

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1 Karakteristik Limbah Katalis

Pemeriksaan karakteristik limbah katalis meliputi sifat fisik dan kimia yang disajikan pada Tabel 4.1 dan 4.2 berikut ini :

Tabel 4.1 Karakteristik fisik limbah katalis

No	Parameter	Data penelitian
1	Berat jenis	2,445 gr/ml
2	Berat volume	0,32 gr/cm ³
3	Modulus kehalusan	0,643

(sumber : Data primer. 2005)

Tabel 4.2 Karakteristik kimia limbah katalis

No	Senyawa	Data awal penelitian (mg/l)
1	Cr	18,627
2	Cu	16,734
3	Zn	19,379
4	Pb	35,25
5	Ni	127,50 mg/l± 2,5mg/l

(Sumber : Data primer, 2005)

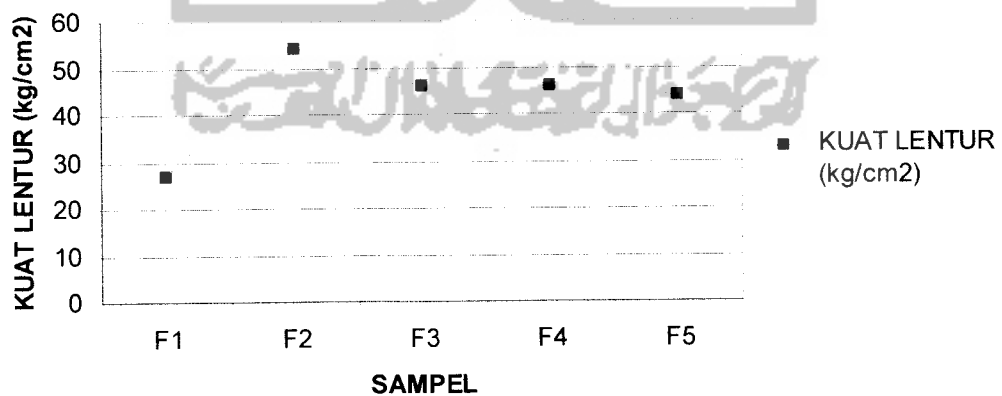
4.1.2 Uji Kuat Lentur

Data kuat lentur diperoleh dengan menguji kuat lentur papan gipsum (*Gypsum board*) terhadap 10 benda uji untuk masing-masing variasi sampel. Pengujian ini dilakukan setelah benda uji papan gipsum berumur 28 hari. Data hasil pengujian kuat lentur papan gipsum untuk masing-masing variasi disajikan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.1

Tabel 4.3 Hasil pengujian kuat lentur rata-rata

No	Sampel	Kuat lentur (kg/cm ²)	Papan gipsum pembanding (kg/cm ²)
1	F1	26,6843	22,44
2	F2	54,011	
3	F3	46,061	
4	F4	45,963	
5	F5	43,683	

(Sumber : Data primer, 2005)



Gambar 4.1 Grafik kuat lentur rata-rata

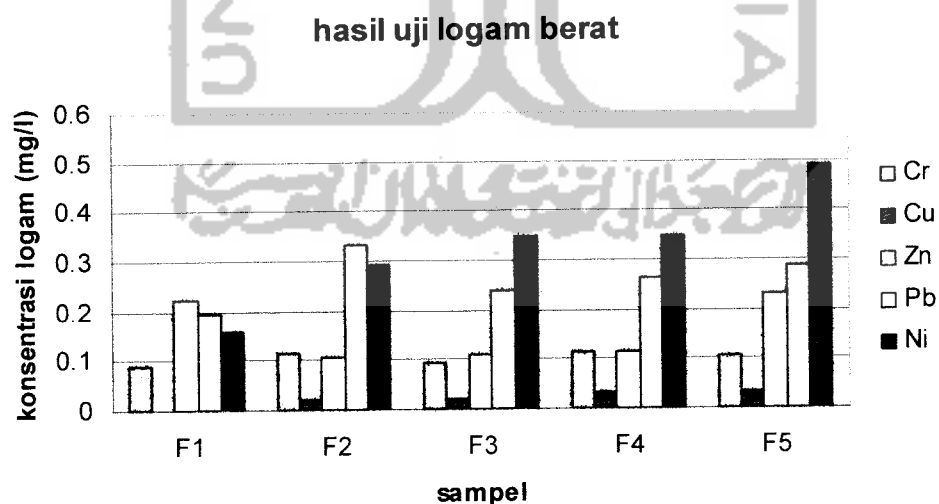
4.1.3 Uji TCLP

Setelah dilakukan perawatan pada hasil solidifikasi selama 28 hari, pada sampel dilakukan uji lindi/leachate dengan metode *toxicity characteristic leaching procedure* (TCLP) yang hasil pada masing-masing sampel ditunjukkan pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.2

Tabel 4.4 Hasil rata-rata pengujian logam berat dalam papan gipsum

No	Sampel	pH	Logam berat (mg/l)				
			Cr	Cu	Zn	Pb	Ni
1	F1 (0%)	4,78	0,08798	0	0,22432	0,3724	0,16
2	F2 (5%)	2,36	0,11256	0,0222	0,10656	0,4316	0,29
3	F3 (10%)	2,03	0,09294	0,02199	0,1101	0,3789	0,35
4	F4 (15%)	1,90	0,1147	0,03415	0,11525	0,5365	0,35
5	F5 (20%)	1,89	0,10653	0,03334	0,23086	0,4319	0,49

(sumber : Data primer, 2005)



Gambar 4.2 Grafik Uji TCLP Logam berat

4.1.3.1 Efisiensi Logam-logam Berat (Cr, Cu, Zn, Pb dan Ni) Dalam Papan

Gipsum

Efisiensi immobilisasi logam Cr, Cu, Zn, Pb, dan Ni pada papan gipsum dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$E = (A1 - A2) / (A1) \times 100 \% \dots\dots\dots$$

Dimana :

E = Efisiensi immobilisasi logam berat

A1 = Konsentrasi logam berat awal

A2 = Konsentrasi logam berat akhir

Tabel 4.5 Efisiensi Logam Berat

No	Sampel	Logam berat (%)				
		Cr	Cu	Zn	Pb	Ni
1	F1 (0%)	99,53	100	98,84	98,84	99,87
2	F2 (5%)	99,40	99,87	99,45	98,78	99,77
3	F3 (10%)	99,50	99,87	99,43	98,93	99,73
4	F4 (15%)	99,38	99,80	99,41	98,48	99,73
5	F5 (20%)	99,43	99,80	98,81	98,77	99,62

4.2 Pembahasan

4.2.1 Karakteristik Limbah Katalis

Pada penelitian awal dilakukan pemeriksaan karakteristik fisik dan kimia limbah katalis yang disajikan pada Tabel 4.1 dan 4.2. Pemeriksaan ini dilakukan guna untuk mengetahui potensi limbah katalis dalam pembuatan papan gipsum (*Gypsum board*) dan kandungan logam-logam berat yang terdapat dalam limbah katalis sebelum disolidifikasi.

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan terhadap karakteristik fisik limbah katalis seperti yang disajikan pada Tabel 4.1 diperoleh berat jenis 2,445 gr/ml, berat volume 0,32 gr/cm³, dan modulus kehalusan 0,643. untuk modulus kehalusan tidak memenuhi agregat halus yang disyaratkan ASTM C.33-39 antara 2,3 sampai 3,1. Tetapi ini semua dapat berpotensi untuk pembuatan papan gipsum (*Gypsum board*).

Jika dilihat dari unsur-unsur yang terkandung dalam karakteristik kimia seperti pada tabel 4.2 maka limbah katalis terutama untuk logam Ni tergolong jenis limbah berbahaya dan beracun (B3) menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no 85 tahun 2001 tentang pengelolaan limbah berbahaya dan beracun yaitu Cr (18,627mg/l), Cu (16,734 mg/l), Zn (19,379 mg/l), Pb (35,25 mg/l), Ni (127,50 mg/l).

Karakteristik kimia terutama senyawa SiO₂, Al₂O₃, dan CaO yang merupakan unsur-unsur dari zeolit kristalin yang merupakan jenis limbah katalis yang digunakan pada RRC ini merupakan hal penting dalam pembuatan produk

bahan bangunan seperti papan gipsum (*gypsum board*). Sifat-sifat pada senyawa-senyawa ini adalah mempunyai kapasitas adsorpsi yang tinggi.

4.2.2 Uji Kuat Lentur

Data yang diperoleh dari pengujian kuat lentur papan gipsum (*gypsum board*) disajikan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan kemudian diplotkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Dari grafik dapat dilihat bahwa penambahan limbah katalis berpengaruh terhadap nilai kuat lentur papan gipsum (*Gypsum board*). Nilai kuat lentur tertinggi dicapai pada sampel F2 dengan konsentrasi limbah 5% yaitu sebesar 54,011 kg/cm². Dan nilai kuat lentur terendah didapat pada konsentrasi limbah 20% yaitu sebesar 43,683 kg/cm², masih memberikan mutu kuat lentur papan gipsum (*Gypsum board*) yang baik yang mengacu pada kuat lentur papan gipsum pembanding yang dijual di pasar yaitu 22,44 kg/cm². Sedangkan untuk papan gipsum (*gypsum board*) tanpa limbah justru memberikan nilai kuat lentur sebesar 26,6843 kg/cm² lebih rendah dari kuat lentur dengan katalis.

Hal ini disebabkan penambahan konsentrasi limbah katalis yang berpengaruh terhadap kuat lentur yang dihasilkan. Adanya unsur SiO₂, Al₂O₃ dan CaO dalam limbah katalis pada pembuatan papan gipsum (*gypsum board*) dapat mengurangi peretakan dan mempertinggi kualitas produk papan gipsum (*gypsum board*). Tetapi dengan bertambahnya persentase katalis, konsentrasi dari unsur-unsur tersebut menjadi bertambah tinggi pula yang menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan dalam ikatannya sehingga kekuatan dari papan gipsum

tersebut terjadi menurun. Jadi berdasarkan penelitian, penambahan bahan katalis bekas RCC pada papan gipsum selain dapat mempercepat pengerasan juga dapat meningkatkan kekuatannya terutama pada kandungan konsentrasi katalis bekas RCC sebesar 5% dari berat papan gipsum.

Bahan-bahan campuran lain dalam pembuatan papan gipsum (*gypsum board*) ini juga berpengaruh terhadap kuat lentur papan gipsum. Kuat lentur papan gipsum yang optimum dapat disebabkan banyak jumlah asbestos yang berada diantara masa padat dari kristal-kristal gipsum, kapur dan limbah katalis tersebut. Susunan semacam ini menghasilkan kerangka yang lebih kuat, sehingga kalau kerangka ini dikelilingi/diselimuti oleh masa padat dari kristal gipsum, kapur dan limbah katalis, maka diperoleh massa padat yang lebih kuat. Hal ini terlihat pada saat pengujian berlangsung, asbestos mempertahankan benda uji dari retak-retak akibat pembebanan.

Tetapi ketika konsentrasi asbestos bertambah maka adukan menjadi kekurangan bahan ikat (gipsum dan kapur). Karena berkurangnya lekatan antara bahan ikat (gipsum dan kapur) dengan bahan isian (katalis dan asbestos) maka akan menurunkan kekuatan lentur papan gipsum.

Sejalan dengan bertambahnya konsentrasi asbestos maka pengadukan semakin sulit dilakukan sehingga homogenitas adukan yang dihasilkan kurang sempurna sehingga asbestos tidak dapat terdistribusi secara merata dan terjadi penggumpalan. Dengan demikian akan dihasilkan papan gipsum yang memiliki kepadatan yang rendah dan banyak mengandung pori. Papan gipsum yang demikian akan memiliki kekuatan lentur yang rendah.

4.2.3 Uji Lindi dengan Metode TCLP

Uji lindi sangat penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar logam berat yang masih dapat terlepas ke lingkungan sehingga dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan untuk menentukan metode penanganan selanjutnya. Adapun metode yang digunakan adalah *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP). Pada penelitian ini, logam berat yang dianalisa yaitu Cr, Cu, Zn, Pb, dan Ni.

Dari hasil penelitian ini diperoleh hasil kadar logam berat Cr, Cu, Zn, Pb dan Ni yang terlindi kecil, masih berada dibawah ketentuan yang ditetapkan oleh PP No 85 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun. Hal ini dapat disebabkan ikatan fisik dan kimia yang terjadi dalam sampel papan gipsum.

Campuran kapur dan gipsum dianggap sama dengan pengganti semen karena di dalam semen itu sendiri terdapat bahan seperti kapur dan gipsum. Hanya saja di dalam pembuatan papan gipsum ini tidak melalui pemanasan. Tetapi dengan penambahan limbah katalis yang mempunyai kandungan SiO_2 dan Al_2O_3 yang cukup tinggi dimana dapat berperan dalam pengikatan dan pengerasan papan gipsum serta mempunyai kekuatan menyerap/menarik kation di dekatnya, dan Al_2O_3 yang dapat memungkinkan terjadinya pertukaran ion.

Pada karakteristik awal dapat dilihat nilai konsentrasi awal untuk logam Ni mempunyai nilai konsentrasi yang lebih besar dari logam lainnya. Setelah dilakukan uji TCLP didapat nilai konsentrasi Ni rata-rata sama dengan logam lainnya. Hal ini dikarenakan logam Ni yang ada dalam limbah katalis terikat

secara baik. Penyerapan kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dalam papan gipsum menyebabkan potensial *leaching* logam berat dalam katalis menjadi kecil.

Dari hasil pengujian lindi dengan metode TCLP ini dapat dilihat bahwa logam-logam berat seperti Cr, Cu, Zn, Pb dan Ni dengan campuran gipsum, kapur dan asbestos di dalam limbah katalis setelah melalui proses solidifikasi sebagai papan gipsum berubah menjadi lebih stabil, dimana logam-logam berat yang terdapat di dalam sampel tersebut dapat terlepas dan nilainya jauh berada di bawah ketentuan yang telah ditetapkan (PP No 85 Tahun 1999). Dengan demikian proses solidifikasi limbah katalis Pertamina RCC 15 Pertamina UP VI Balongan sebagai papan gipsum (*Gypsum board*) ini dapat dikatakan cukup berhasil dan aman bagi lingkungan.

Hanya saja untuk bahan campuran seperti asbestos selain berguna sebagai papan penyekat, ternyata membawa dampak yang tidak baik bagi kesehatan kalo digunakan dalam jumlah yang besar. Tapi dalam pembuatan papan gipsum ini masih bisa dikatakan layak digunakan. Untuk pengganti asbestos bisa digunakan fiber alami yang lainnya.

Untuk nilai efisiensi immobilisasi logam berat yang diperoleh rata-rata diatas 80%. Hal ini bisa dikatakan cukup baik dikarenakan semakin banyak limbah katalis yang ditambahkan maka efisiensi immobilisasinya meningkat. Dengan kata lain semakin kecil logam berat yang terlepas maka semakin besar efisiensi immobilisasi yang diperoleh.

4.2.4 Nilai Produksi Papan Gypsum

Dalam pembuatan papan gypsum dengan ukuran 30cm x 13 cm x 1 cm diperlukan biaya produksi yang meliputi harga bahan, peralatan dan upah tenaga kerja yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut :

Tabel 4.6 Rincian Biaya produksi papan gypsum tiap biji

No	Jenis Barang/Jasa	Harga (Rp)	Jumlah Sampel	Jumlah Bahan (kg)					Harga (Rp)				
				F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
1	Pemb.cetakan												
	-Peralatan	140000	30						4667	4667	4667	4667	4667
	-Upah tenaga	25000	30						833	833	833	833	833
2	Bahan susun:												
	-Gypsum	1150.		0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	276	276	276	276	276
	-Kapur	250		0,27	0,21	0,15	0,09	0,03	68	53	38	23	8
	-Asbestos	1500		0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	135	180	225	270	315
	-Katalis	0		0	0,03	0,06	0,09	0,12	0	0	0	0	0
Total									5979	6009	6039	6069	6099

Berdasarkan perhitungan, untuk papan gypsum dengan ukuran 30 cm x 13 cm x 1 cm, diperoleh biaya produksi tiap biji untuk F1 sebesar Rp.5979,- F2 sebesar Rp.6009,-, F3 sebesar Rp.6039,-, F4 sebesar 6069, dan F5 sebesar 6099. Nilai produksi untuk masing-masing variasi sudah mencakup peralatan, upah tenaga, dan bahan susun. Nilai produksi ini bisa dikatakan cukup ekonomis dan murah karena untuk papan gypsum yang dijual di pasaran dengan ukuran 240 cm x 120 cm x 0,9 cm saja harganya Rp.95.000,- dan harga papan gypsum dengan ukuran 22 cm x 12 cm x 0,9 cm sebesar Rp.20.600,-

Hanya untuk lebih meminimalkan lagi harganya, bahan susun seperti asbestos dapat digantikan dengan fiber alami yang lebih murah harganya.