

PEMANFAATAN LUMPUR LAPINDO SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR BETON

Agus Susanto¹, Prasetyo Agung Nugroho²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email: agus_susanto_98@yahoo.com

Abstrak

Bahan penyusun beton yang umum digunakan saat ini adalah semen, pasir, kerikil atau batu pecah. Pada daerah yang sulit mendapatkan kerikil maka harga beton menjadi mahal. Lumpur Lapindo merupakan limbah dari peristiwa bencana alam semburan lumpur di Sidoarjo. Penulis mencoba memanfaatkan lumpur terbut sebagai bahan alternatif agregat kasar beton. Pada penelitian ini lumpur Lapindo dimanfaatkan sebagai agregat kasar pada beton, setelah sebelumnya dibakar seperti pembakaran bata merah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan agregat kasar lumpur Lapindo bakar serta untuk mengetahui perbandingan kekuatannya terhadap beton normal. Ukuran maksimal agregat kasar yang dipakai pada penelitian ini terdiri dari dua ukuran yaitu 20 mm dan 30 mm dengan faktor air semen (FAS) yang 0,5 dan 0,6. Benda uji berupa silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan rata-rata beton dengan agregat kasar lumpur Lapindo bakar adalah sebesar 6,448 Mpa, lebih rendah dari nilai kuat tekan beton normal yaitu sebesar 15,65 MPa. Kuat tekan beton dengan agregat kasar beton lumpur Lapindo sama dengan 0,41 kuat tekan beton normal. Nilai kuat tarik belah beton dengan agregat kasar lumpur Lapindo bakar adalah sebesar 0,877 Mpa, lebih rendah dari nilai kuat tarik belah beton normal yaitu sebesar 2,404 MPa. Nilai kuat tarik belah beton lumpur Lapindo sama dengan 0,36 kuat tarik belah beton normal. Berdasarkan nilai-nilai tersebut maka beton dengan agregat kasar lumpur Lapindo bakar termasuk kategori beton non struktural dan dapat digunakan sebagai insulating material.

Kata kunci: kuat tekan beton, kuat tarik belah beton, lumpur Lapindo

Pendahuluan

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang paling banyak dijumpai dalam kehidupan, mengingat fungsinya sebagai salah satu elemen pembentuk struktur yang paling banyak digunakan. Hal ini disebabkan karena konstruksi beton mempunyai banyak kelebihan dibanding bahan lain, misalnya kuat tekannya tinggi, dapat mengikuti bentuk bangunan secara bebas, tahan api dan biaya perawatannya relatif murah. Bahan penyusun beton yang umum digunakan saat ini adalah semen, pasir, kerikil atau batu pecah. Pada daerah yang banyak tersedia pasir maupun kerikil, pemakaian beton cukup ekonomis dan tidak menimbulkan masalah, tetapi di daerah yang sulit mendapatkan pasir dan kerikil maka harga beton menjadi mahal. Oleh karena itu perlu dicari jalan keluar dengan cara memanfaatkan bahan alam lain sebagai sebagai bahan penyusun beton.

Lumpur Lapindo merupakan limbah dari peristiwa bencana alam semburan lumpur di Sidoarjo Jawa Timur yang terjadi sejak tahun 2006 hingga saat ini. Lumpur tersebut tersedia sangat berlimpah di lokasi bencana dan apabila dapat diambil atau dimanfaatkan justru menguntungkan masyarakat setempat, karena volume lumpur semakin bertambah dan menyebabkan dampak negatif yang sangat luas. Kandungan lumpur Lapindo sebagian besar adalah mineral silika, sehingga sangat mendukung untuk bahan pembuatan bata merah, genteng keramik, paving block dan sebagainya. Penelitian Setyowati (2007) tentang kekuatan genteng keramik lumpur Lapindo menunjukkan bahwa pada persentase campuran lumpur Lapindo tertentu menghasilkan genteng keramik dengan kekuatan yang cukup baik. Sedangkan penelitian tentang pemanfaatan lumpur Lapindo sebagai substitusi semen pada pembuatan *paving block* (Wiyarsa, 2008) menunjukkan bahwa penggunaan lumpur Lapindo sebagai bahan substitusi semen menghasilkan *paving block* dengan daya serap/alir terhadap air yang lebih baik. Penulis tertarik untuk mencoba memanfaatkan lumpur terbut sebagai bahan alternatif bahan susun beton. Pada penelitian ini lumpur Lapindo dimanfaatkan sebagai agregat kasar pada beton, setelah sebelumnya dibakar seperti pembakaran bata merah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan agregat kasar lumpur Lapindo bakar, serta untuk mengetahui perbandingan kekuatannya dengan beton normal (dengan agregat kasar batu pecah). Diharapkan dari penelitian dapat memberikan pandangan dan bukti nyata kepada masyarakat tentang penggunaan lumpur Lapindo bakar sebagai agregat kasar pada beton. Proses penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Beton merupakan bahan bangunan yang dihasilkan dari campuran atas semen portland, pasir, kerikil dan air. Beton ini biasanya dalam praktek dipasang bersama-sama dengan batang baja, sehingga disebut beton bertulang (batang baja berada di dalam beton). Beton mempunyai kelebihan daripada yang lain, antara lain karena harganya relatif lebih murah dari pada baja, tidak memerlukan biaya perawatan seperti baja, dan tahan lama karena tidak busuk atau berkarat. Pada saat ini dalam bidang pembuatan bangunan, beton banyak digunakan sebagai struktur utama. Sifat dasar beton yang harus dipertahankan adalah kuat tekannya yang tinggi. (Tjokrodinuljo, 1996). Untuk menghasilkan kekuatan beton yang maksimal harus dipertimbangkan hal-hal yang mempengaruhinya, yaitu jenis semen, faktor air semen, jumlah semen, sifat agregat, umur, perawatan dan bahan tambah (Murdock, dan K.M Brook, 1999).

Faktor air semen adalah angka yang menyatakan perbandingan berat air dengan berat semen. Semakin besar faktor air semen (FAS) semakin rendah kuat tekan betonnya, dan semakin rendah faktor air semen maka semakin tinggi kuat tekannya. Walaupun semakin rendah faktor air semen kekuatan beton semakin tinggi, akan tetapi dibawah FAS tertentu (0,4), kuat desak beton rendah. Hal ini terjadi karena kesulitan dalam pemadatan adukan beton, sehingga beton menjadi kurang padat. Semakin besar ukuran maksimum agregat yang dipakai akan berakibat semakin tinggi kekuatan betonnya. Hal ini karena pada pemakaian butir agregat kasar, menyebabkan pemakaian pasta yang lebih sedikit, berarti porinya sedikit. Namun karena butir-butirannya besar mengakibatkan luas permukaannya lebih sempit, dan ini berakibat lekatan antara pasta semen dan agregatnya kurang kuat. Selain itu karena butiran besar menghalangi susutnya pasta, maka mengakibatkan terjadi retak-retak kecil pada pasta di sekitar butirannya. Kedua hal ini memperlemah kekuatan beton (Tjokrodinuljo, 1996)

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan dengan memberikan beban pada permukaan benda uji silinder beton sampai retak. Besarnya kuat tekan beton masing-masing benda uji digunakan rumus sebagai berikut (Departemen Pekerjaan Umum, 1990) :

$$f_c = \frac{P_{max}}{A} \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

- f_c = kuat tekan maksimum beton (N/mm²)
- P_{max} = beban maksimum (N)
- A = luas permukaan benda uji (mm²)

Kuat tarik belah beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton yang diperoleh dari hasil pembebanan hingga benda uji beton sampai retak. Besarnya kuat tarik belah beton masing-masing benda uji digunakan rumus sebagai berikut (Departemen Pekerjaan Umum, 1990) :

$$f_{ct} = \frac{2P_{max}}{\pi DL} \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

- f_{ct} = kuat tarik belah maksimum beton (N/mm²)
- P_{max} = beban maksimum (N)
- D = diameter silinder (mm)
- L = panjang silinder (mm)

Metode Penelitian

Agregat kasar lumpur Lapindo bakar diperoleh dengan cara membuat pecahan bata Lumpur Lapindo. Komposisi bata lumpur Lapindo terdiri dari 80% lumpur Lapindo dan 20% ladu pasir. Sebelum dibakar lumpur Lapindo dibuat plastis dan dicetak dengan cetakan kayu ukuran 240 mm x 115 mm x 52 mm. Hasil cetakan tersebut dikeringkan/dijemur kurang lebih selama 5 hari, kemudian dibakar seperti pada proses pembakaran bata merah. Bata

lumpur Lapindo yang telah jadi selanjutnya dipecah dengan pemukul kayu sesuai dengan ukuran maksimal agregat yang dipakai yaitu 20 mm dan 30 mm.

Sebelum digunakan untuk pembuatan campuran beton, bahan-bahan penyusun beton diperiksa dahulu agar sesuai dengan standar, meliputi : pengujian kualitas air terhadap kandungan bahan organik, pengujian kandungan lumpur pada pasir, pengujian *saturated surface dry* pasir, pemeriksaan berat jenis pasir, pemeriksaan gradasi pasir dan pemeriksaan agregat kasar. Ukuran maksimal agregat kasar yang dipakai pada penelitian ini terdiri dari dua ukuran yaitu 20 mm dan 30 mm. Faktor air semen (FAS) yang dipakai pada campuran beton adalah FAS 0,5 dan FAS 0,6. Variasi benda uji yang dibuat sebanyak 4 variasi, yaitu FAS 0,5 dengan ukuran maksimal agregat 20 mm; FAS 0,5 dengan ukuran maksimal agregat 30 mm; FAS 0,6 dengan ukuran maksimal agregat 20 mm dan FAS 0,6 dengan ukuran maksimal agregat 30 mm.

Benda uji untuk pengujian kuat tekan beton dan pengujian kuat tarik belah beton berupa silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari, setelah sebelumnya dirawat dengan direndam dalam air. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)*.

Hasil pemeriksaan bahan susun beton

Pada pengujian kualitas pasir terhadap kandungan bahan organik ternyata setelah dicampur dengan NaOH 3% dan pasir didiamkan selama 24 jam didapat cairan yang sesuai alat No. 815 Hellige Tester warna sesuai dengan No.2 (kuning kecoklatan). Dengan demikian pasir tersebut dapat digunakan dalam campuran pembuatan beton. Pengujian kandungan lumpur pada pasir menunjukkan bahwa pasir tersebut memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran pembuatan beton, karena kandungan lumpurnya kurang dari 5% yaitu 2,95%.

Pengujian *Saturated Surface Dry (SSD)* pasir menunjukkan bahwa penurunan yang terjadi pada pasir adalah 3,0 cm. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pasir tersebut telah mencapai keadaan *Saturated Surface Dry* yang diinginkan, sehingga tidak perlu diangin-anginkan lagi. Pasir dikatakan dalam keadaan *Saturated Surface Dry (SSD)* bila pasir turun dari puncak kerucut sampai setengah tinggi kerucut (3,75 cm).

Pada pemeriksaan berat jenis pasir diperoleh penyerapan (absorpsi) 1,833 % sehingga pasir tersebut memenuhi spesifikasi yaitu maksimum 5 %. Pemeriksaan gradasi pasir menunjukkan bahwa pasir tersebut memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran pembuatan beton, karena kandungan lumpurnya lebih kecil dari 5 % yaitu 4,427 % dan modulus halus butir diantara 1,5 sampai 3,8 yaitu 3,76411.

Berdasarkan hasil pemeriksaan, agregat kasar lumpur Lapindo bakar memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran pembuatan beton, karena kandungan lumpurnya lebih kecil dari 1 % yaitu 0 % dan modulus halus butir berada diantara 5 sampai 8 yaitu 7,146.

Hasil pengujian *slump* campuran beton menunjukkan nilai *slump* berada di antara 75 mm – 100 mm, sehingga *slump* memenuhi syarat, karena *slump* yang direncanakan jenis konstruksinya balok dan dinding beton yaitu 25,4 mm – 101,6 mm. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian *slump*

Kode	N20-0,6	N20-0,5	N30-0,6	N30-0,5	L20-0,6	L20-0,5	L30-0,6	L30-0,5
<i>Slump</i> (mm)	100	90	90	95	85	75	85	80

Hasil pengujian utama

Pengujian utama pada penelitian ini adalah pengujian kuat tekan beton dan pengujian kuat tarik belah beton. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

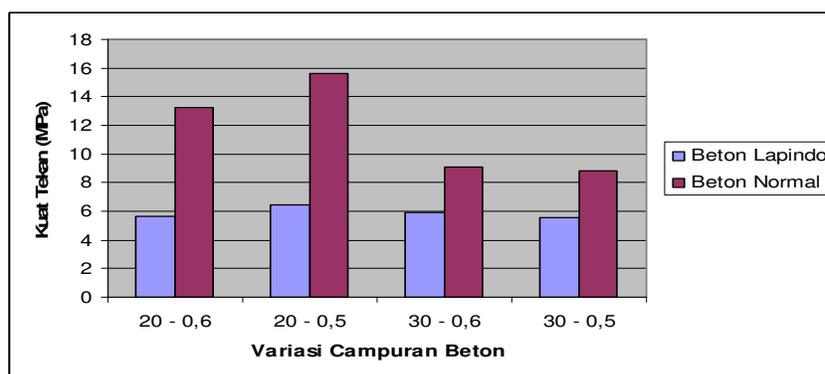
Tabel 2. Hasil pengujian kuat tekan beton Lapindo

Kode	No	Luas Permukaan (mm)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan		Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
				(N/mm) ²	(MPa)	
L20-0,6	1	17679	100000	5,657	5,657	5,657
	2		100000	5,657	5,657	
	3		100000	5,657	5,657	
	4		90000	5,091	5,091	

L20-0,6	5		110000	6,222	6,222	
L20-0,5	1		140000	7,919	7,919	
	2		90000	5,091	5,091	
L20-0,5	3	17679	110000	6,222	6,222	6,448
	4		130000	7,354	7,354	
	5		100000	5,657	5,657	
L30-0,6	1	17679	110000	6,222	6,222	5,883
	2		90000	5,091	5,091	
	3		100000	5,657	5,657	
	4		120000	6,788	6,788	
	5		100000	5,657	5,657	
L30-0,5	1	17679	80000	4,525	4,525	5,543
	2		110000	6,222	6,222	
	3		80000	4,525	4,525	
	4		120000	6,788	6,788	
	5		100000	5,657	5,657	

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan beton normal

Kode	No	Luas Permukaan (mm ²)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan		Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
				(N/mm ²)	(MPa)	
N20-0,6	1	17679	220000	12,444	12,444	13,199
	2		270000	15,273	15,273	
	3		210000	11,879	11,879	
N20-0,5	1	17679	270000	15,273	15,273	15,650
	2		270000	15,273	15,273	
	3		290000	16,404	16,404	
N30-0,6	1	17679	130000	7,354	7,354	9,051
	2		180000	10,182	10,182	
	3		170000	9,616	9,616	
N30-0,5	1	17679	150000	8,485	8,485	8,862
	2		140000	7,919	7,919	
	3		180000	10,182	10,182	



Gambar 1. Perbandingan antara kuat tekan beton Lapindo dan kuat tekan beton normal

Tabel 4. Perbandingan kuat tekan beton lumpur Lapindo dengan kuat tekan beton normal

Variasi Campuran Beton	Kuat Tekan Beton		Rasio
	Beton Lumpur Lapindo (MPa)	Beton Normal (MPa)	
20 – 0,6	5,657	13,199	0,429
20 – 0,5	6,448	15,650	0,412
30 – 0,6	5,883	9,051	0,650
30 – 0,5	5,543	8,862	0,625

Hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

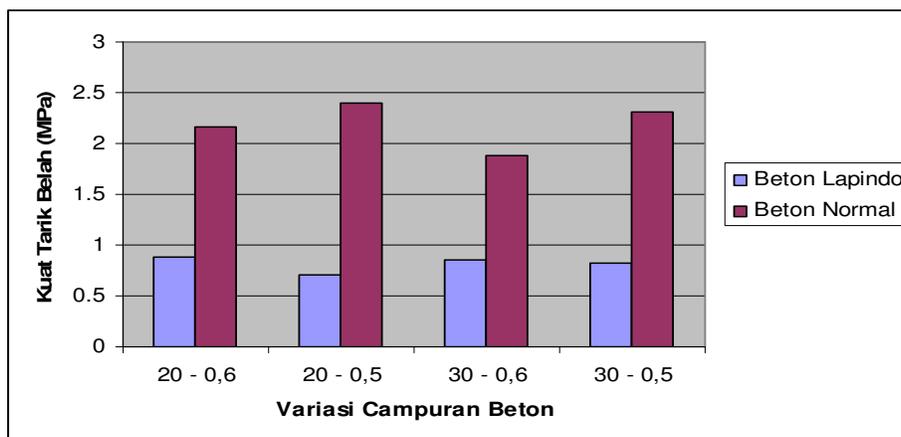
Tabel 5. Hasil pengujian kuat tarik belah beton lumpur Lapindo

Kode	No	$\pi.d.L_2$ (mm)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tarik Belah		Kuat Tarik Belah Rata-Rata (MPa)
				(N/mm ²)	(MPa)	
L20-0,6	1	141429	60000	0,848	0,848	0,877
	2		60000	0,848	0,848	
	3		70000	0,990	0,990	
	4		50000	0,707	0,707	
	5		70000	0,990	0,990	
L20-0,5	1	141429	50000	0,707	0,707	0,707
	2		50000	0,707	0,707	
	3		40000	0,566	0,566	
	4		60000	0,848	0,848	
	5		50000	0,707	0,707	
L30-0,6	1	141429	70000	0,990	0,990	0,848
	2		50000	0,707	0,707	
	3		50000	0,707	0,707	
	4		70000	0,990	0,990	
	5		60000	0,848	0,848	
L30-0,5	1	141429	60000	0,848	0,848	0,820
	2		50000	0,707	0,707	
	3		50000	0,707	0,707	
	4		60000	0,848	0,848	
	5		70000	0,990	0,990	

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tarik belah beton normal

Kode	No	$\pi.d.L_2$ (mm)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tarik Belah		Kuat Tarik Belah Rata-Rata (MPa)
				(N/mm ²)	(MPa)	
N20-0,6	1	141429	130000	1,838	1,838	2,168
	2		160000	2,263	2,263	
	3		170000	2,404	2,404	
N20-0,5	1	141429	170000	2,404	2,404	2,404
	2		170000	2,404	2,404	
	3		170000	2,404	2,404	

N30-0,6	1	141429	140000	1,980	1,980	1,886
	2		120000	1,697	1,697	
	3		140000	1,980	1,980	
N30-0,5	1	141429	140000	1,980	1,980	2,310
	2		170000	2,404	2,404	
	3		180000	2,545	2,545	



Gambar 2. Perbandingan antara kuat tarik belah beton Lapindo dan kuat tarik belah beton normal

Tabel 7. Perbandingan kuat tarik belah beton lumpur Lapindo dengan kuat tarik belah beton normal

Variasi Campuran Beton	Kuat Tarik Belah Beton		Rasio
	Beton Lumpur Lapindo (MPa)	Beton Normal (MPa)	
20 - 0,6	0,877	2,168	0,405
20 - 0,5	0,707	2,404	0,294
30 - 0,6	0,848	1,886	0,450
30 - 0,5	0,820	2,310	0,355

Pembahasan

Hasil pengujian kuat tekan untuk beton lumpur Lapindo kode L20-0,6 menunjukkan kuat tekan rata-ratanya 5,657 MPa, untuk beton kode L20-0,5 kuat tekan rata-ratanya 6,448 MPa, untuk beton kode L30-0,6 kuat tekan rata-ratanya 5,883 MPa dan untuk beton kode L30-0,5 kuat tekan rata-ratanya 5,543 MPa. Sehingga hasil dari pengujian kuat tekan beton lumpur Lapindo didapat nilai kuat tekan terbesar pada beton kode L20-0,5 yaitu 6,448 MPa.

Perbandingan kuat tekan beton dari hasil pengujian didapatkan kuat tekan beton lumpur Lapindo lebih kecil dari kuat tekan beton normal. Untuk variasi campuran beton 20-0,6 kuat tekan beton lumpur Lapindo 0,429 dari kuat tekan beton normal. Untuk variasi campuran beton 20-0,5 kuat tekan beton lumpur Lapindo 0,412 dari kuat tekan beton normal. Untuk variasi campuran beton 30-0,6 kuat tekan beton lumpur Lapindo 0,650 dari kuat tekan beton normal. Untuk variasi campuran beton 30-0,5 kuat tekan beton lumpur Lapindo 0,625 dari kuat tekan beton normal.

Hasil pengujian kuat tarik belah untuk beton lumpur Lapindo kode L20-0,6 menunjukkan kuat tarik belah rata-ratanya 0,877 MPa, untuk beton kode L20-0,5 kuat tarik belah rata-ratanya 0,707 MPa, untuk beton kode L30-0,6 kuat tarik belah rata-ratanya 0,848 MPa dan untuk beton kode L30-0,5 kuat tarik belah rata-ratanya 0,820 MPa. Sehingga hasil dari pengujian kuat tarik belah beton lumpur Lapindo didapat nilai kuat tarik belah terbesar pada beton kode L20-0,6 yaitu 0,877 MPa.

Perbandingan kuat tarik belah beton dari hasil pengujian didapatkan kuat tarik belah beton lumpur Lapindo lebih kecil dari kuat tarik belah beton normal. Untuk variasi campuran beton 20-0,6 kuat tarik belah beton lumpur Lapindo 0,405 dari kuat tarik belah beton normal. Untuk variasi campuran beton 20-0,5 kuat tarik belah beton lumpur Lapindo 0,294 dari kuat tarik belah beton normal. Untuk variasi campuran beton 30-0,6 kuat tarik belah beton lumpur Lapindo 0,450 dari kuat tarik belah beton normal. Untuk variasi campuran beton 30-0,5 kuat tarik belah beton lumpur Lapindo 0,355 dari kuat tarik belah beton normal.

Kuat tekan dan kuat tarik belah beton lumpur Lapindo lebih kecil dari kuat tekan dan kuat tarik belah beton normal dimungkinkan karena berat jenis beton lumpur Lapindo $1,7 \text{ gram/cm}^3$ lebih kecil dari berat jenis beton normal yaitu sebesar $2,2 \text{ gram/cm}^3$.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Nilai kuat tekan terbesar beton lumpur Lapindo diperoleh pada beton dengan ukuran maksimum agregat 20 mm dengan FAS 0,5 (kode L20-0,5) yaitu 6,448 MPa. Dalam klasifikasi kepadatan beton ringan bahwa, semua variasi campuran beton lumpur Lapindo dapat dikategorikan beton ringan non struktural dan insulating material.
2. Perbandingan kuat tekan beton lumpur Lapindo terhadap kuat tekan beton normal untuk variasi campuran beton 20-0,6 adalah sebesar 0,429, untuk variasi campuran beton 20-0,5 sebesar 0,412, untuk variasi campuran beton 30-0,6 sebesar 0,65 dan untuk variasi campuran beton 30-0,5 sebesar 0,625.
3. Nilai kuat tarik belah terbesar beton lumpur Lapindo diperoleh pada beton dengan ukuran maksimum agregat 20 mm dengan FAS 0,6 (kode L20-0,6) yaitu 0,877 MPa.
4. Perbandingan prosentase kuat tarik belah beton lumpur Lapindo terhadap kuat tarik belah beton normal untuk variasi campuran beton 20-0,6 sebesar 0,405, untuk variasi campuran beton 20-0,5 sebesar 0,294, untuk variasi campuran beton 30-0,6 sebesar 0,45 dan untuk variasi campuran beton 30-0,5 sebesar 0,355.

Daftar Pustaka

- Departemen Pekerjaan Umum, (1990), "Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton", Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Murdock, L. J., and Brooks, J. J., 1999, " *Bahan dan Praktek Beton*", terjemahan Hindarko, S., Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Setyowati, E.W., (2009), " *Penggunaan Campuran Lumpur Lapindo Terhadap Peningkatan Kualitas Genteng Keramik*", Jurnal Dinamika Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Vol. 9 (1) pp. 67-75.
- Tjokrodinuljo, K., (2004), " *Teknologi Beton*", Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wiyarsa, M.A., (2008), " *Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Pembuatan Paving Block*", Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Universitas Udayana Bali.