

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Secara garis besar hasil penelitian akan dibahas dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik, sehingga lebih mudah dalam menganalisa dan membahas baik secara kualitatif maupun kuantitatif

5.1 Analisa Bahan Baku Fly Ash

Tabel 5.1. Pengaruh proses pencucian dan pembakaran fly ash terhadap fraksi berat yang didapat

No	Unsur/Senyawa	Fraksi berat, %		
		Bahan baku	Setelah Pencucian	Setelah pembakaran
1	Al_2O_3	0.331	0.397	0.524
2	CaO	2.947	3.536	4.668
3	Fe_2O_3	0.847	1.016	1.341
4	K_2O	11.139	8.900	11.750
5	MgO	4.814	5.775	7.624
6	Na_2O	14.603	11.668	15.403
7	SiO_2	39.745	47.683	62.947
8	LOI	25.574	25.574	6.094

Dari hasil analisa terlihat pada tabel 3, senyawa oksida yang dominan adalah silika, disamping itu juga oksida kalium dan natrium juga memiliki fraksi yang cukup signifikan. Pada penelitian tahun kedua ini digunakan *fly ash* yang sudah direfine sesuai dengan hasil penelitian tahun I.

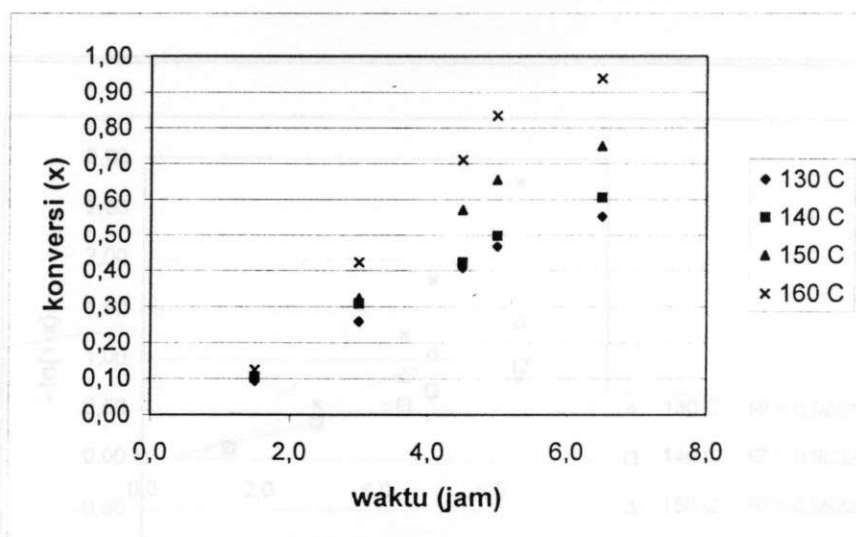
5.2 Proses Ekstraksi Reaktif Fly Ash dengan Solven Larutan NaOH pada Suhu dan Tekanan Tinggi

5.2.1 Pengaruh Suhu terhadap Konversi Silika Terekstrak.

Pada proses ini dilakukan ekstraksi dengan menggunakan larutan NaOH dengan variasi suhu. Variabel lain seperti nisbah padatan cairan, kecepatan pengadukan, konsentrasi larutan NaOH dan diameter partikel tetap. Dari hasil penelitian pendahuluan maka nisbah padatan cairan diambil 1 : 12,5 dimana hidrodinamika suspensi abu dalam larutan NaOH secara visual terlihat memungkinkan tercampur dengan baik. Juga diharapkan konsentrasi ekstrak silika yang didapat antara 1 % sampai dengan 10 % sehingga sesuai dengan kondisi proses presipitasi yang akan dilakukan pada tahapan penelitian selanjutnya. Kecepatan pengadukan tetap 200 rpm, ini adalah kecepatan maksimum pengadukan yang dapat dicapai pada peralatan ekstraktor reaktor suhu tekanan tinggi yang dibuat. Hal ini diakibatkan rumitnya sistem *seal* pada batang pengaduk untuk mencegah kebocoran uap yang dapat menurunkan tekanan ekstraktor reaktor, sehingga dengan teknologi yang ada, pada penggunaan kecepatan pengadukan diatas 200 rpm akan menimbulkan *vibrasi* yang mengakibatkan kebocoran. Sedangkan konsentrasi NaOH dipilih 0,28 N atau dengan nisbah ratio padatan yang digunakan sekitar 40 % kebutuhan stokiometrisnya. Rentang suhu yang digunakan adalah antara 130 °C sampai dengan 160 °C. Hasil penelitian ini dapat dilihat di Tabel 5.2 dan Gambar 5.2

Tabel 5.2. Pengaruh suhu terhadap konversi SiO_2 terekstrak.

No	Waktu (jam)	Konversi SiO_2 (x) (gmol/gmol)			
		130 °C	140 °C	150 °C	160 °C
1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,5	0,09	0,10	0,11	0,12
3	3,0	0,26	0,31	0,32	0,42
4	4,5	0,41	0,42	0,57	0,71
5	5,0	0,47	0,50	0,66	0,83
6	6,5	0,55	0,61	0,75	0,94



Gambar. 5.1 Hubungan antara konversi dengan waktu reaksi pada berbagai suhu.

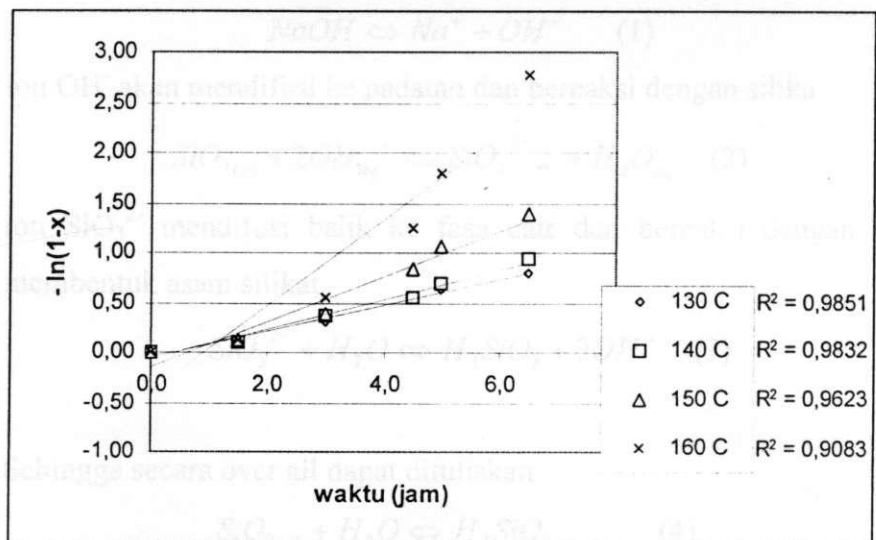
Gambar. 5.2. Hubungan antara $-\ln(1-x)$ dengan waktu pada

Pada Tabel. 5.2 dan Gambar. 5.2 terlihat bahwa dari suhu 130 °C sampai dengan 160 °C terlihat konversi silika yang terekstrak naik bahkan pada suhu 160 °C dan waktu 6,5 jam lebih dari 90 % silika terekstrak. Dibandingkan pada penelitian sebelumnya dimana ekstraksi dilakukan pada suhu 105 °C dan tekanan atmosferis yang hanya sekitar 30 % konversi silika terekstrak.

Jika dari hasil penelitian diatas, dibuat gambar antara $-\ln(1-x)$ sebagai ordinat dan waktu sebagai absis maka hasilnya dapat dilihat di tabel 5.3 dan gambar 5.3

Tabel 5.3. Pengaruh suhu ekstraksi terhadap $-\ln(1-x)$

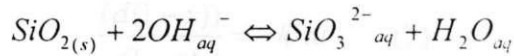
No	Waktu (jam)	$-\ln(1-x)$			
		130 °C	140 °C	150 °C	160 °C
1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,5	0,10	0,11	0,12	0,13
3	3,0	0,30	0,37	0,39	0,55
4	4,5	0,52	0,55	0,85	1,24
5	5,0	0,63	0,69	1,07	1,80
6	6,5	0,80	0,93	1,38	2,79



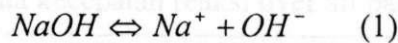
Gambar. 5.2. Hubungan antara $-\ln(1-x)$ dengan waktu pada berbagai suhu ekstraksi

Pada Gambar. 5.2 terlihat bahwa kecenderungan garis hubungan antara $-\ln(1-x)$ dengan waktu linier dengan nilai R^2 anatar 0,908 sampai dengan 0,985. Ini mungkin berarti bahwa secara kinetika, proses ekstraksi reaktif silika dari fly ash dapat didekati dengan proses reaksi orde satu semu dari terhadap konversi silika. Hal ini memungkinkan jika mekanisme reaksinya adalah NaOH mendifusi

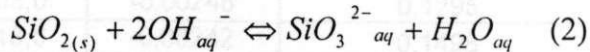
dalam lapisan film batas padat-cair menyerang silika yang ada pada abu, sehingga silika akan bereaksi dengan gugus OH^- , dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



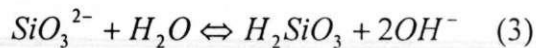
dan silika larut dan mendifusi ke fasa cair bulk dalam bentuk ion SiO_3^{2-} . Sedangkan ion Na^+ juga akan mendifusi balik ke fasa cair bulk. Sehingga jika dianggap kecepatan transfer massa cukup besar dengan adanya pengadukan yang baik, maka proses ekstraksi reaktif ini, seakan mereaksikan silika amorphous yang ada di abu dengan air, dan NaOH akan berlaku sebagai katalisator dalam satu sistem homogen semu. Mekanisme reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut :



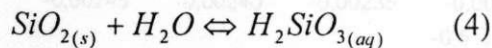
ion OH^- akan mendifusi ke padatan dan bereaksi dengan silika



ion SiO_3^{2-} mendifusi balik ke fasa cair dan bereaksi dengan air membentuk asam silikat



Sehingga secara over all dapat dituliskan



Sehingga persamaan kecepatan reaksi ekstraksi silika dapat dituliskan :

$$\frac{d(\text{SiO}_{2(s)})}{dt} = -k(\text{H}_2\text{O})(\text{SiO}_{2(s)}) \quad (5)$$

Dengan anggapan konsentrasi H_2O konstan maka dimungkinkan bahwa kecepatan reaksi ekstraksi silika merupakan orde satu semu terhadap konsentrasi silika padat yang ada di reaktor

$$\frac{(dSiO_{2(s)})}{dt} = -k'(SiO_{2(s)}) \quad (6)$$

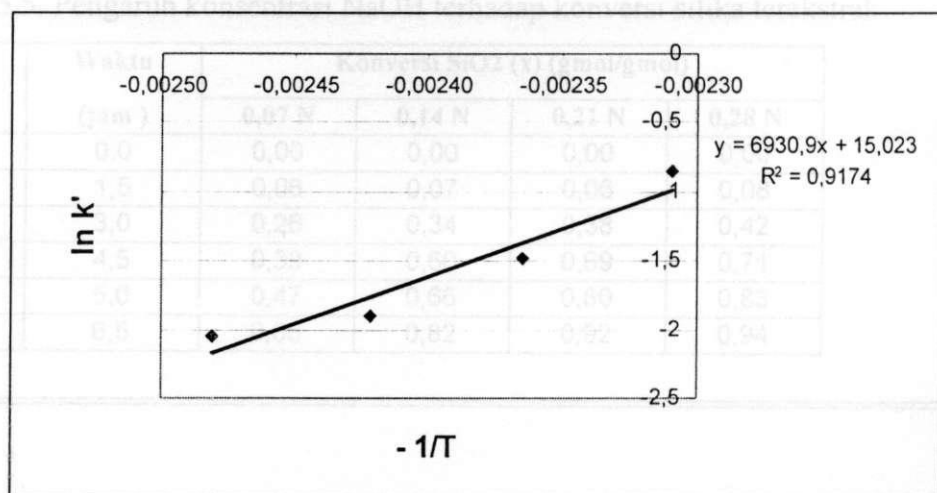
Jika konversi $x = (SiO_2)/(SiO_2)_{awal}$, maka dapat dituliskan :

$$\frac{(d(1-x))}{(1-x)} = -k' dt \quad (7)$$

Sehingga jika dibuat grafik antara $-\ln(1-x)$ dan t akan didapatkan grais lurus dengan gradien persamaan garis adalak k' atau kontanta kecepatan reaksi orde satu semu dari proses ekstraksi reaktif silika pada suhu dan tekanan tinggi. Berikut hasil perhitungan kontanta kecepatan reaksi over all orde 1 semu pada berbagai suhu yang disajikan pada Tabel 5.4 dan Gambar 3

Tabel 5.4. Konstanta kecepatan reaksi over all pada berbagai suhu

No	Suhu (K)	$-(1/T)$	Konstanta Kecepatan Reaksi Over All (1/jam)	$\ln K$
1	403,0	-0,00248	0,1295	-2,0441
2	413,0	-0,00242	0,1498	-1,8985
3	423,0	-0,00236	0,2257	-1,4885
4	433,0	-0,00231	0,4281	-0,8484



Gambar. 5.3 Hubungan $\ln k'$ dengan $1/T$

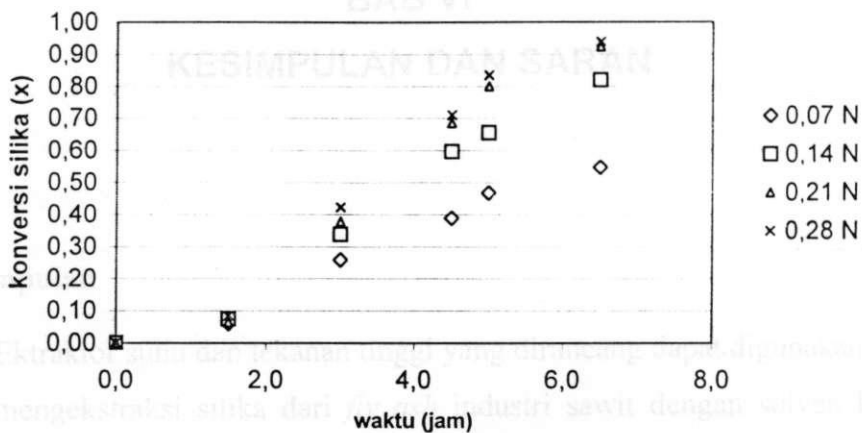
Dari daftar 5.4 dan gambar 5.3 terlihat bahwa nilai k' yang didapat dari model ini, merupakan k over all yang dipengaruhi oleh kecepatan reaksi dan kecepatan perpindahan massa. Konstanta kecepatan reaksi over all, dipengaruhi oleh suhu, dan dapat didekati dengan persamaan Arrhenius : $k' = 3,345.10^6 \exp (-6930,9 / T)$ (jam^{-1}) dengan ralat relatif rerata : 13,35 %.

5.2.2 Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap konversi silika terekstrak

Untuk melihat pengaruh konsentrasi NaOH terhadap konversi silika terekstrak dilakukan penelitian dengan variasi konsentrasi NaOH antara 0,07 N sampai dengan 0,28 N. Pengambilan range konsnetrasi ini didasarkan pada penelitian pendahuluan dimana pada penggunaan konsentrasi antara 0,28 N sampai dengan 0,7 N, tidak berpengaruh nyata pada perolehan silika. Sedangkan variabel suhu dipilih 160 °C, yang memberikan hasil terbaik pada range penelitian ini. Variabel operasi yang lain sama seperti pada penelitian pengaruh suhu. Hasil penlitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Gambar 5.4.

Tabel 5.5. Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap konversi silika terekstrak

No	Waktu (jam)	Konversi SiO2 (x) (gmol/gmol)			
		0,07 N	0,14 N	0,21 N	0,28 N
1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,5	0,06	0,07	0,06	0,08
3	3,0	0,26	0,34	0,38	0,42
4	4,5	0,39	0,60	0,69	0,71
5	5,0	0,47	0,66	0,80	0,83
6	6,5	0,55	0,82	0,92	0,94



Gambar 5.4. Pengaruh waktu terhadap konversi silika terekstrak pada berbagai konsentrasi larutan NaOH

Dari Tabel 5.5 dan Gambar 5.4 dapat dilihat bahwa, semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan akan didapatkan konversi silika terekstrak semakin besar. Tetapi pada penggunaan konsentrasi 0,21 N dan 0,28 N, terlihat hasilnya tidak jauh berbeda. Sehingga kemungkinan konsentrasi optimum NaOH berada antara 0,21 N sampai dengan 0,28 N. Hal ini mungkin diakibatkan pada konsentrasi NaOH yang kecil, ion OH^- yang ada jumlahnya juga kecil, yang dapat mendifusi ke padatan juga kecil. Sehingga kecepatan reaksi antara ion OH^- dan silika membentuk ion silikat rendah. Tetapi pada titik tertentu dimana konsentrasi NaOH mencukupi menyebabkan konsentrasi ion OH^- berlebih, maka kecepatan reaksi hanya bergantung pada konsentrasi silika saja. Dengan demikian penambahan konsentrasi NaOH tidak mempengaruhi kecepatan reaksi.