

KINETIKA REAKSI PEMBENTUKAN NaOH DARI CALCIUM HIDROXIDE DAN SODA ASH

Luluk Edahwati
Jurusan Teknik Kimia UPN "Veteran" Jawa Timur

Abstrak

Suatu reaksi kimia berlangsung karena atom-atom bersenyawa membentuk molekul-molekul baru dengan cara pembentukan elektron oktet dalam masing-masing atom. Laju berlangsungnya proses kimia dan energi-energi yang bertalian dengan proses ini secara mekanisme reaksi kimia dipelajari dalam kinetika.

Kinetika reaksi pembentukan NaOH dari calcium hydroxide dan soda ash dilakukan dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan pengaduk. Proses dilakukan pada suhu reaksi 70,75,80,85, dan 90 °C dengan waktu reaksi 40, 50, 60, 70, dan 80 menit juga jumlah 20% slurry Ca(OH)₂ sebanyak 150, 175, 200, 225, dan 250 gram. Putaran pengaduk 100 rpm dengan ukuran partikel 20 mesh.

Kinetika reaksi yang terjadi mengikuti reaksi orde 1, konversi tertinggi (X_B) = 0,8604 atau 86,04% didapat pada waktu reaksi 80 menit, suhu reaksi 85 °C, dan konsentrasi Ca(OH)₂ sebesar 250 gram.

Kata kunci : Kinetika Reaksi, NaOH, Calcium Hidroksida, Soda Ash.

Abstract

A reaction of chemistry take place because atoms have compound form of new molecules by forming of electron of octet in each atom. Fast taking place chemical process and energy which apropos of this process mechanismly reaction of chemistry studied in kinetics.

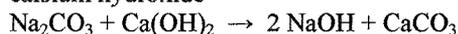
Kinetics reaction of forming of NaOH of calcium hydroxide and soda ash conducted in neck gourd three provided with churn. Process at temperature react 70,75,80,85, and 90 °C with time react 40, 50, 60, 70, and 80 minute also sum up 20% Ca(OH)₂ slurry counted 150, 175, 200, 225, and 250 gram. Rotation of churn 100 rpm of the size particle 20 mesh.

Kinetics react that happened follow reaction of order 1, highest conversion (X_B) = 0,8604 or 86,04% got when reaction 80 minute, temperature react 85 °C, and concentration of Ca(OH)₂ equal to 250 gram.

Keyword : Kinetics Reaction, NaOH, Calcium Hidroksida, Soda Ash.

PENDAHULUAN

Kinetika reaksi pembentukan NaOH dapat dilakukan dengan berbagai macam proses, misal reaksi pembentukan NaOH dari soda ash dan calcium hydroxide



Dalam perancangan reaktor-reaktor kimia (chemical reactors) perlu diketahui atau dicari datanya dengan penelitian kinetika reaksi, yaitu mengenai suhu reaksi, tekanan operasi, rate aliran dan waktu reaksi. Selain itu dapat pula ditambahkan waktu pengisian reaktor, waktu pengosongan, waktu pendinginan, dan waktu

pemanasan. Karena data tersebut sangat diperlukan dalam perancangan reaktor kimia, maka hal tersebut yang melatar belakangi mengapa suatu penelitian kinetika reaksi dilaksanakan. Penelitian ini bertujuan untuk mencari data kinetika reaksi pembentukan NaOH dari calcium hydroxide dan soda ash pada berbagai waktu dan suhu reaksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Kinetika Reaksi

Suatu reaksi kimia berlangsung karena atom-atom bersenyawa membentuk molekul-molekul baru dengan cara pembentukan elektron oktet dalam masing-masing atom. Laju

berlangsungnya proses kimia dan energi-energi yang bertalian dengan proses ini secara mekanisme reaksi kimia dipelajari dalam kinetika.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kinetika reaksi (Levenspiel, 1972) :

a. Sifat dan Bahan

Reaksi antara senyawa ion umumnya berlangsung cepat karena adanya gaya tarik yang kuat antara ion-ion dengan muatan yang berlawanan, sehingga hampir seluruh tumbukan yang terjadi menghasilkan perubahan.

b. Konsentrasi

Dari berbagai percobaan didapat bahwa makin besar konsentrasi zat-zat yang bereaksi makin cepat reaksi itu berlangsung.

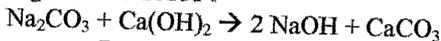
c. Suhu

Pada umumnya penurunan suhu memperlambat reaksi sedangkan kenaikan suhu akan mempercepatnya.

d. Katalisator

Merupakan zat lain dalam sistem reaksi, tetapi pada akhir reaksi diperoleh kembali.

Secara umum reaksi pembentukan NaOH mengikuti reaksi sbb :



Persamaan kecepatan reaksi dapat dinyatakan sebagai :

$$-r_A = -\left(\frac{dC_A}{dt}\right) = k \cdot C_A \cdot C_B \quad \dots\dots(1)$$

$C_A =$ dianggap konstan \approx konstan

Maka reaksi dianggap orde satu terhadap A, maka persamaan reaksi kimia terhadap permukaan solid :

$$r_{A1} = \frac{1}{S} \frac{dN_B}{dt} = k'' \cdot C_{As} \quad \dots\dots(2)$$

Apabila terjadi difusi pada permukaan solid oleh flux B adalah :

$$r_{A2} = \frac{1}{S} \frac{dN_B}{dt} = -\frac{D}{\Delta x} = -(C_{A1} - C_{As}) = k_1(C_{A1} - C_{As}) \quad \dots\dots(3)$$

Pada keadaan steady state persamaan (2) dan (3) menjadi :

$$-r_{A1} = -r_{A2} \\ k_1(C_{A1} - C_{As}) = k'' C_{As}$$

$$C_{As} = \frac{k_1}{k_1 + k''} C_{A1} \quad \dots\dots(4)$$

Karena sulit untuk mengetahui harga C_{As} , maka substitusi persamaan (4) ke persamaan (2) ataupun (4) dengan mengeliminasi maka didapatkan (5):

$$-r_A = -r_{A1} = -r_{A2} = -\frac{1}{k_1 + k''} C_{A1} \\ = -k_{overall} \cdot C_{A1} \quad \dots\dots(5)$$

Dengan tidak adanya difusi pada lapisan abu maka mekanisme yang mengontrol diasumsikan jika reaksi kimia yang mengontrol maka :

$$-r_A = -\frac{1}{S_{Ex}} = -\frac{1}{4\pi r_c^2} \frac{dN_A}{dt} = k'' C_{A1} \quad \dots\dots(6)$$

dimana k'' adalah konstanta kecepatan reaksi pada orde satu. Apabila N_A adalah radius dari Shrinking maka persamaan (6) menjadi :

$$-r_A = -\frac{1}{4\pi r_c^2} \rho_B 4\pi r_c^2 \frac{dr_c}{dt} = -\rho_B \frac{dr_c}{dt} \\ = bk'' C_{A1} \quad \dots\dots(7)$$

apabila diintegrasikan menjadi :

$$-\rho_B \int_R^{r_c} dr_c = bk'' C_{A1} \int_0^t dt \\ t = \frac{\rho_B R}{bk'' C_{A1}} [R - r_c] \quad \dots\dots(8)$$

Waktu τ adalah waktu yang diperlukan untuk konversi sempurna dimana r_c adalah 0, $r_c = 0$ atau

$$\tau = \frac{\rho_B R}{bk'' C_{A1}} [R - r_c] \quad \dots\dots(9)$$

Untuk penurunan ukuran partikel disini maka persamaan (8) dibagi dengan persamaan (9), didapat :

$$\frac{t}{\tau} = 1 - \frac{r_c}{R} = 1 - (1 - X_B)^{1/3} \quad \dots\dots(10)$$

Persamaan (10) ini mengikuti persamaan garis $y = ax$, sehingga apabila diplot antara harga t versus $[1 - (1 - X_B)^{1/3}]$ maka akan didapat harga a yang merupakan harga τ sebagai slope.

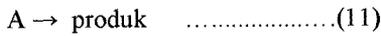
Penentuan Orde Reaksi

Ada beberapa metode yang dapat dipakai dalam penentuan orde dan konstanta k kecepatan reaksi dengan pendekatan terhadap reaksi homogen (Octave Levenspiel, 3rd edition, 1999, hal. 41 - 67), antara lain yaitu sebagai berikut :

1. Metode analisis integral

Metode analisis integral merupakan suatu cara untuk memperkirakan persamaan reaksi dengan menggunakan integral dan membandingkan perkiraan grafik dengan data yang diperoleh dari percobaan. Prosedurnya adalah sebagai berikut :

- a. Dengan menganggap reaksi :



- b. Misalkan diinginkan laju reaksi orde satu dengan mengikuti persamaan :

$$r_A = -\frac{dC_A}{dt} = kC_A \dots\dots\dots(12)$$

Bila diintegrasikan menjadi :

$$\int \frac{dC_A}{C_A} = k \int dt \dots\dots\dots(13)$$

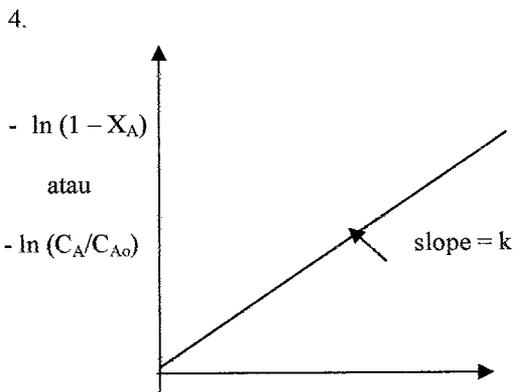
Hasil integrasi diperoleh :

$$-\ln\left(\frac{C_A}{C_{A0}}\right) = kt \dots\dots\dots(14)$$

Atau dinyatakan dalam fraksi konversi :

$$-\ln(1 - X_A) = kt \dots\dots\dots(15)$$

- 3. Fungsi konsentrasi tersebut sebanding dengan waktu, maka untuk reaksi orde 1 dibuat plot grafik antara $-\ln(C_A/C_{A0})$ atau $-\ln(1 - X_A)$ versus t, akan diperoleh garis lurus yang melalui pusat koordinat dan slope = k



Gambar 1. Uji reaksi orde 1

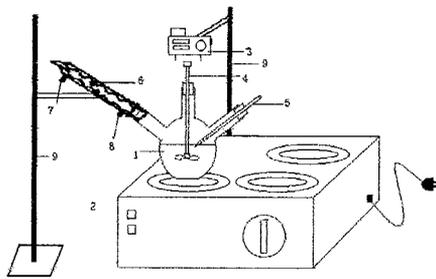
- 4. Dari data percobaan diperoleh hasil integral untuk model persamaan reaksi yang diuji, kemudian membandingkannya dengan grafik yang diperoleh dari prosedur no. 3.

- 5. Apabila diperoleh grafik garis lurus, maka model persamaan kecepatan reaksi yang ditetapkan adalah cocok dengan data yang diperoleh. Tetapi apabila kurva yang terbentuk tidak berupa garis lurus maka model persamaan tidak cocok dan perlu dicoba model persamaan kecepatan reaksi yang lainnya.

Dan untuk reaksi tingkat dua bila grafik antara $\ln C_B/C_A$ versus t merupakan garis lurus maka reaksi adalah tingkat dua.

METODE PENELITIAN

Kapur padam diayak dengan ukuran 20 mesh. Ditambahkan aquadest secukupnya dan diaduk. Kemudian di oven sampai berat konstan. Padatan kering ditimbang dan ditambahkan aquadest sampai kadar padatan 20% dengan berat 150, 175, 200, 225, 250 gram. Timbang Na_2CO_3 seberat 60 gram dan ditambahkan dengan aquadest hingga berat 300 gram lalu kedua bahan tersebut dimasukkan ke labu leher tiga sesuai dengan peubah. Dilakukan pengadukan dan pemanasan pada 75, 80, 85, 90, 95°C sesuai waktu : 40, 50, 60, 70, 80 menit. Hasil reaksi pembuatan NaOH yang berupa larutan dan padatan (slurry), disaring dengan kertas saring. Endapan yang tertahan dicuci dengan aquadest sebanyak 3 kali dan filtrat dimasukkan labu ukur 1000 ml, ditambah aquadest sampai batas 1000 ml dan dikocok hingga rata. Di pipet 25 ml untuk titrasi penentuan kadar NaOH. Dari konversi yang diperoleh akan didapat harga k yang dibuat grafik, dimana akan dapat diketahui orde reaksinya.



Gambar 2. Rangkaian alat Penelitian

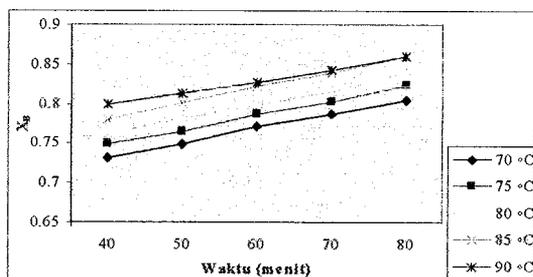
Keterangan gambar :

1. Labu leher tiga
2. Kondensator
3. Air masuk
4. Air keluar
5. Statip
6. Water bath
7. Motor pengaduk
8. Pengaduk
9. Termometer
10. Kondensator
11. Air masuk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Pengaruh waktu reaksi dan suhu reaksi terhadap konversi untuk berat slurry Ca(OH)_2 250 gram

| Waktu (menit) | X_B | | | | |
|---------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | 70 °C | 75 °C | 80 °C | 85 °C | 90 °C |
| 40 | 0.732 | 0.7483 | 0.7634 | 0.7805 | 0.7987 |
| 50 | 0.749 | 0.7651 | 0.7822 | 0.8009 | 0.8131 |
| 60 | 0.770 | 0.7865 | 0.7994 | 0.8217 | 0.8268 |
| 70 | 0.786 | 0.8035 | 0.8175 | 0.84 | 0.8423 |
| 80 | 0.804 | 0.8235 | 0.839 | 0.8604 | 0.8604 |

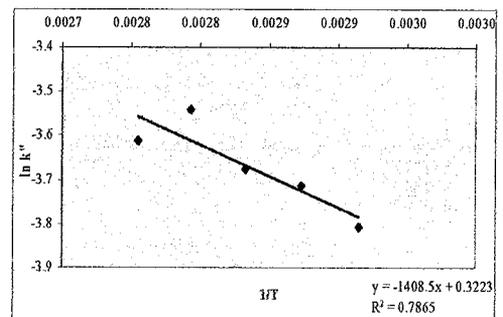


Gambar 3. Hubungan antara waktu reaksi dan suhu terhadap perolehan konversi NaOH

Dari gb.3 terlihat bahwa waktu reaksi dan suhu reaksi berpengaruh terhadap konversi NaOH yang didapat. Semakin lama waktu reaksi maka semakin besar konversi NaOH yang didapat. Hal ini disebabkan kesempatan kontak antara zat-zat pereaksi semakin lama sehingga konversi NaOH yang didapat akan semakin besar.

Tabel 2. Hubungan $\ln k''$ dengan $1/T$ untuk berat slurry Ca(OH)_2 250 gram

| Suhu (°C) | 1/T | k'' | $\ln k''$ | k |
|-----------|----------|----------|-----------|-----------------------|
| 70 | 0.002915 | 0.022239 | -3.8059 | $0.04168 e^{-379/RT}$ |
| 75 | 0.002874 | 0.024386 | 3.71373 | |
| 80 | 0.002833 | 0.025336 | 3.67552 | |
| 85 | 0.002793 | 0.029001 | 3.54044 | |
| 90 | 0.002755 | 0.027001 | 3.61188 | |



Gambar 4. Hubungan antara $\ln k''$ dan $1/T$

Dari gb.4 dapat dilihat bahwa besarnya harga k (konstanta kecepatan reaksi) mengikuti persamaan $k = 0.04168 e^{-379/RT}$ dengan kondisi operasi terbaik pada suhu 85°C, berat slurry Ca(OH)_2 250 gram dan waktu reaksi 80 menit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Reaksi pembentukan NaOH dari Calcium Hydroxide dan Soda Ash mengikuti reaksi orde satu dengan reaksi kimia sebagai pengendali. Kondisi operasi yang terbaik adalah pada berat slurry Ca(OH)_2 250 gram, suhu 85 °C dan waktu 80 menit. Harga konstanta kecepatan reaksinya mengikuti persamaan $k = 0.04168 e^{-379/RT}$.

Dari penelitian ini dapat juga dilakukan dengan menggunakan Ca(OH)_2 dari limbah gas asetilen. Konversi dari Ca(OH)_2 dan Na_2CO_3