

**BAB V**  
**PEMBAHASAN**

**5.1 Analisa Data**

**5.1.1 Konsentrasi Ammonia dalam Air Limbah**

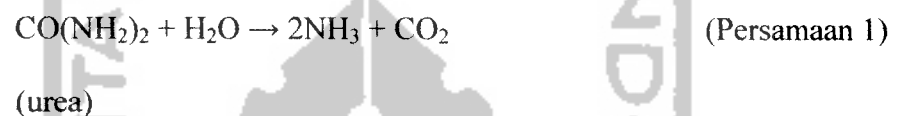
Setelah melalui tahapan uji coba di Laboratorium maka diperoleh hasil berupa data sebagai berikut :

Tabel 5.1 Konsentrasi Amoniak dan pH Air Limbah dalam Kurun  
Waktu 6 hari Pengamatan

Hari ke	Konsentrasi Ammonia (mg/L)	PH
I	20	3
II	22	6
III	48,6	13
IV	41	8
V	47	7
VI	51,2	7

Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan selama 6 hari pengamatan diketahui bahwa konsentrasi amoniak dan pH yang ada sangat bervariasi hal ini terjadi karena perbedaan jenis kegiatan produksi yang dilakukan setiap harinya. Apabila kegiatan produksi yang dilakukan berupa pewarnaan pigmen maka konsentrasi amoniaknya tidak terlalu tinggi, hal ini dikarenakan

pada pewarnaan pigmen lebih banyak menggunakan minyak, sedangkan apabila proses produksinya adalah pewarnaan reaktif maka konsentrasi amoniak dalam air limbah menjadi tinggi hal ini diindikasikan berasal dari bahan penolong yang digunakan dalam proses produksinya yaitu urea. Urea yang digunakan dalam proses produksi ini komposisinya sama dengan urea yang digunakan untuk pupuk pertanian yang berfungsi sebagai sumber nitrogen yang dibutuhkan oleh tanaman. Urea apabila dilarutkan dalam air akan membentuk amoniak dan karbondioksida, reaksi kimia yang terjadi sebagai berikut :

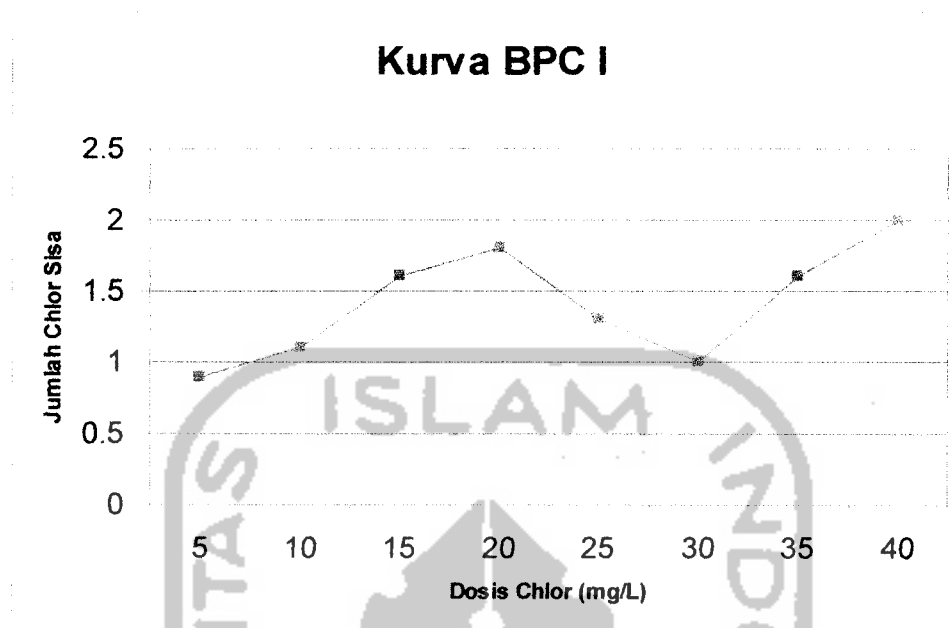


Dari persamaan 1 dapat diketahui bahwa tingginya kandungan amoniak pada air limbah PT. Limanjaya Anugrah diindikasikan berasal dari urea yang digunakan sebagai bahan penolong pada proses produksinya.

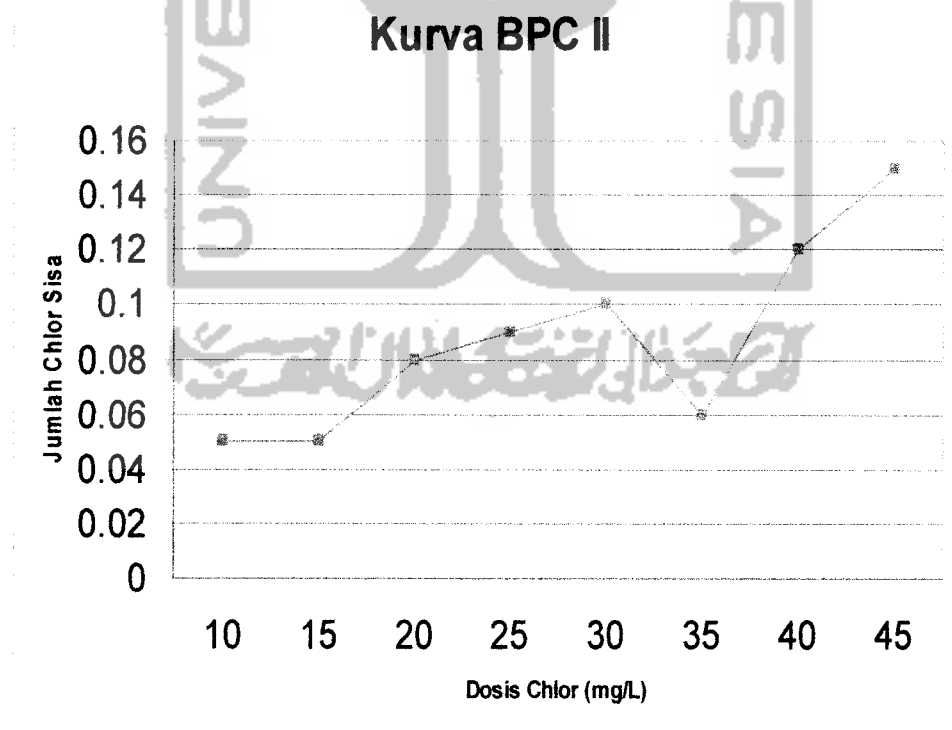
### 5.1.2 Breakpoint

Selanjutnya berdasarkan konsentrasi ammonia yang ada dilakukan penambahan khlor hingga dicapai titik break point untuk mendapatkan dosis khlor yang tepat, dalam hal ini khlor yang ditambahkan berupa NaOCl (sodium hipoklorit).

Hasil yang didapat disajikan dalam bentuk grafik berikut ini :

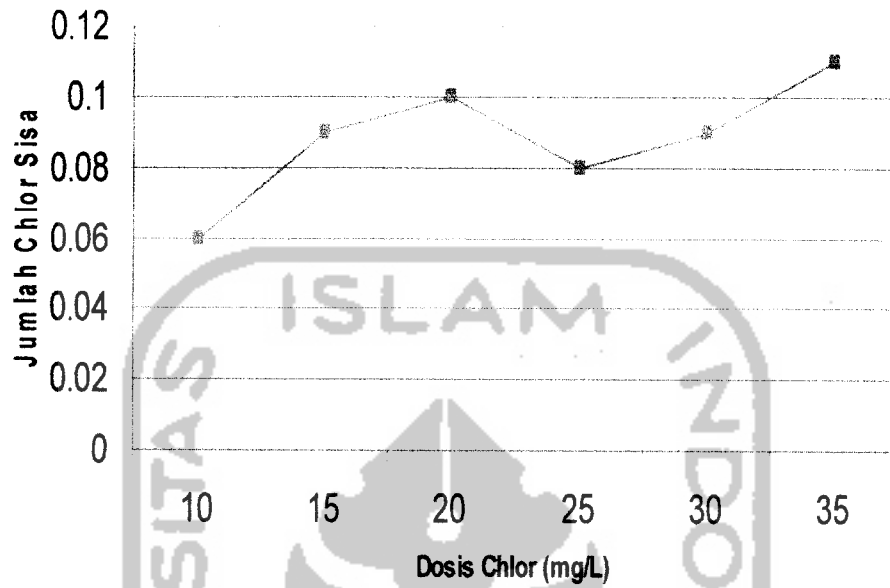


Gambar 5.1 Kurva *Breakpoint* Khlorinasi I (konsentrasi amoniak 20 mg/L)



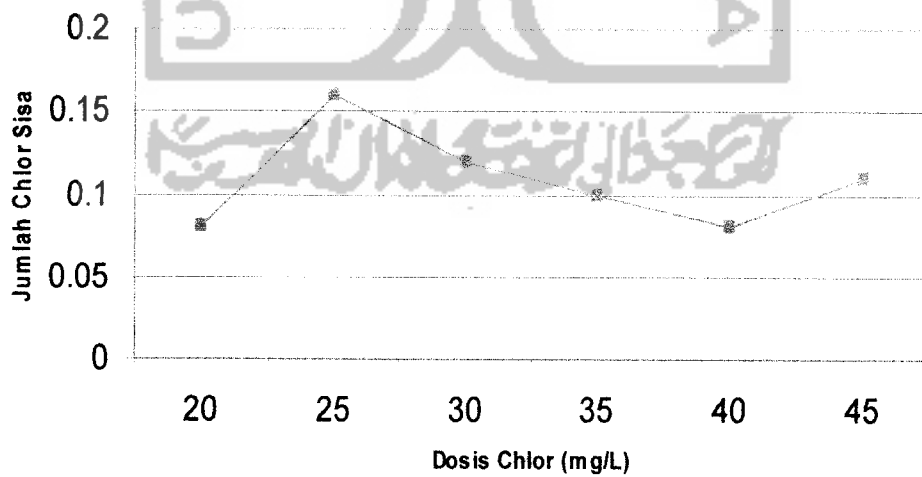
Gambar 5.2 Kurva *Breakpoint* Khlorinasi II (konsentrasi amoniak 22 mg/L)

### Kurva BPC III

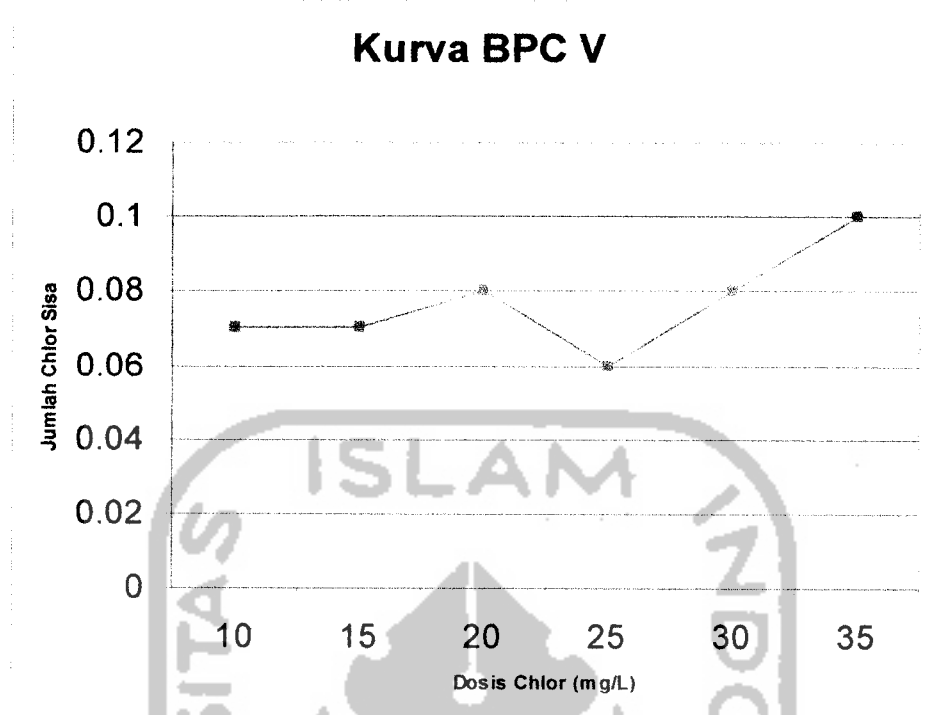


Gambar 5.3 Kurva *Breakpoint* Khlorinasi III (konsentrasi amoniak 48,6 mg/L)

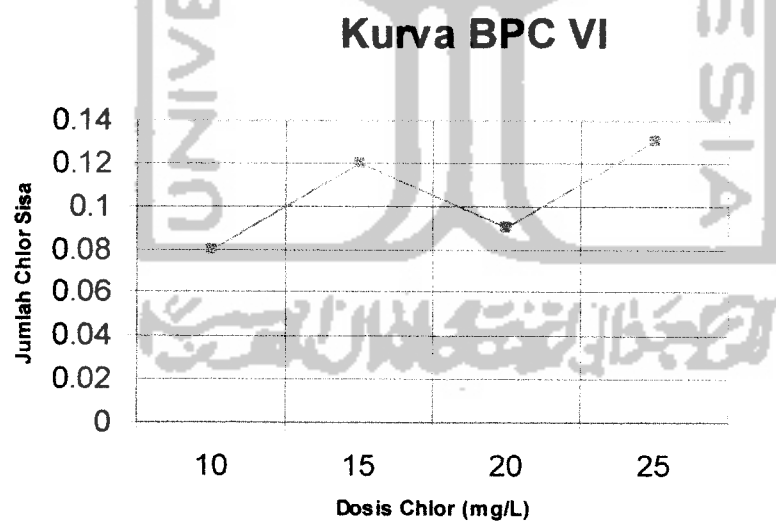
### Kurva BPC IV



Gambar 5.4 Kurva *Breakpoint* Khlorinasi IV (konsentrasi amoniak 41 mg/L)



Gambar 5.5 Kurva *Breakpoint* Khlorinasi V (konsentrasi amoniak 47 mg/L)



Gambar 5.6 Kurva *Breakpoint* Khlorinasi VI (konsentrasi amoniak 51,2 mg/L)

Untuk dapat menjelaskan lebih dalam tentang kurva breakpoint yang ada digunakan contoh kurva breakpoint VI (Gambar 5.6).

Pada dosis 10 mg/L Gambar 5.6 yang terjadi adalah khlorin yang ada diubah menjadi khlorid. Selanjutnya pada dosis 15 mg/L yang terjadi adalah pembentukan khloramin sedang reaksi yang terjadi adalah:



monochloramine



Dichloramine

Pada dosis 20 mg/L yang terjadi adalah gas  $\text{N}_2$  mulai terbentuk (tercapai titik breakpoint), dengan reaksi sebagai berikut :



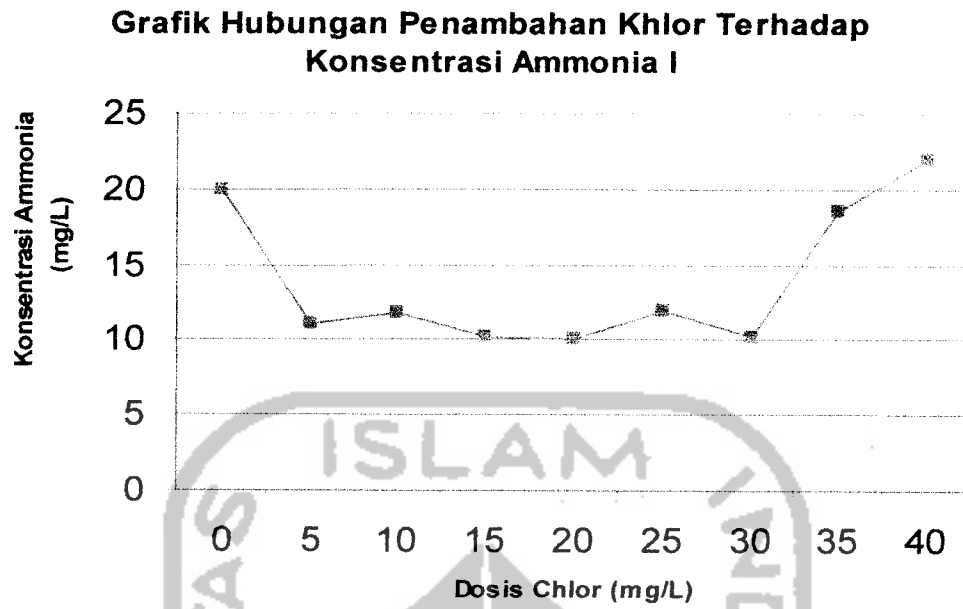
Pada dosis 25 mg/L setelah melewati titik breakpoint, khlor yang terus menerus ditambahkan akan menjadi khlor bebas yang bersifat sebagai desinfektan. (Reynold & Richard, 1996)

Maka bisa dijelaskan lebih lanjut bahwa *breakpoint* terbentuk karena adanya penambahan khlorin yang terus berlanjut sehingga menyebabkan khlorin tersebut bereaksi dengan amoniak membentuk khloramin. Jika penambahan khlorin terus dilakukan khlorin tersebut akan bereaksi dengan khloramin (oksidasi amoniak menjadi gas nitrogen) yang akan mengakibatkan penurunan jumlah khlor sisa. Pada titik dimana jumlah konsentrasi khlor sisa paling sedikit itulah yang disebut "*breakpoint*". Apabila setelah melalui titik breakpoint penambahan khlorin terus dilakukan maka akan terdapat khlor bebas yang bisa berfungsi sebagai desinfektan.

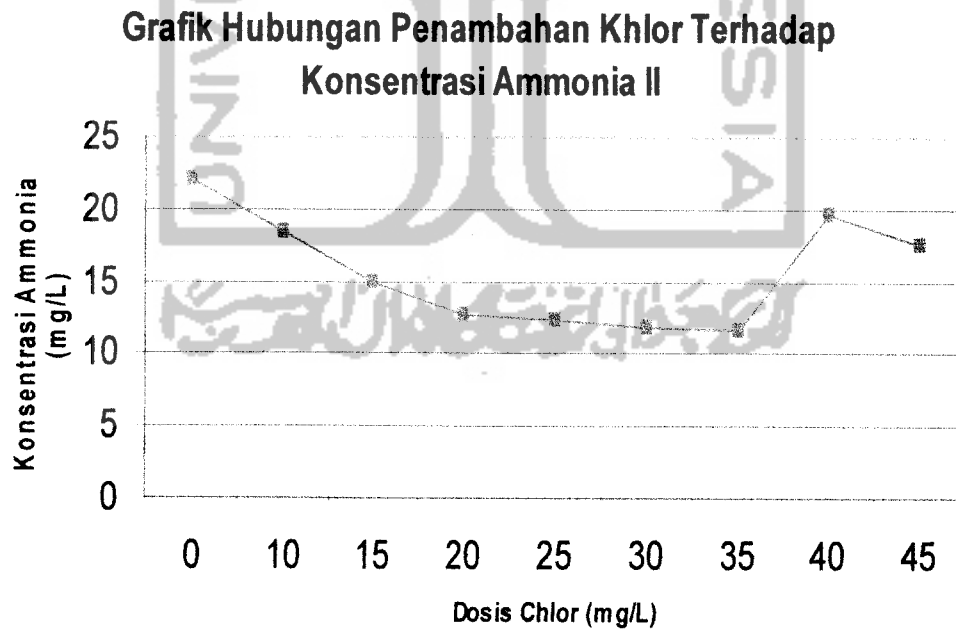
Berdasarkan hal tersebut diatas maka dapat disimpulkan bahwa penambahan khlorin pada fase sebelum dicapai titik breakpoint merupakan jumlah khlorin yang dibutuhkan (*chlorine demand*) yaitu jumlah khlorin yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua bahan organik salah satunya adalah amoniak. Ketika titik breakpoint telah tercapai yang terjadi adalah jumlah khlor sisa yang ada semakin berkurang karena digunakan untuk bereaksi dengan khloramin sehingga terbentuk gas  $N_2$ , maka bisa dikatakan bahwa dosis khlor pada titik itulah yang merupakan dosis yang tepat untuk meremoval amoniak. Sedangkan setelah melalui titik breakpoint penambahan khlorin akan menghasilkan khlor bebas yang mana khlor bebas tersebut tidak akan lagi mengoksidasi amoniak melainkan akan berfungsi sebagai desinfektan.

### **5.1.3 Hubungan Antara Penambahan Khlor Terhadap Konsentrasi Ammonia pada Air Limbah**

Setelah dilakukan penambahan sejumlah dosis khlor pada air limbah yang diteliti bisa diketahui bagaimana pengaruhnya terhadap kadar amoniak dalam air limbah sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.7 – Gambar 5.12 berikut ini :



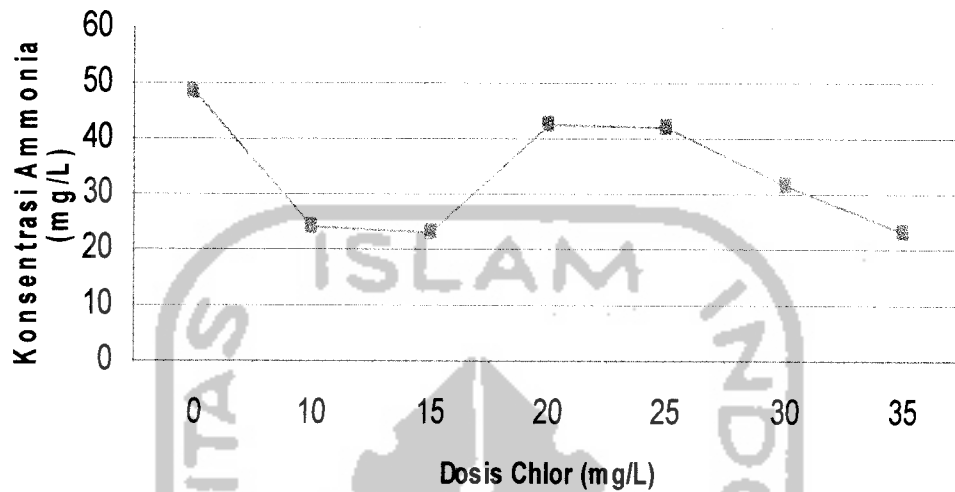
Gambar 5.7 Hubungan Penambahan Klor dengan Konsentrasi Amoniak I



Gambar 5.8 Hubungan Penambahan Klor dengan Konsentrasi Amoniak II



### Grafik Hubungan Penambahan Klor Terhadap Konsentrasi Ammonia III

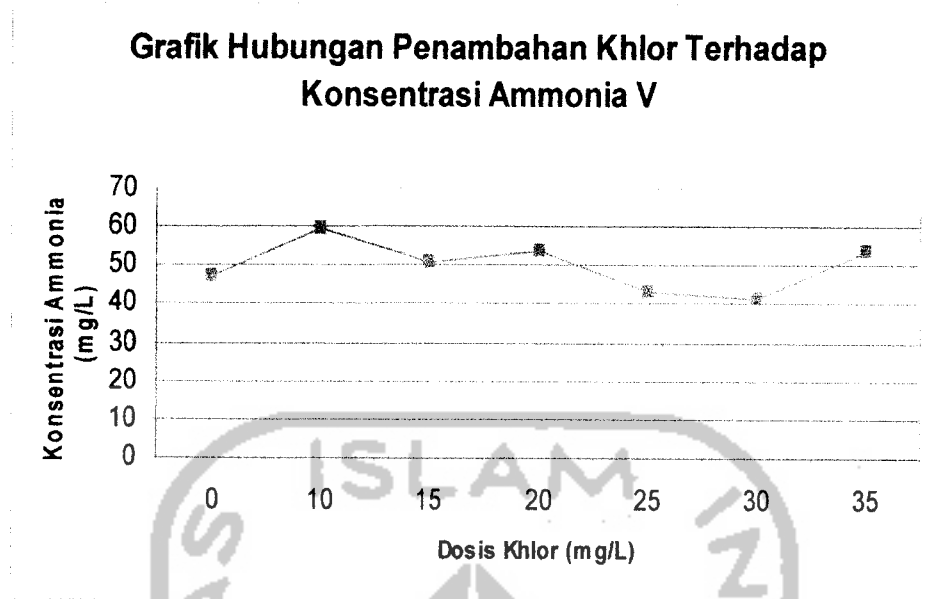


Gambar 5.9 Hubungan Penambahan Klor dengan Konsentrasi Amoniak III

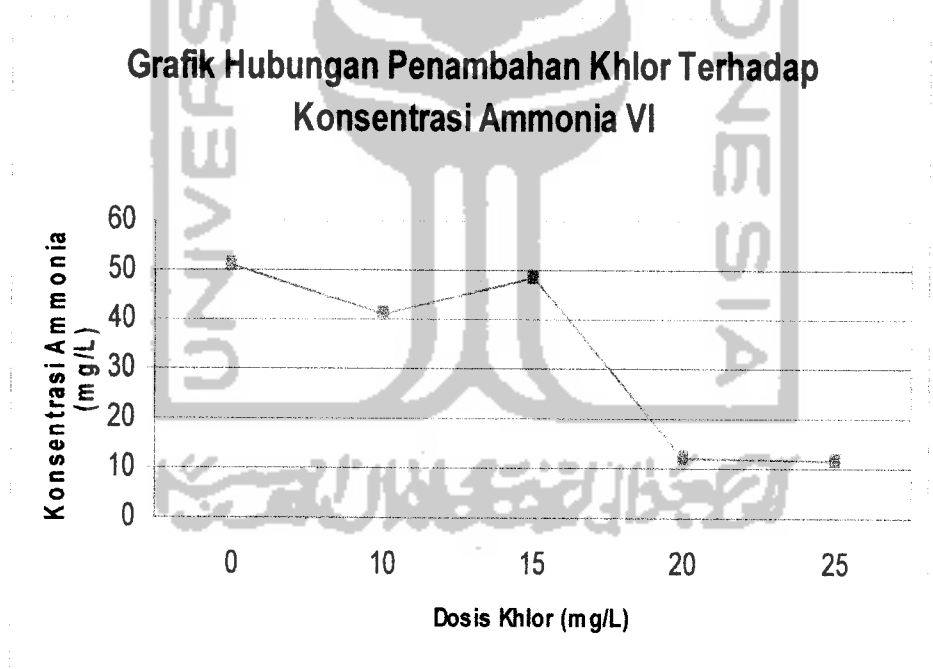
### Grafik Hubungan Penambahan Klor Terhadap Konsentrasi Ammonia IV



Gambar 5.10 Hubungan Penambahan Klor dengan Konsentrasi Amoniak IV



Gambar 5.11 Hubungan Penambahan Klor dengan Konsentrasi Amoniak V



Gambar 5.12 Hubungan Penambahan Klor dengan Konsentrasi Amoniak VI

Berdasarkan grafik (Gambar 5.7-5.12) hasil pengamatan laboratorium di atas dapat diketahui bahwa dengan menggunakan koagulan tambahan NaOCl terjadi penurunan kadar amoniak yang cukup berarti.

Akan tetapi jika dilihat melalui grafik-grafik tersebut di atas dapat diketahui pula bahwa penurunan yang terjadi tidak kontinu dalam artian bahwa pada saat tertentu kadar amoniak dalam air limbah bisa naik kembali. Hal ini bisa terjadi karena beberapa faktor yaitu :

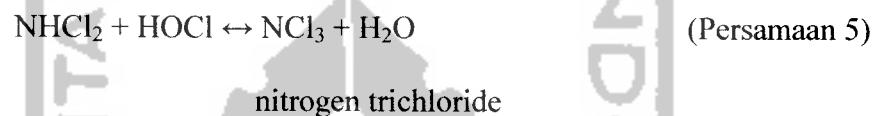
### **1. Konsentrasi Amoniak yang Terlalu Tinggi pada Air Limbah**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa konsentrasi amoniak pada air limbah PT. Limanjaya Anugrah sangat tinggi (Tabel 5.1), kondisi ini dapat menyebabkan timbulnya beberapa gangguan pada proses reaksinya dengan khlor dan dapat meningkatkan kebutuhan khlor untuk proses penurunan konsentrasi amoniak. Hal ini dapat terjadi karena pada konsentrasi amoniak yang cukup tinggi ( $>11,0$  mg/L) akan mempengaruhi kecepatan rata-rata oksidasi amoniak yang akan berpengaruh pada kestabilan stokhiometrinya. Hal ini disebabkan karena pada kondisi larutan dengan kandungan  $\text{NH}_3$  yang cukup tinggi maka  $\text{NH}_2\text{Cl}$  cukup stabil,  $\text{NH}_2\text{Cl}$  ini akan pecah menjadi gas  $\text{N}_2$  bila terdapat kelebihan khlor dalam larutan (Persamaan 4). Maka untuk dapat mengganggu kestabilan dari  $\text{NH}_2\text{Cl}$  ini pada konsentrasi  $\text{NH}_3$  yang tinggi maka kebutuhan khlornya harus ditingkatkan. Gangguan pada reaksi oksidasi amoniak ini tidak akan timbul pada konsentrasi amoniak 1-2 mg/L. (Matthew A Brooks, 1999)

### **2. pH**

Berdasarkan hasil penelitian di lapangan didapat kondisi pH yang bervariasi (Tabel 5.1). Kondisi pH larutan berpengaruh terhadap proses khlorinasi amoniak. Idealnya proses oksidasi amoniak oleh khlor dapat berlangsung pada kondisi pH 4,5-8,5 penurunan pH dapat menyebabkan penurunan kecepatan

reaksi. Hal ini dikarenakan pada kondisi pH lebih dari 8 asam hipoklorit akan terurai menjadi ion hipoklorit, jika pH kurang dari 7 maka penguraian asam hipoklorit menjadi ion hipoklorit tidak akan terjadi. Asam hipoklorit merupakan agen yang sangat penting dalam proses klorinasi amoniak, dimana amoniak dalam air akan bereaksi dengan asam hipoklorit untuk membentuk monokloramin, dikloramin atau trikloramin tergantung pada pH, suhu, dan waktu kontak dengan reaksi seperti yang terlihat pada persamaan 2 dan 3 serta persamaan 5 berikut ini :



Selain itu pada kondisi pH larutan 7 monokloramin akan terbentuk dan monokloramin tersebut akan pecah menjadi gas  $\text{N}_2$  bila terdapat kelebihan klor dalam larutan seperti yang ditunjukkan oleh persamaan 4. namun monokloramin ini cukup stabil bila jumlah  $\text{NH}_3$  dalam larutan cukup banyak. (DR. Ir. G Alaerts, Ir. Sri Simestri Santika, 1984)

Sebaliknya pada kondisi pH 4,5 trikloramin yang akan terbentuk (Persamaan 5), kloramin merupakan hasil sampingan dari reaksi oksidasi amoniak oleh klor dan biasanya ditemukan pada titik terakhir sebelum dicapai *breakpoint*.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan (Tabel 5.1 dan Gambar 5.7-5.12) dapat diketahui bahwa penurunan konsentrasi amoniak cukup stabil pada kondisi pH 6-8. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi pH selain

mempengaruhi kecepatan reaksi juga akan menentukan zat apa yang akan terbentuk pada proses oksidasi ini.

### **3. Sifat Amoniak**

Ketidakstabilan konsentrasi amoniak juga disebabkan karena sifat dari amoniak itu sendiri yang merupakan gas yang mudah menguap, oleh karena itu mengapa pemeriksaan amoniak harus dilakukan secepatnya. Sedangkan pada kegiatan penelitian yang dilakukan sampel air limbah yang mengandung amoniak telah mengalami proses pengawetan dengan  $H_2SO_4$  sampai  $pH < 2$  pada suhu  $4^\circ C$ , sehingga sangat mungkin sekali konsentrasi amoniak yang ada telah berubah.

### **5.2 Penentuan Dosis Khlor Untuk Menurunkan Konsentrasi Amoniak**

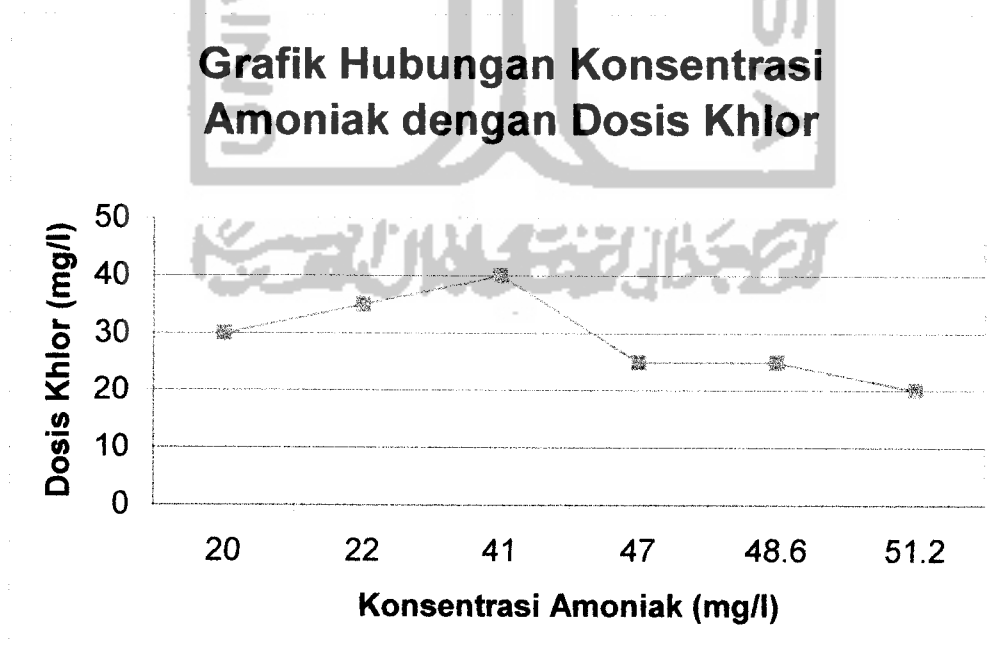
Berdasarkan teori tentang breakpoint yang telah dijelaskan sebelumnya maka dosis khlor yang tepat untuk dapat menurunkan konsentrasi amoniak adalah dosis khlor yang tepat berada pada titik breakpoint (Gambar 5.1-5.6). Hal dapat disimpulkan berdasarkan pertimbangan dari teori yang ada bahwa ketika berada pada titik breakpoint jumlah khlor sisa yang ada semakin menurun karena digunakan untuk bereaksi dengan khloramin (oksidasi amoniak menjadi gas nitrogen).

Maka dosis khlor yang dibutuhkan untuk dapat menurunkan konsentrasi amoniak pada air limbah PT. Limanjaya Anugrah dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini :

Tabel 5.2 Hubungan Konsentrasi Amoniak dengan Besarnya Dosis yang Dibutuhkan.

Konsentrasi Amoniak (mg/L) influent	Dosis Klor (mg/L)	Konsentrasi Amoniak (mg/L) effluent
20	30	10,2
22	35	11,71
48,6	25	41,4
41	40	18,66
47	25	43,1
51,2	20	12

Dan bila disajikan dalam bentuk grafik adalah:



Gambar 5.13 Hubungan Konsentrasi Amoniak dengan Dosis Klor

Setelah melalui tahap penelitian di laboratorium dan berdasarkan sejumlah teori yang ada maka dapat dilakukan perhitungan dosis khlor rata-rata yang dibutuhkan untuk dapat menurunkan 1 mg/L konsentrasi amoniak dalam air limbah PT. Limanjaya Anugrah sebesar 3,1 mg/L, sedangkan efisiensi penurunan kadar amoniak dengan metode ini dipengaruhi oleh kondisi pH dan besarnya konsentrasi amoniak yang akan diturunkan, dimana pH optimumnya berkisar antara 6-8 dan konsentrasi amoniak yang akan diturunkan tidak lebih dari 11 mg/L.

