



**PEMANFAATAN ABU SEKAM PADI  
SEBAGAI CAMPURAN BAHAN TAMBAH PAVING BLOCK**

**(PENELITIAN)**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan**

**Gelar Sarjana Teknik**

**Oleh:**

**HERMAN PANJAITAN**

**NIM : 11 811 0081**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2015**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
  2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
  3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

PEMANFAATAN ABU SEKAM PADI  
SEBAGAI CAMPURAN BAHAN TAMBAH PAVING BLOCK  
(PENELITIAN)

SKRIPSI

Oleh:

HERMAN PANJAITAN  
NIM: 11.811.0081

Disetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II

  
(Ir. H. Zainal Arifin, MSc)

  
(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

Mengetahui:

Dekan

Ka. Program Studi

  
(Ir. Hj. Haniza, MT)

  
(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

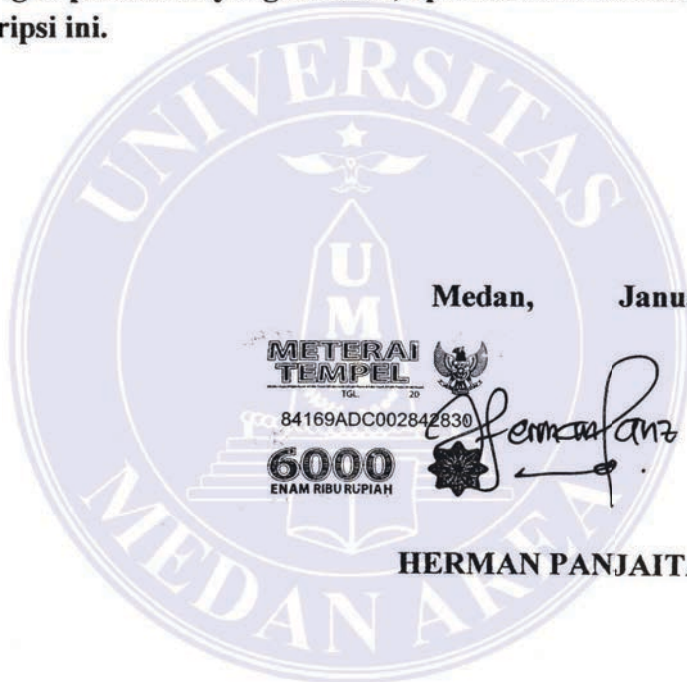
Document Accepted 20/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



HERMAN PANJAITAN

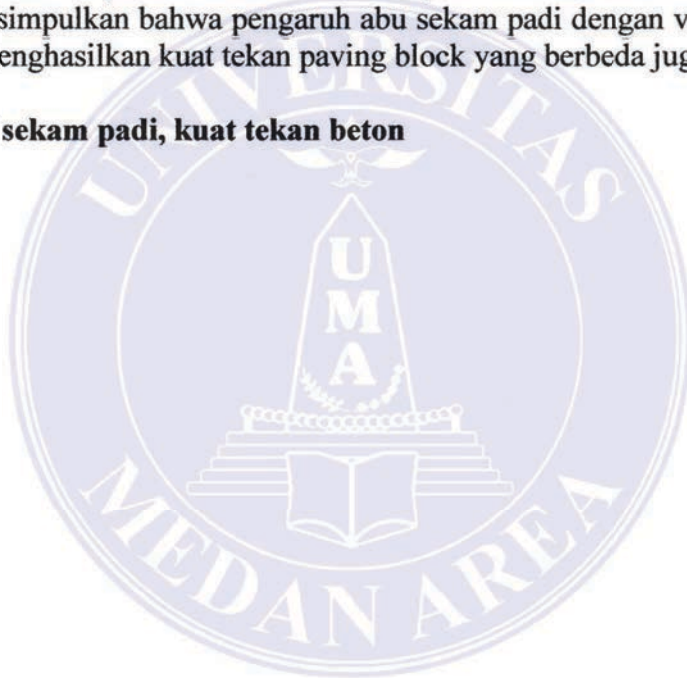
## ABSTRAK

Paving block merupakan fungsi dari campuran yang terdiri dari, agregat halus, semen, air dan bahan tambah. Dengan berbagai komposisi dan mutu paving block masing- masing bahan campuran paving block akan didapat hasil mutu paving block yang berbeda – beda.

Paving block mempunyai berbagai kelebihan diantaranya bahan pembentuknya yang mudah didapat, dapat memikul beban, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, harga yang relatif murah, dan mudah dalam perawatan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh waktu pemadatan yang berbeda – beda terhadap kuat tekan paving block tersebut. Dari penelitian didapat hasil kuat paving block rata - rata untuk penambahan abu sekam padi 0% adalah sebesar 133.71 Kg/cm<sup>2</sup>, untuk penambahan abu sekam padi 5% adalah sebesar 127.74 Kg/cm<sup>2</sup>, untuk penambahan abu sekam padi 10% adalah sebesar 122.67 Kg/cm<sup>2</sup> dan untuk penambahan abu sekam padi 15% adalah sebesar 111.43 Kg/cm<sup>2</sup>. Dapat disimpulkan bahwa pengaruh abu sekam padi dengan variasi yang berbeda – beda menghasilkan kuat tekan paving block yang berbeda juga.

**Kata kunci:** abu sekam padi, kuat tekan beton



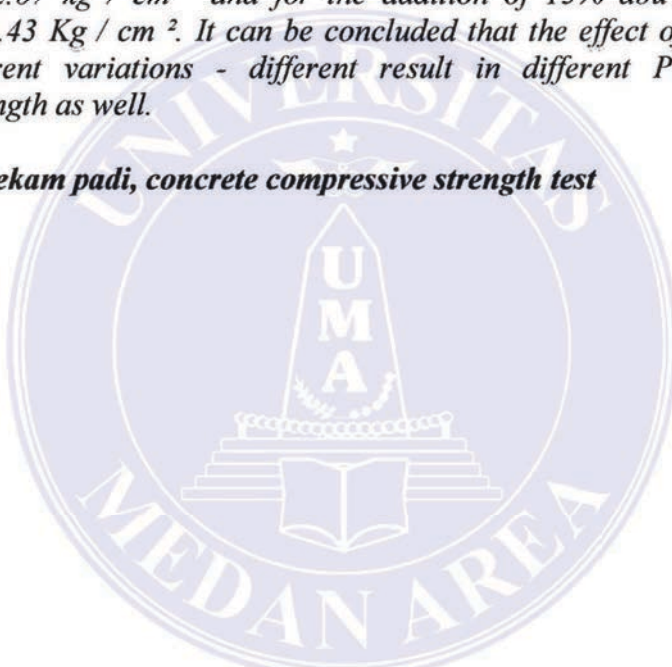
## ABSTRACT

*Paving block is a function of the mixture consisting of fine aggregate, hydraulic cement (Portland cement), water and the added material (additive). With the variety and quality of the Paving block composition of each concrete mixture will be obtained Paving block results of different quality.*

*Paving block has many advantages including its constituent materials are easily available, can carry the load, easy to shape as needed, the price is relatively cheap, and easy in maintenance.*

*This study aims to determine how the effect of compaction of different times – depending on the Paving block compressive strength. From the research results obtained average compressive strength of Paving block - average for the addition of abu sekam padi 0% is equal to 133.71 Kg / cm <sup>2</sup>, for the addition of 5% abu sekam padi amounted to 127.74 Kg / cm <sup>2</sup>, for the addition of 10% abu sekam padi amounted to 122.67 kg / cm <sup>2</sup> and for the addition of 15% abu sekam padi amounted to 111.43 Kg / cm <sup>2</sup>. It can be concluded that the effect of abu sekam padi with different variations - different result in different Paving block compressive strength as well.*

**Keywords:** *abu sekam padi, concrete compressive strength test*





## DAFTAR ISI

Halaman

<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xi
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Maksud dan Tujuan .....	3
1.3. Permasalahan .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Kerangka Berfikir .....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Defenisi Beton .....	5
2.1.1. Beton Ringan .....	8
2.1.2. Beton Normal .....	10
2.1.3. Kinerja dan Mutu Beton .....	10
2.1.4. Adukan Beton .....	12
2.1.5. Rangkak dan susut .....	12

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)20/9/23

2.2. Semen .....	13
2.3. Agregat Halus .....	14
2.4. Air .....	15
2.5. Bahan Campuran .....	16
2.6. Padi .....	16
2.7. Paving block .....	20
2.8. Pengujian Sampel Kuat Tekan .....	22
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1. Persiapan Alat dan Bahan .....	24
3.2. Pegolahan Data .....	26
3.2.1. Pengayakan Bahan .....	26
3.2.2. Pembentukan atau Pencetakan Sampel .....	32
3.2.3. Pengujian Paving Block .....	33
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1. Pengujian Bahan Uji .....	35
4.2. Kuat Tekan .....	36
4.3. Pembahasan .....	41
4.3.1. Percobaan I .....	41
4.3.2. Percobaan II .....	42
4.3.3. Percobaan III .....	43
4.3.4. Percobaan IV .....	44

<b>BAB V. PENUTUP .....</b>	<b>45</b>
5.1. Kesimpulan.....	45
5.2. Saran.....	45

**DAFTAR PUSTAKA**

**FOTO DOKUMENTASI**

**LAMPIRAN**







## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pembangunan dewasa ini semakin meningkat sehingga bahan bangunan juga semakin meningkat yang dibutuhkan. Bahan bangunan yang digunakan yang untuk lantai adalah salah satu *paving block*, biasanya digunakan untuk car-park, jalan setapak, trotoar, halaman parkir, dan jalan kompleks perumahan. Dalam masa pembangunan tentu saja bahan sangat banyak dibutuhkan jumlahnya perlu dilakukan upaya untuk menyediakan bahan bangunan yang berbahan baku yang lain sebagai alternatif. Untuk mengatasi hal tersebut bahan bangunan yang jumlahnya besar dapat memberikan suatu alternatif untuk memanfaatkan limbah.

Limbah pada umumnya adalah merupakan sisa olahan suatu pabrik atau industri. Bentuk limbah pada dasarnya cair atau padat yang jumlahnya cukup besar tergantung pada jenis industrinya. Limbah selalu diartikan sebagai sumber pencemaran yang dapat mengganggu aktivitas maupun lingkungan yang berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat di lingkungan pabrik maupun kawasan sekitarnya.

Limbah an-organik semua jenis bahan sisa atau buangan yang tidak dapat terurai dan tidak habis dalam lingkungan contoh sampah plastik limbah industri dapat menjadi limbah yang sangat berbahaya bagi lingkungan hidup (Heryando Palar, 1995).

Abu sekam padi adalah sisa pembakaran sekam padi. Sekam padi sering di katakan sebagai bahan buangan atau limbah penggilingan padi, keberadaan cenderung meningkat yang mengalami proses penghancuran secara alami dan lambat, sehingga mengganggu lingkungan juga kesehatan manusia.

Perbandingan antara gabah dan jerami biasanya adalah 1: 1,25 atau 1:1. Gabah sendiri biasanya mengandung  $\pm 35\%$  sekam dan  $65\%$  beras.. Sekam

biasanya merupakan bahan buangan yang pembuangannya sering menjadi masalah. Cara yang biasa dilakukan untuk membuang sekam adalah dengan cara membakar ditempat terbuka. Melalui pembakaran secara terkontrol sekam diubah menjadi yang dapat merupakan sumber silika dalam bentuk amorphous untuk keperluan berbagai industri. Pembakaran sekam padi memiliki unsur yang bermanfaat untuk peningkatan beton, mempunyai sifat pozzolan dan mengandung silika yang sangat menonjol, bila unsur ini dicampur dengan semen akan menghasilkan kekuatan beton yang lebih tinggi.

Dengan demikian diperlukan upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu alternatif mengatasi jumlah limbah tersebut oleh peneliti adalah dengan melakukan daur ulang limbah padat berupa abu sekam padi menjadi bahan bangunan seperti *Paving Block*.

*Paving block* merupakan produk bahan bangunan dari semen yang digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau pengerasan permukaan tanah. Berdasarkan *SNI 03-0691-1996 Paving block* adalah campuran dari semen Portland, agregat halus (pasir) dan air dengan standard mutu K 125 (125 kg/cm) dengan perbandingan semen : pasir : air = 1 : 4 : 0,6. Komposisi bahan ini sangat menentukan terhadap kualitasnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu *Paving block* adalah jenis semen yang digunakan, ada tidaknya bahan tambahan agregat yang digunakan, kelembaban dan suhu ketika pengeringan serta kecepatan pembebanan.

Dalam penelitian pembuatan *paving block* ini penulis ingin mengkomposisikan abu sekam padi sebagai pengisi substitusi pasir untuk pemanfaatan abu sekam padi tersebut.

## 1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan abu sekam padi sebagai campuran bahan tambah agregat halus dalam pembuatan *paving block*, juga diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan rujukan bagi implementasi dan aplikasi dalam pembuatan *paving block* sebagai inovasi teknologi beton untuk bahan bangunan. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi optimum abu sekam padi sebagai campuran bahan tambah *paving block*.

## 1.3. Perumusan Masalah

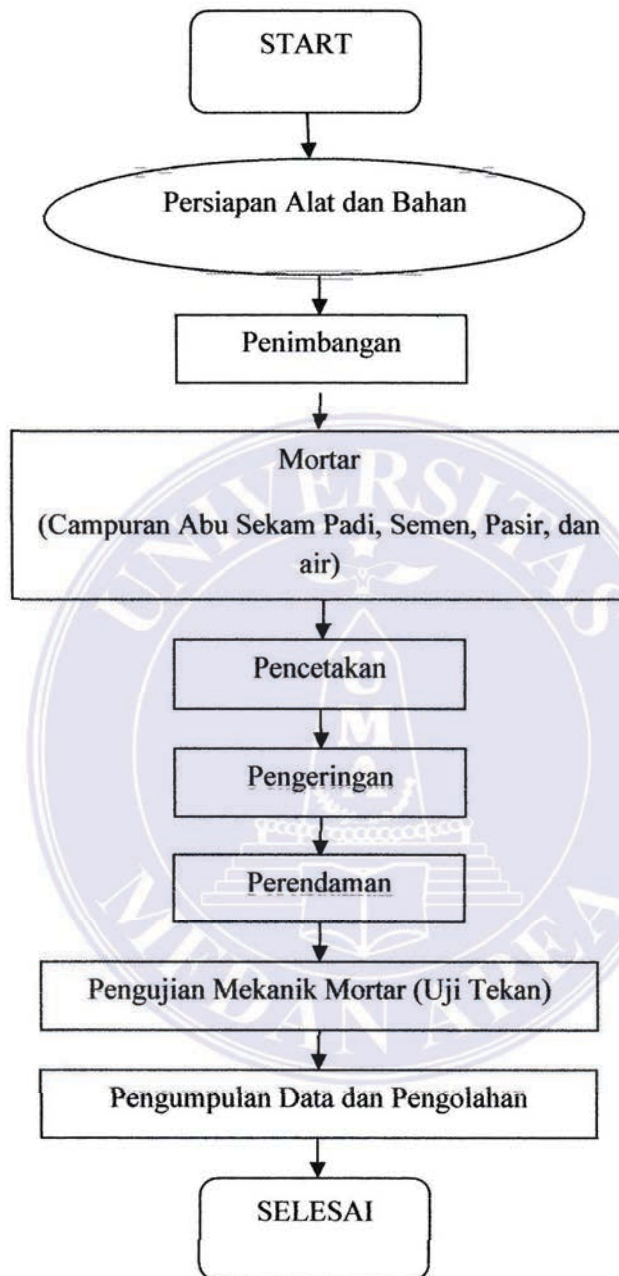
Limbah abu sekam padi akan memberikan nilai tambah jika dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan *paving block*. Yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Apakah abu sekam padi dapat dipakai sebagai campuran bahan tambah agregat halus *paving block*?
2. Bagaimana peranan abu sekam padi terhadap kuat tekan *paving block*?

## 1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah melakukan pengujian kuat tekan *paving block*.

### 1.5. Kerangka Berfikir



Gambar 1.1 Skema Penelitian



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengertian Beton

Beton sebagai salah satu bagian konstruksi yang penting, di mana pemakaian dan kegunaannya yang begitu luas dan umum. Beton banyak dipergunakan sehubungan dengan sifat-sifatnya yang baik dan dibentuk dari material-material lokal yang didapat. Beton merupakan bahan yang sangat bervariasi, kualitasnya dapat diperoleh dengan berbagai komposisi campuran dan tata cara pembuatannya. Kualitas beton juga sangat ditentukan dari tata cara perawatannya.

Beton merupakan hasil dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan semen secukupnya yang berfungsi sebagai perekat bahan susun beton, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung.

Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur dan kondisi perawatan pengerasannya.

Nilai kuat tekan beton relatif lebih tinggi dibanding dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas (runtuh seketika). Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9%-15% dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan dapat membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik.

Dengan demikian tersusun pembagian tugas, dimana batang tulangan baja untuk memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan (Dipohusodo, 1994).

Menurut Tri Mulyono (2003), Adapun parameter-parameter yang paling berpengaruh dalam kekuatan beton adalah kualitas semen yang digunakan, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat, interaksi antara pasta semen dengan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton, penempatan, penyelesaian dan pemadatan beton yang benar, perawatan beton, kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak diekspos, kualitas pelaksanaannya.

Apabila diinginkan hasil akhir yang memuaskan, maka dibutuhkan pengenalan yang mendalam mengenai sifat-sifat yang berkaitan dengan suatu bahan yakni bahan-bahan penyusun beton tersebut. Kinerja yang menjadi perhatian penting para perencana struktur ketika merencanakan struktur yang menggunakan beton ada dua, yaitu kekuatan tekan dan kemudahan pengerjaan. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti beton terdahulu menghasilkan suatu kontradiksi. Untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan tinggi, penggunaan air atau faktor air terhadap semen haruslah kecil. Tetapi hal tersebut akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan. Dengan semakin majunya teknologi, hal ini tidak lagi menjadi masalah karena telah ditemukan bahan tambah untuk beton ( Mulyono, 2003: 1-2 ).

Sifat beton yang meliputi : mudah diaduk, disalurkan, dicor, dipadatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan pada adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi.(Daryanto, 1994).

Material beton mempunyai beberapa keunggulan teknis jika dibanding dengan meterial konstruksi lainnya. Bahan baku pembuatan beton, seperti semen, pasir dan koral atau batu pecah, sangat mudah diperoleh.

Keunggulan lain yang dimiliki beton dibandingkan dengan material lainnya adalah mempunyai kuat tekan dan stabilitas volume yang baik dan biaya perawatannya relatif lebih murah. Selain itu, material beton lebih tahan terhadap pengaruh lingkungan, tidak mudah terbakar, dan lebih tahan terhadap suhu tinggi, sehingga banyak digunakan sebagai pelindung struktur baja terhadap pengaruh kebakaran pada bangunan gedung. (Syarif Hidayat, 2009).

Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% saja dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Dengan demikian tersusun pembagian tugas, dimana batang tulangan baja bertugas memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan. komponen struktur beton bertulangan baja atau lazim disebut beton bertulang saja. (Istimawan Dipohusodo, 1996).

Sifat dan karakter mekanik beton secara umum : Beton sangat baik menahan gaya tekan (*high compressive strength*), tetapi tidak begitu pada gaya tarik (*low tensile strength*). Bahkan kekuatan gaya tarik beton hanya sekitar 10% dari kekuatan gaya tekannya, beton tidak mampu menahan gaya tegangan (*tension*) yang tinggi, karena elastisitasnya yang rendah, konduktivitas termal beton relatif rendah.

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus umpamanya diekspose agregatnya (agregat yang mempunyai bentuk yang berstruktur seni tinggi diletakkan di bagian luar, sehingga nampak jelas pada permukaan betonnya).

Faktor – faktor yang membuat beton banyak digunakan karena memiliki keunggulan – keunggulannya antara lain: kemudahan pengolahannya, material yang mudah didapat, kekuatan tekan tinggi, daya tahan yang tinggi terhadap api dan cuaca merupakan bukti dari kelebihanannya.

Selain memiliki keunggulan – keunggulan seperti disebutkan di atas, beton juga memiliki kekurangan seperti berikut : bentuk yang sudah dibuat sulit diubah, pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi, berat (bobotnya besar), daya pantul suara yang besar. Sebagian besar bahan pembuat beton adalah bahan lokal (kecuali semen atau bahan tambah kimia), sehingga sangat menguntungkan secara ekonomi. Namun pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencanaan tidak memahami karakteristik bahan – bahan penyusun beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat.(Tri Mulyono, 2005)

Pengaruh temperatur terhadap beton: semakin tinggi suhu, semakin cepat terjadinya reaksi hidrasi, suhu ideal adalah suhu ruang, bila beton membeku selama 24 jam pertama, maka beton tersebut tidak akan pernah mencapai kembali sifat awalnya, suhu perawatan diatas 50 derajat C dapat merusak beton karena semen mengeras terlalu cepat, perawatan yang dipercepat dapat menghasilkan beton yang lebih kuat namun memiliki durabilitas yang rendah.

Beton dapat diklasifikasikan berdasarkan berat jenisnya dan menurut kelasnya. Berdasarkan berat jenisnya beton dibedakan menjadi beton ringan, beton sedang, dan beton berat. Dan berdasarkan kelasnya beton terdiri dari beton kelas I, beton kelas II, dan beton kelas III. Mutu beton kelas III dinyatakan dengan huruf K(sesuai PBI '71) dan  $f_c'$ (sesuai SNI '91), dengan angka di belakangnya menyatakan kekuatan karakteristik.

Ditinjau dari pemakaiannya secara umum beton dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu: Beton konstruksi massa, beton konstruksi bentuk, dan beton konstruksi jalan. Sedangkan berdasarkan teknik pembuatannya, beton dibedakan menjadi: beton biasa yang terdiri dari 2 jenis yaitu beton siap pakai dan beton yang dibuat di lapangan, beton pracetak dan beton pra tegang.



### 2.1.1 Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara, antara lain dengan: menggunakan agregat ringan (*fly ash*, batu apung, *expanded polystyrene* – EPS, dll), campuran antara semen; silika; pozollan; dll (dikenal dengan nama *aerated concrete*) atau semen dengan cairan kimia penghasil gelembung udara (dikenal dengan nama *foamed concrete* atau *cellular concrete*).

Tidak seperti beton biasa, berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya berat beton ringan berkisar antara 600 – 1600 gr. Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

Keuntungan lain dari beton ringan antara lain: memiliki nilai tahanan panas (*thermal insulation*) yang baik, memiliki tahanan suara (peredaman) yang baik, tahan api (*fire resistant*), transportasi mudah dan dapat mengurangi kebutuhan bekisting (*formwork*) dan perancah (*scaffolding*)

Kelemahan beton ringan adalah nilai kuat tekannya (*compressive strength*) terbatas, sehingga sangat tidak dianjurkan penggunaan untuk perkuatan (struktural).

Secara garis besar bila diringkas pembagian penggunaan beton ringan dapat dibagi tiga yaitu untuk nonstruktural dengan berat jenis antara 240 (kg/) sampai 800 (kg/) dan kuat tekan antara 0,35 MPa sampai 7 MPa yang umumnya digunakan seperti untuk dinding pemisah atau dinding isolasi, untuk struktur ringan dengan berat jenis antara 800 (kg/) sampai 1400 (kg/) dan kuat tekan antara 7 MPa sampai 17 MPa yang umumnya digunakan seperti untuk dinding yang juga memikul beban, untuk struktur dengan berat jenis antara 1400 (kg/) sampai 1800 (kg/) dan kuat tekan lebih dari 17 MPa yang dapat digunakan sebagaimana beton normal.

Tabel 2.1 Pembagian Beton Menurut Penggunaan dan Persyaratan

No	Jenis Beton Ringan	Berat Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)
1	Beton dengan Berat Jenis Rendah	240 – 800	0.35 – 6.9
2	Beton dengan Kekuatan Menengah	800 – 1440	6.9 – 17.3
3	Beton Ringan Struktur	1440 – 1900	> 17.3
4	Beton Ringan untuk Pasangan Batu	500 – 800	7 – 14
5	Beton Ringan Penahan Panas	< 800	0.7 – 7

**Sumber :** www.google.com

### 2.1.2 Beton Normal

Menurut pedoman beton 1989, Draft Konsesus (SKBI.1.4.53, 1989: 4-5) beton normal didefinisikan sebagai campuran semen atau sembarang semen hidrolis yang lain, agregat halus dan kasar, dan air atau tanpa bahan tambahan.

Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dengan semen, selanjutnya jika ditambah dengan agregat halus dan agregat kasar akan menjadi beton. (Tri Mulyono, 2005).

### 2.1.3 Kinerja dan Mutu Beton

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan tenaga kerja. Selain dua kinerja utama yang telah disebutkan di atas, yaitu kekuatan tekan yang tinggi dan kemudahan pengerjaannya, kelangsungan proses pengadaan beton pada produksinya juga menjadi salah satu hal yang dipertimbangkan.

Sifat – sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kelas dan mutu beton yang dibuat. Sehingga dalam penggunaannya dapat disesuaikan dengan bangunan ataupun konstruksi yang akan dibangun

untuk mendapatkan hasil yang memuaskan dan sesuai dengan yang dibutuhkan.(Mulyono, 2005).

Menurut PBI' 71 beton dibagi dalam kelas dan mutu sebagai berikut :

Tabel 2.2 kelas dan mutu beton

Kelas Beton	Mutu Beton	Kekuatan tekan minimum [Mpa]	Tujuan Pemakaian beton
I	Bo	50-80	Non-Struktural
II	B1	100	Rumah Tinggal
	K125	125	Perumahan
	K175	175	Perumahan
	K225	225	Perumahan dan Bendungan
III	K>225	>225	Jembatan, Bangunan tinggi, Terowongan kereta api.

Sumber: Wang Salmo, 1993

Untuk kepentingan pengendalian mutu disamping pertimbangan ekonomis, beton dengan mutu *Bo* (beton dengan 50-80 MPa), perbandingan jumlah agregat (pasir, kerikil atau batu pecah) terhadap jumlah semen tidak boleh melampaui 8:1. Untuk beton dengan mutu *B1* (beton dengan 100 MPa), dan *K125* (beton dengan minimum 125 MPa), dapat memakai perbandingan campuran unsur bahan beton dalam takaran volume 1 pc : 2 Ps : 3 kr atau 3/2 ps : 5/2 kr (*pc* = semen portland, *ps* = pasir, *kr* = kerikil). Apabila hendak menentukan perbandingan antar-fraksi bahan beton mutu *K175* dan mutu lainnya yang lebih tinggi harus dilakukan percobaan campuran rencanan guna

dapat menjamin tercapainya kekuatan karakteristik yang diinginkan dengan menggunakan bahan-bahan susunan yang ditentukan.

#### 2.1.4 Adukan Beton

Beton yang berasal dari pengadukan bahan – bahan susunan agregat kasar dan agregat halus kemudian diikat dengan semen yang bereaksi dengan air sebagai bahan perekat, harus dicampur dan diaduk dengan benar dan merata agar dapat dicapai mutu beton yang baik. Pada umumnya pengadukan beton dilakukan dengan menggunakan mesin, kecuali jika hanya ingin mendapatkan beton mutu rendah pengadukan dapat dilakukan tanpa menggunakan mesin pengaduk. Kekentalan adukan beton harus diawasi dan dikendalikan dengan cara memeriksa *slump* pada setiap adukan beton baru.

Nilai *slump* (kekentalan adukan) digunakan sebagai penunjuk ketepatan jumlah pemakaian air dalam hubungannya dengan faktor air-semen yang ingin dicapai. Waktu pengadukan yang lamanya tergantung pada kapasitas isi mesin pengaduk, jumlah adukan, jenis serta susunan butir bahan susun, dan *slump* beton pada umumnya tidak kurang dari 1,50 menit semenjak dimulainya pengadukan, dan hasil umumnya menunjukkan susunan dan warna yang merata.

Sesuai dengan tingkat mutu beton yang hendak dicapai, perbandingan campuran bahan harus ditentukan agar beton yang dihasilkan memberikan : Keenceran dan konsistensi yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, perataan, pemadatan) dengan mudah ke dalam adukan tanpa menimbulkan kemungkinan terjadinya segregasi atau pemisahan agregat dan *bleeding* air, ketahanan terhadap kondisi lingkungan khusus (kedap air, korosif, dan lain – lain serta memenuhi uji - kuat yang hendak dipakai.

#### 2. 1.5 Rangkak dan Susut

Setelah beton mengeras, maka beton akan mengalami pembebanan. Pada kondisi ini maka terbentuk suatu hubungan tegangan dan regangan yang

merupakan fungsi dari waktu pembebanan. Beton akan menunjukkan sifat elastisitas murni jika mengalami waktu pembebanan singkat, jika tidak maka beton akan mengalami regangan dan tegangan sesuai lama pembebanannya.

Rangkak (*creep*) adalah penambahan regangan terhadap waktu akibat adanya beban yang bekerja. Rangkak timbul dengan intensitas yang semakin berkurang setelah selang waktu tertentu dan kemudian berakhir setelah beberapa tahun. Nilai rangkakan untuk beton mutu tinggi akan lebih kecil dibandingkan dengan beton mutu rendah. Umumnya, rangkakan tidak mengakibatkan dampak langsung terhadap kekuatan struktur, tetapi akan mengakibatkan redistribusi tegangan pada beban yang bekerja dan kemudian mengakibatkan terjadinya lendutan (*deflection*).

Susut adalah perubahan volume yang tidak berhubungan dengan beban. Proses susut pada beton akan menimbulkan deformasi yang umumnya akan bersifat menambah deformasi rangkakan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya rangkakan dan susut: sifat bahan dasar beton (komposisi dan kehalusan semen, kualitas adukan, dan kandungan mineral dalam agregat), rasio air terhadap jumlah semen, suhu pada saat pengerasan, kelembaban nisbi pada saat proses penggunaan, umur beton pada saat beban bekerja, nilai slump, nama pembebanan, nilai tegangan, nilai rasio permukaan komponen struktur

## 2.2. Semen

Semen adalah perekat hidrolis yang berarti bahwa senyawa-senyawa yang terkandung di dalam semen tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan. Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu : Semen non-hidrolis dan semen hidrolis.

Semen hidrolis mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Contoh semen hidrolis antara lain semen portland, semen

pozzolan, semen alumina, semen terak, semen alam dan lain-lain. Lain halnya dengan semen hidrolik, semen non hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras didalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non hidrolik adalah kapur (Mulyono, 2003).

Fungsi utama dari semen adalah untuk merekatkan partikel agregat yang terpisah sehingga menjadi satu kesatuan. Bahan dasar dari semen adalah (Surdia, 1985)  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  (Tricalcium Silicate),  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  (Dicalcium Silicate),  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  (Tricalcium Aluminate),  $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  (Tetracacium Aluminoferrit)

Faktor semen sangatlah mempengaruhi karakteristik campuran pembuatan *paving block*. Kandungan semen hidraulis yang tinggi akan memberikan banyak keuntungan, antara lain dapat membuat campuran *paving block* menjadi lebih kuat, padat, tahan air, cepat mengeras dan juga memberi rekatan yang lebih baik.

### **Pengerasan dan Pengikatan Semen**

Apabila air ditambahkan kedalam semen portland, maka terjadi reaksi antara komponen-komponen semen dengan air yang dinamakan Hidrasi. Reaksi tersebut akan menghasilkan senyawa-senyawa hidrat. Senyawa hidrat terdiri dari: Calcium Silicate hydrate +  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , Calcium Aluminate Hydrate ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), Calcium Sulfuric Aluminate Hydrate ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )<sup>4</sup>. Yang semuanya dalam bentuk "Cement Gel".

### **2.3. Agregat Halus**

Agregat halus adalah pengisi yang berupa pasir, agregat yang terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan. (Istimawan Dipohusodo, 1996).

Pasir umumnya terdapat disungai-sungai yang besar, akan tetapi sebaiknya pasir yang digunakan untuk bahan-bahan bangunan dipilih yang memenuhi syarat. Syarat-syarat untuk pasir adalah sebagai berikut : butir-butir pasir harus berukuran antara (0,15 mm dan 5 mm), harus keras, berbentuk tajam, dan tidak mudah hancur dengan pengaruh perubahan cuaca atau iklim, tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (persentase berat dalam keadaan kering), bila mengandung lumpur lebih dari 5% maka pasirnya harus dicuci, tidak boleh mengandung bahan organik, garam, minyak, dan sebagainya.

Pasir untuk pembuatan adukan harus memenuhi persyaratan diatas, selain pasir alam ( dari sungai atau galian dalam tanah) terdapat pula pasir buatan yang dihasilkan dari batu yang dihaluskan dengan mesin pemecah batu, dari terak dapur tinggi yang dipecah-pecah dengan suatu proses.

Agregat dinilai dari tingkat kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatan pada pasta semen, porositas dan penyerapan air dapat mempengaruhi daya tahan beton terhadap serangan alam dari luar dan ketahanan terhadap penyusutan selama proses penyaringan agregat. (Daryanto, 1994)

#### 2.4. Air

Air sangat diperlukan dalam pembuatan beton, beton tidak akan terbentuk tanpa adanya air sebagai campurannya. karena semen tidak akan bereaksi dan menjadi pasta apabila tidak ada air. Air selalu diperlukan dalam campuran beton, tidak saja untuk proses hidrasi semen, tapi juga mengubah semen menjadi pasta sehingga beton menjadi lecah dan mudah dikerjakan terutama pada saat penuangan beton dalam cetakan. Air memiliki beberapa pengaruh terhadap kekuatan beton antara lain : air merupakan media pencampuran pada pembuatan pasta, kekuatan dari pasta pengerasan semen ditentukan oleh perbandingan berat antara air dan faktor semen, kandungan air yang tinggi menghalangi proses pengikatan, dan kandungan air yang rendah

reaksi tidak selesai. Kandungan air yang tinggi dapat mengakibatkan : mudah mengerjakannya, kekuatan rendah dan beton dapat menjadi berporos

Air yang digunakan untuk campuran beton harus memenuhi syarat – syarat sebagai berikut :

1. Air tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, bahan padat, sulfat, klorida, dan bahan lainnya yang dapat merusak beton, sebaiknya digunakan air yang dapat diminum
2. Air yang keruh sebelum digunakan diendapkan selama minimal 24 jam atau jika dapat disaing terlebih dahulu.

Nilai banding berat air dan semen untuk suatu adukan beton dinamakan *water cement ratio ( w.c.r)*. Agar terjadi prses hidrasi yang sempurna dalam adukan beton, pada umumnya dipakai nilai w.c.r 0,40-0,65 tergantung mutu beton yang hedak dicapai umumnya menggunakan nilai w.c.r yang rendah, sedangkan dilain pihak untuk menambah daya workability (kemudahan pengerjaan) diperlukan nilai w.c.r yang lebih tinggi (Dipohusodo, 1994).

## 2.5. Bahan Campuran

Bahan – bahan limbah disekitar lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton. Hal tersebut dapat memberikan alternatif untuk memanfaatkan limbah – limbah yang tidak termanfaatkan, seperti jerami padi. Dengan optimalisasi pemanfaatan limbah jerami padi ini diharapkan akan mengurangi limbah yang mencemari lingkungan dan memberikan nilai tambah sendiri.

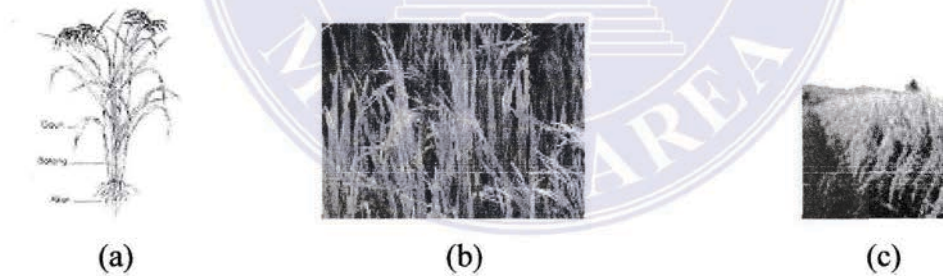
Bahan campuran adalah bahan – bahan yang ditambahkan kedalam campuran beton selain semen, agregat dan air pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Bahan campuran digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi. Jenis bahan campuran kimia yang utama pada beton adalah bahan campuran pengurangan air (*wate -reducing admixture*), bahan campuran penghambat pengikatan (*retarding*



*admixture*), bahan campuran pemercepat pengikatan (*accelerating admixture*), bahan campuran pengurang air dan pengontrol pengeringan (*water-reducing and retarding admixture*), bahan campuran pengurang air dan pemercepat pengikatan (*water reducing and accelerating admixture*), bahan campuran pengurang air dengan kadar tinggi (*water reducing, high range admixture*), bahan campuran pengurang air dan penghambat ikatan dengan kadar tinggi (*water reducing, high range retarding admixture*) ( Tri Mulyono, 2004)

## 2.6. Padi

Menurut sejarahnya tanaman padi berasal dari benggala, sebelah utara. Padi termasuk dalam genus *Oryza* L. Yang meliputi lebih kurang 25 spesies, tersebar didaerah tropis dan didaerah sub tropika seperti Asia, Afrika, Amerika, dan Australia. Padi yang sekarang ini merupakan persilangan antara *Oryza officinalis* dan *Oryza sativa* f. *Spontanea*. Kesuburan tanaman padi tergantung pada keadaan tanah . Pada tanah kering kurang baik ditanami padi, sebab pada jenis tanah ini akar padi kurang menyebar. Tanaman padi terbagi atas beberapa bagian antara lain : akar, batang, daun, dan buah.



Gambar 2.1 :

- (a) Batang utama tanaman padi yang menunjukkan kondisi fisik Jerami;
- (b) Tanaman padi belum siap panen;
- (c) Tanaman padi siap panen.

Berdasarkan ciri – cirinya, padi dibedakan menjadi dua kelompok yaitu varietas unggul dan varietas lokal. Varietas unggul memegang peranan yang menonjol, baik dalam kontribusinya terhadap peningkatan hasil per satuan luas

karena memiliki banyak anakan, maupun sebagai salah satu komponen utama dalam pengendalian hama dan penyakit. Dari varietas tersebut Pandan Wangi merupakan varietas yang paling dikenal masyarakat karena mempunyai aroma khas.

Tanaman padi memiliki batang yang beruas-ruas. Panjang batang tergantung pada jenisnya. Padi yang berjenis unggul biasanya berbatang pendek dari pada jenis lokal, sedangkan jenis padi yang tumbuh ditanah rawa dapat lebih panjang lagi, yaitu antara 2-6 meter.

Biasanya setelah panen hasil padi, batang padi tidak dipergunakan lagi dan dibuang begitu saja sehingga menjadi kumpulan jerami padi yang tidak berguna lagi. Jerami tersebut kebanyakan terdiri dari batang padi, tetapi ada terdapat juga ujung daunnya. Setelah padi dipanen, bulir padi atau gabah dipisahkan dari jerami sehingga pembakaran perlu dilakukan.

Tabel 2.3 Komposisi Kimiawi Jerami Padi

Komponen	Kandungan (%)
<b>Menurut suharno (1979)</b>	
Kadar air	9,02
Protein kasar	3,03
Lemak	1,18
Serat kasar	35,68
Abu	17,71
Karbohidrat kasar	33,71
<b>Menurut DTC-IPB</b>	
Karbohidrat (zat arang)	1,33
Hydrogen	1,54
Oksigen	33,64
Silikat (SiO <sub>2</sub> )	16,98

Sumber : Manahu,L.,2008

Dengan komposisi kandungan kimia seperti itu jerami anatara lain dapat dimanfaatkan untuk : bahan baku industri kimia, terutama kandungan kimia furtural, bahan baku industri bahan bangunan, terutama kandungan silikat ( $\text{SiO}_2$ ) yang dapat digunakan untuk campuran pada semen portland, bahan isolasi dan campuran pada industri bata-merah dan sumber energi panas karena kadar selulosanya cukup tinggi sehingga dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil. ( Husin, 2003)

Adapun persyaratan jenis jerami yang baik untuk digunakan (Lacinski & Bergeron,2000) adalah memiliki tingkat kekeringan yang cukup (Kandungan air hanya 14 -16% saja).Idealnya digunakan jerami hasil panen saat musim kering dan langsung dijemur. Jangan sampai terkena hujan atau percikan air sekalipun. Jerami yang mengandung terlalu banyak air potensial untuk tempat hidup jamur dan serangga kecil. Nampak cemerlang pada kulitnya sebagai pertanda memiliki kekuatan yang cukup dan belum mengempis rongga udaranya. Memiliki warna kuning cerah, sebagai pertanda belum lama dipanen. Bila terlalu lama disimpan warnanya berubah menjadi pucat atau lebih tua, tergantung pada cara penyimpanan. Masa penyimpanan yang lama dapat menyebabkan rongga udara mengempis. Untuk mengetahui apakah jerami masih baru saja dipanen atau lama disimpan, selain dengan jalan menunggui proses pemanenan juga dapat diketahui melalui bau yang ditimbulkan jerami. Jerami baru panen tidak berbau dan bila telah lama disimpan menghasilkan bau yang kurang sedap. Cek kepadatan jerami dapat juga dilakukan dengan menumpuknya kemudian diinjak, bila segera mengempis berarti kualitasnya kurang baik. Namun bila mengempis sesaat kemudian kembali lagi, berarti kualitasnya baik. Ketebalan (diameter rongga) jerami secara rata – rata adalah sama, oleh karenanya yang perlu dipilih adalah panjang batang utama. Diperkirakan dibutuhkan panjang batang utama sekitar 20 cm, setelah dibersihkan dari cabang – cabangnya.Memiliki berat yang secara rata – rata sama. Pengujian dapat dilakukan dengan mengambil kira – kira 20-30 batang kemudian ditimbang, demikian ambil lagi 20-30 batang yang lain kemudian ditimbang. (Mediastika,C.E, 2007).

Pembuatan jerami dan briket arang jerami menghasilkan abu. Abu sekam padi berasal dari jerami yang digiling atau ditumbuk halus. Abu sekam padi dapat dimanfaatkan untuk abu gosok, bahan ameliorasi tanah asam dan bahan campuran dalam pembuatan semen hidrolik serta dapat dimanfaatkan campuran batako/mortar, beton, dan campuran batu bata press.

Abu silika adalah kristalin yang halus dimana komposisi silika yang lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi. Penggunaan abu silika dalam campuran batako/mortar dan beton dimaksudkan untuk menghasilkan kekuatan yang tinggi. Abu silika berkinerja tinggi sehingga dapat menghasilkan kekuatan sekitar 30-70 Mpa untuk umur 28 hari berkisar antara 0-30 %. ( Tri Mulyono, 2005).

Tabel 2.4 komposisi pada abu sekam padi

Kimia	Berat dalam persen
SiO <sub>2</sub>	94,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3-5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10-0,50
CaO	0,25
MgO	0,23
SO <sub>4</sub>	1,13
CaO bebas	0,10-0,50
Na <sub>2</sub> O	0,78
K <sub>2</sub> O	1,11
Fisika	Berat dalam persen
Berat Jenis	2,02
Rata-rata ukuran partikel (µm)	0,1
Lolos ayaka	99,00
	7,3

Sumber : Husin, 2003

## 2.7. *Paving Block*

*Paving block* (bata beton untuk lantai) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat atau tanpa agregat tidak mengurangi mutu bata beton (T.Sianturi, 1988).

*Paving block* juga merupakan bentukan dari mortar ataupun beton, umumnya mortar merupakan campuran dari semen, pasir, dan air, yang dapat merekatkan dalam campuran beton. Umumnya mortar merupakan sebagai plasteran dalam pemasangan batu untuk melekatkan batu bata menjadi satu kesatuan yang kuat (Ade Prihatin, 2002).

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 *paving block* (bata beton) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton.

*Paving block* mulai dikenal di Indonesia pada tahun 1976, sebagai bahan penutup dan pengerasan permukaan tanah, *paving block* sangat luas penggunaannya untuk berbagai keperluan yang sederhana sampai penggunaan yang memerlukan spesifikasi khusus *paving block* dapat digunakan untuk pengerasan dan memperindah trotoar jalan di kota-kota, pengerasan jalan di komplek perumahan atau kawasan pemukiman memperindah taman, pekarangan dan halaman sekolah, serta di kawasan hotel dan restoran. *Paving block* bahkan dapat digunakan pada areal khusus seperti seperti pada peti kemas, bandar udara, terminal bis dan stasiun kereta. Hal ini dikarenakan umumnya *paving block* terdiri dari campuran pasir, semen dan air ditambah dengan batu pecah (*spilt*), dengan perbandingan 1 sak semen, 4 sak pasir, 2 sak batu pecah dan diberi air secukupnya lalu dicampur dicetak dan dipadatkan dengan getaran (Habibi aswin, 2004).

Diantara berbagai macam alternatif penutup permukaan tanah, *paving block* lebih memiliki banyak variasi baik dari segi bentuk, ukuran, warna, corak dan tekstur permukaan, serta kekuatan.

Kebanyakan *paving block* dikerjakan secara manual, pencampuran pasir dengan semen saja untuk bagian utama dilakukan dalam dua tahap, pertama untuk bagian utama dilakukan pencampuran dalam keadaan kering dan setelah dicampur secara merata, lalu ditambah dengan air adukan homogen dengan kondisi campuran tidak terlalu basah dan tidak terlalu kering, adukan yang telah tercampur dimasukkan kedalam cetakan, selanjutnya pengepresan menggunakan plat kayu .

Menurut SNI-3-0691-1996 klasifikasi *paving block* (bata beton) dibedakan menurut kelas penggunaannya. Mutu A digunakan untuk untuk jalan, dengan kuat tekan 35 MPa-40MPa, mutu B digunakan untuk pelataran parkir, dengan kuat tekan 17 MPa – 20 MPa, mutu C digunakan untuk pejalan kaki, dengan kuat tekan 12,5 MPa – 15 MPa, dan mutu D digunakan untuk taman dan penggunaan lain, dengan kuat tekan 8,5 MPa – 10 MPa ( <http://www.bi.go.id/NR/rdonlyres> ).

*Paving block* yang dikerjakan dengan mesin dan otomatis (*preprogrammed*) hasilnya tentu lebih baik dan lebih kuat lebih rapat dibanding secara manual karena adanya getaran dan pemadatan serta kontinuitas produksi yang terpercaya (Habibi Aswin, 2004). Bata beton untuk lantai dapat berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat pewarna pada komposisinya atau di *cooting* (di kapsul) bagian luar selain memperindah juga dapat mengurangi daya serap air dan dapat digunakan dalam ruangan maupun di luar ruangan. Umumnya ketebalan *paving block* 6 cm dan 8 cm dengan toleransi ukuran lebih kurang 2 cm untuk ukuran bidang dan lebih kurang 3 mm untuk ukuran tebalnya. Bentuk dari *paving block* bervariasi, namun bentuk umum yang ada di pasaran antara lain bentuk balok dan segi enam.

Tabel 2.5 Persyaratan Mutu Setiap Jenis Bata Beton Menurut SNI 03-0691-1996

Jenis	Kuat Tekan (Mpa)		Penyerapan air (Rata-rata max)
	Rata-rata	Minimum	
A	40	35	3
B	20	17	6
C	15	12.5	8
D	10	8.5	10

Ketahanan terhadap natrium sulfat tidak boleh cacat dan kehilangan berat yang diperkenankan maksimum 1,1. Keterangan: MPa = mega paskal, 1 Mpa = 10 Kg/cm<sup>2</sup> (sumber: SNI 03-0691-1996).

*Paving block* yang diproduksi secara manual biasanya termasuk dalam mutu beton kelas D atau C yaitu untuk tujuan pemakaian non structural, seperti untuk taman dan penggunaan lain yang tidak diperlukan untuk menahan beban berat. Mutu *paving block* yang pengerjaannya dengan menggunakan mesin pres dapat dikategorikan ke dalam mutu beton kelas C sampai A dengan kuat tekan diatas 125 kg/cm<sup>2</sup> bergantung pada perbandingan campuran bahan yang digunakan. (Anonim, 2005).

Keuntungan dari *paving block* adalah daya serap terhadap air hujan cukup baik karena pemasangan antara satu dengan yang lain tanpa menggunakan perekat/adukan semen, pelaksanaannya mudah dan tidak memerlukan alat berat serta dapat diproduksi secara masal, pemeliharannya mudah dan dapat dipasang kembali setelah dibongkar, tahan terhadap beban statis, dinamik dan kejutan dan tahan terhadap tumpahan bahan pelumas dan pemanasan oleh mesin kendaraan. Kelemahan *paving block* adalah mudah bergelombang bila pondasinya tidak kuat dan kurang nyaman untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi. Sehingga perkerasan *paving block* sangat cocok untuk mengendalikan kecepatan kendaraan di lingkungan permukiman dan perkotaan yang padat

## 2.8. Pengujian Sampel Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

Kuat tekan suatu material didefinisikan sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan (*failure*).

Kuat tekan mortar pada dasarnya adalah sebuah fungsi dari volume pori/rongga dari beton itu sendiri. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada saat mortar berumur 28 hari, pada saat umur 27 hari benda uji dikeluarkan dari bak perendaman dan pada hari ke 28 benda uji dikeringkan dengan udara bebas. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* hingga didapatkan beban maksimumnya.. Kuat tekan mortar dapat diperoleh dengan rumus, sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A} \quad (KN/m^2)$$

Keterangan :

P = Kuat tekan ( $KN/m^2$ )

F = Gaya Tekan (KN)

A = Luas bidang permukaan ( $m^2$ )



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Persiapan Alat dan Bahan

##### 3.1.1. Spesifikasi Rencana

###### 1. Bahan Rekayasa

Spesifikasi yang direncanakan dari bahan rekayasa ini yaitu, dengan mutu K-125

###### 2. Bahan Dasar

Spesifikasi yang direncanakan dari bahan dasar yaitu, Semen Portland Type 1, Pasir (alami). Untuk spesifikasi pemeriksaan bahan beton yang diharapkan adalah:

Jenis pemeriksaan	Spesifikasi yang Direncanakan
1. Agregat Halus	
✓ MKB (Modulus Kehalusan Butir)	1,5 - 3,8
✓ Kadar Lumpur	< 5 %
✓ BJ-SSD	2,5-2,8
2. Semen	
	3,00-3,20

##### 3.1.2. Pengadaan Bahan

Material yang digunakan pada penelitian ini diambil langsung dari produsen material yang berlokasi di Daerah Sekitar Kota Binjai. Material tersebut berupa pasir dan semen. Keseluruhan bahan tersebut kemudian dibawa ke laboratorium untuk kemudian diteliti.

##### 3.1.3. Perencanaan Kebutuhan Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian disediakan oleh laboratorium beton sipil dan indah con-block antara lain

1. Neraca
2. Ayakan
3. Cetakan benda uji
4. Timbangan
5. Sekop
6. Ember plastic
7. Beko
8. Palu
9. Oven
10. Alat uji

#### 3.1.4. Bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain:

1. Abu sekam padi
2. Semen Portland
  - a. Jenis : Semen Type I
  - b. Merk : Semen Holcim
3. Agregat Halus
  - a. Jenis : Pasir alam
  - b. Asal : Kota Binjai
4. Air  
Jenis : Air Sumur Bor

#### 3.1.5. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian yang digunakan adalah Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan Pabrik pembuatan *con-block* adalah di pabrik 'Indah Con-block'

Untuk menentukan komposisi bahan baku mengacu pada proporsi campuran agregat dalam beton yaitu sekitar 70% - 80% atau perbandingan semen terhadap agregat 1 : 4 (Mulyono T. 2005) sehingga sampel *Paving block* pada penelitian ini, mengacu pada *Paving block* standar mutu K 125 (125 kg/cm) dengan komposisi semen : pasir : FAS = 1 : 4 : 0,6.

Perbandingan berat bahan-bahan yang digunakan untuk membuat sampel *Paving block* disajikan pada tabel berikut :

Tabel 3.1 Komposisi Semen, Pasir, Abu sekam padi, dan Air

Sampel	Semen	Pasir	Abu Sekam Padi	Air
I	100% = 0,384 Kg	100% = 1,536Kg	0% = 0 Kg	60% = 0,230 Kg
II	100% = 0,384 Kg	95% = 1,3824Kg	5% = 0,1536Kg	60% = 0,230 Kg
III	100% = 0,384 Kg	90% = 1,2288 Kg	10% = 0,3072Kg	60% = 0,230 Kg
IV	100% = 0,384 Kg	85% = 1,0752 Kg	15% = 0,4608Kg	60% = 0,230 Kg

### 3.2. Preparasi (Pengolahan) Bahan

#### 3.2.1. Pengayakan Bahan

##### A. Analisis ayakan pasir

###### a. Tujuan

Tujuan umum dari pemeriksaan ini adalah untuk dapat menghitung perbandingan agregat halus menjadi agregat gabungan yang memiliki gradasi yang diinginkan. Tujuan lain dari pemeriksaan ini adalah:

- 1) Dapat menentukan gradasi agregat halus dengan menggunakan hasil analisa saringan / ayakan.
- 2) Dapat menggambarkan data hasil pemeriksaan kedalam grafik gradasi.

b. Peralatan dan Bahan

1) Peralatan

- a) Timbangan ketelitian 0,01 gram
- b) Ayakan standart
- c) Mesin penggetar (*sieve shaker*)
- d) Kuas tembaga dan kuas cat
- e) Cawan

2) Bahan

Pasir

c. Prinsip kerja adalah sebagai berikut:

1. Diambil bahan pasir yang telah dikeringkan di oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
2. Sampel pasir ditimbang sebanyak 1000g.
3. Saring benda uji sebanyak itu dengan menggunakan susunan ayakan 4 mm keatas.
4. Dari ayakan yang tembus 4 mm timbang sebanyak 1000 gram.
5. Sampel pasir dimasukkan ke dalam ayakan yang telah disusun sesuai dengan urutannya yaitu 4mm ; 2mm ; 1mm ; 0,5mm ; 0,25mm; 0,125mm dan pan. Sedangkan ukuran ayakan paling besar ditempatkan paling atas. Pengayakan ini dilakukan dengan meletakkan susunan ayakan pada mesin penggetar, dan agregat digetarkan selama 15 menit.
6. Bersihkan masing-masing ayakan, dimulai dari ayakan teratas dengan kuas cat yang lemas.
7. Timbang berat agregat yang tertahan diatas masing-masing lubang ayakan.
8. Hitung persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing ayakan terhadap berat total.

## Perhitungan

Kadar MKB (Modulus Kehalusan Butir) =

$$\frac{\text{Jumlah Persen Tertahan Kumulatif}}{100}$$

## B. Analisis berat jenis dan absorbs pasir

### a. Tujuan:

- 1) Menentukan berat jenis pasir dalam keadaan kering.
- 2) Menentukan berat jenis pasir dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD).
- 3) Menentukan daya serap pasir dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD).

### b. Peralatan dan Bahan

#### 1) Peralatan

- a) Timbangan 0,01 gram.
- b) Kerucut terpancung dan batang penumbuk
- c) Saringan no. 4
- d) Piknometer 1000 ml.
- e) Cawan.
- f) Oven pengering.

#### 2) Bahan

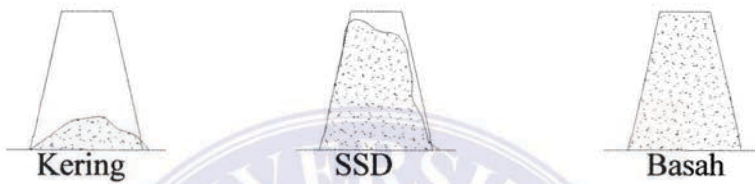
- a) Pasir
- b) Air

### c. Langkah Kerja

- 1) Sediakan pasir secukupnya.
- 2) Rendam pasir tersebut dalam suatu wadah dengan air selama 24 jam.
- 3) Pasir tersebut didinginkan hingga tercapai kondisi kering permukaan.

- 4) Untuk menentukan pasir dalam kondisi SSD adalah sebagai berikut :  
Masukkan pasir kedalam mould  $\frac{1}{3}$  tinggi, dirojok 25 kali. Kemudian isi pasir hingga ketinggian  $\frac{2}{3}$  tinggi, dirojok 25 kali. Demikian seterusnya diisi sampai penuh dan dirojok dan 25 kali. Setelah itu mould diangkat perlahan. Apabila pasir runtuh pada bagian tepi atasnya (tidak keseluruhan), berarti pasir dalam keadaan SSD.

Periksa bentuk hasil cetakan seperti dibawah ini :



Gambar 3.1 Ilustrasi Penurunan Agregat dengan Berbagai Kondisi

- 5) Sediakan pasir yang telah mencapai kondisi SSD dalam dua bagian, masing – masing seberat 500 gram. Bagian yang pertama dimasukkan kedalam oven dan dikeringkan selama 24 jam. Bagian yang lain dimasukkan kedalam piknometer kemudian diisi dengan air kemudian diguncang berulang – ulang dengan maksud agar udara dalam pasir keluar. Hal ini ditandai dengan keluarnya buih dari pasir. Buih yang keluar tersebut dibuang dengan cara mengisi piknometer sampai air melimpah dari leher piknometer tersebut, pengisian air dilakukan secara perlahan – lahan. Setelah udara tidak ada lagi atur agar air sampai hingga batas air.
- 6) Timbang berat piknometer + pasir + air.
- 7) Buang isi piknometer lalu isi dengan air bersih hingga batas air maksimum.
- 8) Timbang berat piknometer + air dan catat hasilnya.
- 9) Untuk pasir yang diovenkan, setelah kering dilakukan penimbangan.
- 10) Ulangi percobaan tersebut untuk sampel kedua.

d. Perhitungan

$$\begin{aligned} 1) \text{ Berat jenis kering Oven (Bulk)} &= \frac{B4}{B3 + B1 - B2} \\ 2) \text{ Berat Jenis SSD} &= \frac{B1}{B3 + B1 - B2} \\ 3) \text{ Berat jenis semu (Apparent)} &= \frac{B4}{B3 + B4 - B2} \\ 4) \text{ Berat Jenis Efektif} &= \frac{\text{Bulk} + \text{Apparent}}{2} \\ 5) \text{ Penyerapan} &= \frac{(B1 - B4)}{B4} \times 100 \% \end{aligned}$$

Dimana : B1 = Berat kerikil SSD  
B2 = Berat piknometer + benda uji + air  
B3 = Berat piknometer + air  
B4 = Berat benda uji kering oven

**C. Pengujian kadar lumpur agregat halus.**

a. Tujuan

Tujuan umum dari pemeriksaan ini adalah untuk dapat menentukan kadar lumpur yang dikandung oleh agregat halus.

b. Peralatan dan Bahan

1) Peralatan

- a) Timbangan 0,01 gr
- b) Oven
- c) Ayakan no. 200
- d) cawan

2) Bahan

- a) Pasir
- b) Air

c. Langkah Kerja

- 1) Menentukan contoh agregat kering 1,25 kali berat benda uji yang akan digunakan dan keringkan dalam oven dengan suhu 100° C sampai beratnya tetap.
- 2) Timbang benda uji tersebut sebanyak 500 gr ( $W_1$ ).
- 3) Masukkan benda uji ke dalam bejana, tuangkan air bersih ke dalam bejana tersebut sampai benda uji terendam.
- 4) Aduk benda uji sampai kelihatan bersih, tuangkan air keruh tersebut ke dalam ayakan, ulangi sampai air benar-banar jernih.
- 5) Butiran yang tertinggal dalam ayakan dibilas dan dimasukan dalam bejana. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu  $100 \pm 5^\circ$  sampai besarnya tetap.
- 6) Timbang berat benda uji ( $W_2$ ).

d. Perhitungan

Kadar Lumpur :  $\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$

**D. Pemeriksaan kadar air agregat kasar.**

a. Tujuan

Tujuan umum dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan persentase air yang dikandung agregat.

b. Peralatan dan Bahan

1) Peralatan

- a) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- b) Oven pengering atau hot plate.
- c) Cawan.



2) Bahan

- a) Pasir
- b) Air

c. Langkah Kerja

- 1) Ambil pasir dalam keadaan asli sebanyak 500 gr (A)
- 2) Masukkan dalam oven dengan suhu 100° C selama 24 jam hingga berat tetap
- 3) Biarkan hingga suhu normal. Kemudian timbang benda uji (B)

d. Perhitungan

Kadar Air :  $\frac{A-B}{B} \times 100\%$

**3.2.2. Pembentukan atau Pencetakan Sampel**

Pembentukan atau pencetakan sampel dapat dilakukan dengan cara berikut:

- 1. Mould yang digunakan berbentuk segi enam
- 2. Timbang timbang bahan sesuai dengan komposisi yang sudah ditentukan
- 3. Aduk sampai merata
- 4. Masukkan ke dalam mould dan padatkan dengan alat pemadat (palu) 3-4 kali tumbukan
- 5. Ratakan permukaannya
- 6. Dikeringkan didalam mould selama 24 jam baru dikeluarkan
- 7. Dilakukan proses perendaman secara alami selama 28 hari, kemudian dilakukan mengujian kuat tekan sampel

**3.2.3. Karakteristik (Pengujian) Paving Block**

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi kuat tekan paving block.

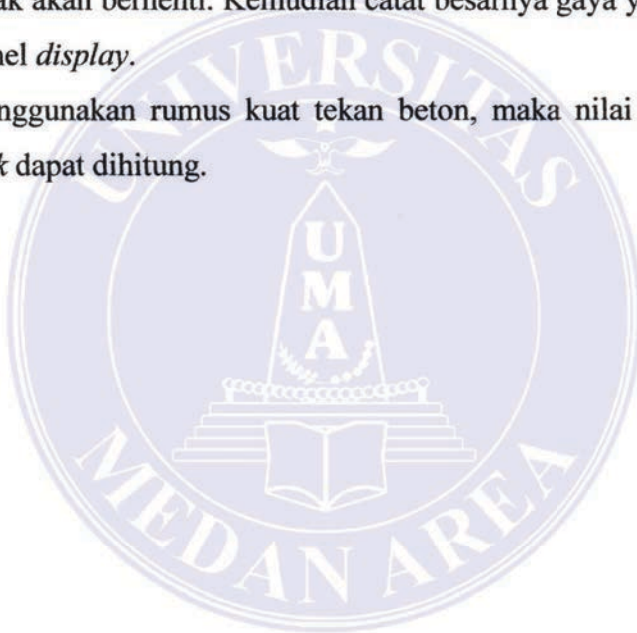
Untuk mengetahui besarnya kuat tekan dari sampel *paving block* yang telah dibuat, maka perlu dilakukan pengujian yang mengacu pada standar

ASTM C 270-2004 dan ASTM C 780. Alat yang digunakan untuk menguji kuat tekan adalah Universal Testing Machine (UTM)

Proses pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut:

1. Sampel segi enam dihitung luas permukaannya
2. Sebelum pengujian berlangsung, alat ukur (gaya) terlebih dahulu dikalibrasi dengan jarum penunjuk tepat pada angka nol
3. Kemudian tempat kan sampel tepat berada di tengah pada posisi pemberian gaya dan arahkan switch on-off kea rah on, maka pembebanan secara otomatis akan bergerak dengan kecepatan konstan.
4. Apabila sampel telah pecah, arahkan switch kea rah off, maka motor penggerak akan berhenti. Kemudian catat besarnya gaya yang ditampilkan pada panel *display*.

Dengan menggunakan rumus kuat tekan beton, maka nilai kuat tekan dari *paving block* dapat dihitung.





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian karakteristik paving block yang diperoleh dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Limbah abu sekam padi telah berhasil dibuat menjadi bahan tambah agregat halus
- b. Telah dilakukan uji tekan. Semakin banyak penambahan abu sekam pada pembuatan paving block di peroleh hasil bahwa kuat tekan cenderung menurun. Dan sampel yang dibuat ternyata komposisi yang terbaik adalah pada komposisi yang ke-1 dengan perbandingan semen dan abu sekam adalah 100% : 0% dengan kuat tekan 133.71 kg/cm<sup>2</sup> atau 13,37 Mpa. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 digolongkan bata beton mutu kelas C yaitu untuk tujuan pemakaian non struktural, seperti untuk taman dan penggunaan lain yang tidak diperlukan untuk menahan beban terlalu berat.

#### 5.2. Saran

Perlu diteliti untuk pembuatan *paving block* menggunakan abu sekam padi, karena dari hasil penelitian ini walaupun abu sekam padi dapat sebagai bahan tambah, namun memberi dampak yang jelek pada kuat tekan *paving block*. Diharapkan penelitian ini dikembangkan pada penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen PU Republik Indonesia. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Bandung: Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan
- Departemen Pekerjaan Umum, SK SNI M-111-1990-03.
- Anonim, (1989). *Pedoman Beton. SKBI.1.4.53 1989*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Delisma, Kusumadi. 2006. *Teknologi Bahan III*. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Fadli, MT. 2002. *Panduan Praktikum Pengujian Bahan II*. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Fauzi, Indra, Drs. 2008. *Bahan Bangunan 3*. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- KH, Sunggono. 1995. *Buku teknik Sipil*. Bandung: NOVA
- Kusumadi, Drs, MT. 2005. *Panduan Praktikum Pengujian Bahan I*. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Segel, R. 1997. *Pedoman Pengerjaan Beton*. Jakarta: CUR
- Sudjana. 1992. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito
- Standar Nasional Indonesia SNI 03-0691-1996. *Bata Beton (Paving Block)*.
- Standar Nasional Indonesia SNI-03-2495-1991. *Spesifikasi Bahan Tmambahan Beton*.
- SK SNI 15-0302 (2004). *Semen Portland Pozolan*. Badan Standarisasi Nasional.