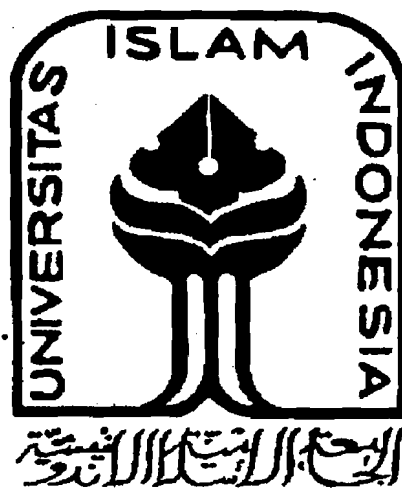


TUGAS AKHIR

**PENGARUH ABU AMPAS TEBU HASIL
PEMBAKARAN ULANG TERHADAP KUAT DESAK
*PAVING BLOCK***



Disusun oleh :

ANDRY YULANTORO 95 310 203

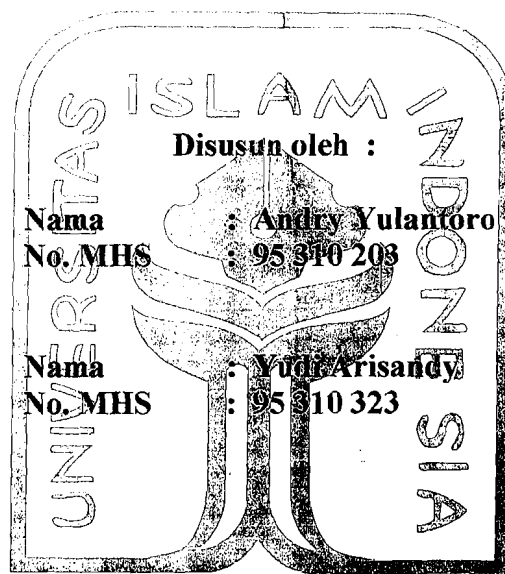
YUDI ARISANDY 95 310 323

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2002**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH ABU AMPAS TEBU HASIL
PEMBAKARAN ULANG TERHADAP KUAT DESAK
PAVING BLOCK**

Diajukan kepada UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil



Disusun oleh :

Nama : Andry Yulantoro

No. MHS : 95 310 203

Nama : Yudi Arisandy

No. MHS : 95 310 323

Telah diperiksa dan disetujui oleh :



Ir. H. ILMAN NOOR. Msce

Dosen Pembimbing I

Tanggal : 11-07-2002

Ir. H. Kasam. MT

Dosen Pembimbing II

Tanggal : 10-7-02

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb.

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya kepada seluruh makhluk ciptaan-Nya. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah membawa manusia kejalan yang diridhoi Allah SWT.

Akhirnya kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai acuan wawasan dan merupakan salah satu syarat dalam menempuh jenjang S1, yang telah dipresentasikan dihadapan mahasiswa dan dosen penguji dengan judul PENGARUH ABU AMPAS TEBU HASIL PEMBAKARAN ULANG TERHADAP KUAT DESAK *PAVING BLOCK*.

Proses penyusunan tugas akhir ini dapat berjalan dengan baik berkat dukungan dari berbagai pihak, untuk itu perkenankanlah kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir.H.Widodo, MSCE,Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
2. Ir. H. Munadhir, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil , Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
3. Ir. H. Ilman Noor, MSCE. selaku dosen pembimbing I

4. Ir. H. Kasam, MT. selaku dosen pembimbing II
5. Ir. H. Moch. Teguh, MSCE. Selaku dosen tamu
6. Seluruh civitas Akademik dilingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
7. Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
8. UD. Tridadi yang telah membantu proses pembuatan *paving block*
9. Kedua orang tua kami dan saudara-saudara kami yang telah memberikan bantuan dan dorongan, baik moral maupun materiil dalam penyusunan tugas akhir ini
10. Teman-teman serta semua pihak yang telah membantu kami dalam tugas akhir ini

Semoga Allah SWT membalas segala amal kebaikan yang telah diberikan kepada kami. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk kita semua, amin.

Wassalam'ualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Juli 2002

Penyusun

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang masalah	1
1.2 Lingkup permasalahan	2
1.3 Tujuan penelitian	3
1.4 Manfaat penelitian	3
1.5 Batasan masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Hasil penelitian yang pernah dilaksanakan	5
2.2 Abu ampas tebu	6
2.2.1 Silika	6
2.2.2 Berat jenis	8
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Umum	10

	3.2 Material penyusun beton.....	11
	3.2.1 Semen portland	11
	3.2.2 Agregat halus (pasir).....	13
	3.2.3 Agregat kasar.....	13
	3.2.4 Air.....	14
	3.2.5 Pozzolan	14
	3.2.6 Abu ampas tebu.....	15
	3.2.7 Slump	16
	3.3 Perancangan campuran adukan <i>paving block</i>	17
	3.4 Pengolahan <i>paving block</i>	17
	3.5 Kuat desak <i>paving block</i>	19
BAB IV	METODE PENELITIAN	21
	4.1 Benda uji	21
	4.2 Bahan-bahan.....	21
	4.3 Komposisi campuran.....	22
	4.4 Alat-alat.....	22
	4.5 Pengujian kuat desak <i>paving block</i>	23
BAB V	PELAKSANAAN PENELITIAN.....	25
	5.1 Umum.....	25
	5.2 Penelitian pendahuluan	25
	5.2.1 Data bahan.....	25
	5.2.2 Pembuatan benda uji	26

	5.2.3 Perawatan benda uji	27
	5.3 Pengujian kuat desak <i>paving block</i>	27
BAB VI	HASIL DAN PEMBAHASAN	28
	6.1 Hasil	28
	6.1.1 Pemeriksaan Agregat Halus dan Kasar	28
	6.1.2 Kuat Desak	29
	6.2 Pembahasan	32
	6.2.1 Agregat Kasar dan Halus.....	33
	6.2.2 Kuat Desak	36
	6.2.3 Perbandingan prosentase abu ampas tebu terhadap berat semen dan terhadap kuat desak <i>paving block</i>	43
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
	7.1 Kesimpulan	45
	7.2 Saran.....	47
	DAFTAR PUSTAKA	48
	LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

HALAMAN

Tabel 2.1 Hasil pengujian kuat desak paving block dengan beberapa perbandingan	6
Tabel 2.2 Komposisi unsur kimia pada abu ampas tebu sebelum dan sesudah dibakar pada suhu 300 °C, 400 °C dan 500 °C selama 2 jam.....	7
Tabel 2.1 Sifat fisik abu ampas tebu yang telah dibakar ulang pada suhu 300 °C, 400 °C dan 500 °C selama 2 jam.....	9
Tabel 3.1 Unsur – unsur penyusun utama semen.....	12
Tabel 3.2 Hasil pemeriksaan komposisi unsur kimia pada abu ampas tebu Hasil pembakaran ulang pada suhu 400 °C selama 2 jam dan semen	16
Tabel 3.3 Sifat fisik abu ampas tebu yang telah dibakar ulang pada suhu 400 °C selama 2 jam	16
Tabel 4.1 Variasi komposisi campuran masing-masing benda uji dibuat 30 buah	22
Tabel 4.2 Alat-alat yang digunakan	22
Tabel 6.1 Data pemeriksaan modulus halus butir pasir	28
Tabel 6.2 Data pemeriksaan berat jenis agregat halus.....	29
Tabel 6.3 Data pemeriksaan berat jenis agregat kasar.....	29
Tabel 6.4 Analisis pengujian kuat desak pada umur 7 hari	30
Tabel 6.5 Analisis pengujian kuat desak pada umur 28 hari	31

Tabel lamp 1. Data pemeriksaan berat jenis agregat halus	49
Tabel lamp 2. Data pemeriksaan berat volume agregat halus	50
Tabel lamp 3. Data pemeriksaan berat jenis agregat kasar	51
Tabel lamp 4. Data pemeriksaan berat volume agregat kasar	52
Tabel lamp 5. Data pemeriksaan Modulus halus butiran	53
Tabel lamp 6. Hasil pengujian kuat desak umur 7 hari dengan variasi 0 %.....	54
Tabel lamp 7. Hasil pengujian kuat desak umur 7 hari dengan variasi 5 %.....	55
Tabel lamp 8. Hasil pengujian kuat desak umur 7 hari dengan variasi 10 %.....	56
Tabel lamp 9. Hasil pengujian kuat desak umur 7 hari dengan variasi 15 %.....	57
Tabel lamp 10. Hasil pengujian kuat desak umur 7 hari dengan variasi 20 %.....	58
Tabel lamp 11. Hasil pengujian kuat desak umur 28 hari dengan variasi 0 %.....	59
Tabel lamp 12. Hasil pengujian kuat desak umur 28 hari dengan variasi 5 %.....	60
Tabel lamp 13. Hasil pengujian kuat desak umur 28 hari dengan variasi 10 %.....	61

Tabel lamp 14. Hasil pengujian kuat desak umur 28 hari dengan variasi 15 %.....	62
Tabel lamp 15. Hasil pengujian kuat desak umur 28 hari dengan variasi 20 %.....	63
Tabel lamp 16. Hasil perhitungan kuat desak umur 7 hari dengan variasi 0 %.....	65
Tabel lamp 17. Hasil perhitungan kuat desak umur 7 hari dengan variasi 5 %.....	66
Tabel lamp 18. Hasil perhitungan kuat desak umur 7 hari dengan variasi 10 %.....	67
Tabel lamp 19. Hasil perhitungan kuat desak umur 7 hari dengan variasi 15 %.....	68
Tabel lamp 20. Hasil perhitungan kuat desak umur 7 hari dengan variasi 20 %.....	69
Tabel lamp 21. Hasil perhitungan kuat desak umur 28 hari dengan variasi 0 %.....	70
Tabel lamp 22. Hasil perhitungan kuat desak umur 28 hari dengan variasi 5 %.....	71
Tabel lamp 23. Hasil perhitungan kuat desak umur 28 hari dengan variasi 10 %.....	72

Tabel lamp 24. Hasil perhitungan kuat desak umur 28 hari dengan

variasi 15 %..... 73

Tabel lamp 25. Hasil perhitungan kuat desak umur 28 hari dengan

variasi 20 %..... 74

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Grafik kandungan silika terhadap suhu pembakaran	8
Gambar 2.2 Grafik hubungan berat jenis dengan suhu	9
Gambar 4.1 Bagan alir prosedur penelitian	24
Gambar 6.1 Grafik gradasi pasir alam Sungai Boyong	33
Gambar 6.2 Grafik Prosentase kuat desak terhadap variasi pada pengujian umur 7 hari	36
Gambar 6.3 Grafik Prosentase kuat desak terhadap variasi pada pengujian umur 28 hari	38
Gambar 6.4 Butiran pada kelompok agregat	42
Gambar 6.5 Grafik perbandingan variasi terhadap berat semen Dan terhadap kuat desak <i>paving block</i>	43
Gambar lamp. 1. Tungku pembakaran	75
Gambar lamp. 2. Mesin ayakan	76
Gambar lamp. 3. Adukan <i>paving block</i>	77
Gambar lamp. 4. Mesin press <i>paving block</i>	78
Gambar lamp. 5. Benda Uji <i>Paving Block</i>	79
Gambar lamp. 6. Mesin Uji desak	80
Gambar lamp. 7. Pengujian Kuat Desak <i>Paving Block</i>	81

INTISARI

Tebu merupakan salah satu hasil pertanian yang menghasilkan gula setelah melalui proses pengilangan untuk memisahkan air gula tebu dari ampas tebu, dengan demikian selain air gula tebu juga menghasilkan limbah yang disebut ampas tebu. Selama ini ampas tebu banyak digunakan sebagai bahan bakar pada proses pembuatan gula. Dari sisa pembakaran ampas tebu ini, meysisakan abu ampas tebu yang dapat digunakan sebagai bahan campuran pupuk tanaman, tapi penggunaan abu ampas tebu ini tidak sebanding dengan produksinya sehingga banyak yang tidak dapat dimanfaatkan dan akhirnya menjadi limbah yang dapat mengganggu kesehatan. Padahal unsur silika yang terkandung didalamnya cukup tinggi, mencapai 73 % yang bisa digunakan sebagai bahan pozzolan dan sebagai bahan alternatif pengganti sebagian dari semen.

Penelitian pada pemanfaatan limbah abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian dari semen pada campuran *paving block*, dilakukan dengan membuat 5 variasi yaitu sebesar 0 %, 5 %, 10 %, 15 % dan 20 %. Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji *paving block* pada cetakan persegi panjang dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 8 cm serta benda uji dibuat dengan komposisi berat 1 pc : 3 ps : 2,5 kr.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan abu ampas tebu sebanyak 20 % sebagai pengganti sebagian dari semen pada *paving block* dapat meningkatkan kuat desak *paving block* sebesar 367,130 kg/cm², sedangkan *paving block* tanpa abu ampas tebu sebesar 355,524 kg/cm². Sehingga kuat desak *paving block* berbentuk empat persegi panjang dengan campuran abu ampas tebu pengganti semen sebanyak 20 %, terjadi peningkatan sebesar 3,26 %.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan penduduk dan perekonomian masyarakat memacu peningkatan produksi pada sektor industri, dimana industri tersebut menghasilkan limbah yang berdampak negatif dan dapat mengganggu lingkungan hidup. Pemanfaatan limbah industri di negara kita belumlah optimal maka diperlukan kajian yang lebih mendalam dan teliti yang nantinya dapat dijadikan sebagai masukan yang positif.

Seperti halnya industri lainnya, industri pembuatan gula yang menggunakan tanaman tebu sebagai bahan utamanya menghasilkan limbah berupa abu amapas tebu. Sampai saat ini limbah tersebut hanya sebagian yang digunakan sebagai bahan pembuat pupuk organik dan selebihnya dibuang. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh BTKL (Balai Teknik Kesehatan Lingkungan) bahwa abu ampas tebu memiliki kandungan bahan silikat yang memenuhi syarat sebagai *pozzolan*. Hal ini dapat dijadikan dasar untuk memanfaatkan abu ampas tebu tersebut, salah satunya adalah dalam pembuatan *concrete bolck* (lebih dikenal dengan *paving block*).

Paving block sebagai produk konstruksi yang ramah lingkungan, banyak digunakan masyarakat pada berbagai aplikatif konstruksi seperti perkerasan jalan

lingkungan, trotoar, *carport* dan lainnya. Untuk mendapatkan mutu yang baik maka dipakai bahan atau material yang baik, juga dicari alternatif pengganti bahan susunnya dengan tanpa mengurangi mutu. Abu ampas tebu sebagai *pozzolan* dapat digunakan sebagai alternatif bahan tambah pengganti semen pada pembuatan *paving block* tersebut.

1.2 Lingkup Permasalahan

Selama ini pemanfaatan abu ampas tebu belum optimal karena hanya digunakan untuk pupuk organik. Berdasarkan penelitian BTKL, abu ampas tebu memiliki kandungan silikat yang memenuhi syarat sebagai *pozzolan* lebih dari 70%. Untuk mengoptimalkan abu ampas tebu sebagai *pozzolan*, harus dilakukan pembakaran ulang. Proses pembakaran ulang ini diawali dengan memasukkan abu ampas tebu kedalam tungku pembakaran yang didalamnya terdapat alat penyemprot gas dan pemantik api. Api dalam tungku akan membakar abu ampas tebu tersebut. Gas hanya berfungsi untuk memudahkan proses pembakaran abu. Pembakaran dilakukan hingga suhu mencapai 400°C. Proses ini berlangsung selama dua jam yang dikontrol dengan alat pengatur suhu. Setelah proses pembakaran selesai, abu ampas tebu dibiarkan dingin terlebih dahulu sebelum dapat digunakan.

Pemakaian abu ampas tebu tersebut diharapkan dapat mengurangi pemakaian semen tanpa mengurangi mutu dari *paving block*. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terhadap pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap kuat desak *paving block*.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu ampas tebu hasil pembakaran ulang pada suhu 400°C selama 2 jam terhadap kuat desak *paving block*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil analisis dan perancangan diharapkan dapat menghasilkan suatu produk paving block yang bermanfaat dengan implikasi sebagai berikut :

1. Dapat menghasilkan *paving block* yang memenuhi syarat standar dengan pengurangan sejumlah semen sebagai akibat penambahan *pozzolan*.
2. Pemakaian *pozzolan* abu ampas tebu hasil pembakaran ulang dapat memberikan kontribusi terhadap penyelamatan lingkungan.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dititik beratkan sesuai dengan tujuan penelitian sehingga perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut.:

1. ~~agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan diameter maksimum~~ 10 mm.
2. digunakan pasir yang berasal dari Sungai Boyong dengan diameter maksimum 2 mm.
3. perawatan benda uji dengan penyiraman atau memberikan percikan air secara periodik setiap hari.

4. jumlah benda uji yang digunakan sebanyak 150 buah dengan variasi penambahan abu ampas tebu hasil pembakaran ulang pada suhu 400°C selama 2 jam (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) dari berat total semen, dengan masing-masing variasi menggunakan 15 benda uji.
5. dimensi satu benda uji untuk uji kuat desak *paving block* menggunakan bentuk persegi panjang dengan ukuran 20cm x 10cm x 8cm.
6. bahan ikat semen dipakai jenis I merk Nusantara.
7. air yang digunakan berasal dari U.D TRIDADI Yogyakarta.
8. uji kuat desak *paving block* dilakukan pada umur 7 dan 28 hari, dilaksanakan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
9. abu ampas tebu yang digunakan berasal dari P.G. Gondang Baru Klaten.
10. abu ampas tebu yang digunakan merupakan abu ampas tebu yang lolos pada saringan ukuran 150.
11. *paving block* dibuat dengan perbandingan berat 1 pc : 3 ps : 2,5 kr.
12. pembuatan *paving block* dengan menggunakan mesin cetak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil Penelitian Yang Pernah Dilakukan

1. Kandungan silikat abu ampas tebu yang diperoleh dari sisa penggilingan tebu Pabrik Gula Madukismo Bantul, yang semula 16,0305% meningkat setelah dibakar pada suhu 200°C selama 2 jam menjadi 62,748%. Abu ampas tebu dapat digunakan sebagai bahan tambah pada beton, karena penambahan abu ampas tebu sampai 20% menghasilkan kuat desak yang lebih tinggi dibandingkan beton normal yang tanpa penambahan abu ampas tebu (Nurwadi Wibowo, 1998).
2. Dengan adanya penambahan abu ampas tebu yang dibakar ulang pada suhu 400°C selama 2 jam sebagai *pozzolan* sebanyak 5% dapat menurunkan berat volume beton sebesar 5,8005 kg untuk setiap 1m^3 adukan beton, dan meningkatkan kuat desak beton menjadi 35,0662 Mpa atau mengalami peningkatan sebesar 13,1% dibandingkan dengan kuat desak beton normal sebesar 31,0064 Mpa. (Raharjo dan Kuntoro, 2000)
3. *Paving block* dengan bentuk persegi panjang dan komposisi campuran 1 : 3 : 2,5 menghasilkan kuat desak *paving block* tertinggi dibandingkan dengan komposisi 1 : 3 : 1,5 dan komposisi 1 : 3 : 3,5. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini (Ibnu dan Soegi, 2000) :

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Kuat Desak *Paving block* dengan beberapa perbandingan

No.	Bentuk <i>Paving block</i>	Perbandingan Campuran	σ'_{bm} Umur 7 hari (Kg/Cm ²)	σ'_{bm} Umur 28 hari (Kg/Cm ²)
1.	Holand	1 : 3 : 1,5	210,6784	220,7561
2.	Holand	1 : 3 : 2,5	283,5482	336,6203
3.	Holand	1 : 3 : 3,5	214,7333	231,3705

(Ibnu dan Soegi, 2000)

2.2 Abu Ampas Tebu

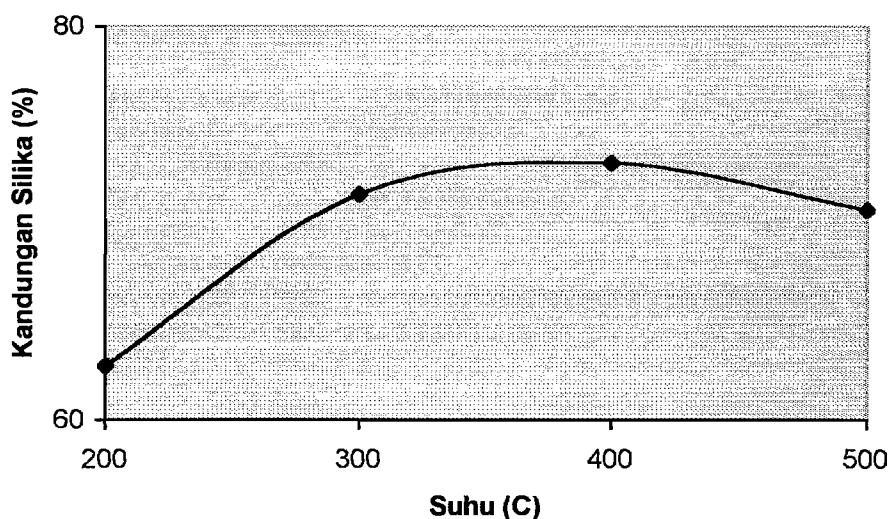
2.2.1 Silika

Dari hasil penelitian BTKL bahwa abu ampas tebu mempunyai sifat pozzolan yang tinggi dan baik digunakan dalam campuran pozzolan kapur dan sebagai pengganti semen, karena kandungan silikatnya mencapai 70%. Kandungan silikat pada abu ampas tebu setelah dibakar ulang pada suhu 400⁰C selama 2 jam kandungan silikatnya mencapai 73,07%. Komposisi unsur kimia abu ampas tebu berdasarkan hasil penelitian dari BTKL dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2 Komposisi unsur kimia pada abu ampas tebu sebelum dan sesudah dibakar ulang pada suhu 300°C, 400°C, dan 500°C selama 2 jam.

Unsur Kimia	ASTM			SNI	Hasil pemeriksaan (%)				Keterangan
	N	F	C		Sebelum dibakar	Sesudah dibakar Selama 2 jam Dengan suhu			
						300°C	400°C	500°C	
SiO ₂	Min	Min	Min	Min	24,61	71,47	73,07	70,67	Memenuhi
AL ₂ O ₃	70 %	70 %	70 %	70 %	1,16	0,82	0,88	0,80	
Fe ₃ O ₂					0,57	4,45	3,50	4,12	
H ₂ O	Maks 3 %	Maks 3 %	Maks 3 %	Maks 3 %	2,7	12,6	6,28	8,35	Tidak Memenuhi
Habis Pijar	Maks 10 %	Maks 10 %	Maks 10 %	Maks 6 %	55,19	55,9	55,9	55,9	Tidak Memenuhi

Dalam penelitian ini dipakai abu ampas tebu yang di bakar ulang pada suhu 400 °C selama 2 jam. Dari tabel 2.2 dan landasan teori serta gambar 2.1, hasil penelitian laboratorium di BTKL yaitu pada suhu 0 °C, 200 °C, 300 °C, 400°C dan 500 °C selama 2 jam, diperoleh kandungan silika yang tertinggi pada suhu 400°C. Kandungan silika berguna untuk meningkatkan kuat desak *paving block*, karena silika di dalam campuran *paving block* akan bereaksi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)₂) yang merupakan unsur terlemah dalam *paving block* menghasilkan reaksi *tobermorite* baru yang mempunyai daya ikat.



Gambar 2.1 Grafik Kandungan silika terhadap suhu pembakaran

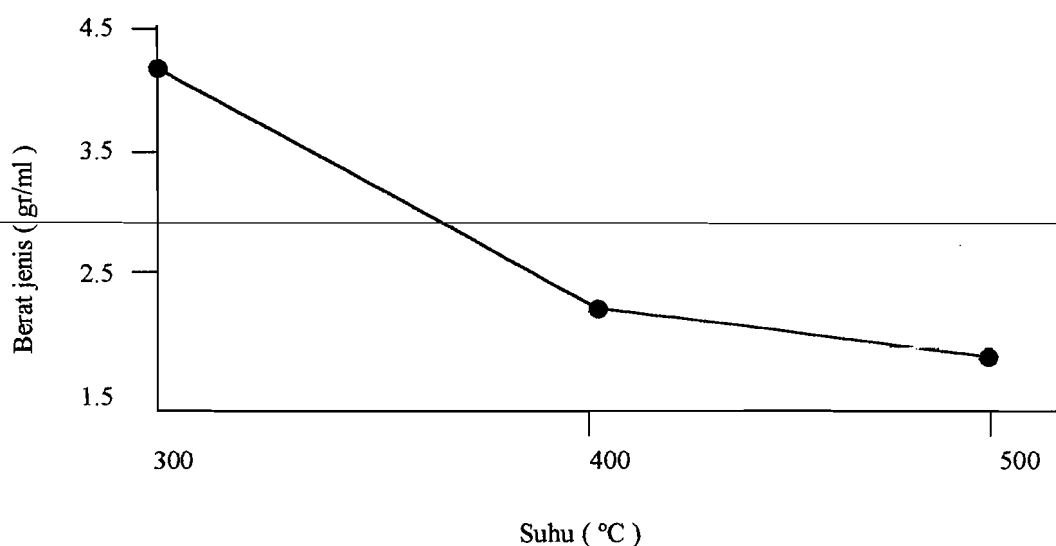
2.2.2 Berat Jenis

Dalam penelitian ini digunakan abu ampas tebu yang mempunyai kandungan silika yang optimum yaitu pada suhu pembakaran 400 °C selama 2 jam, karena kandungan silika yang optimum akan meningkatkan kuat desak *paving block*. Pada pembakaran ulang abu ampas tebu dengan suhu 400 °C menghasilkan abu yang mempunyai berat jenis sebesar 2,49 lebih ringan dari berat jenis semen sebesar 3,15. Sehingga dapat dihasilkan *paving block* yang mempunyai kuat desak yang tinggi dan mempunyai berat yang lebih ringan dari *paving block* normal. Untuk memperoleh *paving block* dengan kuat desak yang tinggi dan berat yang ringan, maka dipakai abu ampas tebu yang mempunyai kandungan silika optimum dan berat jenis yang rendah.

Tabel 2.3 Sifat fisik abu ampas tebu yang telah dibakar ulang pada suhu 300°C, 400°C dan 500°C selama 2 jam.

No.	Sifat fisik		Data yang ada
1.	Berat jenis	300° C	4,347 gr/cm ³
		400° C	2,499 gr/cm ³
		500° C	2,0 gr/cm ³
2.	Warna		Hitam keabu – abuan
3.	Kehalusan Butir		Lolos saringan ukuran 150 µm

Dapat dilihat pada tabel 2.3 dan gambar 2.2, bahwa semakin tinggi suhu pembakaran maka berat jenis abu ampas tebu semakin kecil, hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu pembakaran maka semakin banyak kandungan – kandungan zat lain yang hilang / menguap.



Gambar 2.2 Grafik hubungan berat jenis dengan suhu

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan yang diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland dan agregat halus, agregat kasar serta air pada perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah *pozzolan*. Dari segi teknologinya beton *paving* tidak jauh berbeda dilihat dari susunan bahan pembuatnya yaitu semen, pasir, kerikil dan air, selain itu cara pengujian kuat desak maupun cara pemeliharaannya juga sama. Namun jika dilihat dari cara pembuatan, diameter agregat yang dipakai, faktor air semen yang berpengaruh pada nilai slump *paving block* berbeda. Dari perbedaan yang ada maka pada *paving block* diperlukan perlakuan khusus dalam pembuatan, perawatan, dan umur pemakaian dari beton pada umumnya.

Pemanfaatan teknologi beton dihubungkan dengan sarana transportasi, dengan melihat keuntungan beton yaitu dari segi kemudahan mendapatkan bahan penyusun, kemudahan cara pembuatan, kemudahan biaya perawatan, biaya yang relatif murah dibandingkan dengan aspal, dan dari segi kekuatan yang dicapai relatif tinggi, maka teknologi beton dapat digunakan sebagai perkerasan jalan (*rigid pavement*).

Pencampuran dan pemakaian jenis bahan susun serta komposisi yang berbeda akan menghasilkan *paving block* yang bervariasi kuat desaknya. Pada umumnya *paving block* mempunyai karakteristik kekuatan desak sebesar 300 kg/cm^2 kecuali untuk area lalu lintas berat, dimana standar kekuatannya adalah 450 kg/cm^2 (Pino Iskandar, 1984).

3.2 Material Penyusun Beton

Ditinjau dari fungsinya material pembentuk beton mempunyai fungsi yaitu semen dan sedikit air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai perekat kemudian pasta semen agregat halus (pasir) membentuk mortar untuk mengikat agregat kasar menjadi kesatuan yang kompak dengan campuran yang merata menghasilkan campuran plastis (antara cair dan padat) sehingga dapat dituang dalam acuan serta membentuknya menjadi bentuk yang diinginkan setelah menjadi kering atau padat.

3.2.1 Semen Portland

Semen adalah bahan hidrolis berbentuk serbuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker* yang mengandung kapur, silika dan alumina. Semen portland dibuat dengan cara mencampur dan membakar bahan dasar semen dengan suhu 1550°C dan menjadi *klinker* (KardiyonoTjockrodimuljo, 1995).

Semen merupakan unsur terpenting dalam pembuatan beton karena semen berfungsi sebagai bahan pengikat untuk mempersatukan bahan agregat halus dan kasar menjadi satu *massa* yang kompak dalam arti menjadi satu dan padat. Semen

akan berfungsi sebagai pengikat apabila diberi air, sehingga semen termasuk bahan ikat hidrolis.

Reaksi kimia antara semen portland dengan air menghasilkan senyawa-senyawa yang disertai pelepasan panas. Kondisi ini mengandung resiko besar terhadap penyusutan kering beton dan kecenderungan retak pada beton. Reaksi semen dengan air dibedakan menjadi dua yaitu periode pengikatan dan periode pengerasan. Pengikatan merupakan peralihan dari keadaan plastis ke keadaan keras, sedangkan pengerasan adalah penambahan kekuatan setelah pengikatan selesai. Dikehendaki pengikatan semen berlangsung lambat, jika tidak adukan sulit dikerjakan karena spesifikasi semen portland mensyaratkan tidak boleh terjadi kurang dari satu jam (KardiyonoTjockrodimuljo, 1995).

Ketika semen dicampur dengan air, timbul reaksi kimia antar unsur-unsur penyusun semen dengan air. Reaksi ini menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan. Unsur penyusun utama semen tersebut adalah seperti tercantum dalam tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Unsur-unsur penyusun utama semen

Nama Unsur	Simbol	Komposisi Kimia
Trikalsium Silikat	C_3S	$3 CaO SiO_2$
Dikalsium Silikat	C_2S	$2 CaO SiO_2$
Trikalsium Aluminat	C_3A	$3 CaO Al_2O_3$
Tetrakalsium Aluminoferrite	C_4AF	$4CaO Al_2O_3 Fe_3O_3$

Sumber : Teknologi Beton Kardiyono Tjockrodimuljo, 1995

3.2.2 Agregat Halus (Pasir)

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (beton). Agregat ini kira-kira menempati 70% volume mortar. Walaupun namanya sebagai pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995).

Agregat halus memiliki ukuran butiran antara 0,15 – 5 mm. Agregat halus atau pasir dapat berupa pasir alam atau debu hasil dari pecahan batu yang dihasilkan oleh alat *stone crusher*. Agregat halus atau pasir menentukan kemudahan pengerjaan (*workability*), kekuatan (*strength*), dan tingkat keawetan (*durability*).

3.2.3 Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan alam berupa batu pecah dengan ukuran 5 –40 mm. Jenis sifat kasar yang umumnya adalah (Edward G. Nawy, 1990) :

1. batu pecah alami, didapat dari batu cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini didapat dari gunung berapi, jenis sedimentasi atau jenis metamorf,
2. kerikil alami, terjadi oleh proses alami, yaitu terjadi oleh pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air yang mengalir. Kerikil mempunyai kekuatan lebih rendah dari batu pecah,

3. agregat kasar buatan biasanya merupakan hasil dari proses buatan seperti yang dihasilkan oleh alat pemecah batu (*stone crusher*),
4. agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat. Agregat jenis ini misalnya baja pecah.

3.2.4 Air

Air merupakan bahan dasar penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan untuk bahan pelumas antara agregat, agar dengan mudah beton dapat dikerjakan dan dipadatkan (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995).

Air yang digunakan dalam pembuatan beton harus bebas dari bahan-bahan yang merugikan seperti lumpur, tanah liat, bahan organik dan asam organik, alkali dan garam-garam lainnya. Tidak ada batasan khusus yang harus dapat diberikan untuk garam-garam terlarut, tetapi bila air jernih tidak terasa asin atau payau, maka air dapat digunakan (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995).

3.2.5 Pozzolan

Pozzolan merupakan bahan alam atau bahan buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur silikat dan aluminat yang reaktif (DPU, 1982). Jenis-jenis pozzolan antara lain adalah :

1. Tras alam.
2. Batuan kapur (*lime stone*).
3. Pecahan batu bata merah.
4. Gilingan terak tanur tinggi.

5. Abu terbang (*fly Ash*).
6. Abu gunung berapi.
7. Tumbuhan (abu sekam padi, abu ampas tebu).
8. Artificial (Micro silica superplastilizer).

Pengaruh penggunaan pozzolan adalah :

1. pada pembuatan beton massa (*Mass Concrete*) pemakaian *pozzolan* sangat menghemat penggunaan semen, setting time lebih lama dan mengurangi proses hidrasi,
2. kalsium hidroksi (unsur terlemah dari beton) yang terbentuk dapat dihilangkan dengan menambahkan abu terbang dan silica fume, sehingga beton yang dihasilkan lebih massif dan padat, serta kekerasannya meningkat. Pengaruh ini banyak digunakan dalam membuat beton mutu tinggi (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995).

3.2.6 Abu Ampas Tebu

Bahan pozzolan yang potensial dan mudah diperoleh serta murah. Dari hasil penelitian BTKL bahwa abu ampas tebu mempunyai sifat pozzolan yang tinggi dan baik digunakan dalam campuran pozzolan kapur dan sebagai pengganti semen, karena kandungan silikatnya mencapai 70%. Kandungan silikat pada abu ampas tebu setelah dibakar ulang pada suhu 400°C selama 2 jam kandungan silikatnya mencapai 73,07%.

Komposisi unsur kimia abu ampas tebu berdasarkan hasil penelitian dari BTKL dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini :

Tabel 3.2 Hasil pemeriksaan komposisi unsur kimia pada abu ampas tebu hasil pembakaran ulang pada suhu 400°C selama 2 jam dan semen.

No.	Parameter	Satuan	Abu ampas tebu	Semen
1.	SiO ₂	%	73,07	17-25
2.	Al ₂ O ₃	%	0,88	3-8
3.	Fe ₃ O ₂	%	3,50	0,5-6
4.	CaO	%	0,0021	60-65
5.	H ₂ O	%	6,28	-
6.	HD	%	55,19	-

Tabel 3.3 Sifat fisik abu ampas tebu yang telah dibakar ulang pada suhu 400°C selama 2 jam.

No.	Sifat fisik	Data yang ada
1.	Berat jenis	2,499 gr/cm ³
2.	Warna	Hitam keabu – abuan
3.	Kehalusan Butir	Lolos saringan ukuran 150 µm

3.2.7 Slump

Slump merupakan pedoman yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton segar. Makin besar nilai slump berarti makin encer adukan betonnya, sehingga adukan beton mudah dikerjakan. Nilai slump lebih ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah

semen dan agregat saja, karenanya bila nilai slump sama tetapi nilai *fas* berubah maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi jika kandungan semennya lebih banyak (Kardiyono Tjokrodinuljo, 1995).

3.3 Perancangan Campuran Adukan *paving block*

Cara perancangan campuran proporsi adukan beton tergantung hingga tingkatan tertentu pada kekuatan serta jumlah beton yang dikehendaki. Untuk memperoleh campuran beton yang optimum harus tepat dalam pemilihan dan perancangannya.

Campuran beton biasanya direncanakan untuk memberikan kekuatan desak pada umur 28 hari setelah pencetakan beton, karena dapat memberikan keuntungan yang cukup dalam karakteristik beton itu sendiri.

Pada penelitian ini digunakan komposisi berat dari hasil penelitian sebelumnya dengan perbandingan berat 1 : 3 : 2,5 terdiri dari semen portland, pasir, krikil dan air sebagai pereaksi serta abu ampas tebu hasil pembakaran ulang 400° C selama 2 jam sebagai bahan pengganti sebagian semen. Komposisi ini memenuhi mutu standar kekuatan hancur beton sebesar 300 kg/cm².

3.4 Pengolahan *paving block*

Beberapa langkah yang perlu diambil dalam pengolahan adukan *paving block* adalah sebagai berikut ini :

1. Pengadukan *paving block*, merupakan proses pencampuran bahan dasar *paving block* dalam perbandingan yang baik dan telah ditentukan sesuai

dengan takaran, hingga terjadi persamaan campuran yang merata melalui peralatan mekanis/ alat pencampur seperti molen pan mixer.

2. Penuangan adukan *paving block*, campuran bahan susun dituangkan kedalam acuan (*formwork*) dan diratakan agar seluruh bagian acuan terisi padat agar diperoleh detail yang baik pada setiap sudut konstruksinya.
3. Pemadatan adukan *paving block*, prinsip pemadatan adukan adalah usaha agar diperoleh *paving block* padat yang mampat tidak berongga yang dapat membantu reaksi antar unsur – unsur didalamnya dengan memberikan beban pressure melalui penggetaran (*vibrator*). Pada dasarnya pemadatan dengan cara penggetarandigunakan pada adukan lebih kering (produk beton kering) yang menghasilkan kuat desak tinggi, kedap air, detail yang baik pada sudut konstruksi disertai pengurangan penyusutan dan memungkinkan penggunaan campuran yang kurang workability-nya pada proporsi campuran tertentu.
4. Perawatan *paving block* (*curing*), perencanaan perawatan *paving block* ditujukan untuk mempertahankan *paving block* supaya terus – menerus dalam keadaan lembab selama periode beberapa hari atau bahkan beberapa minggu, termasuk pencegahan penguapan yang menyebabkan penyusutan kering terlalu awal dan cepat, yang berakibat timbulnya retak – retak *paving block*.

Dalam perkembangannya ada beberapa cara dalam perawatan *paving block* yakni :

1. Menutupi permukaan *paving block* dengan hessian (kain / karung goni basah).
2. Menutupi permukaan *paving block* dengan jerami basah.
3. Penyiraman atau penyemprotan atau dengan memberikan percikan air secara periodik.
4. Menggenangi permukaan *paving block* dengan cara merendamnya.

Pada penelitian ini perawatan *paving block* dengan cara menyiram dengan air secara periodik setiap harinya, hal ini dimaksudkan untuk :

1. Menghindarkan timbulnya retak – retak pada permukaan beton akibat terlalu cepatnya kehilangan air pada saat *paving block* itu masih berada dalam keadaan plastis.
2. Menjamin tercapainya kekuatan tekan yang disyaratkan, dimana tergantung pada :
 - a. Jumlah air yang mengisi rongga – rongga antar butir agregat dan mengelilingi butir – butir semen.
 - b. Jumlah semen yang terhidrasi

3.5 Kuat desak *paving block*

Nilai kuat desak beton didapat melalui pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan pada beban tertentu atas benda uji *paving block* hingga hancur. Laju kenaikan kekuatan beton mula – mula cepat, makin lama laju kenaikan beton makin lambat.

Sebagai standar kekuatan *paving block* dipakai kuat desak beton umur 28 hari. Kuat beton dapat dihitung dengan cara membagi beban ultimit yang dicapai dengan luas permukaan dari bagian yang tertekan. Disamping itu kuat desak beton juga dipengaruhi oleh hal sebagai berikut :

1. sifat – sifat dari bahan pembentuknya
2. perbandingan dari bahan – bahannya,
3. cara pengadukan dan penuangannya,
4. cara pemadatannya,
5. perawatan selama proses pengerasan, dan
6. umur beton

Kuat desak *paving block* dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\sigma'b = P / A$$

Dimana, $\sigma'b$ = Tegangan kuat desak beton

P = Beban desak ultimit (kg)

A = Luas permukaan (cm²)

Hasil pengujian pada *paving block* perlu diperiksa perkiraan kuat desak dari keseluruhan benda uji yang telah diuji. Sedangkan nilai kuat desak beton rata – rata dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\sigma'bm = \Sigma (\sigma'b / n)$$

dimana: $\sigma'bm$ = kuat desak beton rata – rata

n = Jumlah benda uji

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Benda Uji

Benda uji menggunakan *paving block* dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 8 cm. Jumlah benda uji 150 buah dengan rincian 5 variasi prosentase abu ampas tebu yang telah dibakar ulang pada suhu 400⁰C selama 2 jam.

4.2 Bahan-bahan

Dalam pelaksanaan penelitian benda uji dibuat dari bahan- bahan sebagai berikut :

1. Semen yang digunakan adalah semen portland jenis I merk nusantara,
2. Agregat halus yang digunakan berupa pasir alam dari sungai Boyong Yogyakarta dengan diameter maks 2 mm,
3. Agregat kasar yang digunakan berupa kerikil dari Progo Yogyakarta dengan diameter maks 10 mm,
4. Air, menggunakan air dari U.D TRIDADI Yogyakarta,
5. Bahan pozzolan, memakai bahan pozzolan berupa abu ampas tebu dari P.G Gondang Baru, Klaten.

4.3 Komposisi Campuran

Pada penelitian ini dipakai komposisi campuran adukan paving block dengan variasi pada tabel 4.1 berikut ini :

Tabel 4.1 Variasi komposisi campuran masing – masing benda uji dibuat 30 buah

Variasi \ Bahan	Pc (kg)	Ps (kg)	Kr (kg)	Abu (kg)	Air (ml)
0 %	15	45	37,5	0	4200
5 %	14,25	45	37,5	0,75	4300
10 %	13,5	45	37,5	1,5	4400
15 %	12,75	45	37,5	2,25	4500
20 %	12	45	37,5	3	4600

4.4 Alat – alat

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini akan ditampilkan dalam tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 4.2 Alat – alat yang digunakan

No.	Alat	Kegunaan
1.	Mesin siever	Pengayak mekanik
2.	Ayakan	Menyaring Agregat
3.	Timbangan	Menimbang bahan – bahan
4.	Gelas Ukur	Menakar air
5.	Ember	Menampung agregat
6.	Cangkul	Mengaduk agregat

7.	Sekop kecil	Memasukkan adukan ke dalam cetakan
8.	Mesin Pencetak	Mencetak benda uji
9.	Cetakan <i>paving block</i>	Tempat mencetak benda uji
10.	Kapiler	Pengukur benda uji
11.	Mesin uji desak	Uji desak beton
12.	Papan multiplek	Tempat paving block setelah di cetak

4.5 Pengujian Kuat Desak *Paving Block*

Pengujian desak *paving block* dilakukan pada saat umur 7 dan 28 hari dengan menggunakan alat uji desak dengan cara memberikan beban desak bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji sampai hancur. Kuat desak masing – masing benda uji ditentukan oleh tegangan desak tertinggi ($\sigma'b$) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban desak selama percobaan. Pengujian kuat desak dari masing – masing variasi tersebut dicatat dan dibuat suatu nilai rerata baru kemudian dibuat tabel dan grafik.

Pengujian kuat desak *paving block* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\sigma'b = P / A$$

Dimana, $\sigma'b$ = Tegangan kuat desak beton

P = Beban desak ultimit (kg)

A = Luas permukaan (cm²)

Hasil pengujian pada *paving block* perlu diperiksa perkiraan kuat desak dari keseluruhan benda uji yang telah diuji. Sedangkan nilai kuat desak beton rata – rata dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\sigma'_{bm} = \Sigma (\sigma'_{b} / n)$$

dimana: σ'_{bm} = kuat desak beton rata – rata

n = Jumlah benda uji

Prosedur penelitian ditampilkan dalam bentuk *flow chart* seperti pada gambar 4.1 berikut ini :



Gambar 4.1 Bagan Alir Prosedur Penelitian

BAB V

PELAKSANAAN PENELITIAN

5.1 Umum

Penelitian tugas akhir ini adalah merupakan studi eksperimental di laboratorium. Penelitian ini menggunakan abu ampas tebu yang dibakar ulang pada suhu 400 °C selama 2 jam sebagai bahan pengganti sebagian semen dari campuran adukan pembuatan *paving block*.

Urutan metode pelaksanaan dimulai dengan melakukan penelitian pendahuluan dan pengujian kuat desak *paving block*.

5.2 Penelitian Pendahuluan

Adapun yang termasuk dalam penelitian pendahuluan ini adalah data – data bahan dari campuran *paving block*, pembuatan dan perawatan *paving block*.

5.2.1 Data Bahan

Data bahan yang digunakan pada pembuatan benda uji adalah :

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. Ukuran maksimum kerikil | = 10 mm |
| 2. Berat volume kerikil | = 1547,5 kg/m ³ |
| 3. Berat jenis kerikil | = 2,59 |
| 5. Berat volume pasir | = 1750 kg/m ³ |
| 6. Berat jenis pasir | = 2,5 |

- 7. Modulus halus pasir = 2,5
- 8. Berat jenis semen = 3,15 gram/cm³
- 9. Abu ampas tebu lolos ayakan no 150 = 7,5 kg

Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh saudara Ibnu dan Soegi, 2000 dihasilkan bahwa *paving block* dengan bentuk persegi panjang dan komposisi campuran berat 1 pc : 3 ps : 2,5 kr mampu menghasilkan standar mutu kekuatan hancur *Paving Block* sebesar 336,6203 kg/cm²

5.2.2 Pembuatan Benda Uji

Dalam pembuatan benda uji ada beberapa tahap yang harus dilakukan, adapun tahap – tahap tersebut sebagai berikut :

a. Pengadukan *paving block*

Komposisi material dasar pembentuk *paving block* diaduk dalam suatu wadah (*concrete mixer*) untuk memperoleh campuran yang merata

b. Penuangan adukan *paving block*

Setelah adukan *paving block* tercampu dengan rata kemudian dituangkan ke dalam cetakan setinggi cetakan

c. Pemadatan adukan *paving block*

Setelah cetakan terisi penuh dan diratakan kemudian dipadatkan dengan cara diberi tekanan dengan tingkat pembebanan sebesar 3 ton pada setiap cetakan

5.2.3 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dengan cara penyiraman secara periodik setiap harinya sampai benda uji mencapai umur 28 hari

5.3 Pengujian Kuat Desak *Paving Block*

Penelitian lanjutan ini meliputi pemeriksaan dimensi dan pengujian kuat desak pada benda uji setelah berumur 7 hari dan 28 hari yaitu dengan menggunakan alat uji desak. Dengan arah pengujian kuat desak *paving block* adalah sama dengan cara pemasangan dilapangan. Pengujian kuat desak dari masing-masing variasi tersebut dicatat dan dibuat nilai rerata baru kemudian dibuat tabel dan grafik.

BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil

6.1.1 Pemeriksaan Agregat Halus dan Kasar

a. Modulus Halus Butir

Dari pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 6.1 Data pemeriksaan modulus halus butir pasir

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal gram	
No	Ø lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	4,75	84,7	21,5	3,388	1,433	3,388	1,433
2	2,36	150,4	50,5	6,016	3,367	9,404	4,8
3	1,18	385,7	221,5	15,428	14,764	24,832	29,567
4	0,600	688	532	27,52	35,467	52,354	55,034
5	0,300	475,5	365	19,02	24,333	71,372	79,367
6	0,150	373,5	190	14,94	12,677	86,312	92,034
7	Pan	342,2	119,5	13,688	7,967	----	----
						247,66	252,23

Jumlah rata-rata 250,01

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{250,01}{100} \times 100\% = 2,5$$

b. Berat Jenis

Dari pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 6.2 Data pemeriksaan berat jenis agregat halus

	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	400/160 = 2,5	400/165 = 2,42
Berat jenis rata-rata	2,5	

Tabel 6.3 Data pemeriksaan berat jenis agregat kasar

	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	400/150 = 2,67	400/160 = 2,5
Berat jenis rata-rata	2,59	

6.1.2 Kuat Desak

Nilai kuat desak *paving block* yang dihasilkan pada saat pengujian kemudian dihitung untuk mengetahui kuat desak rata-rata (σ'_{bm}). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel 6.4 dan 6.5 berikut ini :

a. Pengujian kuat desak pada umur 7 hari

Dari pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 6.4 Analisis pengujian kuat desak pada umur 7 hari (kg/cm²)

Kreteria	Hasil pengujian kuat desak pada umur 7 hari				
Variasi	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
$\sigma'b$	268.924	182.891	208.226	264.851	253.93
	265.505	184.72	216.849	243.052	268.52
	261.715	176.617	219.419	239.163	268.66
	271.192	188.489	213.397	230.881	261.58
	282.452	191.829	210.81	229.053	266.79
	281.095	178.747	218.251	239.044	258.87
	260.153	189.646	216.418	228.171	266.17
	271.55	184.263	198.508	227.723	252.72
	271.865	175.913	210.81	238.091	263.93
	262.631	184.08	210.396	231.689	266.26
	248.755	190.116	220.731	240.811	250.24
	249.004	175.743	213.93	229.053	260.41
		179.372		253.984	264.84
Total	3194.84	2382.43	2557.75	3095.57	3402.9
σ'_{bm}	266.237	183.264	213.146	238.121	261.754

b. Pengujian Kuat Desak umur 28 Hari

Dari pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 6.5 Analisis pengujian kuat desak pada umur 28 hari (kg/cm^2)

Kreteria	Hasil pengujian kuat desak pada umur 28 hari				
Variasi	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
σ^b	356.43	296.46	341.58	361.236	369.808
	342.43	309.41	328.55	339.776	377.919
	362.1	297.02	318.19	368.71	372.644
	352.55	316.2	332.51	337.633	358.911
	342.69	308.33	327.9	344.059	354.657
	369.44	298.31	333.67	334.816	383.085
	347.56	316.24	337.3	351.476	364.215
	368.71	297.47	334.82	341.916	356.253
	371.28	302.88	327.21	322.255	370.726
	347.91	293.09	347.56	353.425	361.236
	342.35	303.24	332.5	339.885	350.045
	364.64	320.26	350.08	347.91	381.188
	359.62	306.92	320.26	356.427	372.018
	349.65		324.25		
Total	4977.3	3965.8	4656.4	4499.52	4772.7
σ^b_{bm}	355.524	305.062	332.560	346.1169	367.130

Detail proses perhitungan ini dapat dilihat pada tabel lampiran 6 sampai dengan tabel lampiran 25.

6.2 Pembahasan

Pada dasarnya *paving block* yang baik adalah *paving block* yang mempunyai kuat desak tinggi, kuat lekat tinggi, rapat air, susutnya kecil, tahan aus, tahan terhadap cuaca dan juga tahan terhadap zat kimia yang akan merusak mutu *paving block*. Apabila kuat desak tinggi, maka sifat dan karakteristik lainnya cenderung baik, maka peninjauan secara kasar mutu *paving block* biasanya hanya ditinjau pada kuat desaknya saja. Kuat desak *paving block* sangat dipengaruhi oleh hal sebagai berikut :

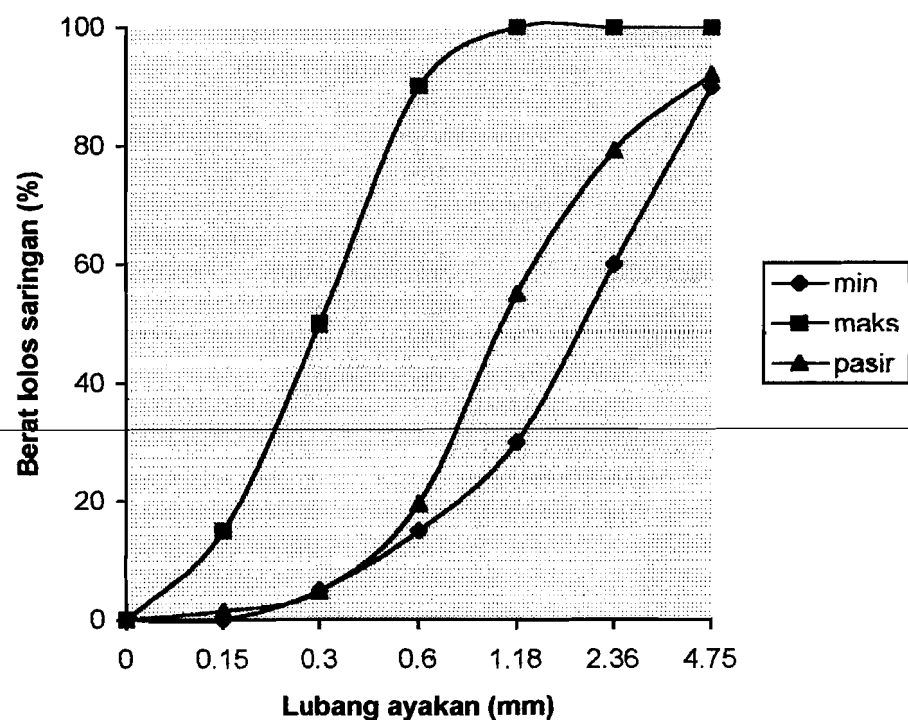
1. sifat – sifat dari bahan penyusun
2. perbandingan dari bahan – bahan
3. cara pengadukan dan penuangan
4. cara pemadatan
5. perawatan selama proses pengerasan
6. umur *paving block*

Dari hal – hal yang telah disebutkan diatas, pembahasan penelitian ini adalah pada komposisi bahan penyusun *paving block*, yaitu mengenai sifat – sifat dari bahan penyusun dan perbandingan dari bahan – bahannya. Karena pada cara pengadukan, penuangan dan cara pemadatan sama yaitu dengan mesin cetak berkekuatan 3 ton pada tiap sampel, sedangkan pada cara perawatan dan umur *paving block* juga dianggap sama yaitu dengan perawatan penyiraman secara periodik dan diuji pada umur *paving block* 7 hari dan 28 hari.

Hasil penelitian diatas memperlihatkan pengaruh penggantian semen dengan abu ampas tebu terhadap kenaikan kuat desak *paving block* pada proporsi tertentu. Penggantian sebagian semen dengan abu ampas tebu menghasilkan kuat desak *paving block* yang lebih tinggi dari pada *paving block* tanpa abu ampas tebu. Hal ini diakibatkan oleh komposisi variasi campuran bahan susun *paving block*, pembahasan terhadap hasil penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut :

6.2.1 Agregat Kasar dan Halus

a. Modulus Halus Butir



Gambar 6.1 Grafik Gradasi pasir alam asal sungai Boyong

Modulus halus butir (*fineness modulus*) ialah suatu indek yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir – butir agregat. Modulus halus butir (mhb) ini didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir – butir agregat yang tertinggal di atas suatu set ayakan dan kemudian dibagi seratus. Makin besar nilai modulus halus butir menunjukan bahwa makin besar butir – butir agregat.

Butir – butir agregat mempengaruhi kekuatan *paving block* karena makin besar modulus halus maka kebutuhan pasta semen akan semakin kecil. Pada umumnya agregat halus mempunyai modulus halus butir antara 1,5 sampai 3,8. Dari hasil pemeriksaan yang terlihat pada tabel 6.1 diatas diperoleh modulus halus butir untuk agregat halus adalah 2,5. Hal ini disebabkan karena pada distribusi ukuran pasir di setiap ayakan pada saat penelitian. Jika semakin kecil ukuran ayakan, semakin banyak pasir yang tertahan pada setiap ayakannya, maka menghasilkan Mhb yang kecil sehingga dapat dikatakan pasir halus. Demikian pula sebaliknya, bila jika semakin kecil ukuran ayakan, semakin sedikit pasir yang tertahan pada setiap ayakannya, maka menghasilkan Mhb yang besar. Dengan nilai mhb sebesar 2,5 maka banyak pasir yang tertahan pada ukuran ayakan pertengahan.

b. Berat jenis agregat

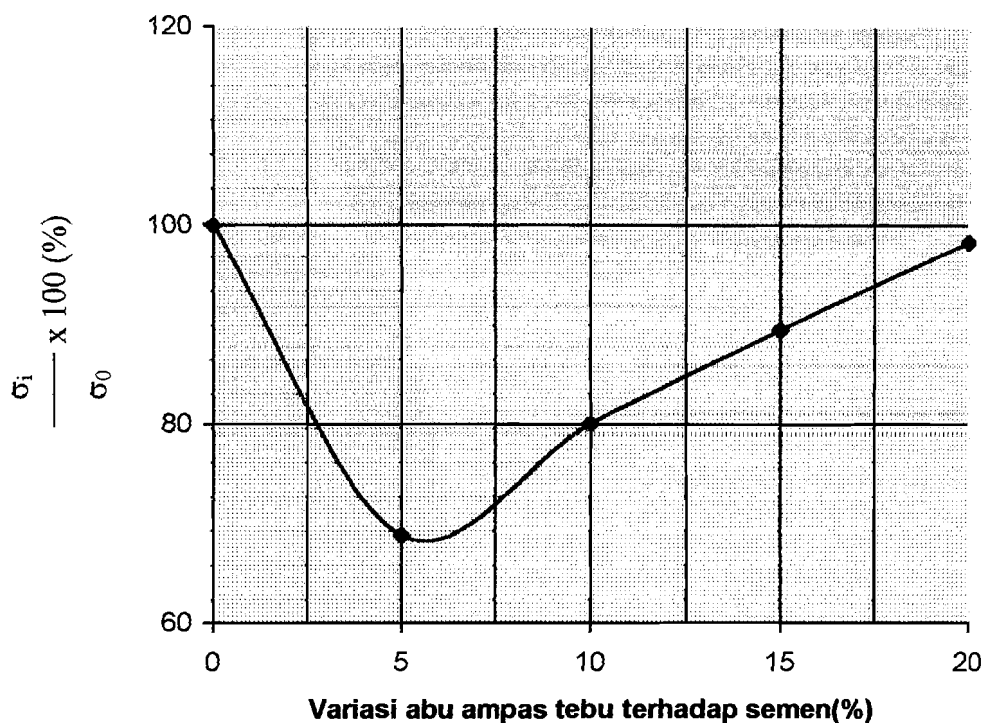
Berat jenis agregat ialah rasio antara massa padat agregat dan massa air dengan volume dan suhu yang sama. Agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya yaitu :

1. agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7
2. agregat berat mempunyai berat jenis lebih dari 2,7
3. agregat ringan mempunyai berat jenis kurang dari 2,5

Dari tabel 6.2 terlihat besarnya berat jenis agregat halus adalah 2,5 sehingga termasuk dalam agregat normal dan pada tabel 6.3 terlihat bahwa agregat kasar berat jenisnya adalah 2,59 sehingga termasuk juga dalam agregat normal. Hal ini disebabkan karena agregat ini mempunyai permukaan yang berpori. Dengan adanya pori maka agregat ini mempunyai permukaan yang cukup kasar dan mempunyai berat yang cukup ringan dan mudah untuk menyerap air. Permukaan yang cukup kasar pada agregat mempunyai keuntungan karena dapat meningkatkan rekatan agregat dengan semen sampai 1,75 kali dan kuat tekan betonnya dapat meningkat sekitar 20 persen

6.2.2 Kuat Desak

a. Laju kuat desak rata – rata *paving block* pada umur 7 hari

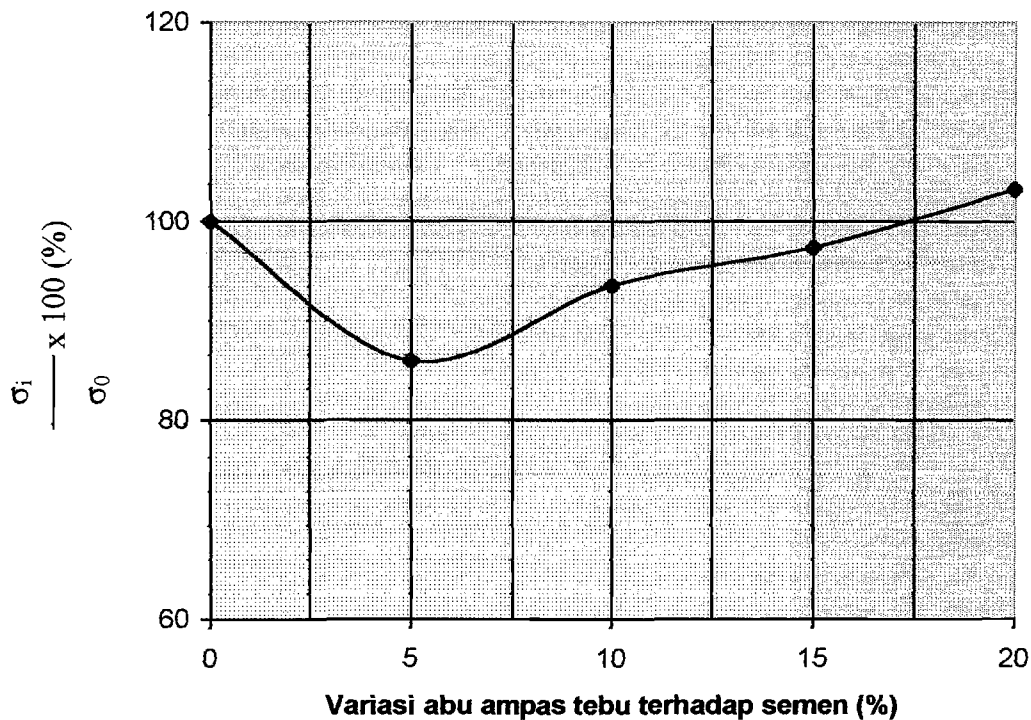


Gambar 6.2 Grafik Prosentase kuat desak rata – rata (σ'_{bm}) terhadap variasi pada pengujian umur 7 hari.

Pengujian kuat desak *paving block* yang diberikan pada 5 variasi (0 %, 5 %, 10 %, 15 %, dan 20 %) benda uji berumur 7 hari, diperoleh hasil kuat desak rata – rata tertinggi adalah pengganti semen sebesar 0 % (tanpa abu ampas tebu). Dari data yang ditunjukkan pada tabel 6.1 dan gambar 6.2 menunjukkan bahwa nilai kuat desak rata- rata pada variasi 0 % sebesar

266,237 kg/cm² adalah nilai kuat desak yang paling tinggi dibanding nilai kuat desak pada variasi 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % yang masing masing sebesar 183,264 kg/cm², 213,146 kg/cm², 238,121 kg/cm², dan 261,764 kg/cm². Bila dibandingkan dengan nilai kuat desak pada variasi 0 % sebesar 100 %, maka kuat desak rata – rata yang terjadi pada variasi 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % masing - masing adalah sebesar 68,83 %, 80,06 %, 89,44 % dan 98,32 %. Sehingga terjadi penurunan kuat desak *paving block* sebesar 31,17%, 19,94%, 10,56% dan 1,68%. Kecilnya penurunan pada variasi 20% menunjukkan bahwa prosentase abu ampas tebu pada variasi tersebut sudah dapat mendekati kuat desak *paving block* tanpa abu ampas tebu. Rendahnya nilai kuat desak rata – rata pada variasi 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % disebabkan karena pada pengujian umur 7 hari ini penggunaan abu ampas tebu sebanyak 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % sebagai pengganti sebagian dari semen, belum dapat bereaksi dengan kapur bebas hasil reaksi air dengan semen menjadi bahan ikat dan kurang rapat dalam mengisi rongga – rongga di antara butiran agregat.

b. Laju kuat desak rata – rata *paving block* pada umur 28 hari



Gambar 6.3 Grafik Prosentase kuat desak rata – rata (σ^3_{bm}) terhadap variasi pada pengujian umur 28 hari.

Pengujian kuat desak *paving block* yang diberikan pada 5 variasi (0 %, 5 %, 10 %, 15 %, dan 20 %) benda uji berumur 28 hari, diperoleh hasil kuat desak rata – rata tertinggi adalah pengganti semen sebesar 20 % (dengan abu ampas tebu). Dari data yang ditunjukkan pada tabel 6.2 dan gambar 6.3 menunjukkan bahwa nilai kuat desak rata- rata pada variasi 20 % sebesar 367,130 kg/cm² adalah nilai kuat desak yang paling tinggi dibanding nilai

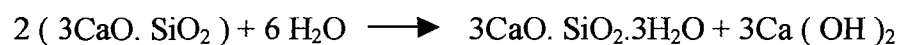
kuat desak pada variasi 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % yang masing - masing sebesar 355,524 kg/cm², 305,662 kg/cm², 332,560 kg/cm², dan 346,1169 kg/cm². Bila dibandingkan dengan nilai kuat desak pada variasi 0 % sebesar 100 %, maka kuat desak rata – rata yang terjadi pada variasi 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % masing - masing adalah sebesar 85,98 %, 93,54 %, 97,35 % dan 103,26 %. Sehingga terjadi peningkatan kuat desak *paving block* pada variasi 20 % sebesar 3,26 % dan terjadi penurunan pada variasi 5 %, 10 %, dan 15 % sebesar 14,02 %, 6,46 % dan 2,65 %. Prosentase penurunan yang tidak terlalu besar dibanding dengan pada pengujian umur 7 hari disebabkan umur 28 hari merupakan batas maksimum kekuatan desak *paving block* serta perawatan *paving block* selama 28 hari yang baik. Selama masa perawatan, abu ampas tebu yang telah menjadi perekat setelah bereaksi dengan kapur bebas sisa dari hidrasi semen, mampu mengikat agregat dengan kuat dan sekaligus menjadi pengisi diantara rongga – rongga yang ada sehingga campuran menjadi lebih padat. Dari hasil pengujian *paving block* umur 28 hari ini dapat dilihat bahwa pada variasi 15% masih dapat diambil manfaat dalam pengurangan penggunaan semen, meskipun terjadi penurunan kuat desak sebesar 2,65%. Sedangkan pada variasi 20% mampu memberikan penghematan penggunaan semen dan dapat menaikkan kuat desak sebesar 3,26%.

c. Mekanisme Pengaruh Abu Ampas Tebu

Terjadinya kenaikan kuat desak *paving block* disebabkan oleh adanya abu ampas tebu, mekanisme terjadinya pengaruh dari abu ampas tebu sebagai berikut :

1. Mekanisme reaksi pozzolanik abu ampas tebu

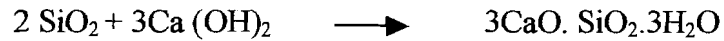
Berlangsungnya proses reaksi abu ampas tebu dalam pengikatan kapur bebas sisa dari hidrasi semen sangatlah sulit untuk diketahui secara teliti, namun secara sederhana reaksi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



Dari persamaan diatas keduanya menghasilkan $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ disingkat $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$ yang disebut dengan *Tobermorite* dan sisa reaksi berupa $\text{Ca} (\text{OH})_2$ (kalsium hidroksida). *Tobermorite* adalah pasta semen yang terdiri dari gel (suatu butiran sangat halus hasil hidrasi, memiliki luas permukaan yang besar) dan mempunyai kemampuan seperti perekat, sedangkan kalsium hidroksida merupakan sisa semen yang tidak bereaksi. (Kardiono, 1995)

Jika abu ampas tebu yang mengandung silika (SiO_2) 73,03 % dimasukkan dalam adukan beton, maka bahan ini akan bereaksi dengan kalsium hidroksida ($\text{Ca} (\text{OH})_2$).

Reaksinya adalah sebagai berikut :

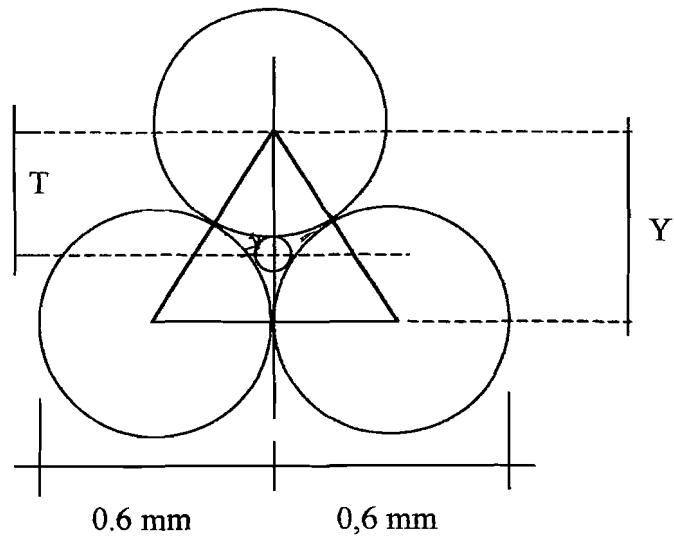


Persamaan diatas menghasilkan *Tobermorite* baru, dengan demikian penambahan abu ampas tebu mengakibatkan hilangnya kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) yang merupakan unsur terlemah dalam beton, sehingga akan dihasilkan *paving block* yang bersifat massif, padat dan kekerasannya meningkat sehingga mampu meningkatkan kuat desaknya.

2. Mekanisme abu ampas tebu sebagai *filler*

Selain disebabkan oleh reaksi pozzolanik abu ampas tebu , mekanisme kedua yang menyebabkan penambahan kekuatan desak *paving block* adalah terisi pori – pori yang sebelumnya terisi air yang terperangkap, sedangkan pada *paving block* tanpa abu ampas tebu, pori – pori yang berisi air akan menjadi porous. Keadaan ini menyebabkan kekuatan *paving blok* lebih rendah dibanding *paving block* yang menggunakan abu ampas tebu.

Pori yang terjadi dapat dijelaskan pada gambar 6.4 berikut ini :



Gambar 6.4 Butiran pada kelompok agregat

Butiran yang besar lolos saringan ukuran 0,6 mm menyisakan pori – pori pada ikatan butiran, sehingga dapat dihitung kemungkinan besarnya butiran yang mampu mengisi pori sebagai berikut :

$$\tan 60 = Y / 0,3 \text{ mm}$$

$$Y = 0,52 \text{ mm}$$

$$T = 0,52 \times 2 / 3$$

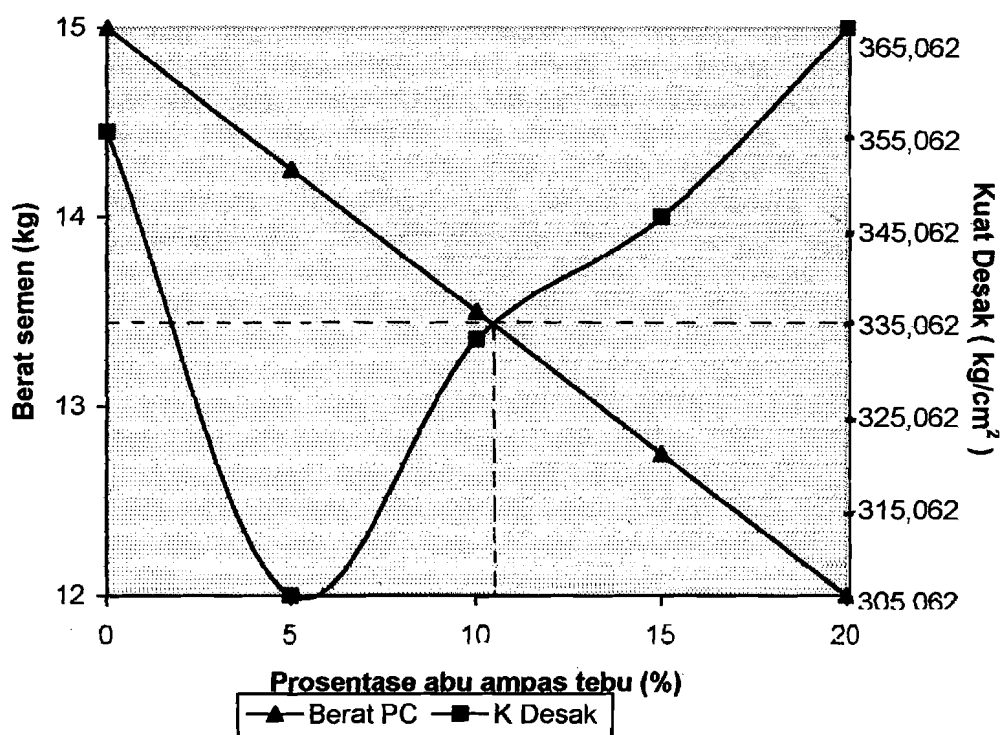
$$= 0,347 \text{ mm}$$

$$\text{Ukuran butiran} = (0,347 - 0,3) \times 2$$

$$= 0,094 \text{ mm}$$

Sehingga pori – pori yang ada diantara butiran agregat dapat diisi dengan abu ampas tebu yang lolos ayakan 0,094 mm.

6.2.3 Perbandingan prosentase abu ampas tebu terhadap berat semen dan terhadap kuat desak *paving block*.



Gambar 6.5 Grafik perbandingan variasi terhadap berat semen dan terhadap kuat desak

Pada gambar 6.5 diatas dapat dilihat bahwa Kuat desak pada variasi 0 % sampai dengan 5 % terjadi penurunan kuat desak $50,462 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan mulai pada variasi 5 % sampai dengan variasi 10 %, 15 %, dan 20

% terjadi peningkatan kuat desak secara bertahap sebesar 27,498 kg/cm², 13,5569 kg/cm², dan 21,0131 kg/cm². Kedua garis yang dihasilkan oleh grafik perbandingan variasi komposisi campuran terhadap berat semen dan grafik perbandingan variasi komposisi campuran terhadap kuat desak terjadi suatu titik potong. Kedua garis ini bertemu pada berat semen sebesar 13,425 kg, prosentase abu sebesar 10,5 % dan kuat desak sebesar 335,062 kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa dengan mengurangi semen sebesar 10,5 % menjadi 13,425 kg yang digantikan dengan abu ampas tebu dapat menghasilkan kuat desak *paving block* sebesar 335,062 kg/cm².

Bila dibandingkan dengan *paving block* tanpa abu ampas tebu yang mempunyai kuat desak sebesar 355,524 kg/cm² maka, kuat desak *paving block* dengan abu ampas tebu pengganti semen sebesar 10,5 %, terjadi penurunan sebesar 20,462 kg/cm² dan penghematan semen sebanyak 1,575 kg. Walaupun terjadi penghematan semen sebesar 1,575 kg yang digantikan dengan abu ampas tebu tetapi biaya pengolahan untuk menghasilkan abu ampas tebu yang mempunyai kandungan silika yang optimal memerlukan biaya yang cukup besar. Demikian pula dengan kuat desaknya, lebih kecil dari *paving block* tanpa abu ampas tebu. Sehingga dalam hal ini *paving block* tanpa abu ampas tebu lebih baik dari *paving block* dengan abu ampas tebu pengganti semen sebesar 10,5 % karena mempunyai biaya produksi yang lebih kecil dan mempunyai kuat desak yang lebih besar.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Abu ampas tebu dapat digunakan sebagai pengganti sebagian dari semen pada campuran bahan susun *paving block*. Penggunaan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen sebanyak 20 % mengalami peningkatan kuat desak pada *paving block* berbentuk empat persegi panjang dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 8 cm, sebesar 3,26 % yaitu dari 355,524 kg/cm² pada *paving block* tanpa abu ampas tebu, menjadi 367,130 kg/cm². Hal ini disebabkan abu ampas tebu pengganti semen sebanyak 20 % yang telah menjadi perekat setelah berreaksi dengan kapur bebas sisa dari hidrasi semen dapat mengikat agregat serta mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat sehingga menghasilkan *paving block* yang masif dan padat.
2. Kuat desak *paving block* berbentuk empat persegi panjang dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 8 cm dan dengan campuran abu ampas tebu pengganti semen sebanyak 5 %, 10 % dan 15 % mengalami penurunan masing-masing sebesar 14,02 %, 6,46 % dan 2,65 % dibanding dengan kuat desak *paving block* tanpa abu ampas tebu. Hal ini disebabkan penggunaan campuran abu ampas tebu



pengganti semen sebanyak 5 %, 10 % dan 15 % tidak dapat menggantikan fungsi semen secara baik sebagai bahan ikat dan kurang rapat dalam mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat.

3. Peningkatan kuat desak pada *paving block* dengan bentuk empat persegi panjang dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 8 cm ini, berlangsung lambat dikarenakan pada pengujian umur 28 hari kuat desak *paving block* masih terjadi peningkatan.
4. Walaupun terjadi penghematan semen sebesar 1,575 kg pada *paving block* berbentuk empat persegi panjang dengan dimensi 20 cm x 10 cm x 8 cm dengan abu ampas tebu pengganti semen sebesar 10,5 % tetapi biaya pengolahan untuk menghasilkan abu ampas tebu yang mempunyai kandungan silika yang optimal memerlukan biaya yang cukup besar. Demikian pula dengan kuat desaknya, lebih kecil dari *paving block* tanpa abu ampas tebu. Sehingga dalam hal ini *paving block* tanpa abu ampas tebu lebih baik dari *paving block* dengan abu ampas tebu pengganti semen sebesar 10,5 % karena mempunyai biaya produksi yang lebih kecil dan mempunyai kuat desak yang lebih besar.

7.2 Saran

Dari uji coba dan analisis yang dilakukan sebelumnya, penulis mencoba untuk memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Dicoba untuk penelitian lebih detail pada variasi abu ampas tebu lebih dari 20 %.
2. Dicoba untuk pengujian kuat desak pada umur 1 hari, 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
3. Lakukan pengujian terhadap tingkat keausan permukaan *paving block*.
4. Pengawasan lebih teliti pada pelaksanaan penimbangan, pencampuran serta pengadukan bahan.

Daftar Pustaka

1. _____ DPU, 1982, Bahan Campuran Tambahan, Bandung.
2. Ibnu dan Soegi, 2000, Pengaruh Bentuk *Paving Block* terhadap Kuat Desak dan Daya Scrap Air, Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Kardiyono Tjokrodinuljo, 1995, Teknologi Beton, Buku Ajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil, Universitas Gadjah.Mada, Yogyakarta.
4. Nawi, E.g. 1996, Fundamental of High Strength Heigh Performance Concrete, England.
5. Nurwadji Wibowo, 1998, Abu Ampas Tebu sebagai Bahan Tambah Beton, Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
6. PBI, 1971, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
7. Pino Iskandar, 1984, Concrete Block Paving In Indonesia, PT. Conblock Indonesia, Jakarta.
8. Raharjo dan Kuntoro, 2000, Pengaruh Abu Ampas Tebu Hasil Pembakaran Ulang Terhadap Kinerja Beton, Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.



Lampiran 454

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis benda uji : PASIR Di periksa oleh :
Nama benda uji : _____ 1. ANDRY Y. 95 - 203
Asal : BOYONG 2. YUDI A. 95 - 223
Keperluan : UNTUK CAMPURAN
PEMB. PAVING BLOCK Tanggal : _____

ALAT – ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring, Sendok, Lap, dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	... 400 ...	Gram	... 400 ...	Gram
Volume air (V ₁)	... 500 ...	Cc	... 500 ...	Cc
Volume air + Agregat (V ₂)	... 660 ...	Cc	... 665 ...	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	$\frac{400}{160} = 2,5$		$\frac{400}{165} = 2,42$	
Berat jenis rata – rata	... 2,5 ...			

Catatan :

Yogyakarta, 3 JAN 2002

Mengetahui
LABORATORIUM
Laboratorium BKT-ETSP-UII
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
KAMUS TEKNIK III



Lampiran 50

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT VOLUME AGREGAT HALUS " SSD "

Jenis benda uji : <u>PASIR</u>	Di periksa oleh :
Nama benda uji : _____	1. <u>ANDRY . Y</u> <u>95 - 203</u>
Asal : <u>BOYONG</u>	2. <u>YUDI . A</u> <u>95 - 323</u>
Keperluan : <u>UNTUK CAMPURAN</u> <u>PEMB. PAV. BLOCK</u>	Tanggal : _____

ALAT - ALAT

1. Tabung silinder ($\varnothing$ 15 x t 30) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk $\varnothing$ 16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop , lap dll.

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat tabung (W_1)	7,94 Kg	7,96 Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	16,680 Kg	16,720 Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	0,005 m ³	0,005 m ³
$\frac{W_2 - W_1}{V}$ Berat volume	1752 t / m ³	1748 t / m ³
Berat volume rata-rata	1750.. t / m ³	

Yogyakarta, 3 JAN 2002

Mengetahui
LABORATORIUM
 Laboratorium BKT / TSP / UII,
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK 51
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : KERIKIL Di periksa oleh :
Nama benda uji : _____ 1. ANDRY Y. 95 - 203
Asal : PROSO 2. YUDI .A 95 - 323
Keperluan : UNTUK CAMPURAN
PEMBUATAN PAV BLOCK Tanggal : _____

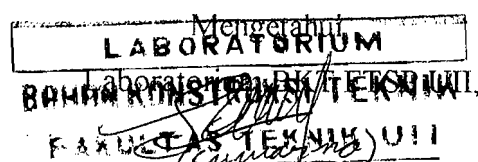
ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring , Sendok , Lap, dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	...400...	Gram	..400.	Gram
Volume air (V ₁)	...500...	Cc	..500.	Cc
Volume air + Agregat (V ₂)	...650...	Cc	..660.	Cc
Berat jenis (BJ) <div>$\frac{W}{V_2 - V_1}$</div>	$\frac{400}{150} = 2,67$		$\frac{400}{160} = 2,5$	
Berat jenis rata -- rata	2,59			

Catatan :

Yogyakarta, 3 JAN 2002





Lampiran 52

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
BERAT VOLUME AGREGAT KASAR “ SSD “

Jenis benda uji : KERIKIL Di periksa oleh :
Nama benda uji : _____ 1. ANDRY . Y 95 - 203
Asal : PROGO 2. YUDI . A 95 - 323
Keperluan : UNTUK CAMPURAN
PEMB. PAVING BLOCK Tanggal : _____

ALAT - ALAT

1. Tabung silinder ($\varnothing$ 15 x t 30) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk $\varnothing$ 16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop , lap dll.

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat tabung (W_1)	7,94 Kg	7,96 Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	15,715 Kg	15,680 Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot t$	0,005 m ³	0,005 m ³
Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	$\frac{15,715 - 7,94}{0,005} = 1555 \text{ t/m}^3$	$\frac{15,680 - 7,96}{0,005} = 1544 \text{ t/m}^3$
Berat volume rata-rata	1550 t/m ³	

Yogyakarta, 3 JAN 2002

Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR PASIR

Jenis benda uji : PASIR
Nama benda uji : _____
Asal : BOYONG
Keperluan : UNTUK CAMPURAN
PEMB. PAU. BLOCK

Di periksa oleh :

1. ANDRY Y. 95 - 203
2. YUDI A. 95 - 323

Tanggal : _____

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
No	Ø lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	4.75	84,7	21,5	3,388	1,433	3,388	1,433
2	2.36	150,4	50,5	6,016	3,367	9,404	4,8
3	1.18	385,7	221,5	15,428	14,764	24,832	19,567
4	0.600	688	532	27,52	35,467	52,352	55,034
5	0.300	475,5	365	19,02	24,333	71,372	79,367
6	0.150	373,5	190	14,94	12,677	86,312	92,034
7	P a n	342,2	119,5	13,688	7,967	-----	-----
Jumlah						247,66	252,235

Jumlah rata - rata 250,01

$$\text{MODULUS HALUS BUTIR} = \frac{250,01}{100} \times 100\% = 2,5$$

Yogyakarta, 3 JAN 2002

Mengetahui/

LABORATORIUM
Bahan Konstruksi Teknik
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



Tabel 1 Hasil pengujian Kuat Desak umur 7 hari dengan variasi 0 %

UMUR sampel	Tanggal		Var	Kode Sampel	Ukuran (cm)			Beban Maks (kg)
	Pembuatan	Pengujian			P	L	T	
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s1	20.08	10	8.102	54000
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s2	20.07	10.04	8.1	53500
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s3	20.06	10	8.105	52500
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s4	20.2	10.04	8.03	55000
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s5	20.08	10.05	8.002	54000
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s6	20.1	10	8.003	55000
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s7	20.1	10.04	8.005	54500
7 Hari	10/1/2002	17/1/2002	0 %	7v0s8	20.07	10	8	54500
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s9	20.1	10.04	8	55000
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s10	20.08	10.05	8.1	53000
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s11	20.07	10.1	8.02	48000
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s12	20.06	10.02	8.1	50000
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s13	20.2	10.1	8.2	49500
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s14	20.08	10	8.1	50000
	10/1/2002	17/1/2002		7v0s15	20.1	10.04	8	49500

LABORATORIUM
PERENCANAAN TEKNIK
[Signature]



Tabel 2 Hasil pengujian Kuat Desak umur 7 hari dengan variasi 5 %

UMUR sampel	Tanggal		Var	Kode Sampel	Ukuran (cm)			Beban Maks (kg)
	Pembuatan	Pengujian			P	L	T	
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s1	20.15	10.04	8.12	37000
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s2	20.2	10.05	8.102	37500
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s3	20.1	10	8.1	35500
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s4	20.08	10.04	8.02	38000
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s5	20.07	10	8.002	38500
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s6	20.06	10.04	8.004	36000
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s7	20.2	10.05	8.005	38500
7 Hari	11/1/2002	18/1/2002	5 %	7v5s8	20.08	10	8.11	37000
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s9	20.1	10.04	8.02	35500
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s10	20.1	10	8.103	37000
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s11	20.07	10.04	8.02	34500
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s12	20.15	10.05	8.15	38500
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s13	20.2	10	8.201	35500
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s14	20.18	10.04	8.15	35000
	11/1/2002	18/1/2002		7v5s15	20.07	10	8.05	36000

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UJI



Tabel 3 Hasil pengujian Kuat Desak umur 7 hari dengan variasi 10 %

UMUR sampel	Tanggal		Var	Kode Sampel	Ukuran (cm)			Beban Maks (kg)
	Pembuatan	Pengujian			P	L	T	
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s1	20.08	10.04	8.15	38000
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s2	20.07	10.05	8.11	42000
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s3	20.06	10	8	43500
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s4	20.2	10.04	8	44500
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s5	20.08	10	8.1	36000
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s6	20.07	10.04	8.1	43000
7 Hari	11/1/2002	18/1/2002	10 %	7v10s7	20.06	10.05	8	42500
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s8	20.2	10	7.9	38000
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s9	20.08	10.04	8	44000
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s10	20.1	10	7.9	43500
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s11	20.07	10.04	8.12	40000
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s12	20.06	10.05	8	42500
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s13	20.2	10	8	42500
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s14	20.08	10.04	7.9	44500
	11/1/2002	18/1/2002		7v10s15	20.1	10	8.1	43000

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII
Sumarmo



Tabel 4 Hasil pengujian Kuat Desak umur 7 hari dengan variasi 15 %

UMUR sampel	Tanggal		Var	Kode Sampel	Ukuran (cm)			Beban Maks (kg)
	Pembuatan	Pengujian			P	L	T	
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s1	20.06	10.05	8.02	45500
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s2	20.2	10	8.11	53500
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s3	20.08	10.04	8	49000
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s4	20.07	10	8	48000
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s5	20.06	10.04	7.99	46500
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s6	20.2	10.05	7.98	46500
7 Hari	11/1/2002	19/1/2002	15 %	7v15s7	20.08	10	8	48000
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s8	20.1	10.04	8.1	42500
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s9	20.06	10.05	8.1	46000
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s10	20.2	10	8.2	46000
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s11	20.08	10.04	8.1	48000
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s12	20.07	10	8.05	46500
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s13	20.06	10.04	8.1	48500
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s14	20.2	10.05	8.04	46500
	11/1/2002	19/1/2002		7v15s15	20.08	10	8	51000

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII
(Signature)



Tabel 5 Hasil pengujian Kuat Desak umur 7 hari dengan variasi 20 %

UMUR sampel	Tanggal		Var	Kode Sampel	Ukuran (cm)			Beban Maks (kg)
	Pembuatan	Pengujian			P	L	T	
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s1	20.08	10.1	8	51500
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s2	20.07	10.02	8.1	54000
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s3	20.08	10.01	8.02	54000
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s4	20.07	10	8.1	52500
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s5	20.06	10.05	8.05	48500
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s6	20.2	10.02	8.1	54000
7 Hari	11/1/2002	19/1/2002	20%	7v20s7	20.08	10.1	7.9	52500
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s8	20.1	10	8	53500
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s9	20.1	10.04	7.9	51000
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s10	20.07	10	8	49500
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s11	20.15	10.06	8.05	53500
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s12	20.2	10.04	8.05	54000
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s13	20.08	10.05	8	50500
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s14	20.08	10.04	7.9	52500
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s15	20.1	10.05	7.9	53500
	11/1/2002	19/1/2002		7v20s1	20.08	10.1	8	51500

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK U11



Tabel 6 Hasil pengujian Kuat Desak umur 28 hari dengan variasi 0 %

UMUR sampel	Tanggal		Var	Kode Sampel	Ukuran (cm)			Beban Maks (kg)
	Pembuatan	Pengujian			P	L	T	
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s1	20.08	10.06	7.92	72000
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s2	20.07	10.04	8.07	69000
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s3	20.06	10.05	8.04	73000
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s4	20.2	10.04	8.3	71500
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s5	20.18	10.05	8.13	69500
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s6	20.1	10.1	8.2	75000
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s7	20.1	10.02	8.07	70000
28 Hari	10/1/2002	7/2/2002	0%	28v0s8	20.06	10.01	8.16	68500
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s9	20.07	10	8.03	74000
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s10	20.1	10.05	8.09	75000
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s11	20.08	10.02	8.02	70000
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s12	20.1	10.1	8.04	69500
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s13	20.02	10	7.97	73000
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s14	20.08	10.04	8.17	72500
	10/1/2002	7/2/2002		28v0s15	20.02	10	8.02	70000

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



Lampiran 60
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jalan Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Yogyakarta

Tabel 7 Hasil pengujian Kuat Desak umur 28 hari dengan variasi 5 %

UMUR sampel	Tanggal		Var	Kode Sampel	Ukuran (cm)			Beban Maks (kg)
	Pembuatan	Pengujian			P	L	T	
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s1	20.05	10.01	8.12	59500
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s2	20.2	10	8.102	62500
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s3	20.1	10.05	8.1	60000
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s4	20.2	10.02	8.02	64000
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s5	20.07	10.1	8.002	62500
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s6	20.15	10	8.004	59000
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s7	20.2	10.04	8.005	60500
28 Hari	11/1/2002	8/2/2002	5%	28v5s8	20.08	10	8.11	63500
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s9	20.08	10.04	8.02	58500
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s10	20.07	10.05	8.103	60000
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s11	20.06	10.04	8.02	61000
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s12	20.2	10.05	8.15	59500
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s13	20.08	10.1	8.201	61500
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s14	20.1	10.02	8.15	64500
	11/1/2002	8/2/2002		28v5s15	20.1	10.05	8.05	62000

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



Tabel 8 Hasil pengujian Kuat Desak umur 28 hari dengan variasi 10 %

UMUR sampel	Tanggal		Var	Kode Sampel	Ukuran (cm)			Beban Maks (kg)
	Pembuatan	Pengujian			P	L	T	
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s1	20.1	10.05	8.1	69000
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s2	20.2	10.02	8.1	66500
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s3	20.07	10.1	8	64500
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s4	20.15	10	7.9	67000
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s5	20.2	10.04	8	66500
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s6	20.08	10	7.9	67000
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s7	20.08	10.04	8.12	68000
28 Hari	11/1/2002	8/2/2002	10%	28v10s8	20.07	10	8	60500
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s9	20.08	10.04	8	67500
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s10	20.07	10.05	7.9	66000
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s11	20.06	10.04	8.12	70000
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s12	20.2	10.05	8	67500
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s13	20.08	10.1	8	71000
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s14	20.1	10.02	7.9	64500
	11/1/2002	8/2/2002		28v10s15	20.1	10.05	8.1	65500

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



Lampiran 62
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jalan Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Yogyakarta

Tabel 9 Hasil pengujian Kuat Desak umur 28 hari dengan variasi 15 %

UMUR Sampel	Tanggal		Var	Kode Sampel	Ukuran (cm)			Beban Maks (kg)
	Pembuatan	Pengujian			P	L	T	
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s1	20.08	10.1	8	66000
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s2	20.07	10	7.99	72500
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s3	20.08	10.04	7.98	68500
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s4	20.07	10	8	74000
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s5	20.06	10.04	8.1	68000
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s6	20.2	10	8.1	69500
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s7	20.08	10.04	8.2	67500
28 Hari	12/1/2002	9/2/2002	15%	28v15s8	20.1	10.05	8.1	71000
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s9	20.1	10.04	8.05	69000
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s10	20.07	10.05	8.2	65000
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s11	20.15	10.04	8.1	71500
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s12	20.2	10.05	8.05	69000
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s13	20.08	10.1	8.1	61000
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s14	20.08	10.02	8.04	70000
	12/1/2002	9/2/2002		28v15s15	20.1	10.05	8	72000

LABORATORIUM
FAKULTAS TEKNIK
PERENCANAAN
SIPIL



Lampiran 63

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jalan Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707 Yogyakarta

Tabel 10 Hasil pengujian Kuat Desak umur 28 hari dengan variasi 20 %

UMUR sampel	Tanggal		Var	Kode Sampel	Ukuran (cm)			Beban Maks (kg)
	Pembuatan	Pengujian			P	L	T	
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s1	20.08	10.1	8.1	75000
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s2	20.07	10.02	8.05	76000
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s3	20.06	10.1	8.1	75500
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s4	20.2	10	7.9	72500
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s5	20.08	10.04	8	71500
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s6	20.1	10	7.9	77000
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s7	20.1	10.04	8	73500
28 Hari	12/1/2002	9/2/2002	20%	28v20s8	20.07	10	8.05	71500
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s9	20.15	10.04	8.05	75000
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s10	20.08	10.05	8	69500
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s11	20.07	10	8.05	72500
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s12	20.06	10.04	8.05	70500
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s13	20.2	10	8	77000
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s14	20.08	10.04	7.9	75000
	12/1/2002	9/2/2002		28v20s15	20.1	10.05	7.9	69500

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Tabel Lampiran 16 Pengujian kuat desak paving block umur 7 hari dengan variasi 0 %

UMUR	Tanggal	Tanggal		Kode	Dimensi			Luas	Volume	Beban Maks	σ_b'
Sampel	Pembuatan	Pengujian	Variasi	Sampel	P (cm)	L (cm)	T (cm)	(cm ²)	(cm ³)	(kg)	(kg/cm ³)
	10/1/02	17/1/2002		7v0s1	20.08	10	8.102	200.8	1626.882	54000	268.924
	10/1/02	17/1/2002		7v0s2	20.07	10.04	8.1	201.503	1632.173	53500	265.505
	10/1/02	17/1/2002		7v0s3	20.06	10	8.105	200.6	1625.863	52500	261.715
	10/1/02	17/1/2002		7v0s4	20.2	10.04	8.03	202.808	1628.548	55000	271.192
	10/1/02	17/1/2002		7v0s5	20.08	10.05	8.002	201.804	1614.836	57000	282.452
	10/1/02	17/1/2002		7v0s6	20.1	10	8.003	201	1608.603	56500	281.095
	10/1/02	17/1/2002		7v0s7	20.1	10.04	8.005	201.804	1615.441	52500	260.153
7 Hari	10/1/02	17/1/2002	0%	7v0s8	20.07	10	8	200.7	1605.6	54500	271.55
	10/1/02	17/1/2002		7v0s9	20.15	10.04	8	202.306	1618.448	55000	271.865
	10/1/02	17/1/2002		7v0s10	20.08	10.05	8.1	201.804	1634.612	53000	262.631
	10/1/02	17/1/2002		7v0s12	20.06	10.02	8.1	201.001	1628.11	50000	248.755
	10/1/02	17/1/2002		7v0s14	20.08	10	8.1	200.8	1626.48	50000	249.004
											3194.84

$$\sigma'_{bm} = (\sum \sigma'_b) / n = 3194.84 / 12 = 266.237 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel Lampiran 17 Pengujian kuat desak paving block umur 7 hari dengan variasi 5 %

UMUR	Tanggal	Tanggal	Variasi	Kode	Dimensi			Luas	Volume	Beban Maks	σ_b'
Sampel	Pembuatan	Pengujian		Sampel	P (cm)	L (cm)	T (cm)	(cm ²)	(cm ³)	(kg)	(kg/cm ²)
	11/1/02	18/1/2002		7v5s1	20.15	10.04	8.12	202.306	1642.725	37000	182.891
	11/1/02	18/1/2002		7v5s2	20.2	10.05	8.102	203.01	1644.787	37500	184.72
	11/1/02	18/1/2002		7v5s3	20.1	10	8.1	201	1628.1	35500	176.617
	11/1/02	18/1/2002		7v5s4	20.08	10.04	8.02	201.603	1616.858	38000	188.489
	11/1/02	18/1/2002		7v5s5	20.07	10	8.002	200.7	1606.001	38500	191.829
	11/1/02	18/1/2002		7v5s6	20.06	10.04	8.004	201.402	1612.025	36000	178.747
	11/1/02	18/1/2002		7v5s7	20.2	10.05	8.005	203.01	1625.095	38500	189.646
7 Hari	11/1/02	18/1/2002	5%	7v5s8	20.08	10	8.11	200.8	1628.488	37000	184.263
	11/1/02	18/1/2002		7v5s9	20.1	10.04	8.02	201.804	1618.468	35500	175.913
	11/1/02	18/1/2002		7v5s10	20.1	10	8.103	201	1628.703	37000	184.08
	11/1/02	18/1/2002		7v5s12	20.15	10.05	8.15	202.508	1650.436	38500	190.116
	11/1/02	18/1/2002		7v5s13	20.2	10	8.201	202	1656.602	35500	175.743
	11/1/02	18/1/2002		7v5s15	20.07	10	8.05	200.7	1615.635	36000	179.372
											2382.43

$$\sigma'_{bm} = (\sum \sigma'_b) / n = 2382.43 / 13 = 183.264 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel Lampiran 18 Pengujian kuat desak paving block umur 7 hari dengan variasi 10 %

UMUR	Tanggal	Tanggal	Variasi	Kode	Dimensi			Luas	Volume	Beban Maks	σ_b'
Sampel	Pembuatan	Pengujian		Sampel	P (cm)	L (cm)	T (cm)	(cm ²)	(cm ³)	(kg)	(kg/cm ³)
	11/1/02	18/1/2002		7v10s2	20.07	10.05	8.11	201.704	1635.815	42000	208.226
	11/1/02	18/1/2002		7v10s3	20.06	10	8	200.6	1604.8	43500	216.849
	11/1/02	18/1/2002		7v10s4	20.2	10.04	8	202.808	1622.464	44500	219.419
	11/1/02	18/1/2002		7v10s6	20.07	10.04	8.1	201.503	1632.173	43000	213.397
	11/1/02	18/1/2002		7v10s7	20.06	10.05	8	201.603	1612.824	42500	210.81
7 hari	11/1/02	18/1/2002	10%	7v10s9	20.08	10.04	8	201.603	1612.826	44000	218.251
	11/1/02	18/1/2002		7v10s10	20.1	10	7.9	201	1587.9	43500	216.418
	11/1/02	18/1/2002		7v10s11	20.07	10.04	8.12	201.503	1636.203	40000	198.508
	11/1/02	18/1/2002		7v10s12	20.06	10.05	8	201.603	1612.824	42500	210.81
	11/1/02	18/1/2002		7v10s13	20.2	10	8	202	1616	42500	210.396
	11/1/02	18/1/2002		7v10s14	20.08	10.04	7.9	201.603	1592.665	44500	220.731
	11/1/02	18/1/2002		7v10s15	20.1	10	8.1	201	1628.1	43000	213.93
											2557.75

$$\sigma'_{bm} = (\sum \sigma'_b) / n = 2557.75 / 12 = 213.146 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel Lampiran 19 Pengujian kuat desak paving block umur 7 hari dengan variasi 15 %

UMUR	Tanggal	Tanggal		Kode	Dimensi			Luas	Volume	Beban Maks	σ'_b
Sampel	Pembuatan	Pengujian	Variasi	Sampel	P (cm)	L (cm)	T (cm)	(cm ²)	(cm ³)	(kg)	(kg/cm ³)
	11/1/02	19/1/2002		7v15s2	20.2	10	8.11	202	1638.22	53500	264.851
	11/1/02	19/1/2002		7v15s3	20.08	10.04	8	201.603	1612.826	49000	243.052
	11/1/02	19/1/2002		7v15s4	20.07	10	8	200.7	1605.6	48000	239.163
	11/1/02	19/1/2002		7v15s5	20.06	10.04	7.99	201.402	1609.205	46500	230.881
	11/1/02	19/1/2002		7v15s6	20.2	10.05	7.98	203.01	1320.02	46500	229.053
7 Hari	11/1/02	19/1/2002		7v15s7	20.08	10	8	200.8	1606.4	48000	239.044
	11/1/02	19/1/2002		7v15s9	20.06	10.05	8.1	201.603	1632.984	46000	228.171
	11/1/02	19/1/2002		7v15s10	20.2	10	8.2	202	1656.4	46000	227.723
	11/1/02	19/1/2002		7v15s11	20.08	10.04	8.1	201.603	1632.986	48000	238.091
	11/1/02	19/1/2002		7v15s12	20.07	10	8.05	200.7	1615.635	46500	231.689
	11/1/02	19/1/2002		7v15s13	20.06	10.04	8.1	201.402	1631.359	48500	240.811
	11/1/02	19/1/2002		7v15s14	20.2	10.05	8.04	203.01	1632.2	46500	229.053
	11/1/02	19/1/2002		7v15s15	20.08	10	8	200.8	1606.4	51000	253.984
											3095.57

$$\sigma'_{bm} = (\sum \sigma'_b) / n = 3095,57 / 13 = 238.121 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel Lampiran 20 Pengujian kuat desak paving block umur 7 hari dengan variasi 20 %

UMUR	Tanggal	Tanggal		Kode	Dimensi			Luas	Volume	Beban Maks	σ'_b
Sampel	Pembuatan	Pengujian	Variasi	Sampel	P (cm)	L (cm)	T (cm)	(cm ²)	(cm ³)	(kg)	(kg/cm ³)
	11/1/02	19/1/2002		7v20s1	20.08	10.1	8	202.808	1622.464	51500	253.935
	11/1/02	19/1/2002		7v20s2	20.07	10.02	8.1	201.101	1628.921	54000	268.521
	11/1/02	19/1/2002		7v20s3	20.08	10.01	8.02	201.001	1612.026	54000	268.656
	11/1/02	19/1/2002		7v20s4	20.07	10	8.1	200.7	1625.67	52500	261.584
	11/1/02	19/1/2002		7v20s6	20.2	10.02	8.1	202.404	1639.472	54000	266.793
	11/1/02	19/1/2002		7v20s7	20.08	10.1	7.9	202.808	1602.183	52500	258.866
7 Hari	11/1/02	19/1/2002	20%	7v20s8	20.1	10	8	201	1608	53500	266.169
	11/1/02	19/1/2002		7v20s9	20.1	10.04	7.9	201.804	1594.252	51000	252.72
	11/1/02	19/1/2002		7v20s11	20.15	10.06	8.05	202.709	1631.807	53500	263.925
	11/1/02	19/1/2002		7v20s12	20.2	10.04	8.05	202.808	1632.604	54000	266.262
	11/1/02	19/1/2002		7v20s13	20.08	10.05	8	201.804	1614.432	50500	250.243
	11/1/02	19/1/2002		7v20s14	20.08	10.04	7.9	201.603	1592.665	52500	260.413
	11/1/02	19/1/2002		7v20s15	20.1	10.05	7.9	202.005	1595.84	53500	264.845
											3402.93

$$\sigma'_{bm} = (\sum \sigma'_b) / n = 3402,9 / 13 = 261,764 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel Lampiran 21 Pengujian kuat desak paving block umur 28 hari dengan variasi 0 %

UMUR	Tanggal	Tanggal		Kode	Dimensi			Luas	Volume	Beban Maks	σ_b'
Sampel	Pembuatan	Pengujian	Variasi	Sampel	P (cm)	L (cm)	T (cm)	(cm ²)	(cm ³)	(kg)	(kg/cm ³)
	10/1/02	7/2/02		28v0s1	20.08	10.06	7.92	202.005	1599.878	72000	356.427
	10/1/02	7/2/02		28v0s2	20.07	10.04	8.07	201.503	1626.128	69000	342.427
	10/1/02	7/2/02		28v0s3	20.06	10.05	8.04	201.603	1620.888	73000	362.098
	10/1/02	7/2/02		28v0s4	20.2	10.04	8.3	202.808	1683.306	71500	352.55
	10/1/02	7/2/02		28v0s5	20.18	10.05	8.13	202.809	1648.837	69500	342.687
	10/1/02	7/2/02		28v0s6	20.1	10.1	8.2	203.01	1664.682	75000	369.44
28 Hari	10/1/02	7/2/02	0%	28v0s7	20.1	10.02	8.07	201.402	1625.314	70000	347.564
	10/1/02	7/2/02		28v0s9	20.07	10	8.03	200.7	1611.621	74000	368.71
	10/1/02	7/2/02		28v0s10	20.1	10.05	8.09	202.005	1634.22	75000	371.278
	10/1/02	7/2/02		28v0s11	20.08	10.02	8.02	201.202	1613.637	70000	347.91
	10/1/02	7/2/02		28v0s12	20.1	10.1	8.04	203.01	1632.2	69500	342.348
	10/1/02	7/2/02		28v0s13	20.02	10	7.97	200.2	1595.594	73000	364.635
	10/1/02	7/2/02		28v0s14	20.08	10.04	8.17	201.603	1647.098	72500	359.617
	10/1/02	7/2/02		28v0s15	20.02	10	8.02	200.2	1605.604	70000	349.65
											4977.34

$$\sigma'_{bm} = (\sum \sigma'_b) / n = 4977.3 / 14 = 355.524 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel Lampiran 22 Pengujian kuat desak paving block umur 28 hari dengan variasi 5 %

UMUR	Tanggal	Tanggal	Variasi	Kode	Dimensi			Luas	Volume	Beban Maks	σ^b
Sampel	Pembuatan	Pengujian		Sampel	P (cm)	L (cm)	T (cm)	(cm ²)	(cm ³)	(kg)	(kg/cm ³)
	11/1/02	8/2/02		28v5s1	20.05	10.01	8.12	200.701	1629.688	59500	296.462
	11/1/02	8/2/02		28v5s2	20.2	10	8.102	202	1636.604	62500	309.406
	11/1/02	8/2/02		28v5s3	20.1	10.05	8.1	202.005	1636.241	60000	297.022
	11/1/02	8/2/02		28v5s4	20.2	10.02	8.02	202.404	1623.28	64000	316.199
	11/1/02	8/2/02		28v5s5	20.07	10.1	8.002	202.707	1622.061	62500	308.327
	11/1/02	8/2/02		28v5s7	20.2	10.04	8.005	202.808	1623.478	60500	298.312
28 Hari	11/1/02	8/2/02	5%	28v5s8	20.08	10	8.11	200.8	1628.488	63500	316.235
	11/1/02	8/2/02		28v5s10	20.07	10.05	8.103	201.704	1634.403	60000	297.466
	11/1/02	8/2/02		28v5s11	20.06	10.04	8.02	201.402	1615.247	61000	302.876
	11/1/02	8/2/02		28v5s12	20.2	10.05	8.15	203.01	1654.532	59500	293.089
	11/1/02	8/2/02		28v5s13	20.08	10.1	8.201	202.808	1663.228	61500	303.242
	11/1/02	8/2/02		28v5s14	20.1	10.02	8.15	201.402	1641.426	64500	320.255
	11/1/02	8/2/02		28v5s15	20.1	10.05	8.05	202.005	1626.14	62000	306.923
											3965.81

$$\sigma^b_{bm} = (\sum \sigma^b) / n = 3965.8 / 13 = 305.062 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel Lampiran 23 Pengujian kuat desak paving block umur 28 hari dengan variasi 10 %

UMUR	Tanggal	Tanggal		Kode	Dimensi			Luas	Volume	Beban Maks	σ'_b
Sampel	Pembuatan	Pengujian	Variasi	Sampel	P (cm)	L (cm)	T (cm)	(cm ²)	(cm ³)	(kg)	(kg/cm ³)
	11/1/02	8/2/02		28v10s1	20.1	10.05	8.1	202.005	1636.241	69000	341.576
	11/1/02	8/2/02		28v10s2	20.2	10.02	8.1	202.404	1639.472	66500	328.551
	11/1/02	8/2/02		28v10s3	20.07	10.1	8	202.707	1621.656	64500	318.193
	11/1/02	8/2/02		28v10s4	20.15	10	7.9	201.5	1591.85	67000	332.506
	11/1/02	8/2/02		28v10s5	20.2	10.04	8	202.808	1622.464	66500	327.896
	11/1/02	8/2/02		28v10s6	20.08	10	7.9	200.8	1586.32	67000	333.665
28 Hari	11/1/02	8/2/02	10%	28v10s7	20.08	10.04	8.12	201.603	1637.018	68000	337.296
	11/1/02	8/2/02		28v10s9	20.08	10.04	8	201.603	1612.826	67500	334.816
	11/1/02	8/2/02		28v10s10	20.07	10.05	7.9	201.704	1593.458	66000	327.213
	11/1/02	8/2/02		28v10s11	20.06	10.04	8.12	201.402	1635.387	70000	347.563
	11/1/02	8/2/02		28v10s12	20.2	10.05	8	203.01	1624.08	67500	332.496
	11/1/02	8/2/02		28v10s13	20.08	10.1	8	202.808	1622.464	71000	350.085
	11/1/02	8/2/02		28v10s14	20.1	10.02	7.9	201.402	1591.076	64500	320.255
	11/1/02	8/2/02		28v10s15	20.1	10.05	8.1	202.005	1636.241	65500	324.249
											4656.36

$$\sigma'_{bm} = (\sum \sigma'_b) / n = 4656.4 / 14 = 332.56 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel Lampiran 24 Pengujian kuat desak paving block umur 28 hari dengan variasi 15 %

UMUR	Tanggal	Tanggal	Variasi	Kode	Dimensi			Luas	Volume	Beban Maks	$\sigma'b$
Sampel	Pembuatan	Pengujian		Sampel	P (cm)	L (cm)	T (cm)	(cm ²)	(cm ³)	(kg)	(kg/cm ²)
	12/1/02	9/2/02		28v15s2	20.07	10	7.99	200.7	1603.593	72500	361.236
	12/1/02	9/2/02		28v15s3	20.08	10.04	7.98	201.603	1608.794	68500	339.776
	12/1/02	9/2/02		28v15s4	20.07	10	8	200.7	1605.6	74000	368.71
	12/1/02	9/2/02		28v15s5	20.06	10.04	8.1	201.402	1631.359	68000	337.633
	12/1/02	9/2/02		28v15s6	20.2	10	8.1	202	1635.2	69500	344.059
	12/1/02	9/2/02		28v15s7	20.08	10.04	8.2	201.603	1653.146	67500	334.816
28 Hari	12/1/02	9/2/02	15%	28v15s8	20.1	10.05	8.1	202.005	1636.241	71000	351.476
	12/1/02	9/2/02		28v15s9	20.1	10.04	8.05	201.804	1624.522	69000	341.916
	12/1/02	9/2/02		28v15s10	20.07	10.05	8.2	201.704	1653.969	65000	322.255
	12/1/02	9/2/02		28v15s11	20.15	10.04	8.1	202.306	1638.679	71500	353.425
	12/1/02	9/2/02		28v15s12	20.2	10.05	8.05	203.01	1634.231	69000	339.885
	12/1/02	9/2/02		28v15s14	20.08	10.02	8.04	201.202	1617.661	70000	347.91
	12/1/02	9/2/02		28v15s15	20.1	10.05	8	202.005	1616.04	72000	356.427
											4499.52

$$\sigma'_{bm} = (\sum \sigma'b) / n = 4499.52 / 13 = 346.1169 \text{ kg/cm}^2$$

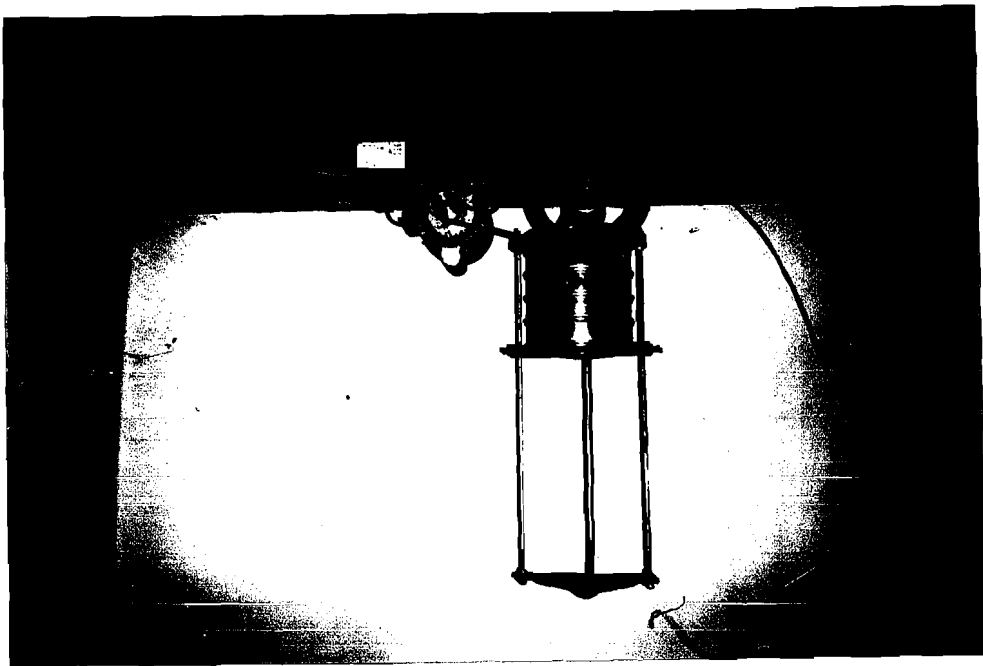
Tabel Lampiran 25 Pengujian kuat desak paving block umur 28 hari dengan variasi 20 %

UMUR	Tanggal	Tanggal	Variasi	Kode	Dimensi			Luas	Volume	Beban Maks	σ_b'
Sampel	Pembuatan	Pengujian		Sampel	P (cm)	L (cm)	T (cm)	(cm ²)	(cm ³)	(kg)	(kg/cm ³)
	12/1/02	9/2/02		28v20s1	20.08	10.1	8.1	202.808	1642.745	75000	369.808
	12/1/02	9/2/02		28v20s2	20.07	10.02	8.05	201.101	1618.866	76000	377.919
	12/1/02	9/2/02		28v20s3	20.06	10.1	8.1	202.606	1641.109	75500	372.644
	12/1/02	9/2/02		28v20s4	20.2	10	7.9	202	1595.8	72500	358.911
	12/1/02	9/2/02		28v20s5	20.08	10.04	8	201.603	1612.826	71500	354.657
	12/1/02	9/2/02		28v20s6	20.1	10	7.9	201	1587.9	77000	383.085
	12/1/02	9/2/02		28v20s7	20.1	10.04	8	201.804	1614.432	73500	364.215
28 Hari	12/1/02	9/2/02	20%	28v20s8	20.07	10	8.05	200.7	1615.635	71500	356.253
	12/1/02	9/2/02		28v20s9	20.15	10.04	8.05	202.306	1628.563	75000	370.726
	12/1/02	9/2/02		28v20s11	20.07	10	8.05	200.7	1615.635	72500	361.236
	12/1/02	9/2/02		28v20s12	20.06	10.04	8.05	201.402	1621.289	70500	350.045
	12/1/02	9/2/02		28v20s13	20.2	10	8	202	1616	77000	381.188
	12/1/02	9/2/02		28v20s14	20.08	10.04	7.9	201.603	1592.665	75000	372.018
											4772.7

$$\sigma'_{bm} = (\sum \sigma'_b) / n = 4772.7 / 13 = 367.13 \text{ kg/cm}^2$$

Gambar lamp. I. Tungku pembakaran

Gambar lamp. 2. Mesin ayakan



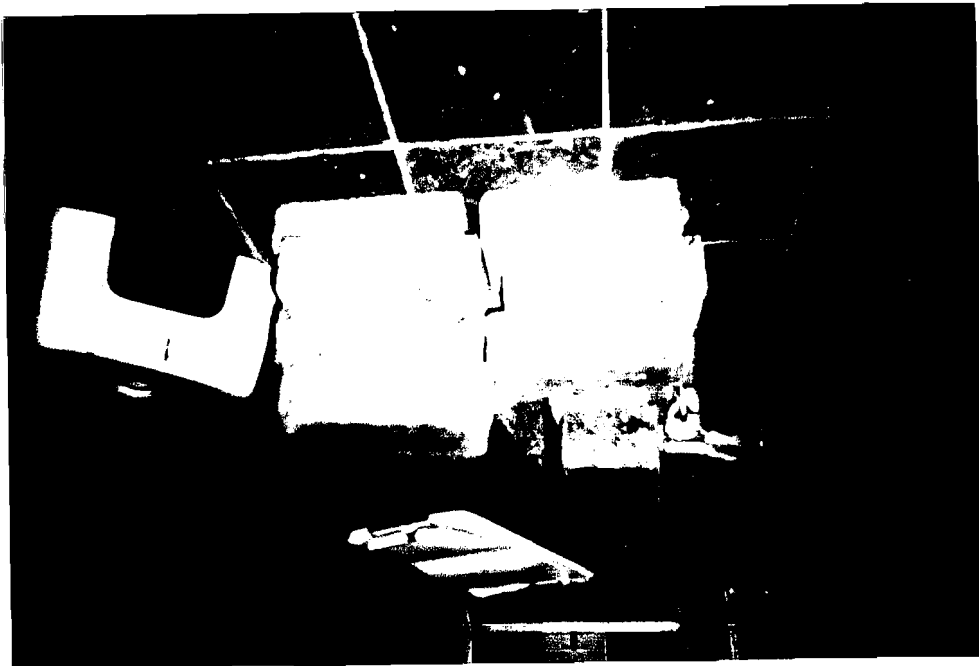


Gambar lamp. 3. Adukan paving block

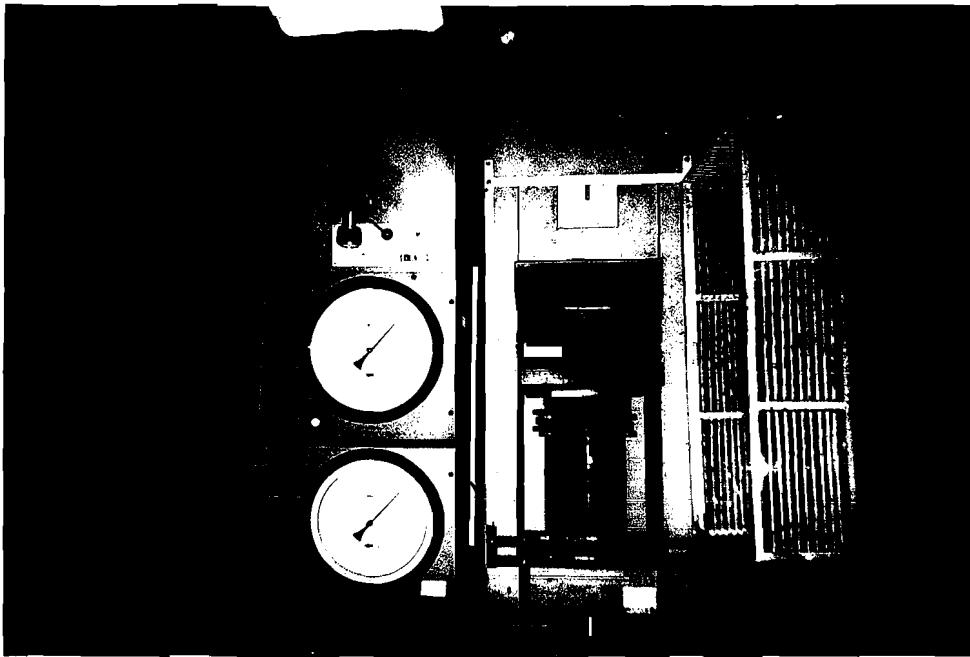
Gambar lamp. 4. Mesin press paving block



Gambar lamp. 5. Benda Uji *Paving Block*



Gambar lamp. 6. Mesin Uji desak





Gambar. 7. Pengujian Kuat Desak *Paving Block*

