

PEMANFAATAN LUMPUR LAPINDO SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN DALAM PEMBUATAN BATA BETON PEJAL

Ngk. Made Anom Wiryasa¹ dan I Wayan Sudarsana¹

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar
E-mail : ngk_anom@civil.unud.ac.id

Abstrak: Penelitian yang mensubstitusi semen dengan lumpur Lapindo dalam konteks volume bertujuan untuk mengetahui komposisi adukan yang paling ideal bila ditinjau dari segi kuat tekan dan penyerapan air dari bata beton pejal. Dalam penelitian ini, dibuat 5 jenis adukan yaitu adukan A (100% PC; 0% LL), B (90% PC; 10% LL), C (80% PC; 20% LL), D (70% PC; 30% LL), dan E (60% PC; 40% LL). Perbandingan berat antara PC dengan pasir adalah 1 : 8 dengan faktor air semen 0,4. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Gresik dengan benda uji dites dalam umur 28 hari. Bila ditinjau dari segi penyerapan air, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan lumpur Lapindo sebagai bahan substitusi semen sebesar 24,56% mampu menurunkan persentase penyerapan air secara optimum yaitu sebesar 18,21% dan menghasilkan kuat tekan sebesar 71,5 kg/cm², yangmana termasuk dalam mutu B1. Hal ini disebabkan oleh besarnya kandungan SiO₂ (berfungsi sebagai bahan pengisi) yang juga mesti didukung kandungan CaO yang berfungsi untuk menjaga keterikatan antar material. Kecilnya nilai penyerapan air juga dapat meningkatkan ketahanan (*durability*) dari bata beton pejal itu sendiri. Bila ditinjau dari segi kuat tekan, penggunaan lumpur Lapindo sebesar 7,25% dapat menghasilkan bata beton pejal dengan mutu B2. Pada adukan ini, kuat tekan yang dihasilkan sebesar 100,1 kg/cm² dan persentase penyerapan air sebesar 20,72%.

Kata kunci: bata beton pejal, substitusi semen, lumpur Lapindo, kuat tekan, penyerapan air.

THE ADVANTAGE OF LAPINDO SILT AS CEMENT SUBSTITUTION MATERIAL FOR SOLID CONCRETE BLOCK

Abstract: This paper presents a determination of compressive strength and water absorption of solid concrete block. The research objective was to determine the ideal mix composition of the concrete block where Lapindo silt was used as a cement substitution. Five types of mixes were made where Type A, B, C, D and E was (100% PC; 0% LS), (90% PC; 10% LS), (80% PC; 20% LS), (70% PC; 30% LS), and (60% PC; 40% LS) respectively. The weight ratio between Portland cement and sand was 1:8 with a water cement ratio of 0.4. The cement used in this research was Gresik Portland cement and the specimens were tested in the age of 28 days. The water absorption test results showed that the use of 24.56% of Lapindo silt as a cement substitution optimally decreased the water absorption up to 18.21% and gave a compressive strength of 71.5 kg/cm² that is qualified as B1. This was caused by the block contained SiO₂ work as a filler and CaO as a bind of the materials. The small water absorption value could also increase the durability of solid concrete block. The compressive strength and water absorption of the solid concrete block with 7.25% of Lapindo silt was 100.1 kg/cm² (qualified as B2) and 20.72% respectively.

Keywords: solid concrete block, cement substitution material, Lapindo silt, compressive strength, water absorption.

PENDAHULUAN

Batako merupakan suatu bahan bangunan yang biasanya digunakan sebagai dinding penyekat, dasar lantai, dsb. Pada umumnya batako dibedakan menjadi dua jenis, yaitu batako lubang dan batako buntu, dimana dalam PUBI-1986 disebut dengan bata beton berlubang dan bata beton pejal. Bata beton pejal terbuat dari campuran agregat dan semen sebagai perekat hidrolisnya.

Belakangan ini negara kita dipusingkan oleh adanya bencana semburan lumpur panas (lebih dikenal dengan Lumpur Lapindo) dari lapisan perut bumi saat dilakukannya pengeboran sumur migas oleh PT. Lapindo Brantas pada tanggal 27-28 Mei 2006 di kecamatan Porong, Sidoarjo. Berdasarkan data statistik yang didapat dari harian Jawa Pos, luapan lumpur lapindo perharinya tanggal 29 Mei - 29 Juni mencapai 5.000 m³, tanggal 29 Juni - 29 Juli mencapai 25.000 m³, tanggal 29 Juli - 29 Agustus mencapai 50.000 m³, tanggal 29 Agustus - September mencapai 126.000 m³ [Jawa Pos, 25 September 2006]. Besarnya luapan lumpur perhariannya membuat masyarakat sekitar berusaha untuk memanfaatkan lumpur yang dapat dikatakan limbah tersebut menjadi sesuatu yang memiliki nilai guna. Hal ini juga dibenarkan oleh pernyataan Menteri Lingkungan Hidup Rachmat Witoelar yang menyatakan lumpur Lapindo bisa dijadikan produk batu bata, paving stone, batako, genting, dan sejenisnya (www.cybermq.com, 3 Agustus 2006).

Keberhasilan pemanfaatan limbah sudah lebih dulu muncul di Papua. Ratusan ribu ton *tailling* (limbah pasir kasar dan halus) yang dihasilkan PT. Freeport Indonesia per hari bisa menjadi bahan campuran pembuat beton dan menghemat penggunaan semen hingga 40%. Temuan ini sejak 1998 sudah dipatenkan atas nama tiga peneliti Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri (LAPI) ITB, dimana paten itu menyangkut metode dan hitungan berat

campuran semen, *tailling*, air, dan polimer jika diperlukan (Gatra, 30 Agustus 2006).

Lumpur Lapindo memiliki kandungan silikat (SiO₂) yang lebih tinggi dari semen namun kandungan kapurnya (CaO) lebih rendah dari semen. Kandungan silikat berfungsi sebagai material pengisi (*filler*), sedangkan kandungan kapur berperan dalam proses pengikatan. Berdasarkan kandungan tersebut, maka lumpur Lapindo diharapkan bisa dimanfaatkan sebagai bahan substitusi semen dalam konteks volume pada pembuatan bata beton pejal.

Berdasarkan uraian di atas, maka diadakan penelitian tentang pemanfaatan lumpur Lapindo sebagai bahan substitusi semen dalam konteks volume pada pembuatan bata beton pejal. Berdasarkan PUBI-1986, maka karakteristik dari bata beton pejal yang mesti ditinjau adalah kuat tekan dan penyerapan airnya. Pada penelitian ini diharapkan para pembuat batako dapat mengetahui komposisi adukan paling ideal yang ditinjau dari segi kuat tekan maupun penyerapan airnya untuk dapat menghemat penggunaan semen.

Bata Beton Pejal

Bata beton pejal adalah bata beton yang mempunyai luas penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya, dan mempunyai volume pejal lebih dari 75% volume seluruhnya (PUBI-1986).

Menurut PUBI-1986 (Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia), berdasarkan pemakaiannya bata beton pejal dapat diklasifikasikan menjadi 4 macam, yaitu :

1. Bata Beton Pejal mutu A1
Adalah bata beton pejal yang hanya digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat dan lain-lain serta konstruksi yang terlindung dari cuaca luar.
2. Bata Beton Pejal mutu A2
Adalah bata beton pejal yang digunakan hanya untuk konstruksi seperti tersebut dalam jenis A1, hanya permukaan

an dinding konstruksi dari bata beton pejal tersebut boleh tidak diplester.

3. Bata Beton Pejal mutu B1
Adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap).

4. Bata Beton Pejal mutu B2
Adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan bisa digunakan juga untuk konstruksi yang tidak terlindung (untuk konstruksi diluar atap).

Bata beton pejal harus memenuhi persyaratan mutu sebagai berikut :

a) Bata beton pejal untuk semua jenis mutu harus memenuhi persyaratan fisik sesuai dengan ketentuan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Fisik Bata Beton Pejal

Bata beton pejal mutu	Kekuatan tekan minimum (kg/cm ²)		Penyerapan air maksimum (% volume)
	Rata-rata dari benda uji	Masing-masing benda uji	
A1	25	21	-
A2	40	35	-
B1	70	65	35
B2	100	90	25

b) Bata beton pejal untuk semua jenis mutu sebaiknya memenuhi syarat ukuran standar dan toleransi sesuai dengan ketentuan dalam Tabel 2.

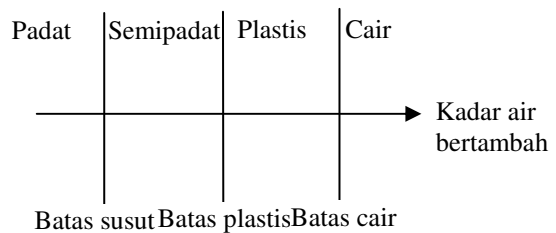
Tabel 2. Persyaratan Ukuran Standar dan Toleransi

Jenis	Ukuran Nominal ± Toleransi (mm.*)		
	Panjang	Lebar	Tebal
Besar	400 ± 3	200±3	100±2
Sedang	300 ± 3	150±3	100±2
Kecil	200 ± 3	100±2	80±2

*) Ukuran nominal sama dengan ukuran bata sesungguhnya ditambah 10mm tebal siar/adukan.

Batas-batas Atterberg

Pemeriksaan batas-batas atterberg dimaksudkan untuk memperoleh gambaran secara garis besar sifat-sifat tanah yang digunakan. Sifat-sifat tersebut dapat dilihat dari nilai-nilai batas cair, batas plastis, batas susutnya. Secara skematis hubungan antara kadar air dengan atterberg limit dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan Antara Kadar Air Dengan Atterberg Limit

Penjelasan Gambar 1 adalah sebagai berikut :

- Batas Susut / Shrinkage Limit (SL)**
Batas susut tanah merupakan batas dimana pengurangan air lebih lanjut tidak menyebabkan berkurangnya volume tanah atau kadar air batas antara semipadat dengan padat.
- Batas Plastis / Plastic Limit (PL)**
Batas plastis adalah kadar air minimum dimana tanah masih dalam keadaan plastis yaitu dapat diubah bentuk tanpa retak-retak sampai dengan diameter tertentu (3,2 mm).
- Batas Cair / Liquid Limit (LL)**
Batas cair adalah suatu kadar air minimum, dimana tanah masih dalam keadaan cair atau kadar air batas dari fase cair dan plastis.
- Indeks Plastisitas**
Penentuan indeks plastisitas didapat dari data-data nilai batas cair dan nilai batas plastis sesuai dengan rumus : $IP = LL - PL$, nilai indeks plastisitas yang diperoleh dari setiap campuran bahan menunjukkan sifat plastisitas dari bahan tersebut.

Material-material Pembentuk Bata Beton Pejal

- *Agregat Halus*
Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm [SK SNI T-15-1990-03].
- *Semen Portland*
Semen portland (SP) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling halus klinker, yang terdiri terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu [PUBI-1986].
Kandungan terbesar dalam semen adalah kandungan CaO yang memiliki fungsi dalam proses perekatan/ pengikatan, sedangkan SiO₂ berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*), dimana kedua bahan ini memiliki peranan dalam menentukan kekuatan semen. Al₂O₃ memiliki fungsi dalam mempercepat proses pengerasan. Sedangkan Fe₂O₃ memiliki suhu leleh yang

rendah yang menyebabkannya sebagai bahan bakar dalam proses pembakaran klinker, oleh karena itu Fe₂O₃ bukan merupakan unsur yang aktif dalam semen.

- *Air*
Air pada campuran pembuatan bata beton pejal mempunyai peranan yang penting yaitu memungkinkan terjadinya reaksi kimia dengan semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, selain itu air juga berfungsi sebagai pelembab campuran sehingga campuran menjadi mudah dicetak dan tidak pecah.
- *Lumpur Lapindo*
Berdasarkan hasil pemeriksaan pendahuluan lumpur panas Lapindo Sidoarjo untuk produk keramik yang dilakukan oleh Dr. Ir. Aristanto dari Balai Besar Keramik Bandung Departemen Perindustrian dapat dibuatkan tabel kandungan kimia untuk lumpur Lapindo, seperti pada Tabel 3. Dimana pada tabel tersebut juga ditampilkan kandungan kimia semen Portland tipe I.

Tabel 3. Kandungan Kimia Lumpur Lapindo dan Semen

Nama Material	Kandungan Kimia (%)										
	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₂	SO ₃	Hilang Pijar
Lumpur Lapindo	53,08	2,07	5,60	18,27	0,57	2,89	2,97	1,44	2,96	-	10,15
Semen	20,8	65,3	3,0	6,9	-	Max 2,0	-	-	-	1,6	Max 1,5

METODOLOGI

Tempat Penelitian

Pembuatan benda uji berupa bata beton pejal dilakukan pada UD. Karya Indah, Abianbase-Badung. Sedangkan penelitian untuk pengujian kuat tekannya dilaksanakan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Udayana dan untuk pengujian terhadap penyerapan air dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Udayana.

Bahan-bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Pasir Benoa yang lolos ayakan nomer 4, semen Portland tipe I dengan merek Gresik, air sumur, lumpur Lapindo dalam kondisi kering oven yang dihancurkan dan lolos ayakan nomer 200.

Jumlah Benda Uji

Dalam penelitian ini benda uji yang dibuat berupa bata beton pejal dengan ukuran 20cm x 10cm x 8cm dengan jumlah sesuai Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Benda Uji

Sampel Benda Uji	Adukan				
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
Kuat Tekan	5	5	5	5	5
Daya Serap Air	5	5	5	5	5
Jumlah	10	10	10	10	10
Total benda uji yang dipergunakan adalah 50 buah					

Dalam penelitian ini akan dibuat 5 jenis adukan dengan perbandingan berat antara semen Portland dengan pasir adalah 1:8 dengan faktor air semen (f.a.s) 0,4. Adapun kelima jenis adukan tersebut, yaitu :

- Adukan (A) : Adukan dengan komposisi semen Portland 100% dari berat perekat hidrolisnya.
- Adukan (B) : Adukan dengan komposisi semen Portland 90% dan lumpur Lapindo 10%.
- Adukan (C) : Adukan dengan komposisi semen Portland 80% dan lumpur Lapindo 20%.
- Adukan (D) : Adukan dengan komposisi semen Portland 70% dan lumpur Lapindo 30%.
- Adukan (E) : Adukan dengan komposisi semen Portland 60% dan lumpur Lapindo adalah 40%.

Langkah-langkah Penelitian

- *Pembuatan Adukan*
Adukan dapat dibuat dengan langkah menyiapkan bahan-bahan terlebih dahulu, kemudian menentukan komposisi adukan dan masukkan kedalam mixer, baru kemudian memasukkan air ke dalam adukan tadi.
- *Pembuatan Bata Beton Pejal*
Setelah adukan teraduk dengan rata, maka bata beton pejal dapat dicetak. Kemudian dilakukan pemeliharaan awal dengan meletakkan bata beton pejal pada tempat yang terlindung dari cuaca luar. Pemeliharaan cara alami dapat dilakukan setelah bata beton pejal berumur 3 hari dengan meletak-

kannya pada tempat terbuka. Dalam proses ini, bata beton pejal disiram dengan air setiap hari hingga bata beton berumur 28 hari.

- *Pengujian Kuat Tekan*
Pengujian kuat tekan pada bata beton pejal adalah untuk mendapatkan besarnya beban tekan maksimum yang bisa diterima oleh bata beton pejal. Alat uji yang digunakan adalah mesin desak merek *Controls Milano Italy* dengan kapasitas 2000 KN. Pengujian ini dapat dilakukan dengan meletakkan benda uji pada alat uji, dimana di bawah dan di atas benda uji diletakkan pelat baja. Kemudian jalankan mesin desak dan dicatat gaya tekan maksimum.
- *Pengujian Penyerapan Air*
Pengujian untuk penyerapan air dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya tingkat penyerapan oleh benda uji berupa bata beton pejal dan juga untuk menentukan apakah benda uji tersebut dapat memenuhi persyaratan mutu fisik bata beton pejal. Peralatan yang digunakan meliputi timbangan, ember, dan oven. Pengujian ini dapat dilakukan dengan cara merendam benda uji selama 24 jam terlebih dahulu kemudian ditimbang (Wr). Setelah itu benda uji dioven selama 22-24 jam dengan suhu 100⁰-110⁰.
- *Analisis Data*
Data yang diperoleh dari hasil penelitian ditabelkan dan diplot dalam suatu grafik untuk memudahkan dalam membandingkan setiap perlakuan benda uji masing-masing adukan. Selanjutnya dilakukan analisa regresi dan pembahasan masing-masing adukan untuk menentukan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kandungan Kimia

Analisis kandungan kimia dari perekat hidrolis masing-masing adukan sangat dibutuhkan untuk memudahkan dalam menganalisa pengaruh dari pengguna-

an lumpur lapindo sebagai bahan substitusi semen.

Tabel 5-9 merupakan perbandingan kandungan kimia dari perekat hidrolis masing-masing adukan.

Tabel 5. Kandungan Kimia Adukan A

Kandungan Kimia	Semen 100% (%)	Lumpur Lapindo 0% (%)	Adukan A (%)
SiO ₂	20,80	0	20,80
CaO	65,30	0	65,30
Al ₂ O ₃	6,90	0	6,90
Fe ₂ O ₃	3,00	0	3,00

Tabel 6. Kandungan Kimia Adukan B

Kandungan Kimia	Semen 90% (%)	Lumpur Lapindo 10% (%)	Adukan B (%)
SiO ₂	18,72	5,31	24,03
CaO	58,77	0,21	58,98
Al ₂ O ₃	6,21	1,83	8,04
Fe ₂ O ₃	2,70	0,56	3,26

Tabel 7. Kandungan Kimia Adukan C

Kandungan Kimia	Semen 80% (%)	Lumpur Lapindo 20% (%)	Adukan C (%)
SiO ₂	16,64	10,62	27,26
CaO	52,24	0,41	52,65
Al ₂ O ₃	5,52	3,65	9,17
Fe ₂ O ₃	2,40	1,12	3,52

Tabel 8. Kandungan Kimia Adukan D

Kandungan Kimia	Semen 70% (%)	Lumpur Lapindo 30% (%)	Adukan D (%)
SiO ₂	14,56	15,92	30,48
CaO	45,71	0,62	46,33
Al ₂ O ₃	4,83	5,48	10,31
Fe ₂ O ₃	2,10	1,68	3,78

Tabel 9. Kandungan Kimia Adukan E

Kandungan Kimia	Semen 60% (%)	Lumpur Lapindo 40% (%)	Adukan E (%)
SiO ₂	12,48	21,23	33,71
CaO	39,18	0,83	40,01
Al ₂ O ₃	4,14	7,31	11,45
Fe ₂ O ₃	1,80	2,24	4,04

Pemeriksaan Batas-batas Atterberg

Rangkuman hasil penelitian batas-batas atterberg dapat dilihat pada tabel 10.

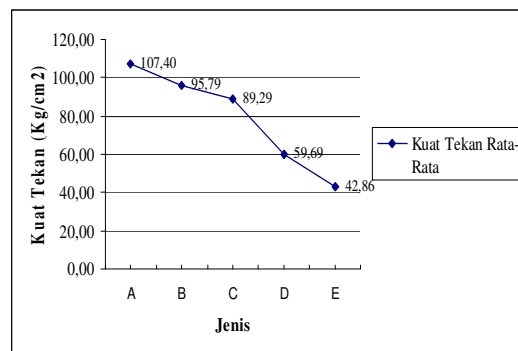
Tabel 10. Batas-batas Atterberg Lumpur Lapindo

Kadar Air (%)	Batas Susut (sl) (%)	Batas Plastis (pl) (%)	Batas Cair (ll) (%)	Indeks Plastisitas (pi)
49,0	13,226	22,558	62,023	39,465%

Dari tabel di atas dapat dilihat nilai batas susut lumpur Lapindo sebesar 13,226%. Kecilnya nilai batas susut ini menunjukkan lumpur Lapindo memiliki butiran yang sangat halus. Sedangkan nilai indeks plastisitas yang besar menunjukkan bahwa lumpur Lapindo memiliki sifat sangat plastis.

Pengujian Kuat Tekan Bata Beton Pejal

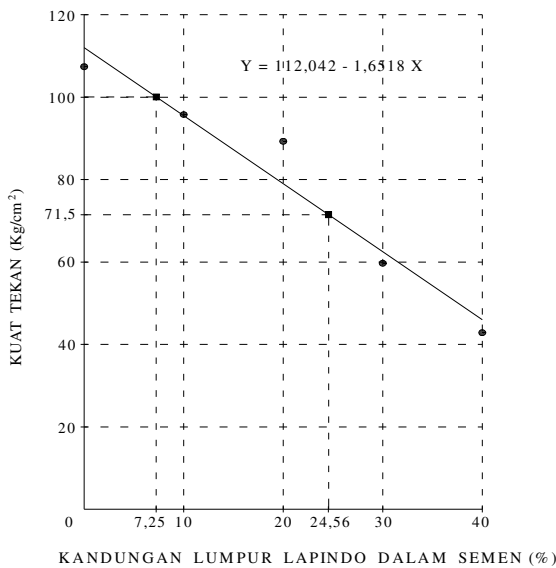
Grafik dari hasil pengujian kuat tekan rata-rata kelima jenis adukan bata beton pejal dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Rata-rata

Sedangkan grafik hubungan antara kuat tekan dan persentase kandungan lumpur lapindo dalam semen yang diperoleh dari persamaan regresi linier dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan dari grafik kuat tekan rata-rata (Gambar 2) dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata bata beton pejal dari adukan A hingga adukan E semakin mengecil. Hal ini disebabkan karena kandungan CaO dari adukan A hingga adukan E terjadi penurunan, dimana CaO merupakan kandungan kimia yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan kandungan SiO₂ yang berfungsi sebagai bahan pengisi dari adukan A hingga adukan E terus meningkat. Jadi yang lebih dominan mempengaruhi menurunnya kuat tekan adalah menurunnya kandungan CaO, walaupun kandungan SiO₂ ditingkatkan.



Dimana :

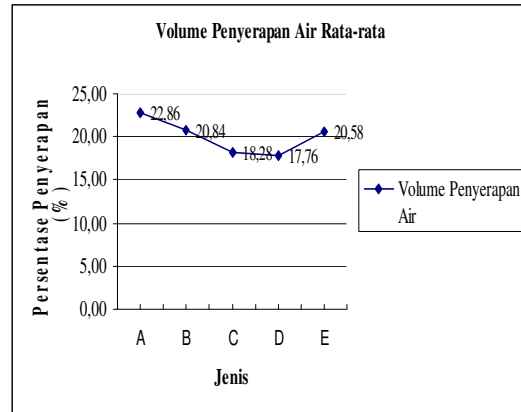
$$y = 112,042 - 1,6518x$$

$$r = \sqrt{0,910985} = 0,9545$$

Gambar 3. Grafik Hubungan antara Kuat Tekan dan Persentase Kandungan Lumpur Lapindo Dalam Semen

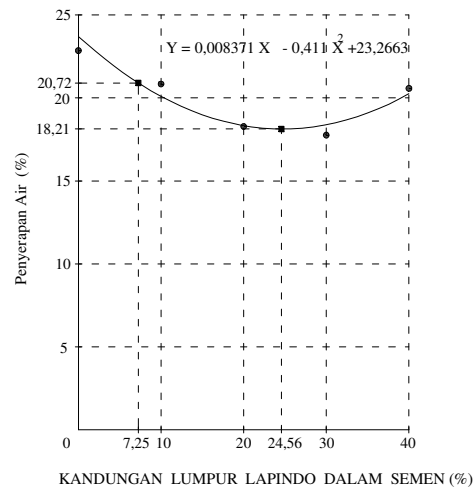
Pengujian Penyerapan Air Bata Beton Pejal

Grafik dari hasil pengujian volume penyerapan air rata-rata kelima jenis adukan bata beton pejal dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Volume Penyerapan Air

Sedangkan grafik hubungan antara penyerapan air dan persentase kandungan lumpur lapindo dalam semen yang diperoleh dari persamaan regresi polynom kuadratik dapat dilihat pada Gambar 5.



Dimana :

$$y = 0,0084x^2 - 0,4113x + 23,2663$$

$$r = \sqrt{0,910985} = 0,9545$$

Gambar 4. Grafik Hubungan antara Penyerapan Air dan Persentase Kandungan Lumpur Lapindo Dalam Semen

Berdasarkan dari grafik volume penyerapan air rata-rata (Gambar 4) dapat dilihat bahwa terjadi penurunan penyerapan air dari adukan A hingga D, namun penyerapan air kembali meningkat pada adukan E.

Pada Tabel 5 hingga Tabel 9 dapat dilihat bahwa kandungan SiO₂ yang ber-

fungsi sebagai bahan pengisi dari adukan A hingga adukan E terus meningkat, sedangkan kandungan CaO menurun. Meningkatnya kandungan SiO₂ pada tiap-tiap adukan telah mengakibatkan porositas bahan semakin kecil, sehingga volume penyerapan air dari adukan A hingga adukan D menurun. Berdasarkan analisis regresi, titik jenuh menurunnya volume penyerapan air terdapat antara adukan D dan E (tepatnya pada kandungan lumpur sebesar 24,56% dengan besar penyerapan air 18,215%), dimana hal ini diakibatkan oleh kecilnya kandungan CaO yang menyebabkan menurunnya keterikatan antara material. Jadi kecilnya daya serap air lebih dipengaruhi oleh besarnya kandungan SiO₂, tetapi juga mesti didukung oleh peranan kandungan CaO dalam menjaga keterikatan antara material dalam bata beton pejal

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut. Bila ditinjau dari segi kuat tekan, adukan untuk mendapatkan bata beton pejal mutu B2 adalah adukan dengan penggunaan lumpur Lapindo sebesar 7,25%, sedangkan bila ditinjau dari segi penyerapan air, maka adukan untuk mendapatkan penyerapan air terendah adalah adukan dengan penggunaan lumpur Lapindo sebesar 24,56%. Dan adukan yang paling ideal adalah adukan dengan menggunakan lumpur Lapindo sebesar 24,56%, karena pada adukan ini terjadi penggunaan lumpur secara optimum bila ditinjau dari segi penyerapan air, dimana adukan ini termasuk dalam bata beton pejal mutu B1.

Dari hasil yang dicapai, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut. Untuk konstruksi yang memikul beban dan tidak terlindung dari cuaca luar, maka sebaiknya digunakan adukan dengan menggunakan lumpur Lapindo sebesar 7,25%. Dan untuk konstruksi yang memikul beban, terlindung dari cuaca luar, serta lingkungan dengan kelembaban udara tinggi,

maka sebaiknya digunakan adukan dengan menggunakan lumpur Lapindo sebesar 24,56%.

DAFTAR PUSTAKA

- Purba, A., 2006, *Tren Teknologi Beton Mutu Tinggi*, Majalah Konstruksi.
- Anonim, *Kursus Teknologi Beton*, F.T. Sipil ITS.
- Anonim, 1986, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1986)*, Pusat Litbang Pemukiman, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, *Pemanfaatan Agregat Halus (Pasir) Untuk Komponen Bangunan*, Makalah, Google search: "Campuran Bata Beton".
- Anonim, 3 Agustus 2006, *Witoelar : Lumpur Panas Lapindo Bisa dijadikan Bahan Bangunan*, www.cybermq.com.
- Aristianto, 2006, *Pemeriksaan Pendahuluan Lumpur Panas Lapindo Sidoarjo Untuk Produk Keramik*, Balai Besar Keramik, Bandung.
- Frick, H.Ch.K., 1999, *Ilmu Bahan Bangunan (Seri Konstruksi Arsitektur 9)*, Kanisius (anggota IKAPI), Yogyakarta.
- Gambhir, M.L., 1998, *Concrete Technology*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Paramartha, K.I., 2001, *Karakter Mekanik Berbagai Semen Portland Tipe I Ditinjau dari Segi Kuat Tarik Lentur dan Kuat Tekan*, Tugas Akhir Program S1, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Wirawan, N., Januari 2002, *Statistik 2*, Keraras Emas, Denpasar.
- Naz/dyn/sat, 25 September 2006, *Lumpur Lapindo Diuji Coba Bakau*, Jawa Pos.
- Neville, A.M. dan Brooks, J.J., 1987, *Concrete Technology*, Longman, Singapore.
- Hidayat, N., dkk, 30 Agustus 2006, *Ke Laut Lumpur Dibuang, Lumpur Terus Menyembur, Batako Lumpur Van Mojokerto*, Gatra.