ind Eng Chem Res*. 2013 Jan 9;52(1):318–26.
- [16] Fuzieah S, Sheikh Abdullah SR, Abu Hasan H, Abd. Rahman N. Biological removal of ammonia by naturally grown bacteria in sand biofilter. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 2018 Apr 1;22(2):346–52.
- [17] Jamshidi A, Rezaei S, Hassani G, Jahanpour R, Marioryad H. Optimization and modeling of ammonia removal from aqueous solutions by using adsorption on single-walled carbon nanotubes. *Journal of Engineering and Technological Sciences*. 2021 May 31;53(3).
- [18] Nurisman Enggal, Putri Merlinda Ariesty, Bidari Mayang. Analisis Performa Persentase Stripping dan Efisiensi Panas Stripper (DA-101) pada Unit Sintesa Urea PUSRI-II B. *Journal of Chemical Process Engineering [Internet]*. 2022 Dec [cited 2024 Oct 13];7(2):109–116. Available from: <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>