

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Hasil Uji Karakteristik Limbah *Fly Ash*

Pemeriksaan karakteristik limbah *fly ash* meliputi sifat fisik dan kimia yang ditampilkan seperti Tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1. Karakteristik Fisik Limbah *Fly Ash*

No	Parameter	Data Penelitian
1	Kadar air	0,04 %
2	Berat jenis	2,424 gr/ml
3	Berat volume	1,146 t/m ³
4	Modulus Kehalusan	0,33

(Sumber : Jumiati, 2005)

Tabel 4.2. Karakteristik Kimia Limbah *Fly Ash*

No	Senyawa/unsur	Data Penelitian	PP No.18 Tahun 1999
1	Cr	19,500±0,390	5,0
3	Zn	587,500±21,740	50,0
5	Pb	39,991±1,086	5,0

(Sumber : Jumiati, 2005)

4.1.2. Rancangan Campuran Beton

Rancangan penambahan limbah *fly ash* dalam bahan-bahan beton *silinder* dibuat sesuai dengan berat dan banyaknya beton yang dibuat, dengan berat rata-rata 370 g tiap beton dan ukuran 10 cm x 20 cm. Banyaknya sampel yang dibuat adalah 50 buah beton.

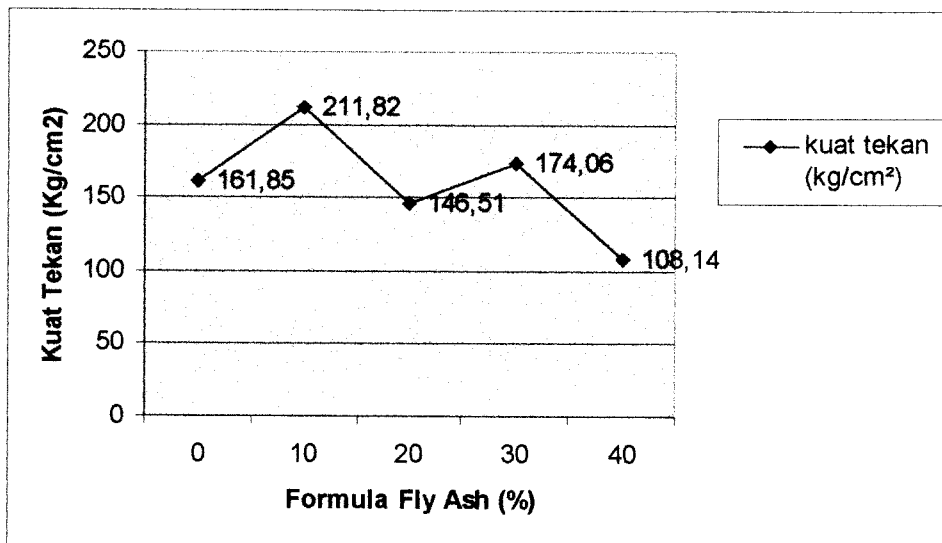
4.1.3. Uji Kuat Tekan

Hasil uji kuat tekan pada masing-masing komposisi campuran ditunjukkan pada Tabel 4.3. dan Gambar 4.1.

Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Rata-rata

No	Komposisi <i>fly ash</i>	Jumlah sampel	Leachate Logam Berat (mg/l)		
			Cr	Zn	Pb
1	Formula 1 (0%)	10	0.3529	30.5391	1.0679
2	Formula 2 (10%)	10	0.4305	11.8435	1.1003
3	Formula 3 (20%)	10	0.4305	12.2348	1.1003
4	Formula 4 (30%)	10	0.5857	15.9304	1.2623
5	Formula 5 (40%)	10	0.7409	5.7565	1.1651
Standar TCLP (PP 18/1999)			5,0	50,0	5,0

(Sumber: Hasil uji laboratorium, 2006)



Gambar 4.1. Grafik Kuat Tekan Rata-rata Terhadap Proporsi *Fly Ash*

Dari data percobaan pada Tabel 4.1, dapat terlihat kecenderungannya menunjukkan tren garis naik dan menurun, dimana terjadi titik maksimum (Gambar 4.1). Kemudian kuat tekan menurun dan kembali naik pada proporsi campuran 30% terhadap pasir

Hal ini menunjukkan perbedaan kuat tekan dengan kondisi beton tanpa *fly ash*, dimana proporsi *fly ash* 10% yang digunakan untuk mengganti pasir adalah memiliki tingkat kuat tekan yang lebih besar dari kuat tekan beton normal (tanpa *fly ash*).

Untuk lebih meyakinkan apakah perbedaan rata-rata kuat tekan tersebut cukup signifikan, maka perlu dilakukan uji statistik ANOVA satu arah. Kemudian didapatkan bahwa tidak ada perbedaan yang cukup bermakna pada level kepercayaan 95% untuk beberapa kondisi, yakni antara kondisi tanpa penambahan limbah *fly ash* (kadar 0%) dengan penambahan limbah *fly ash* dari kadar 20% dan 30% dengan pasir kuat tekan yang dihasilkan secara statistik masih sama. Sementara untuk penambahan *fly ash* dengan kadar 10% dan 40% terlihat perbedaan yang cukup signifikan, hal tersebut disebabkan oleh kadar air yang cukup tinggi pada limbah *fly ash*, sehingga dengan makin banyaknya presentase penambahan *fly ash* (terlihat pada penambahan 40%), terjadi pengenceran yang berlebih pada campuran beton yang berdampak pada kualitas kuat tekan beton (menjadi lebih rendah). Dan pada penambahan *fly ash* dengan presentase sedikit (pada penambahan 10%), akan menghasilkan kualitas (kuat tekan) beton yang baik.

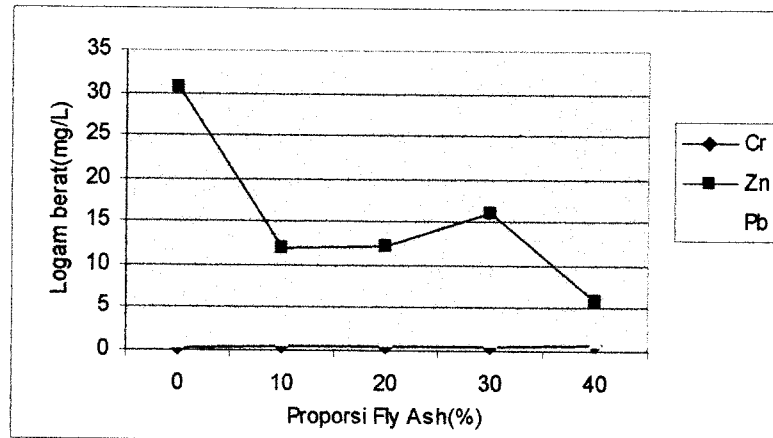
4.1.4. Uji *Leachate* Dengan Metode TCLP

Hasil pengujian lindi/*leachate* dengan metode *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) pada masing-masing formula ditunjukkan pada Tabel 4.4. dan Gambar 4.2.

Tabel 4.4. Hasil Rata-rata *leachate* Logam Berat Pada Beton

No	Benda Uji	Leachate Logam Berat (mg/L)		
		Cr	Zn	Pb
1	Formula 1 (0%)	0.3529	30.5391	1.0679
2	Formula 2 (10%)	0.4305	11.8435	1.1003
3	Formula 3 (20%)	0.4305	12.2348	1.1003
4	Formula 4 (30%)	0.5857	15.9304	1.2623
5	Formula 5 (40%)	0.7409	5.7565	1.1651
Standar TCLP (PP 18/1999)		5,0	50,0	5,0

(Sumber : Hasil Penelitian, 2006)



Gambar 4.2. Grafik TCLP Logam Berat (Cr, Zn dan Pb)

4.2. Pembahasan

4.2.1. Karakteristik Limbah *Fly Ash*

Pada penelitian awal dilakukan pemeriksaan karakteristik fisik dan kimia limbah *fly ash* yang ditampilkan pada Tabel 4.1 dan 4.2. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui syarat potensi limbah *fly ash* dalam pembuatan beton dan kandungan logam berat dalam limbah *fly ash* sebelum disolidifikasi.

Dari hasil analisa yang dilakukan terhadap sifat fisik limbah *fly ash* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1, berat jenis 2,424 gr/mL, berat volume 1,146 T/m³ dan modulus kehalusan sebesar 0,33 adalah berpotensi untuk pembuatan beton.

Jika dilihat dari unsur-unsur yang terkandung seperti pada Tabel 4.2, maka limbah *fly ash* tergolong jenis limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun yaitu Zn (587,500±21,740 µg/g), Pb (39,991±1,086 µg/g) dan Cr (19,500 ± 0,390 µg/g).

4.2.2. Rancangan Campuran Beton

Dalam membuat sampel untuk penelitian ini dipergunakan bahan-bahan dasar pembuat beton, yaitu : semen, pasir, kerikil, *fly ash* dan bahan bantu, yaitu air. Variasi komposisi dibuat berdasarkan jenis beton yang dibuat, yaitu beton silinder dengan komposisi penambahan *fly ash* 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.3. Rancangan campuran bahan beton didasarkan pada berat

dan banyaknya beton yang dibuat, dengan berat rata-rata 370 g tiap beton dan ukuran 10cmx20cm. Banyaknya sampel yang dibuat adalah 50 beton.

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya bahwa semakin banyak proporsi limbah berpengaruh pada kualitas yang dihasilkan, yaitu dihasilkan nilai kuat tekan beton yang semakin rendah sehingga kualitas produk kurang baik, dan penambahan limbah terhadap campuran produk yaitu nilai kuat tekan optimum tercapai pada proporsi limbah 10%. Tabel 4.3. menunjukkan bahwa untuk formula 3, 4 dan 5 dilakukan penambahan 20%, 30% dan 40% limbah *fly ash*.

4.2.3. Uji Kuat Tekan

Dari hasil pengujian kuat tekan diperoleh, beton hasil penambahan 10% limbah *fly ash* diperoleh nilai kuat tekan sebesar 211,82 kg/cm², dengan kualitas baik, karena kuat tekan beton berada diatas nilai pembanding, yaitu sebesar 161,85 kg/cm², kemudian pada penambahan 20% dan 30%, limbah yaitu sebesar 146,51 kg/cm² dan 174,06 kg/cm² menghasilkan nilai kuat tekan yang relatif sama dengan nilai kuat tekan beton pembanding, sedangkan pada penambahan 40% menghasilkan nilai kuat tekan 108,14 kg/cm², berada dibawah nilai pembanding sehingga menghasilkan mutu beton kurang baik. Di mana kuat tekan tertinggi dari hasil pengujian ini adalah 211.82 kg/cm² dengan penambahan 10% limbah *fly ash*.

Dari Tabel 4.3. dan Gambar 4.1. diperoleh bahwa sifat dan kandungan bahan-bahan beton juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton. terlihat bahwa makin

meningkatnya penambahan limbah *fly ash* dalam bahan-bahan beton, mempunyai nilai kuat tekan semakin rendah.

4.2.4. Uji Lindi Dengan Metode TCLP

Uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk limbah B3. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tingkat pelepasan logam berat mengingat bahan tambahan yang digunakan adalah limbah industri tekstil. Seperti diketahui dalam limbah padat industri tekstil mengandung logam berat yang berasal dari zat warna yang digunakan. Untuk maksud tersebut dilakukan uji *leachate* dengan metode TCLP terhadap produk beton silinder yang dihasilkan. Pada penelitian ini, analisis logam berat yang dianalisa yaitu Cr, Zn dan Pb.

Dari data hasil penelitian ini (Tabel 4.5. dan Gambar 4.4.) terlihat bahwa lindi (*leachate*) logam berat yaitu Cr, Zn dan Pb yang lepas dari beton sangat kecil, berada dibawah ketentuan yang ditetapkan berdasarkan PP No 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun (B3). Hal ini disebabkan terjadi ikatan fisik dan kimia dalam sampel beton.

Dengan pengujian lindi terlihat bahwa logam-logam berat yaitu Cr, Zn dan Pb dalam limbah *fly ash* setelah disolidifikasi sebagai beton menjadi stabil, ini terbukti dalam air lindi (*leachate*) jauh lebih kecil, berada dibawah ketentuan yang ditetapkan berdasarkan PP No 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun (B3).

Nilai lindi dari uji TCLP pada setiap variasi penambahan limbah *fly ash* memberikan perbedaan yang signifikan antara satu dengan yang lainnya. Perbedaan nilai lindi ini dipengaruhi beberapa faktor diantaranya adalah faktor homogenisasi limbah *fly ash* pada saat pengambilan untuk campuran beton dan homogenisasi pada proses pembuatan beton. Kemungkinan lain adalah bahan dasar dari campuran beton yaitu agregat halus berupa pasir dan agregat kasar berupa kerikil yang digunakan berasal dari seputaran kawasan gunung Merapi yang telah memiliki kandungan logam berat (Cr, Zn dan Pb).

Selain itu kemungkinan adanya faktor *human error* pada proses penelitian, baik pada proses pencampuran bahan, proses pencetakan, maupun pada proses pengujian.

Apabila hasil penelitian lindi dengan metode TCLP dibandingkan dengan baku mutu TCLP menurut PP 18 tahun 1999 semuanya jauh dibawah baku mutu. Dengan demikian pemanfaatan limbah *fly ash* industri tekstil untuk beton layak dari aspek teknis (kuat tekan) maupun aspek kesehatan dan lingkungan.

4.2.5. Perbandingan Optimum DiTinjau dari Uji Kuat Tekan dan Uji TCLP

Dari hasil penelitian ini, uji kuat tekan pada Tabel 4.3, makin meningkatnya penambahan limbah *fly ash* dalam bahan-bahan beton mempunyai nilai kuat tekan semakin rendah. Sedangkan pada uji lindi dengan metode TCLP pada Tabel 4.4, nilai lindi pada setiap variasi penambahan limbah *fly ash* memberikan perbedaan yang signifikan antara satu dengan yang lainnya. Berdasarkan pada penelitian

pendahuluan dengan uji TCLP, makin meningkat penambahan limbah mempunyai nilai uji lindi dengan metode TCLP semakin tinggi. Oleh karena itu perbandingan optimum ditinjau dari uji kuat tekan dan uji lindi tidak sesuai sehingga penambahan komposisi limbah *fly ash* yang optimum dalam pembentukan beton berdasarkan aspek teknis dan tingkat toksisitas dari hasil penelitian uji kuat tekan dan uji lindi dengan metode TCLP yaitu penambahan 10% limbah *fly ash*. Hal ini dikarenakan pada penambahan 10% limbah *fly ash* menghasilkan nilai kuat tekan terbesar yaitu 211.82 kg/cm² dan nilai lindi untuk Cr, Zn dan Pb sebesar 0.4305 mg/L; 11.8435 mg/L dan 1.1003 mg/L berada dibawah nilai minimum yang ditetapkan.

Dari aspek kesehatan/tingkat toksisitas logam berat, komposisi penambahan 10%, 20%, 30% dan 40% limbah *fly ash* masih berada dibawah baku mutu TCLP berdasarkan PP 18 tahun 1999, sedangkan dari aspek teknis yaitu kuat tekan pada penambahan 40% limbah *fly ash* tidak memenuhi nilai pembanding beton yang dijual dipasaran.

Tabel 4.5. Perbandingan Optimum DiTinjau dari Uji Kuat Tekan dan Uji TCLP

Formula	Pengujian			
	Kuat Tekan (kg/cm ²)	TCLP (mg/L)		
		Cr	Zn	Pb
1 (0%)	161.85	0,01	0,195	0,277
2 (10%)	211.82	0,013	0,308	0,176
3 (20%)	146.51	0,006	0,333	0,402
4 (30%)	174.06	0,045	0,284	0,403
5 (40%)	108.14	0,0045	0,315	0,406
Standar		5,0	50,0	5,0

(Sumber : Hasil Penelitian, 2006)