

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	17-04-2008
NO. JUDUL :	2815
NO. INV. :	5100002815 001
NO. INDIK. :	00

TUGAS AKHIR

**PENGARUH LIMBAH GERGAJIAN BATU ANDESIT
SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT
DESAK, DAYA SERAP AIR, DAN KEKESATAN
PAVING BLOCK**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil**

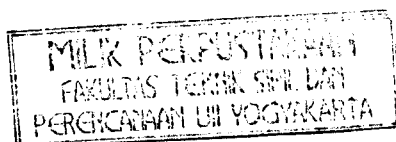


الجامعة الإسلامية
الاندونيسية



KURNIA TRI ASTUTI
03511071

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**



PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk orang-orang yang selalu menyayangiku dan, mengasihiku,,

"Bapak,, dan Ibu tersayang" ,, kupersembahkan ini semua untuk mu,,

Tanpa kenal lelah, engkau terus iringkan doa untuku tanpa peduli siang ataupun malam...

Terima kasih untuk segalanya yang engkau berikan untuk nia...

Kakak-kakaku tersayang,,

"Nur budi setiawan, ST dan Nur Budi Agung Nugroho, ST." Kalian berdua adalah sumber inspirasiku, dan semangatku

"Dirimu yang selalu menemaniku..."

Thanks for all honey.... Tak pernah ku dengar kata bosan dari mulutmu menemani hari- -hariku menyelesaikan Tugas Akhirku ini..

Terakhir...

Kupersembahkan Tugas Akhirku ini untuk kalian semua....

By: Kurnia Tri Astuti

PENGANTAR



Assalamu'alaikum wr.wb.

Alhamdulillahirobill'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan hidayah-Nya, kesempatan, dan kemudahan dalam menjalankan amanah sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, inspirasi akhlak dan pribadi mulia.

Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat dalam mencapai jenjang pendidikan Strata Satu (S1) di Universitas Islam Indonesia. Adapun judul yang saya angkat adalah "Pengaruh Limbah gergajian Batu Andesit Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Desak, Daya Serap Air, dan Kekesatan Paving Block.

Dalam proses penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini saya banyak mendapat bantuan baik materil maupun spiritual dari berbagai pihak, oleh sebab itu pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII, DR. Ir. H. Ruzardi, MS.
2. Ketua dan Sekretrais Jurusan Teknik Sipil FTSP-UII, Ir. H. Faisol AM., MS dan Ir. H. Suharyatmo, MT.
3. Bapak Ir Helmy Akbar Bale, MT., terima kasih atas bimbingan, nasehat, dan dukungan yang telah diberikan kepada saya selama penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan Ibu tersayang, terimakasih atas kasih sayang, semangat, dukungan, bimbingan, nasehat dan doanya selama ini..
5. Nur Budi Setiyawan, ST dan Nur Budi Agung Nugroho, ST. Thanks my brother...
6. Mas Ainul Chuzam, ST. Makasih buat semangat, perhatian, pengertian dan kasih sayangnya.,,

7. *My best friends* Arum ma QQ makasih udah jadi temen terdekat dan terbaikkku,, ingat selalu saat kita bersama ya,,
8. Simbah dan Unta teman seperjuanganku... Ayo2 semangat pantang menyerah!! Ingat perjuangan kita sampai ke negeri Suroboyo.....!
9. Teman-teman nongkrong di depan jurusan dian, yogi, avin, fikri, untung, aji, bony, mia, uci, rela, dona, danin, pipit, adit, rina dan yang tak saya sebutkan satu-satu,, semangat!.
10. Pak Warno selaku petugas Lab. BKT UII, terima kasih atas bantuannya selama proses pembuatan sampel hingga pengujian.
11. Pak Kamto di Lab Bahan perkerasan terima kasih atas bantuannya selama pembahasan tugas akhir saya.
12. Pak Iman dan para petugas di Lab Teknik Transportasi UGM makasih ya bapak-bapak telah membantu saya dalam proses pengujian Kekesatan paving block.
13. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil UII angkatan 2003 yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu per satu, terima kasih ya,, semoga kita semua sukses di kemudian hari,amiin.
14. Semua pihak yang telah membantu selama pelaksanaan sampai dengan selesainya penyusunan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi perbaikan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amiin.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, Desember 2007

Penyusun,

Kurnia Tri Astuti

ABSTRAKSI

Teknologi dibidang konstruksi yang semakin berkembang tidak pernah lepas dari upaya penciptaan teknologi yang cukup inovatif. Salah satunya adalah limbah gergajian batu andesit yang dimanfaatkan sebagai campuran dalam pembuatan paving block. Pertimbangan menggunakan limbah gergajian batu andesit ini karena batu jenis ini memiliki kandungan silika 15,072% yang sama seperti kandungan semen. Sehubungan dengan hal tersebut, dilakukan penelitian untuk mencari kuat desak, daya serap air, dan kekesatan paving block yang menggunakan limbah gergajian batu andesit sebagai pengganti sebagian semen (substitusi) dengan variasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%. Dengan tujuan dapat diketahui perbandingan variasi yang tepat antara campuran semen dan limbah gergajian batu tersebut, sehingga dapat diperoleh hasil paving bock yang mempunyai kuat desak, daya serap air dan kekesatan sesuai standart.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa semakin bertambahnya limbah gergajian batu andesit sebagai pengganti sebagian semen dapat meningkatkan kekesatan dari paving block. Tetapi pada pengujian daya serap air semakin dengan bertambahnya limbah andesit yang digunakan menyebabkan daya serap air pada paving block semakin besar sehingga mutu dari paving block mengalami penurunan. Penyerapan terbesar terjadi pada variasi 30% yaitu 5.499%. Sedangkan pada pengujian kuat desak, limbah gergajian batu andesit hanya dapat digunakan secara optimum pada kadar 15% saja, karena dengan penambahan lebih dari 15% kuat desaknya terus mengalami penurunan.

Kata kunci : batu andesit, kuat desak, daya serap air, kekesatan paving block

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persembahan	iii
Kata Pengantar	iv
Abstrak	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Notasi	ix
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Lampiran	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Paving Block	6
2.3 Bahan Paving Block.....	7
2.3.1 Semen (Portland Semen).....	8
2.3.2 Agregat Halus.....	9
2.3.3 Air	9
2.4 Syarat Mutu.....	10
2.5 Gradasi Agregat.....	11
2.6 Penelitian Yang Pernah Dilakukan.....	12

BAB III	LANDASAN TEORI	15
3.1	Umum	15
3.2	Pengolahan paving Block.....	16
3.3	Kuat Desak Paving Block.....	17
3.4	Daya Serap Air.....	20
3.5	Kekesatan Paving Block.....	21
BAB IV	METODE PENELITIAN	25
4.1	Umum	25
4.2	Lokasi Penelitian.....	26
4.3	Waktu Penelitian.....	26
4.4	Bahan	26
4.5	Alat	26
4.6	Prosedur Penelitian.....	27
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
5.1	Hasil Penelitian Bahan Susun.....	30
5.2	Kebutuhan Bahan	30
5.3	Pengujian Kekesatan Paving Block menggunakan Skid Ressistance.....	31
5.4	Pengujian Daya Serap Air Paving Block.....	33
5.5	Pengujian Kuat Desak Paving Block.....	35
5.6	Hubungan Antara Daya Serap Air dan Kuat Desak <i>Paving block</i>	37
5.7	Hubungan Antara Kekesatan, Daya Serap Air dan Kuat Tekan <i>Paving Block</i>	38
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
6.1	Kesimpulan	39
6.2	Saran	40
Daftar Pustaka	xiv

DAFTAR NOTASI

W_b = Berat Basah

W_k = Berat Kering

σ'_{bm} = kuat desak rata-rata

σ'_b = kuat desak

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Pengujian Kuat Desak Paving	18
Gambar 3.2	Portable Skid Resistance Tester.....	23
Gambar 4.1	Dimensi Paving Block.....	25
Gambar 5.1	Grafik Hubungan Limbah Gergajian Andesit Terhadap Kekesatan Paving Block.....	32
Gambar 5.2	Grafik Hubungan Variasi Penambahan Limbah Gergajian Batu Andesit Terhadap Daya Serap Air Paving Block.....	34
Gambar 5.3	Grafik Hubungan Variasi Penambahan Llimbah Gergajian Batu Andesit Terhadap Kuat Desak Paving Block	36

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Pengujian Agregat
- Lampiran 2 Hasil Pengujian Andesit
- Lampiran 3 Hasil Uji Kekesatan Paving Block
- Lampiran 4 Hasil Uji Daya Serap Air Paving Block
- Lampiran 5 Hasil Uji Kuat Desak Paving Block
- Lampiran 6 Dokumentasi pengujian paving block
- Lampiran 7 Kartu Peserta dan Kartu Presensi Tugas Akhir

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan perekonomian yang pesat di negara kita ini memacu peningkatan produksi pada sektor industri yang tidak hanya memiliki implikasi yang positif akan tetapi juga memiliki implikasi yang negative, seperti hasil limbah industri yang setiap harinya menumpuk. Begitu pula dalam hal perkembangan teknologi di bidang konstruksi, yang tidak pernah lepas dari upaya penciptaan alternatif teknologi yang cukup inovatif. Akan tetapi dalam upaya perkembangan teknologi yang inovatif kurang memperhatikan limbah industri yang dihasilkan dan pemanfaatannya belumlah maksimal, untuk itu masih diperlukan pengkajian yang mendalam dan lebih teliti yang nantinya dapat memberikan suatu masukan yang cukup positif dalam pemanfaatan limbah industri.

Suatu hasil samping dari industri khususnya industri dalam skala kecil yang dikelola dengan suatu manajerial sederhana yaitu industri pembuatan batu hias dengan bahan dasar batu andesit. Batuan alam ini banyak digunakan sebagai bahan tambahan interior rumah seperti variasi tempelan dinding atau dapat juga sebagai agregat kasar dalam pengecoran. Dalam pengolahannya sebagai batu hias, batu ini diproses dengan pemotongan secara simetris dengan mesin penggergajian batu sehingga dihasilkan sisa-sisa/ limbah bekas penggergajian yang berupa butiran-butiran halus seperti pasir dan lolos saringan 200 yang gradasinya halus seperti semen.

Limbah gergajian batu tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah dalam campuran beton, salah satu contohnya adalah dalam pembuatan *paving block*. *Paving block* adalah produk dari beton yang menggunakan semen, pasir dan air.

Pertimbangan menggunakan limbah gergajian batu andesit ini karena batu jenis ini memiliki kandungan silika 15,072% yang sama seperti sifat dan kandungan semen, selain itu limbah ini mudah didapatkan dan murah karena dalam industri batu hias limbah ini dibuang dan hanya sebatas digunakan sebagai tanah urug.

Dalam penelitian ini akan dicari nilai kuat desak, daya serap air, dan kekesatan paving block yang menggunakan limbah gergajian batu sebagai pengganti sebagian semen dengan variasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%. Hal ini dimaksudkan agar dapat diketahui perbandingan variasi yang tepat antara campuran semen dengan limbah gergajian batu tersebut, sehingga dapat diperoleh hasil *paving block* yang mempunyai kuat desak, daya serap air, dan kekesatan sesuai standart. Dengan mengurangi penggunaan semen diharapkan dapat mengurangi biaya produksi pembuatan paving block dan akan memberikan kontribusi yang positif terhadap pemanfaatan limbah gergajian batu andesit sehingga akan memiliki nilai yang lebih tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Selama ini pemanfaatan limbah gergajian batu andesit belumlah maksimal, karena hanya sebatas digunakan sebagai tanah urug. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan pada laboratorium kimia analitik jurusan kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada, batu andesit memiliki kandungan silika mencapai 15,072 %. Melihat adanya kandungan silika pada batu andesit memungkinkan penggunaan limbah gergajiannya batu andesit sebagai pengganti sebagian semen untuk bahan pembuatan *paving block*. Untuk itulah penelitian tentang pengaruh penambahan limbah gergajian batu andesit sebagai pengganti sebagian semen dilakukan. Disini diharapkan akan diketahui besar prosentase kuat desak *paving block* dengan variasi tersebut, dan seberapa besar daya resapan air serta kekesatan *paving block*

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah gergajian batu andesit sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan, daya serap air, dan kekesatan *paving block*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

- 1 Dapat menghasilkan *paving block* yang memenuhi standart sehingga dapat digunakan sebagai bahan bangunan alternatif dan memberikan kontribusi positif terhadap pemanfaatan limbah gergajian batu andesit sehingga akan memiliki nilai lebih tinggi.
- 2 Secara ekonomis pemanfaatan limbah gergajian batu andesit akan mengurangi biaya produksi pembuatan *paving block*.
- 3 Memberikan alternatif lain yang dapat menjadi pertimbangan apabila terdapat permasalahan dengan bahan pengganti sebagian semen sehingga kebijakan yang diambil dapat lebih optimal

1.5 Batasan Masalah

Agar kegiatan penelitian ini menjadi terarah dan jelas, maka pembahasan penelitian ini dibatasi dengan ketentuan sebagai berikut :

- 1 Penelitian dibatasi pada penelitian kuat desak, daya serap air dan kekesatan pada *paving block*.
- 2 Agregat halus yang digunakan adalah pasir dari gunung merapi.
- 3 Perawatan benda uji dengan penyiraman selama 3 hari dengan periode 3 kali sehari, setelah itu dilakukan perendaman sampai 28 hari.
- 4 Limbah gergajian yang digunakan adalah dari gergajian batu andesit yang lolos saringan no. 200.
- 5 Bahan ikat dari semen merk Holcim.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Limbah gergajian batu *Andesit* yang digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen pada penelitian ini diambil dari pabrik penggergajian batu *Andesit*, di desa Losari, kecamatan Salam, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Limbah ini merupakan sisa penggergajian batu *Andesit* yang berbentuk debu.

Batu *Andesit* merupakan batuan beku luar terbentuk dari material yang keluar ke permukaan bumi saat gunung berapi meletus. Material tersebut kemudian mendingin dan membeku akibat pengaruh cuaca. Dari hasil penelitian kandungan kimia yang dilakukan pada laboratorium kimia analitik jurusan kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada, maka hasil penelitian tersebut dapat dilihat dari tabel 2.1. dibawah ini.

Tabel 2.1 Kandungan Unsur Kimia Batu *Andesit*

Unsur Kimia	Persentase (%)
Kapur (CaO)	0,1034
Silika (SiO ₂)	15,072
Alumina (Al ₂ O ₃)	2,97

(Sumber : *Laboratorium Analilis Fisika dan Kimia UGM*)

2.2 Paving Block

Bata beton untuk lantai (paving block) adalah suatu komponen bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen hidolis atau sejenisnya, agregat dan air bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton tersebut. (SNI 03-0961-1996)

Bentuk paving block harus sempurna dalam arti tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan. Bentuk dan ukuran paving block bervariasi tergantung selera konsumen, namun secara umum ada 4-5 bentuk yang beredar dipasaran seperti bentuk empat persegi panjang, bentuk huruf S, bentuk huruf I, bentuk hexagonal (segi enam) dan bentuk segi tiga. Ketebalannya pun bervariasi tetapi setiap produsen harus dapat memberikan penjelasan yang jelas kepada konsumen berapa ketebalan paving block yang dibuat.

Bentuk dan mutu paving block yang beragam, menjadikan paving block banyak dipakai pada berbagai pekerjaan konstruksi antara lain sebagai perkerasan jalan baik jalan raya maupun jalan lingkungan, trotoar, carport, dan lainnya. Hal ini membuat paving block menjadi salah satu produk konstruksi yang paling banyak diminati banyak pihak sehingga paving block diproduksi dalam jumlah yang besar (massal) dan melibatkan banyak tenaga kerja. Kelebihan-kelebihan paving block lainnya pun memberikan kontribusi pada pemanfaatan secara luas oleh masyarakat. Adapun kelebihan-kelebihan paving block adalah sebagai berikut :

- 1 Biaya pemeliharaan yang ringan dan mudah untuk perbaikannya.
- 2 Paving block dapat dengan mudah dibongkar kembali tanpa menghilangkan kemampuan paving block dalam memikul beban.
- 3 Perkerasan paving block sangat tahan terhadap beban vertikal dan gaya horizontal yang disebabkan oleh pengereman, perlambatan, atau percepatan dari kendaraan, serta pada penumpukan peti kemas.
- 4 Mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap bahan bakar minyak atau oli yang tumpah.

- 5 Perkerasan paving block dapat langsung dibuka untuk lalu lintas setelah pemasangan selesai.
- 6 Paving block juga dapat diangkat bilamana diadakan penggalian pada badan jalan (seperti galian untuk pipa-pipa dan kabel listrik) untuk kemudian dipasang kembali dengan biaya murah. Hal ini sangat berguna untuk daerah-daerah perkotaan.
- 7 Bentuk yang beragam menjadikan perkerasan yang menggunakan paving block mempunyai banyak pilihan bentuk sehingga bentuk estetis perkerasan dapat diperlihatkan.
- 8 Dapat diproduksi baik secara mekanis, semi mekanis, maupun dicetak tangan.
- 9 Tidak mudah rusak oleh perubahan cuaca (tahan terhadap cuaca)
- 10 Daya serap air tinggi, sehingga dapat mengurangi genangan air di halaman.

Paving block tersusun dari semen, agregat, dan air. Pada umumnya agregat yang dipakai agregat halus (pasir) apa adanya tanpa pengolahan.

Kadang pemakaian bahan tambah dengan maksud untuk menggantikan bahan susun yang lebih mahal harganya. Semua bahan susun diaduk dan dicampur dengan air pada suatu tempat atau wadah. Setelah pengadukan merata diseluruh campuran, dilakukan pembuaan paving block dengan cara memadatkan campuran dalam cetakan paving block yang terbuat dari baja. Dikenal dua cara pemadatan campuran paving block yaitu pemadatan mekanis yang menggunakan peralatan hidrolis dan pemadatan manual atau pemadatan dengan cara memukul keras-keras campuran pada cetakan dengan plat baja

2.3 Bahan Paving Block

Bahan Paving Block adalah bagian utama dalam pembuatan paving dan bahan utamanya biasa disebut dengan bahan mentah paving block. Bahan mentah paving block adalah semen dan pasir.

2.3.1 Semen (Portland Cement)

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150,1985, semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen Portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013-81 atau Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standart tersebut. (Tri Mulyono, 2003).

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sector konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang telah mengeras akan menjadi beton keras (concrete)

Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Pemilihan tipe ini kelihatannya mudah dilakukan karena semen dapat langsung diambil dari sumbernya (pabrik). Hal itu hanya benar jika standart deviasi yang ditemui kecil, sehingga semen yang berasal dari beberapa sumber langsung dapat digunakan. Akan tetapi, jika standart deviasi hasil uji kekuatan semen besar hal tersebut akan menjadi masalah. Saat ini banyak tipe semen yang ada dipasaran sehingga kemungkinan variasi kekuatan semennya besar.

Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting

2.3.2 Agregat halus (pasir)

Merupakan pecahan dari batu yang halus dan berukuran kecil. Selain itu digunakan sebagai bahan pembuat paving block, pasir biasanya digunakan pada beton sebagai pengisi. Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (beton). Agregat ini menempati 70% volume mortar. Walaupun namanya sebagai pengisi agregat, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian yang terpenting dalam pembuatan beton.(Kardiyono Tjokrodinuljo).

Untuk mendapatkan mutu beton yang baik agregat yang akan digunakan harus memenuhi persyaratan yaitu:

1. Agregat harus bersih dan tidak mengandung zat yang berbahaya terhadap beton, seperti :
 - Partikel lebih kecil dari 200 mesh
 - Zat organik
 - Garam-garam klorida
 - Sulfat
2. Agregat harus keras
3. Agregat harus kekal (tidak mudah berubah bentuk)
4. Agregat tidak boleh bersifat reaktif terhadap alkali dengan atau tanpa

2.3.3 Air

Air merupakan bahan dasar penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan untuk pelumas antara agregat agar dapat dengan mudah beton dikerjakan dan dipadatkan.

Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi pula untuk campuran beton (tetapi tidak berarti air pencampur beton harus memenuhi standart persyaratan air minum)

2.4 Syarat Mutu

Adapun syarat mutu paving block yang ditetapkan oleh SNI 03-0961-1996 adalah sebagai berikut :

a. Sifat tampak

Bata beton untuk lantai harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan oleh tangan.

b. Bentuk dan Ukuran

Bentuk dan ukuran bata beton untuk lantai dapat tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Setiap produsen harus memberikan penjelasan tertulis dalam pamphlet mengenai bentuk, ukuran, dan konstruksi pemasangan bata beton untuk lantai. Penyimpangan tebal bata beton untuk lantai diperkenankan 0.3mm.

c. Sifat Fisik

Bata beton untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisik, ada 4(empat) kelas mutu paving block sebagaimana terlihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Standart Kuat Tekan Paving Block

Mutu Paving Block	Kuat Tekan (Kg/cm ²)		Keterangan
	Rata-rata	Minimal	
A	400	350	Untuk jalan
B	200	170	Untuk pelataran parkir
C	150	125	Untuk pejalan kaki
D	100	85	Untuk taman dan pengguna lain

2.5 Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit, dengan kata lain kepampatannya tinggi, karena volume porinya sedikit dan ini berarti hanya membutuhkan bahan ikat sedikit saja, bila volume pori sedikit berarti bahan ikat sedikit pula.

Menurut peraturan di Inggris (*British Standart*) yang juga dipakai di Indonesia saat ini, agregat dikelompokkan dalam empat zone (daerah) seperti pada tabel 2.3. yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar.

Tabel 2.3. Gradasi Pasir menurut *British Standart*

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber :Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995)

Keterangan : Daerah I = Pasir Kasar
 Daerah II = Pasir agak kasar
 Daerah III = Pasir halus
 Daerah IV = Pasir agak halus

semen sebesar 5% yaitu sebesar 15.62% dan penurunan terbesar pada penggantian semen 20% sebesar 46.25% dan penurunan kapasitas momen terbesar pada penggantian semen 20% sebesar 13.89% dari beton normal.

c **“Tinjauan Karakteristik Campuran Beton Aspal Yang Menggunakan Filler Limbah Gergajian Batu Andesit”** (A.Fajar Petra H dan Nur Budi Setiawan 2002).

Penelitian tentang penggunaan limbah gergajian batu andesit yang digunakan sebagai filler pada penelitian ini merupakan sisa penggergajian batu andesit. Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa limbah gergajian batu andesit ini dapat digunakan sebagai filler dalam campuran beton aspal. Hal tersebut didasari oleh karakteristik campuran beton aspal yang menggunakan filler limbah gergajian batu andesit yang memenuhi spesifikasi oleh direktorat jendral bina marga.

d Penelitian yang pernah dilakukan oleh Andry Yuliantoro dan Yudi menyimpulkan bahwa campuran abu ampas tebu pengganti semen pada 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 14,02 %, 6,46 % dan 2.65 % disbanding kuat desak paving block tanpa abu ampas tebu dan pada pengganti semen sebanyak 20 % mengalami peningkatan kuat desak sebesar 3.26 % yaitu dari 355,524 kg/cm² menjadi 367,130 kg/cm². hal ini dikarenakan abu ampas tebu pengganti semen sebanyak 20 % yang telah menjadi perekat setelah bereaksi dari kapur bebas sisa dari sisa hidrasi semen dapat mengikat agregat serta mengisi rongga-rongga diantara butiran-butiran agregat sehingga menghasilkan paving block yang massif dan padat (Andry dan Yudi, 2001)

e 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 2.4 berikut ini

Tabel 2.4 Hasil Pengujian Kuat Desak Paving Block dengan beberapa perbandingan

No	Bentuk Paving Block	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

(Sumber : Ibnu dan Soegi, 2000)

f Penelitian pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving Block pada penambahan variasi 10 %, 20 %, 30 %, dan 40 % menunjukkan terjadinya penurunan kuat tekan. Dengan hasil kuat tekan 180,113 Kg/cm² pada variasi 10% dan 175,137 Kg/cm pada variasi 20% nilai kuat tekannya termasuk Mutu paving B, pada variasi 30% kuat tekannya 110,432 Kg/cm² termasuk mutu paving kelas D dan pada variasi 40% kuat tekan 65,724 Kg/cm² tidak memenuhi kuat tekan yang ditetapkan. Sebaliknya daya serap air dengan penambahan lumpur 10%, 20%, 30% dan 40% menunjukkan terjadinya peningkatan dengan penambahan lumpur.

(Joko Isnadi, 2007)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan yang diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, agregat halus, agregat kasar serta air pada perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah. Dari segi teknologinya beton paving tidak jauh berbeda dilihat dari susunan bahan pembuatannya, selain itu cara pembuatan dan cara pengujian kuat desak maupun cara pemeliharannya 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 penyusunan, kemudahan cara pembuatan, kemudahan biaya perawatan, biaya yang relatif murah dibandingkan dengan aspal, dan 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/cm² kecuali untuk area lalu lintas berat, dimana standar kekuatannya adalah 450 kg/cm².

3.2 Pengolahan *paving block*

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

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.
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 desak pada adukan paving block menggunakan mesin desak dengan kekuatan desak.
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 pada *paving block*.

Dalam pelaksanaannya ada beberapa cara dalam perawatan *paving block*, yaitu :

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

3.3 Kuat Desak *paving block*

Kuat desak *paving block* adalah beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji *paving block* hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Pada dasarnya *paving block* yang baik adalah *paving block* yang memiliki kuat desak tinggi, daya serap air rendah, berat susut kecil, tahan aus, tahan terhadap cuaca dan juga tahan terhadap zat kimia yang akan merusak mutu *paving block*. Apabila kuat tekan tinggi maka sifat dan karakteristik lainnya cenderung baik.

Kuat desak *paving block* dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sigma'b = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

dengan,

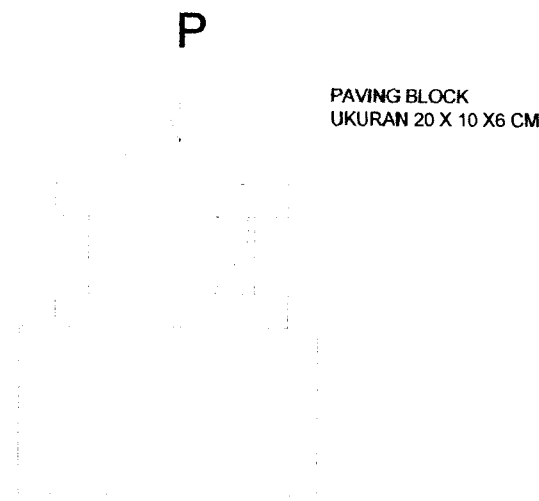
$\sigma'b$	=	tegangan tekan beton
P	=	beban ultimate
A	=	luas permukaan

Sedangkan kuat tekan rata-rata dihitung dengan rumus :

$$\sigma'bm = \frac{\sum \sigma'b}{n} \dots\dots\dots(2)$$

dengan,

$\sigma'bm$	=	kuat tekan rata-rata
$\sum \sigma'b$	=	kuat desak
n	=	jumlah benda uji



Gambar 3.1 Pengujian Kuat Desak Paving Block

Kuat tekan paving block dipengaruhi beberapa faktor antara lain sebagai berikut :

a Faktor air semen

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen didalam campuran beton. faktor air semen sangat mempengaruhi kekuatan beton, kenaikan faktor air semen mempunyai pengaruh yang sebaliknya terhadap sifat-sifat beton seperti *permeability*, ketahanan, terhadap gaya, pengaruh cuaca, ketahanan terhadap abrasi, kekutan tarik dan kuat tekan.

Pada dasarnya semen membutuhkan air sekitar 30% dari berat semen untuk bereaksi secara sempurna. Akan tetapi apabila berat air kurang dari 40% dari berat semen reaksi kimia tersebut tidak dapat selesai dengan sempurna, lagi pula adukan beton sulit dipadatkan. Kurang sempurnanya reaksi maupun kurang padatnya adukan beton mengakibatkan beton yang terjadi lemah dan berongga sehingga berakibat kekuatan beton berkurang (Ir. Kardiyono Tjokrodimuljo, M.E. 1992).

b Umur beton

Kuat tekan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton itu. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor antara

lain: faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi faktor air semen semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya, dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatan betonnya.

c Jenis semen

Menurut SII 0031-08 semen portland dibagi menjadi lima jenis sebagai berikut :

Jenis semen I : Semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus.

Jenis semen II : Semen untuk beton sulfat dan mempunyai panas hidrasi sedang.

Jenis semen III : Semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras)

Jenis semen IV : Semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah.

Jenis semen V : Semen untuk beton sangat tahan terhadap sulfat.

d Jumlah semen

Pada jumlah kandungan agregat yang normal, pengaruh jumlah volume agregat per kubik beton sebenarnya hanya kecil saja. Jika faktor air semen sama beton dengan kandungan semen lebih sedikit mempunyai kekuatan lebih tinggi. Hal ini karena jumlah semen sedikit berarti berarti jumlah air sedikit, pastinya juga sedikit, yang berarti kandungan pori lebih sedikit daripada beton dengan kandungan semen banyak. Perlu dicatat bahwa jika faktor air semen sama dan kandungan semen lebih sedikit akan terjadi adukan yang lebih kental sehingga pematatannya lebih sulit.

e Sifat agregat

Pengaruh kekuatan agregat terhadap kekuatan beton sebenarnya tidak begitu besar karena umumnya kekuatan agregat lebih tinggi daripada pastanya. Meskipun demikian bila dikehendaki kekuatan beton yang lebih tinggi, diperlukan juga agar agregat yang kuat agar kekuatannya tidak lebih rendah dari pastanya.

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton ialah kekasaran dan ukuran maksimumnya. Permukaan yang halus pada kerikil dan kasar pada batu

pecah berpengaruh pada lekatan dan besar tegangan saat retak-retak beton mulai terbentuk. Oleh karena itu kekasaraaaan permukaan ini berpengaruh terhadap bentuk kurva tegangan-tegangan tekan beton dan kekuatan betonnya.

Semakin besar ukuran maksimum agregat yang dipakai akan berakibat semakin tinggi kekuatan betonnya. Hal ini karena pada pemakaian butir agregat besar menyebabkan luas permukaan lebih sempit dan ini berakibat lekatan antara pasta semen dan agregatnya kurang kurang kuat. Lagi pula karena butirannya besar menghalangi susutan pasta dan ini berakibat retakan-retakan kecil pada pasta disekitar butirannya. Kedua hal ini memperlemah kekuatan beton. (Ir. Kardiyono Tjokrodimuljo,1992)

3.4 Daya Serap Air

Penyusun *paving block* terbesar adalah agregat, dimana pada umumnya agregat yang dipakai adalah agregat halus (pasir). Oleh karena itu sifat-sifat agregat dalam hal menyerap air akan sangat mempengaruhi daya serap air *paving block*.

Karena agregat menempati 75 % volume *paving block* maka porositas agregat memberikan kontribusi pada porositas *paving block* secara keseluruhan. Pada saat pencetakan, pemadatan pada campuran *paving block* yang akan dicetak kerap kurang keras tekanannya. Kurang kerasnya pemadatan ini terlebih pada pemadatan secara manual akan menimbulkan adanya rongga-rongga pada *paving block* yang juga disebut pori *paving block*. Pori-pori ini tersebar diseluruh *paving block* baik terlihat pada permukaan maupun yang berada didalam *paving block*.

Pori-pori pada agregat dan *paving block* ini memungkinkan menjadi tempat bersemayamnya air bebas. Persentase berat air yang mampu diserap oleh *paving block* jika direndam dalam air disebut dengan daya serap air *paving block*.

Untuk mengetahui kemampuan menyerap air pada *paving block* perlu dilakukan pengujian daya serap air dilaboratorium. Pelaksanaan pengujian daya serap air dimulai dengan penimbangan berat basah setelah sebelumnya dilakukan

perendaman didalam air. *Paving block* dikeringkan dalam oven pada suhu ± 105 °C selama 24 jam dan kemudian ditimbang untuk mengetahui berat kering *paving block*.

Setelah diketahui berat basah dan berat kering *paving block*, maka dilakukan penghitungan daya serap air dengan perhitungan :

$$\text{Daya serap air} = \frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\%$$

Dimana : Wb = Berat *paving block* basah

Wk = Berat *paving block* kering

Untuk standart daya serap airnya dapat dilihat pada tabel 3.1. Standart Daya Serap Air Untuk Paving Block.

Tabel 3.1 Standart Daya Serap Air Untuk Paving Block

Mutu	Serapan Air Maksimum
I	3%
II	5%
III	7%

(sumber : SII 819-83)

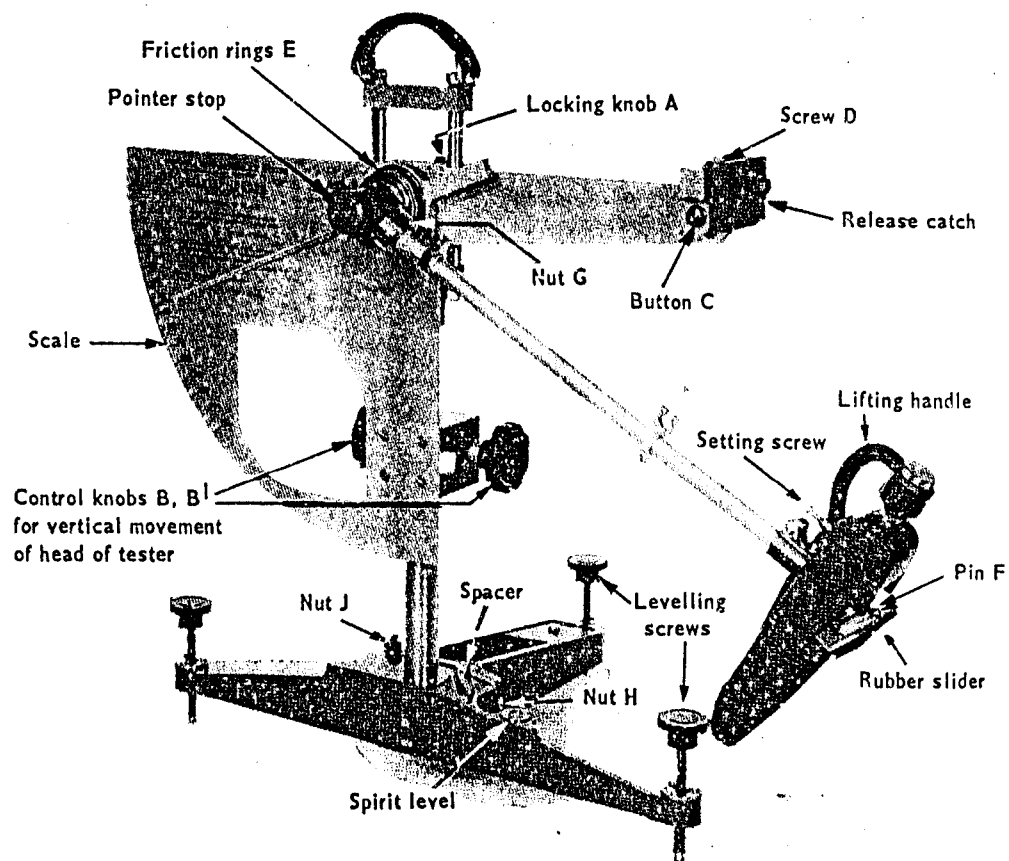
3.5 Kekesatan *paving block*

Nilai untuk kekesatan paving block ini diketahui dengan melakukan pengujian menggunakan alat uji khusus kekesatan paving block atau *Skid Resistance*. Metode pengujian ini menggunakan tester dengan ban karet sesuai dengan standart yang digunakan untuk mengetahui besarnya nilai bekas goresan ban karet pada permukaan paving block (nilai keausan paving block).

Prosedur pengujian :

1. letakkan alat uji ditempat yang kosong.
2. letakkan paving block dan periksa panjang luncuran karet luncur pada permukaan yang diuji dengan cara menurunkan secara perlahan-lahan dan hati-hati batang ayun hingga peluncur menyentuh permukaan paving block, mula-mula pada satu sisi paving blok dan kemudian pada sisi yang lain. Panjang luncuran (jarak luncur) harus antara 125 mm (± 2 mm).
Jarak luncur adalah jarak antara dua titik tempat tepi luncuran dari karet menyentuh benda uji.
3. sebelum pengujian dimulai, perhatikan posisi jarum penunjuk agar selalu berada di angka nol setiap akan digunakan untuk pengujian.
4. bersihkan permukaan paving block dari pasir / kerikil dan basahi permukaan paving block sebelum dilakukan pengujian.
5. lepaskan batang ayun dengan cara menekan tombol C dan tangkap batang ayun tersebut dalam ayunan kembalinya sebelum peluncurnya menyentuh permukaan paving block. Catat angka pembacaan yang ditunjukkan oleh penunjuk.
6. kembalikan posisi alat seperti semula dan posisikan jarum penunjuk keangka nol.
7. ulangi pengujian no 5 dan 6 sampai 3 kali ayunan atau lebih dan catat nilai keausannya untuk setiap ayunan. (usahakan angka-angka yang didapat dari setiap ayunan perbedaanya tidak lebih dari tiga angka)

8. setelah dilakukan 3 kali ayunan untuk benda uji yang sama kemudian dicari nilai rata-ratanya.



Gambar 2.1. Portable Skid Resistance Tester

Tabel 3.2 Standar minimum Skid Resistance dalam batasan BPN

(British Pendulum Number)

Mutu	BPN British Pendulum Number	Keterangan
A	65	Untuk lokasi-lokasi sulit : 1 Jalan berputar 2 Jalan pendekatan menuju traffic light.
B	55	Untuk lokasi : 1 Jalur cepat 2 Jalan kelas 1 (diwilayah perkotaan yang melayani 2000 kendaraan perhari.
C	45	Untuk lokasi lain

(Sumber : Stanley, buku panduan skid resistance)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji paving block berbentuk holand dengan ukuran $20 \times 10 \times 6 \text{ cm}^3$. variasi komposisi direncanakan sebanyak 6 variasi dengan jumlah benda uji masing-masing variasi 6 buah.



Gambar 4.1 Dimensi Paving Block

Pelaksanaan penelitian ini secara garis besar dibagi menjadi 6 tahap seperti tercantum dibawah ini :

- a. Pemeriksaan bahan susun
- b. Perencanaan variasi komposisi bahan susun
- c. Pembuatan benda uji paving block dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia.
- d. Pelaksanaan pengujian yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia.

- e. Data yang didapat dari pengujian dianalisis mengenai pengaruh variasi komposisi limbah gergajian batu andesit terhadap kuat desak, daya serap, dan kekesatan guna mengetahui komposisi optimum bahan susun.
- f. Hasil dan pembahasan yang telah ada, kemudian disimpulkan tentang bagaimana pengaruh limbah gergajian batu andesit terhadap kuat desak, daya serap air, dan kekesatan paving block.

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dan laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

4.3 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dimulai bulan Juni sampai bulan November 2007,

4.4 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Limbah gergajian batu andesit yang digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam pembuatan paving block
2. Bahan pengikat berupa semen Portland tipe 1 dengan merk Tiga Roda.
3. Bahan susun berupa pasir yang bersumber dari gunung merapi dan air dari berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia

4.5 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Alat pencampur dan mesin penggetar (mesin ayak)
2. Cetakan paving block ukuran $20 \times 10 \times 6 \text{ cm}^3$

3. Saringan/ ayak
4. Timbangan
5. Cetok
6. Penumbuk plat baja
7. Oven
8. Gelas ukur
9. Alat uji kuat tekan
10. Alat uji kekesatan

4.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu :

a Tahap perumusan masalah

Tahap ini meliputi perumusan terhadap topik penelitian, termasuk perumusan tujuan, serta pembatasan masalah

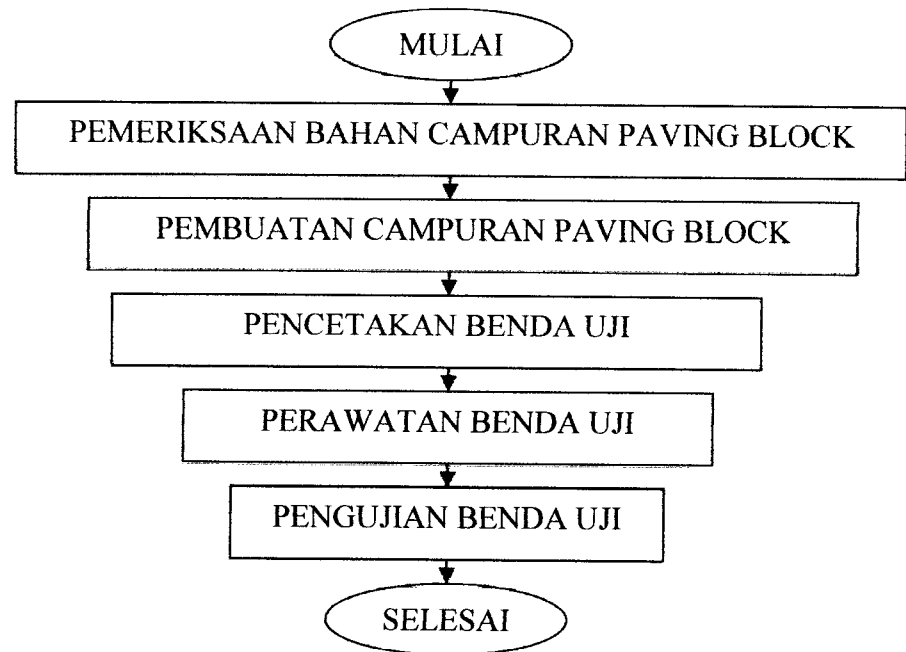
b Tahap perumusan teori

Tahap ini dilakukan pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

c Tahap pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian disesuaikan dengan jenis penelitian dari hasil yang akan didapat. Pada penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Sipil yang meliputi :

- 1 Pemeriksaan bahan campuran beton
- 2 Pembuatan campuran beton
- 3 Pencetakan benda uji
- 4 Perawatan benda uji
- 5 Pengujian benda uji



Gambar 4.2 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian di Laboratorium

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian Bahan Susun

Setelah melakukan pemeriksaan bahan susun di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia maka didapat hasil sebagai berikut :

Berat jenis pasir : 2,5

Modulus Halus Batir : 2,43

5.2 Kebutuhan Bahan

Campuran dibuat dengan perbandingan volume 1 pc : 6 ps .

Kebutuhan bahan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Volume paving block} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \times \text{jumlah benda uji} \\ &= 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 6 \text{ cm} \times 6 \\ &= 7200 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan semen untuk 6 benda uji} = \frac{1}{7} \times B_j \text{ semen} \times \text{vol paving block}$$

$$\begin{aligned} \text{Paving block} &= \frac{1}{7} \times 7200 \text{ cm}^3 \times 3.15 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 3200 \text{ gr} \\ &= 3.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan pasir untuk 6 benda uji} = \frac{6}{7} \times B_j \text{ pasir} \times \text{vol paving block}$$

$$\begin{aligned} \text{Paving block} &= \frac{6}{7} \times 2.5 \text{ gr/cm}^3 \times 7200 \text{ cm}^3 \\ &= 15429 \text{ gr} \\ &= 15.429 \text{ kg} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lainnya dapat dilihat pada tabel 5.1 Komposisi campuran benda uji.

Tabel 5.1 Komposisi campuran benda uji

Bahan Variasi	Pc (kg)	Andesit (Kg)	Ps (kg)	Jumlah benda uji
0 %	3.2	0	15.429	6
5 %	3.078	0.162	15.429	6
10 %	2.916	0.324	15.429	6
15 %	2.754	0.486	15.429	6
20 %	2.592	0.648	15.429	6
25 %	2.43	0.81	15.429	6
30 %	2.268	0.972	15.429	6
Berat Total	19.278	3.402	108.003	42

Keterangan : Pc = semen

Ps = pasir

5.3 Pengujian Kekesatan *Paving Block* Menggunakan *Skid Resistance*

Pengujian keausan di lakukan di Laboratorium Teknik Transportasi Universitas Gadjah Mada. Hasil pengujian kekesatan dapat dilihat pada tabel 5.2 dan gambar 5.1

Tabel 5.2 Keausan *Paving Block*

No	Variasi Limbah Andesit (%)	Rata-rata nilai kekesatan	Mutu	Keterangan
1	0	70	A	Mutu kelas A untuk lokasi-lokasi sulit : 1 Jalan berputar 2 Jalan pendekatan menuju traffic light.
2	5	70,33	A	
3	10	71	A	
4	15	73,67	A	
5	20	84	A	
6	25	73,67	A	
7	30	85	A	

alat *skid resistance* menyentuh permukaan *paving block* banyak material yang lepas karena gesekan dari ban karet tersebut yang mengakibatkan nilai kekesatannya turun dari variasi-variasi yang digunakan dalam pengujian ini.

Dari hasil pengujian kekesatan, meskipun *paving block* tersebut mengalami penurunan pada variasi 25% tidak berpengaruh pada mutu kekesatannya menurut British Pendulum number (BPS). Karena dari variasi diatas, nilai kekesatan yang diperoleh lebih dari 65 yaitu *paving block* dengan mutu kelas A, yang digunakan untuk lokasi-lokasi sulit seperti jalan memutar dan jalan menuju pendekatan traffic light.

5.4 Pengujian Daya Serap Air *Paving Block*

Hasil analisa daya serap air rata-rata dapat dilihat pada tabel 5.3 dan gambar 5.2 Untuk data hitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Contoh perhitungan :

Digunakan data hasil pengujian daya serap air rata-rata pada variasi kedua yaitu kadar substitusi andesit 5%.

Berat basah (W_b) = 2,455 kg

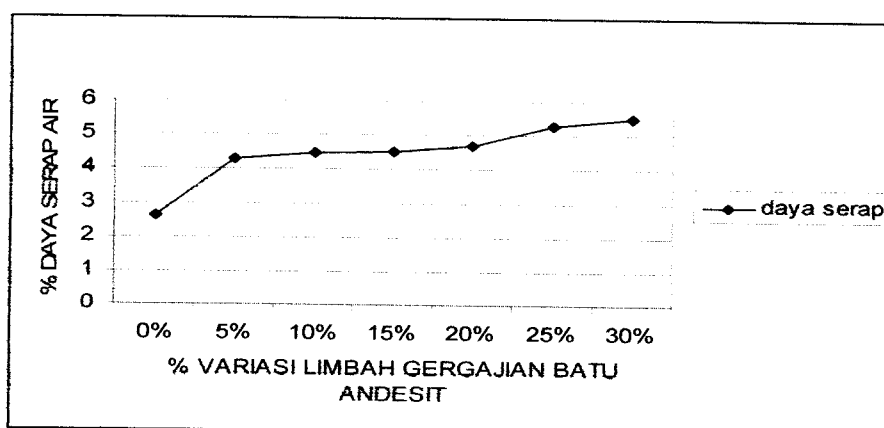
Berat kering (W_k) = 2,35 kg

$$\begin{aligned} \text{Daya serap air} &= \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\% \\ &= \frac{2,455 - 2,35}{2,35} \times 100\% \\ &= 4,277\% \end{aligned}$$

Untuk perhitungan daya serap air variasi lainnya dapat dilihat dalam tabel 5.3 dan gambar 5.2

Tabel 5.3 Daya serap air *paving block* pada umur 28 hari

No	Variasi Limbah Andesit (%)	Daya Serap Air Rata-rata (%)	Mutu Kelas <i>Paving Block</i>
1	0	2,637	I
2	5	4,277	II
3	10	4,453	II
4	15	4,490	II
5	20	4,684	II
6	25	5,285	III
7	30	5,499	III

**Gambar 5.2** Grafik Hubungan Variasi Penambahan Limabah Gergajian Batu Andesit

Terhadap Daya Serap Air *Paving Block*

Pembahasan :

Dari gambar gambar 5.2 terlihat bahwa daya serap air pada *paving block* tanpa limbah gergajian batu andesit (variasi 0%) yang digunakan sebagai pembandingan didapatkan nilai daya serapnya sebesar 2,637 % dan masuk dalam mutu *paving block*

Pembahasan :

Penggunaan limbah gergajian batu andesit sebagai pengganti sebagian semen sangat berpengaruh terhadap kuat tekan paving block. Penggunaan limbah ini karena limbah ini memiliki kesamaan sifat dengan semen. Dari gambar 5.3 hubungan variasi limbah gergajian batu andesit terhadap kuat tekan *paving block* dapat dilihat paving block dengan variasi 0% sampai variasi 15% tidak mempunyai pengaruh terhadap kuat tekannya. Sedangkan pada variasi 20% kuat tekan *paving block* turun dan terus berlanjut menurun sampai dengan variasi 30%.

Penurunan kuat tekan ini dimungkinkan terjadi karena bahan ikat semen yang hilang tidak cukup tergantikan oleh kandungan silika dalam limbah gergajian batu andesit, sehingga daya ikat dan kekuatan *paving block* cenderung menurun. Limbah gergajian batu andesit kurang mampu meningkatkan unsur yang paling berpengaruh dalam pengikatan dan penguatan *paving block*. Dari gambar 5.3 terlihat bahwa semakin besar dari 15% berat penggantian semen oleh limbah gergajian batu andesit semakin tidak cukup bahan ikat semen yang harus digantikan kandungan silika dalam limbah gergajian batu andesit tersebut, sehingga mengakibatkan semakin menurun ikatan *paving block* yang berpengaruh pada kekuatan *paving block*.

Dari hasil pengujian kuat desak, secara keseluruhan dari variasi 0% sampai 30% paving block dengan limbah gergajian batu andesit sebagai pengganti sebagian semen dapat digolongkan kedalam *paving block* kelas B yang kegunaannya untuk pelataran parkir.

5.6 Hubungan Antara Daya Serap Air dan Kuat Desak *Paving Block*

Dari pembahasan pengujian daya serap air dan kuat desak pada *paving block* bahwa semakin banyak andesit yang digunakan sebagai pengganti sebagian semen dapat menaikkan nilai daya serap airnya. Hal ini karena kemampuan daya ikat limbah gergajian batu andesit lebih rendah dibandingkan semen. Semakin tinggi daya serap airnya, semakin banyak rongga-rongga udara yang terjebak antara semen dan andesit,

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN.

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian didapat nilai kekesatan paving block dengan limbah gergajian batu andesit sebagai pengganti sebagian semen lebih besar dibandingkan dengan nilai kekesatan paving block tanpa limbah gergajian batu andesit. Semakin bertambahnya limbah andesit maka semakin bagus nilai kekesatannya. Dari hasil pengujian kekesatan paving block menggunakan alat skid resisstance ini paving block dapat digolongkan dalam mutu kelas A.
2. Semakin banyak limbah andesit yang digunakan sebagai pengganti sebagian semen menyebabkan semakin banyak pori-pori paving block, sehingga daya serap airnya semakin besar. Pada pengujian ini nilai daya serap terbesar pada variasi 30% yaitu 5,499%. Peningkatan daya serap air pada paving block menyebabkan penurunan mutu dari paving block.
3. Limbah gergajian batu andesit sebagai pengganti sebagian semen pada paving block dapat digunakan secara optimum pada kadar 15%, karena pada kadar 20% hingga 30% kuat tekannya terus mengalami penurunan. Paving block dari hasil pengujian kuat tekan dapat digolongkan dalam mutu kelas B.
4. Berdasarkan hasil penelitian, limbah gergajian batu andesit dapat digunakan sebagai pengganti semen \leq kadar 15%.

6.2 Saran

Saran yang dapat kami berikan dengan mengacu pada hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. perlunya dilakukan pengujian kekesatan paving block dengan sampel yang lebih banyak sehingga dapat dihasilkan nilai kekesatannya dari nilai rata-rata pengujian tersebut.
2. perlunya dilakukan penelitian lebih detail pada variasi limbah gergajian batu andesit lebih dari 30%
3. perlu adanya evaluasi dan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan limbah gergajian batu andesit sebagai pengganti sebagian semen pada paving block mengenai bentuk benda uji paving block sesuai standar. Dengan metode pelaksanaan pembuatan benda uji sama seperti penelitian ini.
4. dapat dilakukan penelitian tentang limbah gergajian batu andesit sebagai filler pada paving block

DAFTAR PUSTAKA

Murdock L. J., Brook K. M., Hendarko Stephanus. Ir, *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Jakarta, 1986.

Mulyono Tri. Ir, *Teknologi Beton*, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, 2003.

Tjokrodimuljo Kardiyono. Ir. ME., *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta, 1992.

BS Hananto. *Interlocking Concrete Block Sebagai Alternatife Perkerasan dan Penerapannya*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

Kusumaningrum Evy dan Marfuatun Wahyuning, *Pengaruh penambahan gergajian batu andesit terhadap kuat desak dan kuat lentur beton*, Universitas Islam Indonesia, 2002.

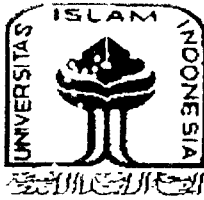
Suyitno Hadi dan Sagita Nofri, *Pengaruh penggantian sebagian semen dengan gergajian batu andesit terhadap kuat desak dan kuat lentur beton*, Universitas Islam Indonesia, 2001.

Petra Fajar dan Setiawan Nur Budi , *Tinjauan Karakteristik Campuran Beton Aspal Yang Menggunakan Filler Limbah Gergajian Batu Andesit*, Universitas Islam Indonesia, 2002.

Stanley, *Buku Panduan Skid Resistance*, London



LAMPIRAN I



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JL KALIURANG KM.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895530 Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR

PASIR

URAIAN	CONTOH
Berat pasir kering mutlak, gram (BK)	466
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram (ssd)	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1137
Berat piknometer berisi air, gram (B)	837
Berat jenis curah, gram/cm ³(1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,33
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm ³(2) $500 / (B + Bk - Bt)$	2,5
Berat jenis semu..... (3) $Bk / (B + Bk - Bt)$	2,8
Penyerapan air..... (4) $(500 - Bk) / Bk \times 100 \%$	7,4%

Keterangan :

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram

Yogyakarta,.....

Di syahkan

Dikerjakan oleh :

LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UJI

KORNYA TRI ASTUTI

2000-2001

PENGUJIAN KEAUSAN PAVING BLOCK MENGUNAKAN SKID RESISTANCE

TANGGAL	VARIASI LIMBAH ANEBSIT	JUMLAH SAMPEL	PEMBACAAN			RATA-RATA
			1	2	3	
6/11/2007	0%	1	70	70	70	70
6/11/2007	5%	1	70	70	70	70
6/11/2007	10%	1	71	71	71	71
6/11/2007	15%	1	73	73	73	73.67
6/11/2007	20%	1	84	84	84	84
6/11/2007	25%	1	74	73	71	73.67
6/11/2007	30%	1	85	85	82	85

Disyahkan

LABORATORIUM TEKNIK TRANSPORTASI
JURUSAN TEKNIK SIPIL FT.UGM
PEMERIKSAAN BAHAN

Yogyakarta,

Dikerjakan oleh :

KURNIA TRI ASTUTI
KURNIA TRI ASTUTI

LAMPIRAN 4

LAMPIRAN 5

KUAT TEKAN PAVIMENTASI

tanggal pembuatan	tanggal pengujian	%	nomor sampel	panjang (cm)	lebar (cm)	tebal (cm)	berat kg	luas (cm ²)	brt. volume (kg/cm ³)	beban (KN)	kuat tekan (Mpa)
		0	1	19,90	9,95	5,60	2,35	198,01	0,0020	599,50	302,77
			2	19,90	9,96	5,60	2,40	198,20	0,0021	522,30	263,52
			3	19,90	9,99	5,60	2,45	197,01	0,0021	524,28	266,12
			4	19,90	9,93	5,60	2,40	197,61	0,0021	551,10	278,89
			5	19,90	9,90	5,70	2,40	197,01	0,0021	423,00	214,71
			Rata-rata		9,93	5,78	2,40	197,57	0,0021	524,04	265,20

tanggal pengujian	nomor sampel	panjang (cm)	lebar (cm)	tebal (cm)	berat kg	luas (cm ²)	brt. volume (kg/cm ³)	beban (KN)	kuat tekan (Mpa)
	5	12,82	9,35	5,70	2,30	195,23	0,0021	490,50	251,25
	2	19,90	9,80	5,70	2,35	195,02	0,0021	460,60	231,05
	3	19,90	9,91	5,75	2,30	197,21	0,0020	513,90	260,59
	4	19,81	9,86	5,76	2,30	195,33	0,0020	541,40	277,18
	5	19,85	9,85	5,90	2,30	195,52	0,0020	588,40	300,05
	Rata-rata		9,85	5,75	2,31	195,65	0,0021	518,38	265,52

tanggal pembuatan	tanggal pengujian	%	nomor sampel	panjang (cm)	lebar (cm)	tebal (cm)	berat kg	luas (cm ²)	brt. volume (kg/cm ³)	beban (KN)	kuat tekan (Mpa)
		10	1	19,80	9,80	5,80	2,40	194,34	0,0021	478,30	246,80
			2	19,85	9,90	5,80	2,30	196,52	0,0020	592,92	301,72
			3	19,80	9,80	5,80	2,30	194,04	0,0020	549,90	283,40
			4	19,80	9,80	5,85	2,40	194,04	0,0021	471,50	242,99
			5	19,90	9,80	5,80	2,40	195,02	0,0021	505,70	259,31
			Rata-rata		9,82	5,81	2,35	194,73	0,0021	519,78	266,84

tanggal pembuatan	tanggal pengujian	%	nomor sampel	panjang (cm)	lebar (cm)	tebal (cm)	berat (kg)	luas (cm ²)	brt. volume (kg/cm ³)	beban (KN)	kuat tekan (Mpa)
		15	1	19,93	9,99	5,76	2,40	199,10	0,0021	451,10	225,57
			2	19,90	9,96	5,77	2,36	196,21	0,0020	485,80	242,90
			3	19,90	9,90	5,75	2,30	197,01	0,0020	596,10	302,57
			4	19,80	9,90	5,75	2,30	196,02	0,0020	598,80	302,48
			5	19,80	9,95	5,77	2,30	197,31	0,0021	522,70	261,31
			Rata-rata	19,89	9,92	5,77	2,34	197,19	0,0021	530,90	269,34

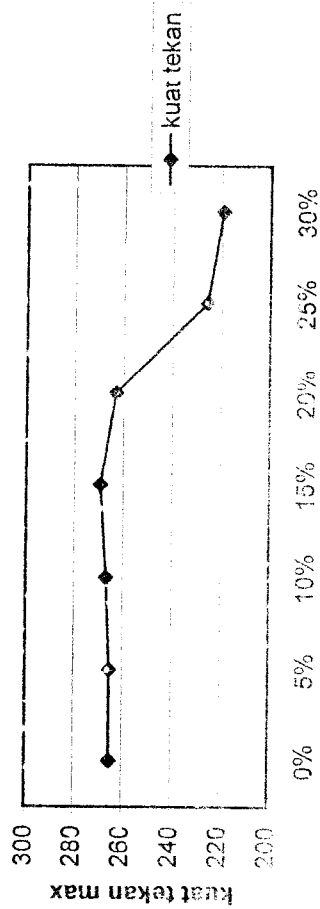
tanggal pembuatan	tanggal pengujian	%	nomor sampel	panjang (cm)	lebar (cm)	tebal (cm)	berat (kg)	luas (cm ²)	brt. volume (kg/cm ³)	beban (KN)	kuat tekan (Mpa)
		20	1	19,85	9,90	5,80	2,43	196,52	0,0021	530,60	270,90
			2	19,85	9,90	5,85	2,40	196,52	0,0021	464,50	236,37
			3	19,85	9,85	5,80	2,30	195,52	0,0020	550,10	281,35
			4	19,83	9,80	5,70	2,35	194,33	0,0021	484,80	249,47
			5	19,90	9,90	5,75	2,35	197,01	0,0021	548,10	278,21
			Rata-rata	19,86	9,87	5,79	2,37	195,98	0,0021	515,62	263,08

tanggal pembuatan	tanggal pengujian	%	nomor sampel	panjang (cm)	lebar (cm)	tebal (cm)	berat (kg)	luas (cm ²)	brt. volume (kg/cm ³)	beban (KN)	kuat tekan (Mpa)
		25	1	19,90	9,95	5,76	2,50	198,01	0,0020	440,20	222,32
			2	19,95	9,95	5,80	2,30	198,50	0,0020	417,40	210,27
			3	19,90	9,90	5,90	2,30	197,01	0,0020	461,50	234,25
			4	19,90	9,95	5,75	2,30	198,01	0,0020	464,80	234,74
			5	19,90	10,00	5,80	2,50	199,00	0,0020	451,80	227,04
			Rata-rata	19,91	9,95	5,79	2,39	198,10	0,0020	447,14	225,72

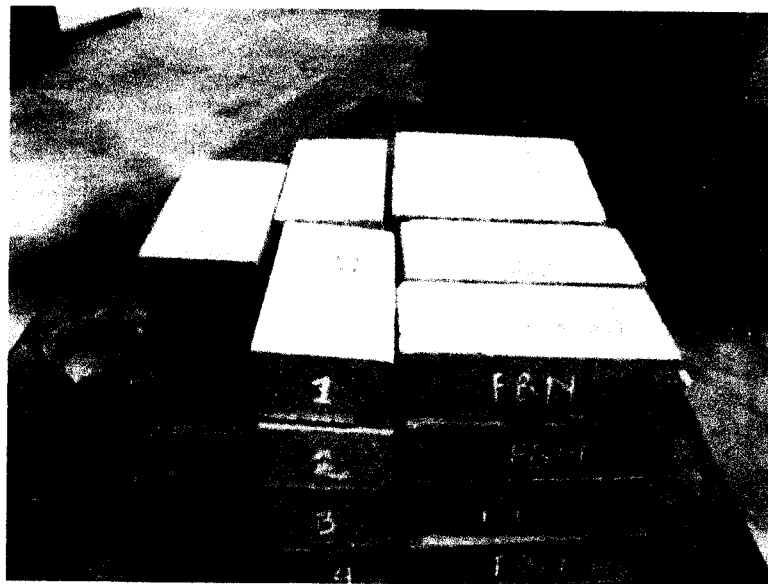
tanggal pembuatan pengujian	tanggal pengujian	%	nomor sampel	panjang (cm)	lebar (cm)	tebal (cm)	berat (kg)	luas (cm ²)	brt. volume (kg/cm ³)	neban (KN)	kuat tekan (Mpa)
		30	1	19,90	9,90	5,70	2,40	197,01	0,0021	386,80	196,21
			2	19,90	9,85	5,85	2,35	196,02	0,0020	450,80	229,98
			3	19,85	9,90	5,80	2,30	195,52	0,0020	444,50	226,19
			4	19,90	9,95	5,90	2,30	198,01	0,0020	481,30	243,07
			5	19,90	9,90	5,70	2,35	197,01	0,0021	396,90	201,46
				19,89	9,90	5,79	2,34	196,91	0,0021	452,05	219,41

VARIASI	Kuat Tekan
0%	265,2
5%	265,22
10%	265,84
15%	265,34
20%	263,08
25%	225,72
30%	219,41

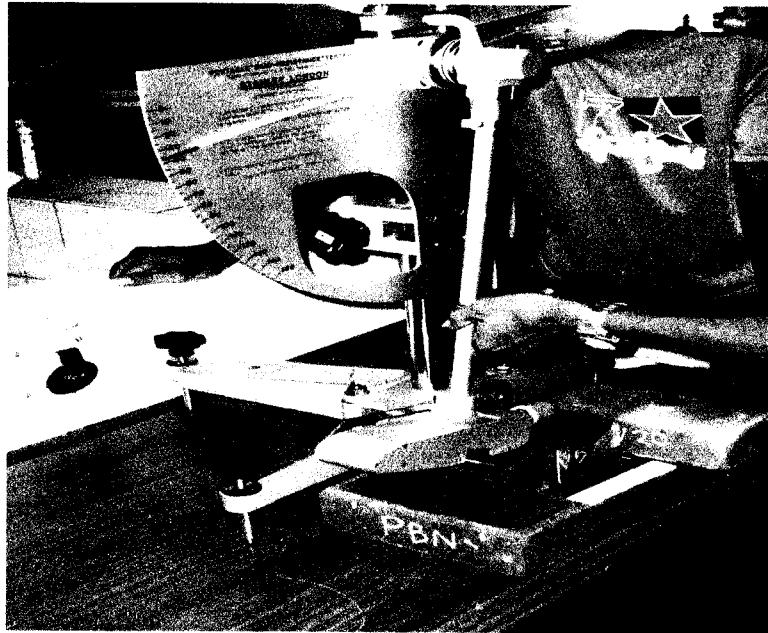
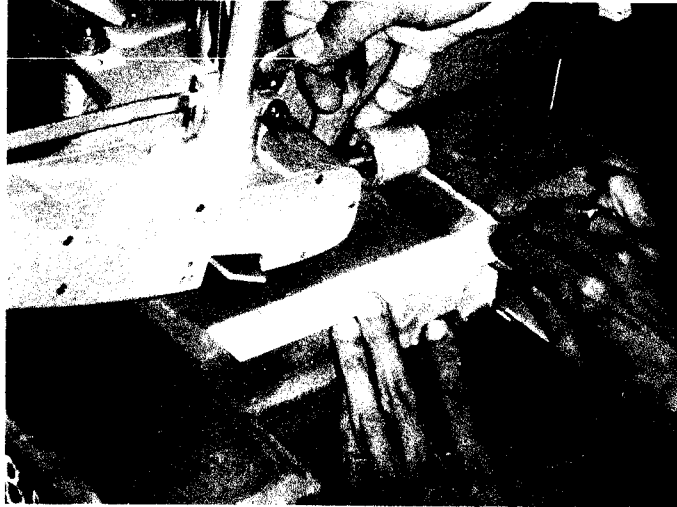
grafik hub kuat tekan



variasi limbah gergajian batu andesit



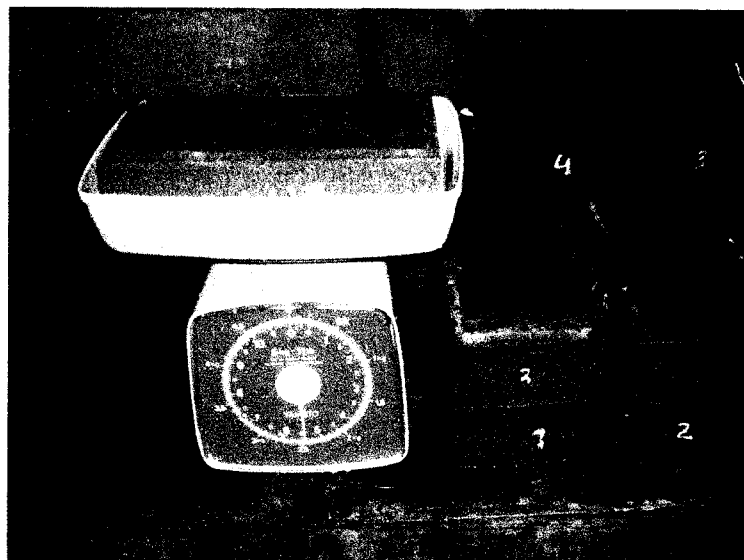
Paving Block Dengan Limbah Gergajian Batu Andesit
Sebagai Substitusi semen



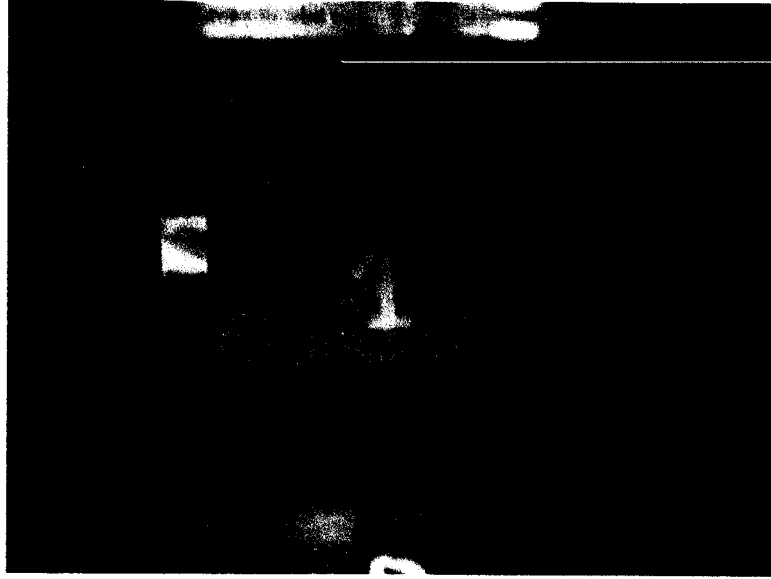
Uji Keausan Paving Block



Paving Block Pada Kondisi Setelah Perendaman



Uji Daya Serap Air



Uji Kuat Desak Paving Block



Pola Kerusakan Akibat Uji Kuat Desak

LAMPIRAN 7



UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA : KURNIA TRI ASTUTI
 NO. MHS. : 03511071
 BIDANG STUDI : TEKNIK SIPIL

PERIODE KE : 4 (Juni 2007 - Nop 2007)

No.	Kegiatan	BULAN KE:					
		JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP
1	Pendaftaran	█					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	█					
3	Pembuatan Proposal		█				
4	Seminar Proposal		█	█			
5	Konsultasi Penyusunan TA			█	█	█	
6	Sidang-Sidang					█	█
7	Pendadaran						█

Dosen Pembimbing I : HELMY AKBAR BALLE, Ir. MT.
 Dosen Pembimbing II: HELMY AKBAR BALLE, Ir. MT.

JUDUL TUGAS AKHIR

Perbandingan Karakteristik Paving Block Menggunakan Lumpur Sidoarjo Dan Abu Batu Dengan Porland Cement



Jogjakarta, 7/5/2007

an. Dekan

Ir. H. Faisol AM, MS.

Catatan:
 Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :

KP/TA diperpanjang
 sampai dengan tgl. 4 Feb. 2008

Hartono
 Kabag. Akademik



UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE : 4 (Juni 2007 - Nop 2007)

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
KURNIA TRI ASTUTI	03511071	TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

Perbandingan Karakteristik Paving Block Menggunakan Lumpur Sidoarjo Dan Abu Batu Dengan Portland Cement

Dosen Pembimbing I : HELMY AKBAR BALLE, Ir. MT.
Dosen Pembimbing II: HELMY AKBAR BALLE, Ir. MT.



Jogjakarta, 7/5/2007
an. Dekan

Ir. H. Faisol AM, MS. CP

Catatan:
Seminar :
Sidang :
Pendaftaran :

KP/TA diperpanjang
sampai dengan tgl. 4 Feb 08

Hartono

Kabag Akademi

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

O	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
	19/07	<p>Hal 2 yg berupa penyusunan, idr & ... yg terkait dgn pokok bahasan TA, masalah dalam tinjauan pustaka</p> <p>Hal 2 yg menjadi ... perhitungan atau analisis atau cara & penelitian : masalah dalam Landasan Teori</p>	<p>SP</p> <p>SP</p>
	20/07	<p>prosedur pengujian</p>	<p>SP</p>
	23/07	<p>Langkah dan atau hasil</p>	<p>SP</p>
	24/07	<p>Langkah kesimpulan</p>	<p>SP</p>
		<p>Data pengujian lab & legalitas, setiap orang</p>	<p>SP</p>
		<p>... setiap</p>	<p>SP</p> <p>SP</p>