

PENURUNAN KANDUNGAN AMMONIA PADA LIMBAH CAIR DENGAN METODA AERASI BUBBLING DAN PEMANASAN

Sariadi^{1*}

¹Department of Chemical Engineering, Lhokseumawe State Polytechnic, Lhokseumawe City

*Email: sariadi@pnl.ac.id

ABSTRAK

Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik pembuatan pupuk urea mengandung ammonia. Apabila kandungan ammonia dalam limbah dalam jumlah yang cukup besar langsung dibuang maka akan mengganggu kelangsungan hidup makhluk yang berada dalam badan penerima akhir buangan limbah tersebut. Untuk itu kandungan ammonia tersebut harus diturunkan sampai memenuhi syarat buangan yang diizinkan. Penurunan kandungan ammonia dapat dilakukan dengan metode aerasi bubbling dan pemanasan. Prinsipnya adalah pengontakan limbah cair dengan udara sehingga ammonia larut di dalamnya, selanjutnya penguapan ammonia dilakukan dengan pemanasan. Variabel yang digunakan adalah temperatur 50, 60, dan 70 0C, waktu kontak 30, 60, dan 90 menit, dan laju alir udara 4, 5, dan 6 ltr/menit. Semakin lama waktu kontak dan semakin tinggi temperatur serta laju alir udara, maka semakin tinggi prosentase penurunan kandungan ammonia. Prosentase penurunan kandungan ammonia yang paling tinggi dicapai pada laju alir udara 6 ltr/mnt pada temperatur 70 0C dan waktu kontak 90 menit yaitu sebesar 88,82%.

Kata kunci: Limbah cair, ammonia, aerasi bubbling, pemanasan

ABSTRACT

Liquid waste produced by urea fertilizer manufacturing plants contains ammonia. If large enough amounts of ammonia content in waste are immediately disposed of, it will disrupt the survival of creatures in the body of the final recipient of the waste. For this reason, the ammonia content must be reduced until it meets the permitted discharge requirements. Reducing the ammonia content can be done using aeration, bubbling and heating methods. The principle is to contact liquid waste with air so that the ammonia dissolves in it, then the ammonia is evaporated by heating. The variables used were temperatures of 50, 60, and 70 0C, contact times of 30, 60, and 90 minutes, and air flow rates of 4, 5, and 6 ltr/minute. The longer the contact time and the higher the temperature and air flow rate, the higher the percentage reduction in ammonia content. The highest percentage reduction in ammonia content was achieved at an air flow rate of 6 ltr/min at a temperature of 70 0C and a contact time of 90 minutes, namely 88.82%.

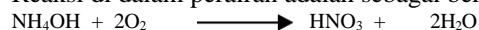
Key words: Liquid waste, ammonia, bubbling aeration, heating

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri yang sangat pesat tidak dapat dihindari dan memiliki dua sisi yang saling bertentangan, selain untuk membantu manusia meningkatkan kualitas hidupnya, pada saat yang sama industri juga tidak terlepas dari limbah atau hasil samping yang dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan.

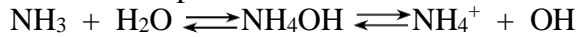
Industri pupuk merupakan salah satu jenis industri terbesar di dunia sangat berpotensi menghasilkan limbah cair ammonia yang dapat mencemari badan lingkungan akhir penerima. Untuk mengurangi kandungan ammonia dalam limbah cair tersebut dapat dilakukan dengan metode *aerasi bubbling*

dan pemanasan. Ammonia yang berasal dari limbah cair di dalam perairan dapat menyebabkan gangguan keseimbangan ekosistem air. Pada konsentrasi yang tinggi, ammonia akan menyebabkan kadar oksigen dalam air berkurang, sehingga dapat mengakibatkan kematian beberapa jenis biota air. Reaksi di dalam perairan adalah sebagai berikut:



Ammonia (NH₃) memiliki berat molekul 17 gram/mol dapat berbentuk gas tidak berwarna dengan bau menyengat dan berupa cairan berwarna kuning. Gas ammonia larut dalam air menghasilkan ammonium hidroksida (NH₄OH), larutannya bersifat basa, dan bereaksi dengan K₂HgI₄ membentuk ion kompleks. Gas ammonia bebas dinyatakan dalam bentuk tidak

terionisasi, sedangkan dalam air ammonia terionisasi seperti reaksi berikut:



Dengan penambahan OH^- berlebih akan menggeser reaksi ke kiri (Kemmer, N. Frank, 1979). Ammonia mempunyai titik didih $-33,4^\circ\text{C}$ dan titik lebur $-77,7^\circ\text{C}$. Pada konsentrasi 25% mudah meledak (Perdana Ginting, 1992). Ammonia yang terdapat dalam air erat kaitannya dengan siklus nitrogen di alam yaitu berasal dari:

- Dekomposisi bahan organik yang mengandung nitrogen baik yang berasal dari hewan maupun tumbuh-tumbuhan oleh bakteri.
- Hidrolisa urea yang terdapat di dalam urine.
- Nitrogen atmosfer melalui perubahan N_2O_3 oleh loncatan listrik di udara menjadi HNO_3 dan selanjutnya jatuh di tanah terbawa air hujan dan diuraikan oleh bakteri menjadi ammonia (Alaert & Santika, 1984).

Senyawa ammonia dalam limbah cair dapat dihilangkan dengan beberapa cara antara lain:

1. Ion exchange
2. Break point chlorination
3. Nitrifikasi – denitrifikasi
4. Ammonia stripping

Ion exchange

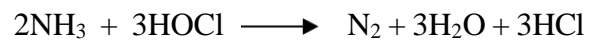
Metode ion exchange dilakukan untuk menghilangkan kandungan ammonia dalam limbah cair dengan menggunakan resin penukar kation dengan reaksi sebagai berikut:

$$\text{NH}_4^+ + \text{Na R} \rightleftharpoons \text{NH}_4 \text{R} + \text{Na}^+$$
 Dengan demikian ion ammonia akan terikat bersama resin, tetapi hal ini sangat sulit dilakukan karena biaya yang dibutuhkan cukup besar dan tidak akan mengurangi kandungan ammonia bila resin tersebut tidak diregenerasi.

Break Point Chlorination

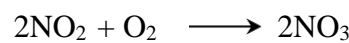
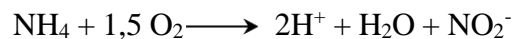
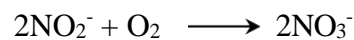
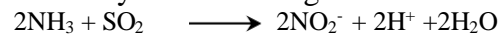
Break point chlorination atau titik belok klorinasi adalah pemakaian klorin secukupnya untuk menghilangkan kandungan ammonia dalam larutan sehingga dihasilkan gas N_2 . Disamping menghilangkan ammonia secara total juga sekaligus sebagai

bahan desinfektan. Operasi dilakukan pada pH 6 – 7. Di luar pH tersebut reaksi berjalan lambat dan penggunaan klor menjadi lebih banyak. Adapun reaksinya adalah sebagai berikut:



Nitrifikasi

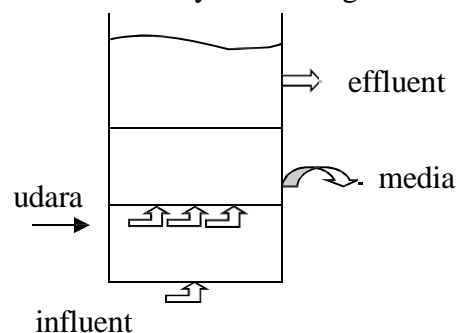
Proses nitrifikasi adalah perubahan ammonia menjadi nitrat dalam suasana aerob. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Cara nitrifikasi ini dikembangkan dengan menggunakan filter, bersama udara limbah masuk dari dasar dan keluar dari sebelah atas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Media yang dipakai adalah batu berukuran 1,0 – 1,5 inchi, gravel 0,5 cm, antrosit dan plastik 1,8 mm (Metcalf dan Eddy, 1979).

Ammonia Stripping

Sistem ini sangat mudah dikontrol. Prinsip pengolahan limbah cair yang mengandung ammonia adalah pemisahan larutan gas yang ada dalam limbah. Secara umum air buangan yang masuk dalam menara dan disemprotkan dari atas ke bawah. Sedangkan dari bagian bawah dialirkan udara dengan bantuan fan. Semakin tinggi menara, maka semakin banyak kehilangan ammonia.



Gambar 1. Proses Nitrifikasi

Penurunan Kandungan Ammonia dengan Aerasi Bubbling

Aerasi digunakan untuk menyalurkan udara pada proses stripping gas terlarut dalam air limbah dan untuk menghilangkan gas yang bersifat volatil, seperti gas H₂S dan NH₃ (Eckenfelder, 1989). Sedangkan *bubbling* adalah suatu cara aerasi yang menghasilkan gelembung-gelembung udara sehingga terjadi proses perpindahan massa dari cairan ke gas.

Aerasi dapat dilakukan untuk menghilangkan kandungan ammonia pada limbah cair dengan terlebih dahulu menaikkan pH larutan di atas 10 dengan penambahan CaO (Ted, 1990).

Peralatan yang digunakan untuk mendifusikan gas dapat dikategorikan berdasarkan gelembung-gelembung udara yang dihasilkannya, yaitu:

1. Coarse – bubble derices
2. Medium – bubble derices
3. Small – bubble derices

Air dapat juga diaerasi dengan cara membubbling sejumlah udara yang diinjeksikan melalui pendifusi dengan kecepatan 30 – 60 kali lebih besar dari kecepatan air yang diolah. Metoda bubbling terutama digunakan dalam proses penghilangan CO₂ pada air yang dapat menyebabkan timbulnya kerak.

Peralatan Aerasi

Peralatan aerasi yang digunakan pada industri limbah cair adalah:

1. Difusi aerasi
2. Aerasi turbin
3. Aerasi permukaan

Difusi Aerasi

1. *Small or fine – bubble diffusers*, digunakan untuk menghasilkan gelembung-gelembung kecil, contoh: porous dome
2. *Medium – bubble diffusers*, berdiameter 4-5 mm, menghasilkan gelembung-gelembung udara berukuran sedang, contoh, diffusers tube
3. *Coarse – bubble difusers*, berdiameter 6 mm, menghasilkan gelembung-gelembung udara berukuran besar, contoh bubble cap.

Aerasi bubbling dilakukan dengan menggunakan peralatan difusi aerasi sesuai dengan ukuran gelembung-gelembung udara yang dibutuhkan.

Aerasi Turbin

Peralatan ini menggunakan pengaduk yang akan menyebabkan udara yang diinjeksikan secara merata. Air biasanya diumpankan menuju turbin melalui *sparge ring* yang berada di bawah daun pengaduk.

Aerasi Permukaan

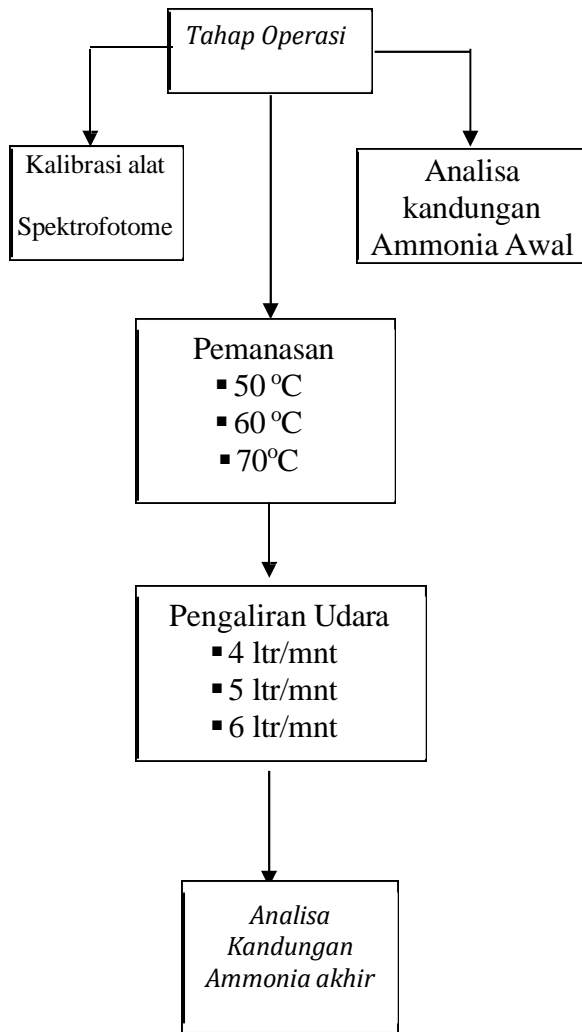
Peralatan aerasi permukaan mempunyai prinsip kerja berupa pengontakan cairan dengan udara menggunakan aerator mekanik

METODE PENELITIAN

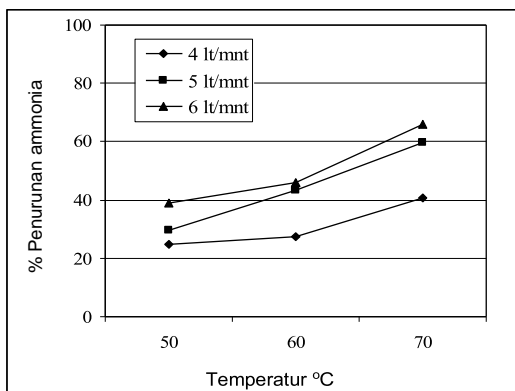
Limbah cair mengandung ammonia dilakukan analisa awal dengan menggunakan metode nessler. Tahap operasi dilakukan dengan memanaskan limbah cair dalam beaker glass sampai temperatur 50°C, selanjutnya dialirkan udara dengan laju alir 4 ltr/mnt menggunakan *wet gas meter* dan *stop watch*, demikian seterusnya sampai waktu kontak yang diinginkan atau dengan variabel yang ditentukan.

Analisa ammonia dilakukan pada waktu 30, 60, dan 90 menit. Sampel yang telah diencerkan dimasukan ke dalam labu ukur, blanko dengan standar seri ammonia masing-masing 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm digunakan untuk kalibrasi. Dengan penambahan 2 tetes potassium tartrat dan 1 ml pereaksi nessler dan air demineral sampai tanda batas dikocok sampai 10 menit. Absorban dibaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm dan cell 10 mm.

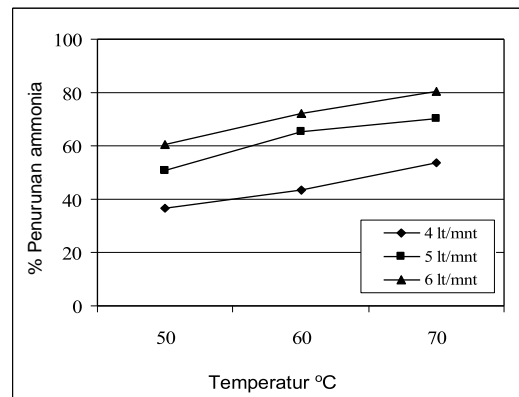
Diagram tahapan operasi diperlihatkan pada Gambar 2.



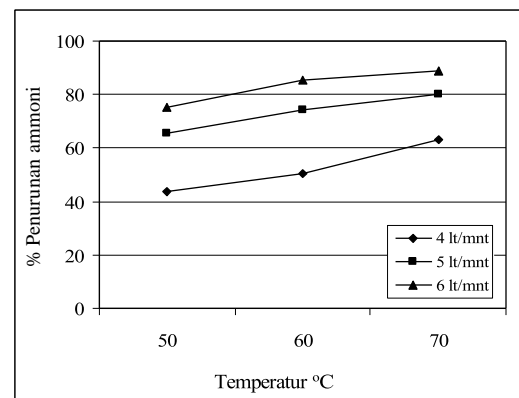
Gambar 2 Blok Diagram Thapan Operasi



Gambar 3. Grafik prosentase penurunan konsentrasi ammonia terhadap laju alir dan temperatur pada waktu kontak 30 menit



Gambar 4. Grafik prosentase penurunan konsentrasi ammonia terhadap laju alir dan temperatur pada waktu kontak 60 menit



Gambar 5. Grafik prosentase penurunan konsentrasi ammonia terhadap laju alir dan temperatur pada waktu kontak 90 menit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Grafik prosentase penurunan ammonia pada laju alir 4, 5, dan 6 ltr/mnt dan temperatur 50, 60, dan 70 °C terhadap waktu kontak 30, 60, dan 90 menit dapat dilihat masing-masing pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.

Dari masing-masing Grafik menunjukkan bahwa semakin besar laju alir udara dan semakin tinggi temperatur maka penurunan kandungan ammonia semakin tinggi. Konsentrasi ammonia awal dalam limbah cair sebesar 142,62 ppm, setelah *aerasi bubbling* dan pemanasan pada laju alir 6 ltr/mnt dan temperatur 70°C diperoleh pada

sebesar 48,28 ppm atau 66,14 %, pada waktu kontak 60 menit konsentrasi ammonia sebesar 27,95 ppm atau 80,4 %, pada waktu kontak 90 menit konsentrasi ammonia sebesar 15,94 ppm atau 88,82 %. Penurunan konsentrasi ammonia ini akibat pengontakan udara ke dalam limbah cair sehingga ammonia larut di dalamnya selanjutnya dengan adanya pemanasan menyebabkan terjadinya penguapan ammonia.

KESIMPULAN

1. Dengan metode *aerasi bubbling* dan pemanasan dapat menurunkan kandungan ammonia pada limbah cair.
2. Semakin tinggi laju alir udara, temperatur, dan waktu kontak maka semakin tinggi prosentase penurunan kandungan ammonia
3. Prosentase penurunan konsentrasi ammonia terbaik diperoleh pada laju alir udara 6 lt/mnt, temperatur 70 °C dan waktu kontak 90 menit yaitu sebesar 15,94 ppm atau 88,82 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaert, G & Santika. S.S., 1984, *Metode Pengolahan Air*, Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- Eckenfelder, 1989, *Industrial Water Pollution Control*, Mc Graw Hill, International Edition.
- Kemmer, N.F., 1979, *Water: The Universal Solvent*, Naico Chemical Company, Second Edition.
- Metcalf & Eddy, 1979, *Waste Water Engineering, Treatment Disposal Reuse*, Second Edition, Mc Graw Hill, New Delhi.
- Perdana Ginting, 1992, *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*, Penerbit Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Sariadi, 1998, *Penurunan Kandungan Ammonia Pada Limbah Cair Industri dengan Metode Aerasi Bubbling dan Pemanasan*, Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Ted, E., 1990, *Industrial Pollution*, Mc Graw Hill.