

**ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG  
SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PADA PEMBUATAN PAVING  
BLOCK DI TINJAU DARI NILAI KUAT TEKAN DAN  
SERAPAN AIR**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik Universitas Medan Area**

Disusun Oleh :

**MUHAMMAD FADIL ICHSAN**

**NPM : 14.811.0081**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG  
SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PADA PEMBUATAN PAVING  
BLOCK DI TINJAU DARI NILAI KUAT TEKAN DAN  
SERAPAN AIR**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik Universitas Medan Area**

Disusun Oleh :

**MUHAMMAD FADIL ICHSAN**

**NPM : 14.811.0081**

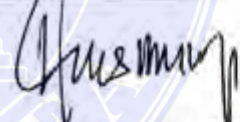
Disetujui Oleh :

**Dosen Pembimbing I**



**(Ir. H. Irwan, MT)**

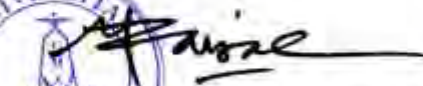
**Dosen Pembimbing II**



**(Ir. Amsuardiman, MT)**

Mengetahui :

**Dekan Fakultas Teknik**



**(Dr. Falsat Amri Tanjung, SST., MT)**



**Kaprodi Teknik Sipil**



**(Ar. Kamaluddin Lubis, MT)**

## 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 di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini

Medan, 11 September 2019



Muhammad Fadil Ichsan

NPM : 14.811.0081

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUHAMMAD FADIL ICHSAN  
NPM : 14.811.0081  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Demi membangun ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif ( Non-exclusive Royalty Free Right ) atas karya ilmiah yang berjudul "Analisa Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Bahan Campuran Pada Pembuatan Paving Block Di Tinjau Dari Nilai Kuat Tekan Dan Serapan Air" beserta perangkat yang ada ( jika diperlukan ). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir-skrripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 10 Oktober 2019



**Muhammad Fadil Ichsan**

14.811.0081

## ABSTRAK

Indonesia mewarisi perairan yang sangat luas dan memiliki sejumlah potensi kerang yang cukup besar sehingga nilai produksinya cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Namun sampai saat ini, usaha untuk meningkatkan nilai ekonomis nya masih belum banyak dilakukan. Usaha pengembang industri kerang yang dapat menunjang peningkatan produksi masih sangat sulit dilakukan, karena pengadaan bahan mentah bermutu tinggi tidak sepenuhnya terjamin.

Dengan beberapa masalah diatas maka perlu lebih dikembangkan lagi penggunaan kulit kerang yang banyak tersedia di perairan Indonesia ini, adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pemanfaatan limbah kulit kerang sebagai bahan campuran pada pembuatan paving block, kulit kerang menjadi bahan baku utama yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai kuat tekan dan serapan air pada paving block.

Dalam hal ini peneliti menggunakan metode penelitian kuantitatif melalui pengujian dan pengukuran terhadap jenis variasi campuran kulit kerang 0%, 10%, 20% dan 30% dilakukan dalam kurun waktu  $\pm 4$  (empat) bulan kemudian beton diuji menggunakan alat *Compression Test Machine (CTM)* setelah ini dilanjutkan dengan analisis kualitatif sebagai acuan untuk menyimpulkan suatu karakteristik spesifik sehingga ditemukan peluang pemanfaatannya sebagai bahan konstruksi dasar dari berbagai jenis bahan lainnya.

Untuk hasil terbaik dari penelitian ini menunjukkan pada variasi 10% campuran kulit kerang menunjukkan nilai kuat tekan 12,34 Mpa dengan umur 28 hari telah memenuhi standard dari SNI 03-0691-1996, akan tetapi untuk serapan air hasil terbaik didapat pada variasi 30% campuran kulit kerang menunjukkan nilai 10% dan telah sesuai standard SNI 03-0691-1996 dengan umur paving block 28 hari.

Hal ini menunjukkan pengaruh pencampuran limbah kulit kerang terhadap pembuatan paving block memiliki nilai yang bervariasi dikarenakan faktor pada saat merojok yang dilakukan secara manual.

**Kata kunci :** kulit kerang, paving block, kuat tekan, penyerapan air.

## ABSTRACT

**Mhd. Fadil Ichsan. 148110081. “The Analysis of the Clams’ Shells Waste Utilizing as the Mixture Material on Paving Blocks Production Considering through the Compressive Strength and Water Absorption”. Supervised by Ir. H. Irwan, M.T. and Ir. Amsuardiman, M.T.**

Indonesia has vast water and a considerable amount of potential shellfish so the production value tends to increase year by year but currently, the will to increase the economic value still not much done. The business of developing a clams industry to support increased production is still very difficult to realize because of the not fully guaranteed procurement of high-quality raw materials. Based on the problems exist, it is needed to develop more in utilizing the widely available clams’ shells in the waters of Indonesia. The aim of the study was to analyze the clams’ shells waste utilizing as the mixture material on paving block production, where the clams’ shells utilized as the main material to find out how high the compressive strength value and the water absorption on the paving block. The method used was the quantitative research method through testing and measuring the types of clams’ shells mixture variations of 0%, 10%, 20%, and 30% conducted within time periods of  $\pm 4$  (four) months. After that, the concrete tested using the Compression Test Machine (CTM) tool, then continued to the qualitative analysis as the reference to conclude a specific characteristic so found the utilizing opportunity as the base material construction than the other materials. The result revealed that the best one was on the variation of 10% clams’ shells mixture by the compressive strength value of 12.34 Mpa and 28 days aged have met the standard from SNI 03-0691-1996. Whereas, the best water absorption obtained on the variation of 30% clams’ shells mixture showed a 10% value has met the standard from SNI 03-0691-1996 with 28 days aged paving blocks. Thus, it showed the influence of the clams’ shell waste mixing towards the paving blocks production has the values of the variation because of the factors when concerning manually conducted.

**Keywords:** clams’ shells, paving block, compressive strength, water absorption.

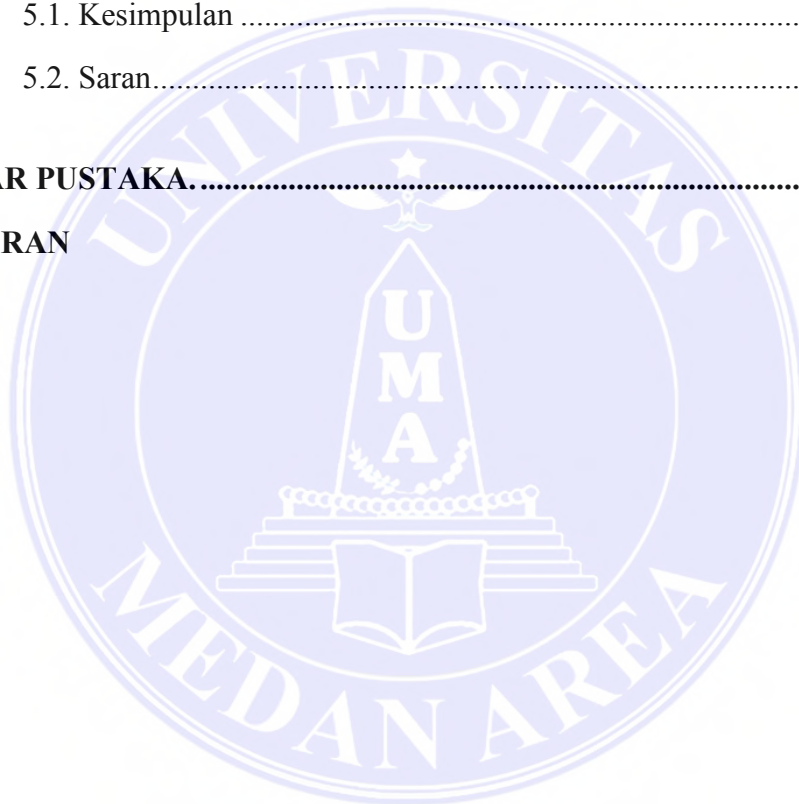
# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Maksud dan Tujuan .....	3
1.3. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Kerangka Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Semen Portland.....	6
2.2. Agregat Halus (Pasir) .....	12
2.3. Air .....	20
2.4. Kulit Kerang .....	24
2.5. Paving Block .....	28
2.6. Proses Pembuatan Paving Block .....	32
2.7. Kelebihan dan Kekurangan Paving Block.....	34
2.7.1. Kelebihan Paving Block .....	34
2.7.2. Kekurangan Paving Block.....	35

2.8. Beton.....	35
2.8.1. Sifat dan Karakteristik Beton .....	40
2.8.2. Umur Beton .....	41
2.8.3. Kinerja Beton.....	42
2.8.4. Kuat Tekan Beton.....	44
2.8.5. Metode Pencampuran Beton.....	46
2.9. Kelebihan dan Kekurangan Beton .....	48
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>51</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	51
3.2. Bahan-Bahan Penelitian .....	51
3.3. Peralatan Penelitian .....	53
3.4. Tahapan Penelitian .....	58
3.4.1. Pengujian Bahan-Bahan Dasar .....	58
3.4.2. Komposisi Campuran dan Prosedur Kerja .....	59
3.4.3. Parameter yang diamati .....	62
3.5. Pengujian Paving Block.....	62
3.6. Analisis Data .....	63
3.7. Mix Desain Pembuatan Paving Block.....	63
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>66</b>
4.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Dasar .....	66
4.1.1. Agregat Halus (Pasir) .....	66
4.1.2. Air.....	72
4.2. Hasil Pengujian Slump Test .....	72
4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block .....	73
4.4. Hasil Pengujian Penyerapan Air Paving Block .....	78



4.5. Hasil Analisa .....	81
4.5.1. Hasil Analisa Slump Test .....	81
4.5.2. Hasil Analisa Absorpsi Paving Block .....	82
4.5.3. Hasil Analisa Berat Benda Uji .....	83
4.5.4. Hasil Analisa Uji Kuat Tekan Paving Block .....	84
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>87</b>
5.1. Kesimpulan .....	87
5.2. Saran .....	87
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>89</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Batasan Gradasi Agregat Halus .....	15
Tabel 2.2. Persyaratan Gradasi Agregat Halus .....	16
Tabel 2.3. Uji Fisik Kulit Kerang.....	28
Tabel 2.4. Sifat-Sifat Fisika Paving Block.....	32
Tabel 2.5. Rasio Kuat Tekan Silinder-Kubus .....	45
Tabel 2.6. Perbandingan Kuat Tekan Antara Silinder Dan Kubus .....	45
Tabel 3.1. Komposisi Campuran Pembuatan Paving Block .....	61
Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Ayakan Agregat Halus .....	66
Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Pasir .....	68
Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus.....	70
Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur .....	71
Tabel 4.5. Penetapan Nilai Slump Test.....	73
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block.....	74
Tabel 4.7. Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Paving Block .....	77
Tabel 4.8. Nilai Penyerapan Air Rata-Rata.....	80

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Bagan Alir Penelitian .....	5
Gambar 2.1. Proses Keseragaman Pembuatan Beton .....	43
Gambar 3.1. Semen Portland Tipe-1 .....	51
Gambar 3.2. Pasir Alami (Pasir Sungai) .....	52
Gambar 3.3. Cacahan Limbah Kulit Kerang .....	52
Gambar 3.4. Air Bak Laboratorium UMA .....	53
Gambar 3.5. Ayakan Pasir .....	53
Gambar 3.6. Sekop .....	54
Gambar 3.7. Gerobak Pasir (Angkong) .....	54
Gambar 3.8. Ember .....	55
Gambar 3.9. Sendok Semen .....	55
Gambar 3.10. Cetakan Silinder .....	56
Gambar 3.11. Timbangan .....	56
Gambar 3.12. Pan .....	57
Gambar 3.13. Alat Uji Kuat Tekan ( <i>Compression Testing Machine</i> ) .....	57
Gambar 4.1. Grafik Hasil Pemeriksaan Ayakan Agregat Halus .....	67
Gambar 4.2. Grafik Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Pasir .....	69
Gambar 4.3. Grafik Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus .....	70
Gambar 4.4. Grafik Perubahan Nilai Slump Terhadap Kulit Kerang .....	72

Gambar 4.5. Grafik Uji Kuat Tekan Rata-Rata.....77

Gambar 4.6. Grafik Nilai Penyerapan Air Rata-Rata .....81



## LAMPIRAN

### Foto Dokumentasi Penelitian 2018



1. Proses pengayakan pasir



2. Proses Pencampuran Semen Portland tipe I dengan Pasir



3. Proses Pencampuran Air pada Semen dan Pasir.



4. Cetakan yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji



5. Pengolesan Oli/Minyak terhadap cetakan benda uji



6. Penimbangan berat Semen dan pasir





7. Penimbangan berat air



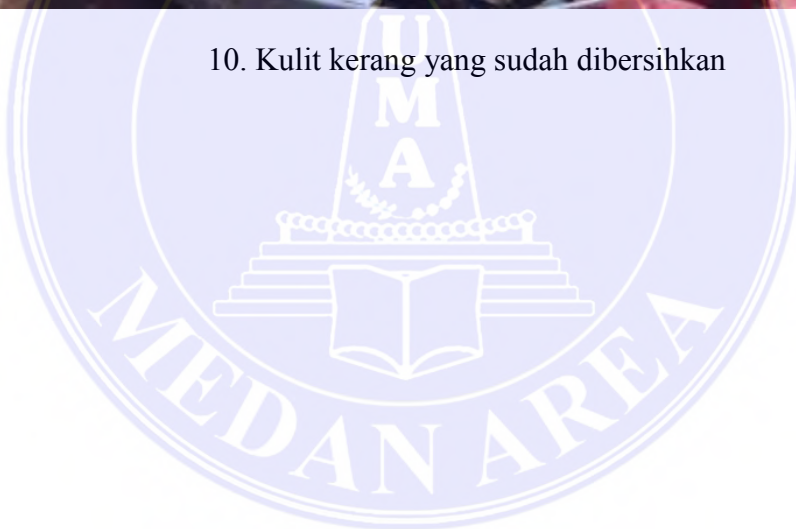
## 8. Kulit kerang yang akan digunakan



## 9. Pembersihan kulit kerang dari kotoran dan sampah



10. Kulit kerang yang sudah dibersihkan





## UNIVERSITAS MEDAN AREA

©Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



11. Proses penghalusan kulit kerang menggunakan mesin pencacah



12. Hasil kulit kerang yang telah dihaluskan



13. Pencampuran kulit kerang yang telah halus dengan semen dan pasir



14. Proses pengadukan beton segar yang sudah dicampurkan kulit kerang yang telah halus



15. Proses pengecekan Slump Test



16. Proses memasukkan mortar kedalam cetakan dan selanjutnya dilakukan pengerojokan terhadap beton segar





17. Pelepasan benda uji dari cetakan setelah 24 jam



18. Perendaman benda uji yang telah di diamkan selama 24 jam



19. Penimbangan benda uji yang akan dilakukan tes uji kuat tekan



20. Proses pengujian kuat tekan pada benda uji



21. Hasil benda uji setelah diuji kuat tekan



22. Dampak dari pengujian uji kuat tekan



23. Pendataan hasil pengujian kuat tekan beton.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perairan di Indonesia memiliki potensi kerang yang cukup besar dan produksinya menunjukkan kecenderungan meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 1991 sampai tahun 1996 produksi kerang terus mengalami peningkatan, tetapi pada tahun 1996 sampai tahun 1997 produksi kerang mengalami penurunan sebanyak 7.221 ton. Sampai saat ini sebagian kerang yang ditangkap dalam bentuk basah dan dikeringkan, usaha untuk meningkatkan nilai ekonomisnya masih banyak belum dilakukan. Usaha Pengembangan industry kerang yang dapat menunjang peningkatan produksi sulit dilakukan, karena tidak terjaminnya pengadaan bahan mentah yang bermutu tinggi, serta daerah penghasil yang terpencar (Saleh dan Murniyati, 1981). Bahasa latin dari kerang yaitu *mollusca* yang artinya hewan air yang bertubuh lunak dan memiliki cangkang.

Salah satu dampak negatif dari perkembangan pembangunan fisik yang pesat adalah terjadinya eksploitasi terhadap Sumber Daya Alam (SDA). Sumber daya alam yang dimaksud adalah salah satu bahan baku pembuatan bahan bangunan yaitu Pasir. Salah satu alternatif untuk mengurangi eksploitasi terhadap sumber daya alam adalah dengan memanfaatkan limbah kulit kerang sebagai bahan baku pembuatan paving block. Limbah kulit kerang tersebut nantinya akan digunakan sebagai bahan/agregat kasar, karena kandungan senyawa kimia  $\text{SiO}_2$  di dalam kulit kerang, yang mana

kandungan senyawa tersebut sama halnya dengan pasir, sehingga didalam pembuatan paving block nantinya tidak banyak menggunakan pasir. Dari segi pemeliharaan kelestarian lingkungan cara ini merupakan salah satu upaya untuk mereduksi limbah yang berasal dari kulit kerang. (Maulanie, & Wibowo.,2004)

Pemanfaatan limbah kulit kerang sangat kurang, karena selama ini hanya digunakan sebagai hiasan, pakan ternak dan Campuran kosmetik. Sedangkan keberadaan kulit kerang semakin mengganggu lingkungan kampung nelayan dan merusak keindahan pantai. (Budiarini, 2004). Menurut Danusaputro (dalam Suratmin dkk, 2007). Jika limbah dibuang terus menerus tanpa adanya pengolahan yang maksimum dapat menimbulkan gangguan keseimbangan, dengan demikian menyebabkan lingkungan tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan, dan keselamatan hayati.

Kualitas paving block yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan dapat memenuhi persyaratan mutu beban sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Untuk itu dilakukan uji kualitas yang meliputi : Uji kuat tekan dan uji penyerapan air. Untuk mendapatkan paving block dengan kualitas yang baik dilakukan variasi perbandingan komposisi campuran bahanbahan dalam pembuatan paving block, dengan campuran semen, pasir, dan kulit kerang.

## 1.2. Maksud dan Tujuan

Adapun Maksud dari penelitian ini adalah menganalisa pemanfaatan limbah kulit kerang sebagai bahan campuran pada pembuatan paving block. Dengan tujuan,

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah :

Untuk Mengetahui nilai kuat tekan dan serapan air pada produk paving block berbahan campuran limbah kulit kerang.

## 1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini mempunyai ruang lingkup sebagai berikut :

1. Kulit kerang yang digunakan berasal dari limbah kulit kerang yang berada di Desa Pintu Air, Kec. Pangkalan Susu.
2. Menggunakan semen Padang tipe I sebagai bahan perekat paving block.
3. Pembuatan dan Pencetakan bahan uji di Lab. Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area, Medan.
4. Uji kelayakan meliputi : uji kuat tekan dan uji serapan air, yang di uji di Lab. Beton Fakultas Teknik Sipil USU, Medan.
5. Variasi limbah kulit kerang yang digunakan adalah ( 0%, 10%, 20% dan 30% ) terhadap berat pasir.



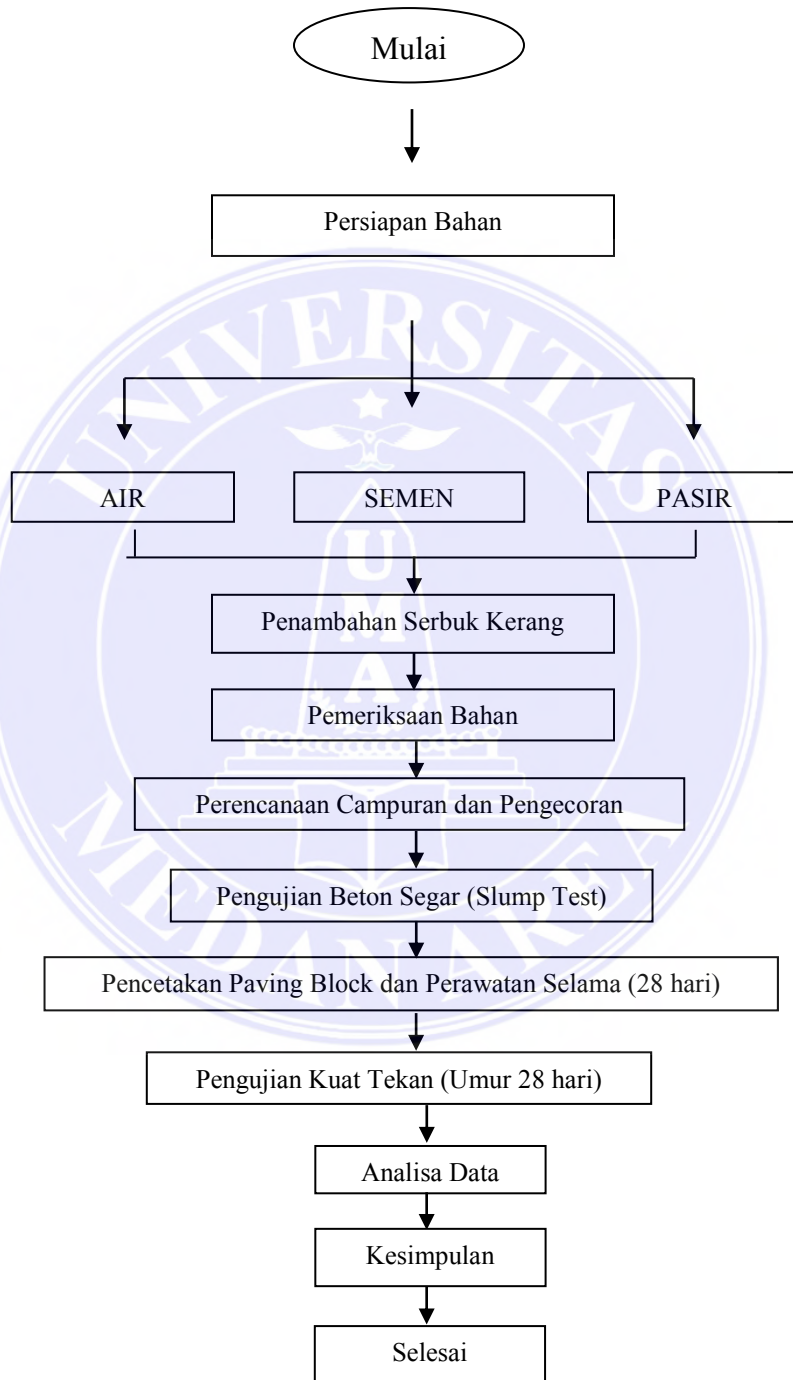
6. Benda uji paving block dibuat dengan bentuk tabung silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
7. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini selain semen adalah pasir, air, dan kulit kerang.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

1. Memberikan suatu solusi alternatif kepada masyarakat khususnya nelayan dan di daerah pesisir untuk memanfaatkan limbah kulit kerang tersebut sebagai bahan baku pembuatan paving block secara sederhana agar lebih bernilai ekonomis.
2. Memberikan nilai kekuatan tekan di dalam paving block sesuai ketentuan.
3. Memberikan nilai daya serapan air pada paving block sesuai standard ketentuan.

## 1.5. Kerangka Penelitian

Berikut kerangka yang digunakan dalam penelitian ini :



Gambar 1.1. Bagan alir penelitian



## UNIVERSITAS MEDAN AREA

©Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Document 6 Accepted 10/29/19

(Access From repository.uma.ac.id)

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Semen Portland

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pembuatan beton. Menurut ASTM (*American Society for Testing Materials*) C 150,1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsiumsilikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya (Mulyono, 2003).

Semen portland atau biasa disebut semen adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini tertuma terdiri dari silika-silika kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan (Samekto dan Candra, 2001).

Semen yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013-81 atau Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1971, dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut (PBI.1971).

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor 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 ketika keras akan berubah menjadi beton keras (concrete).

Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Pemilihan tipe semen ini kelihatannya mudah dilakukan karena semen dapat langsung diambil dari sumbernya (pabrik). Hal itu hanya benar jika standar deviasi yang ditemui kecil, sehingga semen yang berasal dari beberapa sumber langsung dapat digunakan. Akan tetapi, jika standar deviasi hasil uji kekuatan semen besar, maka hal tersebut akan menjadi masalah. Saat ini banyak tipe semen yang ada dipasaran sehingga kemungkinan variasi kekuatan semennya pun besar (ACI 318-89:2-1).

Menurut (Samekto dan Candra, 2001) semen portland memiliki beberapa sifat yang diantaranya dijelaskan sebagai berikut:

1. Kehalusan Butir

Pada umumnya semen memiliki kehalusan sedemikian rupa sehingga kurang lebih 80 % dari butirannya dapat menembus ayakan 44 mikron. Makin halus butiran semen, makin cepat pula persenyawaannya. Makin halus butiran semen, maka luas permukaan butir untuk suatu jumlah berat semen akan semakin menjadi besar. Makin besar luas permukaan butir ini, makin banyak pula air yang dibutuhkan bagi persenyawaannya. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menentukan kehalusan butir semen. Cara yang paling sederhana dan mudah dilakukan ialah dengan mengayaknya.

2. Kekekalan Bentuk

Yang dimaksud dengan kekekalan bentuk adalah sifat dari bubur semen yang telah mengeras, dimana bila adukan semen dibuat suatu bentuk tertentu bentuk itu tidak berubah. Benda dari adukan semen yang telah mengeras. Apabila benda

menunjukkan adanya cacat (retak, melengkung, membesar atau menyusut), berarti semen itu tidak baik atau tidak memiliki sifat tetap bentuk.

### 3. Kekuatan Semen

Kekuatan mekanis dari semen yang mengeras merupakan sifat yang perlu diketahui di dalam pemakaian. Kekuatan semen ini merupakan gambaran mengenai daya rekatnya sebagai bahan perekat/pengikat. Pada umumnya, pengukuran kekuatan daya rekat ini dilakukan dengan menentukan kuat lentur, kuat tarik atau kuat tekan (desak) dari campuran semen dengan pasir.

Semen yang beredar di pasaran harus memenuhi standar tertentu untuk menjamin konsistensi mutu dan kualifikasi produk. SNI merupakan standar yang wajib dijadikan acuan untuk semen yang dipasarkan di seluruh wilayah Indonesia. Jenis semen yang beredar di pasaran meliputi semen Portland Putih, semen portland mengacu pada SNI 15-2049-2004, semen Portland Komposit mengacu pada SNI 15 7064-2004 dan semen Portland Pozolan mengacu pada SNI 15-0302- 2004 (Tri Mulyono,2005).

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, menurut peraturan beton 1989 (SKBI.1.4.53.1989) didalam ulasannya pada halaman 1, semen Portland terbagi menjadi 5 jenis tipe (SK.SNI T-15-1990-03:2) yaitu :

- Tipe I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
- Tipe II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

- Tipe III : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut kekuatan awal yang tinggi.
- Tipe IV : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.
- Tipe V : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Secara garis besar, ada 4 senyawa kimia utama yang menyusun semen portland, yaitu:

- a. Trikalsium Silikat ( $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$  atau  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), disingkat C3S
- b. Dikalsium Silikat ( $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  atau  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), disingkat C2S
- c. Trikalsium Aluminat ( $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$  atau  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ), disingkat C3A
- d. Tetrakalsium Aluminoferrit ( $\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_{10}$  atau  $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  yang disingkat menjadi C4AF.
- e. Gypsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

Sumber : Munir, M., 2008.

Klinker dibuat dari batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ), tanah liat dan bahan dasar berkadar besi. Bahan kapur di Indonesia tersedia banyak dan melimpah. Pembuatan semen portland dilaksanakan melalui beberapa tahapan, yaitu penambangan di *quarry*, pemecahan di *crushing plant*, penggilingan (*blending*), pencampuran bahan-bahan, pembakaran (*ciln*), penggilingan kembali hasil pembakaran, penambahan bahan tambah (*gypsum*), dan pengikatan (*packing/plant*).

Proses pembuatan semen portland dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu:

a) Proses basah

Pada proses basah, sebelum dibakar bahan dicampur dengan air (*slurry*) dan digiling hingga berupa bubur halus, proses basah umumnya dilakukan jika yang diolah merupakan bahan-bahan lunak seperti kapur dan lempung.

Bubur halus yang dihasilkan selanjutnya dimasukkan kedalam sebuah pengering (*oven*) berbentuk silinder yang dipasang miring (*ciln*). Suhu pada *ciln* ini sedikit demi sedikit dinaikkan dan diputar dengan kecepatan tertentu. Bahan akan mengalami perubahan sedikit demi sedikit akibat naiknya suhu dan akibat terjadinya *sliding* di dalam *ciln*. Pada suhu 100°C air mulai menguap, pada suhu 850 °C karbondioksida dilepaskan. Pada sekitaran suhu 1400 °C, berlangsung permulaan perpaduan didaerah pembakaran, dimana akan terjadinya pembentukan klinker yang terdiri atas senyawa kalsium silikat dan kalsium aluminat. Klinker tersebut selanjutnya akan didinginkan, kemudian dihaluskan menjadi butir-butir halus dan ditambah dengan bahan gypsum sekitar 1%-5%.

b) Proses kering

Proses ini digunakan untuk jenis batuan yang keras misalnya batu kapur jenis *shale*. Pada proses ini bahan dicampur dan digiling dalam keadaan kering dan menjadi bubuk kasar. Setelah itu, bahan dimasukkan kedalam *ciln* dan proses selanjutnya sama dengan proses basah.

Dalam pabrikasi akhir, semen portland digiling dalam kilang peluru (*kogelmoles/ciln*) sampai halus dan ditambahi dengan beberapa bahan tambahan, termasuk gypsum. Jenis semen yang diproduksi di pabrik disesuaikan dengan kebutuhan. Nama pabrik semen tersebut biasanya digunakan sebagai merk dagang.



Agar semen memenuhi syarat meskipun disimpan dalam waktu yang sangat lama, cara menyimpannya perlu diperhatikan (PBI,1989:13). Semen harus terbebas dari bahan kotoran dari luar. Semen dalam kantong harus disimpan dalam gudang tertutup dan terhindar dari basah serta lembab, tidak bercampur dengan bahan lain. Semen jenis yang berbeda juga harus dikelompokkan sedemikian rupa demi mencegah kemungkinan tertukarnya jenis semen yang satu dengan yang lainnya.

Urutan penyimpanan harus diatur sehingga semen yang lebih dahulu masuk gudang terpakai lebih awal. Semen curah harus disimpan didalam silo yang terbuat dari baja atau beton dan harus terhindar dari kemungkinan tercampur dengan bahan lainnya. Apabila semen telah disimpan terlalu lama, perlu dibuktikan terlebih dahulu bahwa semen tersebut telah memenuhi syarat sebelum dipakai. Untuk menghindari pecahnya kantong semen, tinggi maksimum timbunan sak semen adalah 2 meter atau sekitar 10 sak. Jarak bebas antara bidang dinding dan semen sekitar 50 cm, sedangkan jarak bebas antara lantai dan semen sekitar 30 cm.

Sifat-sifat semen portland dapat dibedakan menjadi dua yaitu, sifat fisika dan sifat kimia, sifat fisika semen meliputi kehalusan butir, waktu pengikatan, perubahan volume (kekekalan), kekuatan tekan, pengikatan semu, panas hidrasi, dan hilang pijar. Sedangkan sifat kimia semen diantaranya kesegaran semen, sisa yang tak larut dan yang paling utama adalah komposisi syarat yang diberikan, semen portland yang digunakan untuk konstruksi sipil harus memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Di Indonesia, syarat mutu yang digunakan adalah SII.0013-81, “Mutu dan Cara Uji Semen Portland” (Mulyono, 2003).

## 2.2. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (adukan) dan beton. Atau didefinisikan sebagai bahan yang dipakai sebagai pengisi, dipakai bersama dengan bahan perekat dan membentuk suatu massa yang keras dan padat yang disebut beton.

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya. Agregat untuk beton adalah butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dengan ukuran butiran antara 0,063 mm-150 mm. Agregat menurut asalnya dapat dibagi dua yaitu agregat alami yang diperoleh dari sungai dan agregat buatan yang diperoleh dari batu pecah. Dalam hal ini, agregat yang digunakan adalah agregat alami yang berupa coarse agregat (kerikil), coarse sand (pasir kasar), dan fine sand (pasir halus). Dalam campuran beton, agregat merupakan bahan penguat (strengter) dan pengisi (filler), dan menempati 60%-75% dari volume total beton.

Keutamaan agregat dalam peranannya di dalam beton :

- Menghemat penggunaan semen Portland
- Menghasilkan kekuatan besar pada beton
- Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton
- Dengan gradasi agregat yang baik dapat tercapai beton yang padat

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Agregat ini berukuran 0,063 mm – 4,76 mm yang meliputi pasir kasar (Coarse Sand) dan pasir halus (Fine Sand). Untuk beton penahan radiasi, serbuk baja halus

dan serbuk besi pecah digunakan sebagai agregat halus. Menurut PBI, agregat halus memenuhi syarat:

- Agregat halus harus terdiri dari butiran-butiran tajam, keras, dan bersifat kekal artinya tidak hancur oleh pengaruh cuaca dan temperatur, seperti terik matahari hujan, dan lain-lain.
- Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % berat kering, apabila kadar lumpur lebih besar dari 5%, maka agregat halus harus dicuci bila ingin dipakai untuk campuran beton atau bisa juga digunakan langsung tetapi kekuatan beton berkurang 5 %.
- Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik (zat hidup) terlalu banyak dan harus dibuktikan dengan percobaan warna dari ABRAMS-HARDER dengan larutan NaOH 3%.
- Angka kehalusan (Fineness Modulus) untuk Fine Sand antara 2,2 – 3,2.
- Angka kehalusan (Fineness Modulus) untuk Coarse Sand antara 3,2 – 4,5.
- Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beranekaragam besarnya.

Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan tersebut juga dapat dipakai, asal saja kekuatan tekan adukan agregat pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari

95% dari kekuatan adukan agregat yang sama, tetapi dicuci terlebih dahulu dalam larutan NaOH 3% yang kemudian dicuci bersih dengan air pada umur yang sama. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beranekaragam dan apabila diayak dengan ayakan susunan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- Sisa diatas ayakan 4 mm minimum beratnya 2%
- Sisa diatas ayakan 1mm minimum beratnya 10%
- Sisa diatas ayakan 0,025 beratnya berkisar antara 80% sampai 95%.

Agregat Halus merupakan bahan pengisi diantara agregat kasar sehingga menjadikan ikatan lebih kuat yang mempunyai Bj 1400 kg/m. Agregat halus yang baik tidak mengandung lumpur lebih besar 5 % dari berat, tidak mengandung bahan organis lebih banyak, terdiri dari butiran yang tajam dan keras, dan bervariasi.

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi.

Berdasarkan ASTM C33 agregat halus umumnya berupa pasir dengan partikel butir lebih kecil dari 5 mm atau lolos saringan No.4 dan tertahan pada saringan No.200.

Tabel 2.1. Batasan gradasi untuk agregat halus

Ukuran Saringan ASTM	Persentase berat yang lolos pada tiap saringan
9,5 mm	100
4,76 mm	95 – 100
2,36 mm	80 – 100
1,19 mm	50 – 85
0,595 mm	25 – 60
0,300 mm	10 – 30
0,150 mm	2 – 10

Sumber : ASTM C-3

Gradasi agregat dan ukuran butir maksimum berkaitan erat dengan besarnya luas permukaan agregat, banyaknya air yang dibutuhkan dan kadar semen dalam beton gradasi yang baik akan memberikan tingkat optimal untuk mendapatkan density dan kekuatan beton maksimum berbagai standar menyarankan dan menetapkan batas-batas susunan besar butir yang baik untuk beton.

Gradasi Agregat Halus Menurut BS dan SK.SNI T-15-1990-03.

Kekasaran pasir dibagi atas 4 zona:

Zona/Daerah 1 : Pasir kasar

Zona/Daerah 2: Pasir agak kasar

Zona/Daerah 3: Pasir agak halus

Zona/Daerah 4: Pasir halus

Tabel 2.2. Persyaratan Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Tembus Kumulatif			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
10	100	100	100	100
4,80	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,40	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,20	30 – 70	55 – 100	75 – 100	90 – 100
0,60	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,30	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Sumber : SNI – 03 – 2847 - 2002

Agregat halus (Pasir) adalah bahan bangunan yang banyak digunakan dari struktur gedung paling bawah hingga paling atas bangunan. Baik sebagai pasir urug, adukan hingga campuran beton. Beberapa pemakaian pasir dalam bangunan yang sering dijumpai seperti:

- Penggunaan sebagai urugan, misalnya pasir urug bawah pondasi, pasir urug bawah lantai, pasir urug dibawah pemasangan paving block dan lain-lain.
- Penggunaan sebagai mortar atau spesi, sering digunakan sebagai adukan untuk lantai kerja, pemasangan pondasi batu kali, pemasangan dinding bata, spesi untuk pemasangan keramik dan lantai, spesi untuk pemasangan batu alam, plesteran dinding dan lain-lain.
- Penggunaan sebagai campuran beton baik untuk beton bertulang maupun tidak bertulang, bisa dijumpai pada pekerjaan struktur pondasi beton bertulang, sloof, lantai, kolom, plat lantai, cor dak, ring balok dan lainnya.

Disamping itu masih banyak penggunaan pasir dalam bahan bangunan yang dipergunakan sebagai bahan campuran untuk pembuatan material cetak seperti pembuatan paving block, kansteen, batako, dan lain-lain.

Ada beberapa jenis pasir yang dapat diperjual belikan diantaranya:

a. Pasir Beton

Pasir beton adalah pasir yang sangat bagus untuk bangunan dan harganya lumayan mahal. Pasir beton berwarna hitam dan butirannya cukup halus, namun apabila dikepal dengan menggunakan tangan tidak menggumpal dan akan buyar. Pasir ini baik untuk pengecoran, plesteran dinding, pondasi, serta pemasangan bata.

b. Pasir Pasang

Pasir jenis ini adalah pasir yang lebih halus dari pasir beton dan cirri-cirinya apabila dikepal dengan tangan pasir tersebut akan menggumpal dan tidak akan kembali ke semula. Jenis pasir tersebut harganya lebih murah dibanding dengan pasir beton. Pasir pasang sering dipakai untuk campuran pasir beton agar tidak terlalu kasar sehingga bisa dipakai untuk plesteran dinding.

c. Pasir Elod

Pasir Elod adalah pasir yang paling halus dibanding pasir beton dan pasir pasang dan harganya jauh lebih murah dibanding dengan pasir lainnya. Cirri-ciri pasir elod adalah apabila dikepal dengan menggunakan tangan pasir ini akan menggumpal dan tidak akan buyar kembali. Pasir ini masih ada campuran tanahnya dan berwarna hitam. Jenis pasir ini tidak bagus

untuk bangunan. Pasir ini biasanya hanya untuk campuran pasir beton agar bisa digunakan untuk plesteran dinding, atau untuk campuran pembuatan batako.

d. Pasir Merah

Sesuai dengan namanya Pasir ini berwarna merah dan sering disebut pasir Jebrod di daerah Sukabumi atau Cianjur karena pasir tersebut diambil di daerah Jebrod, Cianjur. Pasir ini bagus untuk bahan cor karena cirinya hampir sama dengan pasir beton namun butirnya lebih kasar dan batuannya lumayan lebih besar.

Pasir yang digunakan dalam campuran beton jika dilihat dari sumbernya dapat berasal dari sungai maupun dari galian tambang (*quarry*), agregat yang berasal dari tanah galian, yaitu tanah yang dibuka lapisan penutupnya (*pre-striping*), biasanya berbentuk tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam.

Sungai-sungai yang terjal memiliki aliran yang deras sehingga deposit dari partikel batu-batuannya akan bervariasi cukup besar pada suatu jarak tertentu. Biasanya butir halus tidak cukup banyak dan batuan ini cukup bersih. Pada sungai yang landai, variasi perbedaan ukuran partikel tidak berubah dari tempat satu ketempat yang lainnya. Kebanyakan partikel-partikelnya lebih bulat dan cukup kotor serta tercampur dengan *mica* dan *small fraction*.

Di daerah-daerah tertentu, pasir dapat mengandung mineral berat, umumnya batu-batuan porous dan sudah berkurang kekuatannya akibat pelapukan dapat pecah karena gaya yang terdapat di dalam sungai. Produk yang dihasilkan disetiap sungai di



Indonesia biasanya merupakan campuran jenis-jenis yang kuat dan fragmen nya sedikit lemah.

Pasir kasar alam biasanya dapat memenuhi syarat gradasi zona I dari *British Standard* (B.S), tetapi mineral halus nya yang berukuran lebih kecil dari 0,3 mm tidak cukup banyak. Pasir yang masuk zona II dan zona III dapat juga ditemukan dalam pasir alami, tetapi biasanya banyak mengandung *silt* dan tanah liat. Agregat halus (pasir alam) yang berasal dari sumber ini biasanya berbutir halus dan berbentuk bulat-bulat akibat proses gesekan, sehingga daya lekat antara butirannya sedikit kurang, agregat jenis ini hanya cocok dipakai untuk campuran plesteran karena butirannya halus.

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, berdasarkan pengalaman, komposisi agregat tersebut berkisar 60-70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat inipun menjadi penting. Karena itu perlu dipelajari karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar atau beton yang akan dihasilkan (Tri Mulyono, 2003).

Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui (PBBI 1971, N.I.-2, 3:23).

### 2.3. Air

Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada didalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecah (*workable*). Jumlah air yang terikat dalam beton dengan faktor air semen 0,65 adalah skitar 20% dari berat semen pada umur 4 minggu. Dihitung dari komposisi mineral semen. Jumlah air yang diperlukan untuk hidrasi secara teoritis adalah 35% - 37% dari berat semen. (Nugraha, P dan Antoni, 2007).

Air yang digunakan harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap *paving block*. Air juga tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan. (SNI 03-2847-2002).

Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan pada *paving block*. Kandungan kurang dari 1000 ppm (*parts per million*) masih diperbolehkan meskipun konsentrasi lebih dari 200 ppm sebaiknya dihindari. (Nugraha, P dan Antoni, 2007).

Faktor air sangat mempengaruhi dalam pembuatan beton, karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan kekuatan beton itu sendiri. Selain itu, kelebihan air akan mengakibatkan beton akan menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan

kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan mengakibatkan beton menjadi lemah.

Air pada campuran beton akan berpengaruh pada :

1. Sifat *workability* adukan beton.
2. Besar kecilnya nilai susut beton.
3. Kelangsungan reaksi dengan semen portland, sehingga dihasilkan kekuatan dalam selang beberapa waktu.
4. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.

Air adalah alat untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penggunaan beton. Jumlah air yang digunakan tentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Pengaruh kotoran secara umum dapat menyebabkan :

1. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan.
2. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan.
3. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
4. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.
5. Bercak-bercak pada campuran beton.

Selain untuk reaksi pengikatan, dapat juga untuk perawatan sesudah beton dituang. Air untuk perawatan (*curing*) harus memiliki syarat-syarat yang lebih tinggi

dari air untuk pembuatan beton. Keasamannya tidak boleh PHnya  $> 6$ , juga tidak dibolehkan terlalu sedikit mengandung kapur.

Karena pasta semen merupakan hasil dari reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen atau yang biasa disebut Faktor Air Semen (*water cement ratio*). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai, sehingga akan mempengaruhi kekutan beton. Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu, kekuatan beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90% jika dibandingkan dengan kekuatan beton yang menggunakan air standar/suling (PBBI, 1971).

Air yang digunakan menurut sumber-sumbernya dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ dan lain-lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air laut umumnya mengandung 3,5% larutan garam (sekitar 78% sodium klorida dan 15% magnesium klorida). Garam-garam dalam air laut tersebut akan mengurangi kualitas beton hingga 20%. Air laut tidak boleh digunakan sebagai campuran beton pra-tegang ataupun beton bertulang karena resiko terhadap karat sangat besar. Air buangan dari pabrik industri yang mengandung asam alkali juga tidak boleh digunakan. Sumber-sumber air yang ada adalah sebagai berikut :

a) Air yang terdapat di udara

Air yang terdapat di udara atau air atmosfer adalah air yang terdapat di awan. Kemurnian air tersebut sangat tinggi. Akan tetapi, hingga sampai dengan saat ini belum ditemukan teknologi untuk mendapatkan air atmosfer ini dengan mudah. Air yang terdapat di atmosfer ini kondisinya sama dengan air suling, sehingga sangat memungkinkan untuk mendapatkan beton yang baik dengan air ini.

b) Air hujan

Air hujan menyerap gas-gas serta uap dari udara ketika jatuh ke bumi. Udara terdiri dari komponen-komponen utama yaitu zat asam atau oksigen, nitrogen dan karbondioksida. Bahan-bahan padat serta garam yang larut dalam air hujan terbentuk akibat peristiwa kondensasi.

c) Air tanah

Air tanah terdiri dari unsur kation (seperti  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ , dan  $\text{K}^+$ ) dan unsure (seperti  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ). Pada kadar yang lebih rendah, terdapat juga unsur Fe, Mn, Al, B, F, Se. Disamping itu air tanah juga menyerap gas-gas serta bahan-bahan organik seperti  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  dan  $\text{NH}_3$ .

Air permukaan dibagi menjadi air sungai, air dan situ, air genangan dan air *reservoir*. Erosi yang disebabkan oleh aliran air permukaan, membawa bahan-bahan organik dan mineral-mineral. Air sungai atau air danau dapat digunakan sebagai bahan campuran beton asal tidak tercemar oleh air buangan industri. Air rawa-rawa atau air genangan tidak dapat digunakan sebagai bahan campuran beton, kecuali setelah melalui pengujian kualitas air.

d) Air laut

Air laut yang mengandung 30.000-36.000 mg garam per liter (3%-3.6%) pada umumnya dapat digunakan sebagai campuran untuk beton tidak bertulang, beton pra-tegang dan beton pra-tekan atau dengan kata lain untuk beton-beton mutu tinggi. Air asin yang terdapat di pedalaman mengandung 1000-5000 mg garam per liter. Air dengan kadar garam sedang, mengandung 2000-10000 mg garam per liter. Air di daerah pantai, memiliki kadar garam sekitar 20000-30000 mg per liter.

Air laut tidak boleh digunakan untuk pembuatan beton pra-tegang atau pra-tekan, karena batang-batang baja pra-tekan langsung berhubungan dengan betonnya. Air laut sebaiknya tidak digunakan untuk beton yang ditanami alumunium didalamnya, beton yang memakai tulangan atau yang mudah mengalami korosi pada tulangnya akibat perubahan panas (temperatur) dan lingkungan yang lembab (ACI 318-89-2-2).

Untuk perlindungan terhadap korosi, konsentrasi ion klorida maksimum yang terdapat dalam beton yang telah mengeras pada umur 28 hari yang dihasilkan dari bahan campuran termasuk air, agregat, bahan bersemen dan bahan campuran tambahan tidak boleh melampaui nilai batas yang diberikan (Tri Mulyono, 2003).

## 2.4. Kulit Kerang

Kerang merupakan nama sekumpulan *moluska dwicangkerang* daripada *family cardidae* yang merupakan salah satu komoditi perikanan yang telah lama dibudidayakan sebagai salah satu usaha sampingan para masyarakat pesisir. Teknik budidaya mudah dikerjakan, tidak memerlukan modal yang besar dan dapat dipanen

setelah berumur 6-7 bulan. Hasil panen kerang per tahun dapat mencapai 200-300 ton kerang utuh atau sekitar 60-100 ton daging kerang (*porsepwandi*, 1998).

Dalam pengertian paling luas, kerang berarti semua moluska dengan sepasang cangkang (lihat Bivalvia). Dengan pengertian ini, lebih tepat orang menyebutnya kerang-kerangan dan sepadan dengan arti clam yang dipakai di Amerika. Contoh pemakaian seperti ini dapat dilihat pada istilah "kerajinan dari kerang"

Kata kerang dapat pula berarti semua kerang-kerangan yang hidupnya menempel pada suatu obyek. Ke dalamnya termasuk jenis-jenis yang dapat dimakan, seperti kerang darah dan kerang hijau (kupang awung), namun tidak termasuk jenis-jenis yang dapat dimakan tetapi menggeletak di pasir atau dasar perairan, seperti lokan dan remis.

Kerang juga dipakai untuk menyebut berbagai kerang-kerangan yang bercangkang tebal, berkapur, dengan pola radial pada cangkang yang tegas. Dalam pengertian ini, kerang hijau tidak termasuk di dalamnya dan lebih tepat disebut kupang. Pengertian yang paling mendekati dalam bahasa Inggris adalah cockle.

Dalam pengertian yang paling sempit, yang dimaksud sebagai kerang adalah kerang darah (*Anadara granosa*), sejenis kerang budidaya yang umum dijumpai di wilayah Indo-Pasifik dan banyak dijual di warung atau rumah makan yang menjual hasil laut.

Ciri-ciri umumnya seperti contoh *Phylum mollusca* yang sudah ada sejak zaman kambrian, kira-kira 450 juta tahun yang lalu. Hal ini terbukti dengan banyaknya penemuan fosil molluska yang berasal dari zaman kambria. Phylum hewani ini merupakan golongan kedua terbesar didunia hewan (regnum animalia ).

Semuanya tersebar, baik didarat(terrestrial), maupun di air(akuatik). Penyebaran hewan ini sangat luas ,baik geografis maupun geologis. Dikenal lebih dari 100.000 spesies yang masih hidup dan mungkin lebih besar lagi jumlah fosilnya.

Hewan yang termasuk phylum mollusca memiliki tubuh lunak, tidak beruas-segmen), dengan ciri tubuh bagian atas (anterior) adalah kepala (caput), sisi bawah(ventral) berfungsi sebagai kaki muscular. Dan massa visceranya terdapat pada sisi atas (dorsal). Molluska berasal dari kata "mollis" yang artinya lunak, kalau ditinjau dari keadaan yang primitif, tubuh molluska menunjukkan simetris bilateral (dimana bagian sebelah kiri merupakan bayangan dari sebelah kanan ). Dan sebagian besar tubuh hewan molluska yang lunak dilindungi oleh cangkang (exoskeleton) yang keras.

Cangkang (exoskeleton) yang melindungi tubuh hewan molluska terbuat dari kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) atau zat kapur. Tubuh utama molluska diselubungi oleh lipatan cangkang yang disebut cavum valli (paru). Hewan-hewan molluska telah memiliki sistem organ yang lengkap.

Kerang tidak memiliki kepala (juga otak) dan hanya siphon yang memiliki mata. Organ yang dimiliki adalah ginjal, jantung, mulut, dan anus. Kerang dapat bergerak dengan "kaki" berupa semacam organ pipih yang dikeluarkan dari cangkang sewaktu-waktu atau dengan membuka-tutup cangkang secara mengejut. Sistem sirkulasinya terbuka, berarti tidak memiliki pembuluh darah. Pasokan oksigen berasal dari darah yang sangat cair yang kaya nutrisi dan oksigen yang menyelubungi organ-organnya.



Kulit kerang berbentuk seperti hati, bersimetri dan mempunyai tulang dibagian luar. Kulit kerang mempunyai tiga bukaan inhalen, ekshalen dan pedal untuk mengalirkan air serta untuk mengeluarkan kakinya. Kerang biasanya mengorek lubang dengan kakinya dan makan plankton yang dapat dari aliran air yang masuk dan keluar. Kerang-kerang juga berupaya untuk melompat dan membengkokkan kakinya, berbeda dengan dwicangkerang, kerang ialah hermafrodit.

Serbuk kulit kerang merupakan serbuk yang dihasilkan dari penggilingan kulit kerang yang dihaluskan, serbuk ini dapat digunakan sebagai bahan campuran atau tambahan pada pembuatan beton. Penambahan serbuk kulit kerang yang homogeny akan menjadikan campuran yang lebih reaktif. Serbuk kulit kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan yang mengandung zat kapur (CaO), alumina dan senyawa silica sehingga sesuai digunakan sebagai bahan baku beton (*Shinta Marito Siregar, 2009*).

Sebagian besar halaman rumah para nelayan yang berdekatan dengan pesisir pantai nyaris tertutup oleh limbah kulit kerang, maka dari itu, untuk meminimalisir limbah kulit kerang tersebut yang dihasilkan setiap harinya, dalam penelitian ini kulit kerang akan dimanfaatkan sebagai campuran agregat (substitusi) dengan sebagian pasir dalam pembuatan paving block (bata beton).

Didalam penelitian ini, kulit kerang sebagai bahan campuran dengan sebagian pasir dimana kulit kerang tersebut akan dihancurkan terlebih dahulu untuk memperoleh suatu gradient butiran seperti pasir.

Dari hasil pola difraksi sinar-X diketahui bahwa kulit kerang pada suhu dibawah 500 °C tersusun atas Kalsium Karbonat (CaCO<sub>3</sub>) pada fase aragonite dengan

struktur kristal *orthorombik*. Sedangkan pada suhu diatas 500 °C akan berubah menjadi fase *calcite* dengan struktur kristal *hexagonal*. (Syahrul Humaidi, 1997).

Tabel 2.3. Uji Fisik Kulit Kerang

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis, gr/cc	1,34
2	Berat Vol, gr/cc	1,42
3	Resapan, %	2,04
4	Kadar Lumpur, %	0,33

Sumber : Balitbang Industri Departemen Perindustrian, 2004.

## 2.5. Paving Block

Paving Block adalah bahan bangunan yang digunakan sebagai perkerasan permukaan jalan, baik jalan untuk keperluan pelataran, parkir kendaraan, jalan raya, ataupun untuk keperluan dekoratif pada pembuatan taman. Menggunakan mesin cetak manual atau mesin cetak getar tekan. Paving Block dicetak sedemikian rupa sehingga dapat digunakan sebagai bahan untuk menutup halaman, trotoar, areal parkir, pertamanan, tempat rekreasi dan sebagainya.

Menurut (SNI-03-0691-1996) pengertian paving block adalah bata beton untuk lantai (paving block) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidraulis sejenis air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton. Bata beton lantai berwarna seperti aslinya atau dapat diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk lantai, baik lantai di dalam maupun luar bangunan.

Pendapat Dudung Kusmara (1997) dalam Satya (2002), Paving Block adalah batu cetak berbentuk tertentu yang dipakaisebagai bahan penutup halaman tanpa memakai aduk pasangan (mortar), pengikatan terjadi karna masing-masing batu cetak saling mengunci satu sama lain, sehingga daya serap air dari tanah dibawahnya tetap terjamin dan kemungkinan menggenangnya air di halaman dapat dikurangi.

Selain sebagai penutup permukaan tanah dan peresapan air, paving block merupakan alternative baru sebagai system perkerasan. Kekuatan paving block yang terpasang diatas permukaan tanah di tentukan oleh dua hal yaitu :

- 1) Kuat tekan masing-masing elemen paving block yang terbuat dari beton dengan mutu tertentu.
- 2) Gesekan antar elemen paving block yang dapat terjadi dengan adanya pasir sebagai bahan pengisi diantara sela-sela paving block.

Menurut Andriati (1996:55), Persyaratan ketebalan paving block pada umumnya adalah sebagai berikut :

- 1). 6 cm, digunakan untuk beban lalu lintas ringan dengan frekuensi terbatas, misalnya : sepeda motor, pejalan kaki.
- 2). 8 cm, digunakan untuk beban lalu lintas sedang atau berat dan padat frekuensinya, misalnya : mobil, pick up, truk, bus.
- 3). 10 cm, digunakan untuk beban lalu lintas super berat, misalnya : tronton, loader, crano.

Paving block mulai dikenal dan dipakai di Indonesia terhitung sejak tahun 1977/1978, dimulai dengan pemasangan trotoar di jalan Thamrin dan untuk terminal bus Pulogadung, di Jakarta. Saat ini paving block sudah tersebar pemakaiannya

hampir di seluruh kota besar di Indonesia, baik digunakan sebagai tempat parkir plaza, hotel, tempat rekreasi, tempat bersejarah, terminal, maupun untuk jalan setapak dan perkerasan jalan lingkungan pada kompleks-komplek perumahan (Yelvi : 2008).

Paving block yang diproduksi secara manual biasanya termasuk dalam mutu beton kelas C atau D yaitu untuk tujuan pemakaian non structural, seperti taman dan penggunaan lain yang tidak diperlukan untuk menahan beban berat diatas nya. Mutu paving block yang pengerjaan nya dengan menggunakan mesin press dapat di kategorikan ke dalam mutu beton kelas C sampai A dengan kuat tekan diatas 125 kg/cm<sup>2</sup> bergantung kepada perbandingan campuran bahan yang digunakan. Ada keharusan melakukan pemeriksaan kekuatan paving block secara continue/berkala untuk paving block yang diproduksi dengan spesifikasi khusus.

Penampakan antara paving block yang diproduksi dengan cara manual dan paving block yang diproduksi dengan cara press mesin secara kasat mata relative hampir sama, namun permukaan paving block yang diproduksi dengan menggunakan mesin press terlihat lebih rapat dan rapi dibanding dengan yang dibuat secara manual. (Sumber : Anonym : 2011)

Paving Block mempunyai banyak keuntungan antara lain mudah dalam pemasangan dan pemeliharaan, dapat diproduksi secara mekanis, semi mekanis, manual serta ukuran lebih terjamin dan tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran, tidak mudah terpengaruh cuaca dan lain-lain.

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 klasifikasi paving block (bata beton) dibedakan menurut kelas penggunaannya sebagai berikut :

Bata Beton mutu A : digunakan untuk jalan

Bata Beton mutu B : digunakan untuk pelataran parkir

Bata Beton mutu C : digunakan untuk pejalan kaki

Bata Beton mutu D : digunakan untuk taman dan penggunaan lain

Dalam Pengujian paving block dengan menggunakan bahan campuran kulit kerang, obyek uji harus memenuhi syarat mutu, yaitu :

1. Sifat tampak paving block untuk lantai harus mempunyai bentuk permukaan yang rata dan sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.
2. Bentuk dan ukuran paving block untuk lantai tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Setiap produsen memberikan penjelasan tertulis dalam leaflet mengenai bentuk, ukuran, dan konstruksi pemasangan paving block untuk lantai,
3. Penyimpangan tebal paving block untuk lantai diperkenankan kurang lebih 3 mm,
4. Paving block (bata beton) harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada tabel 2.4 dibawah.
5. Ketahanan terhadap natrium sulfat bata beton tidak boleh cacat dan kehilangan berat yang diperkenankan maksimum 1 %.

Tabel 2.4. Sifat-sifat fisika paving block

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air Rata-Rata Maks. (%)
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber : SNI 03-0691-1996

## 2.6. Proses Pembuatan Paving Block

Cara pembuatan paving block yang biasanya digunakan dalam masyarakat dapat diklasifikasikan menjadi dua metode, yaitu :

Metode konvensional : Pembuatan paving block cara konvensional dilakukan dengan menggunakan alat gublokan degna beban pemadatan yang berpengaruh terhadap tenaga orang yang mengerjakan.

Metode mekanis : metode ini biasa disebut metode press. Metode ini masih jarang digunakan karena untuk pembuatan paving block dengan metode mekanis membutuhkan alat yang harganya relatif mahal.

Pada umumnya paving block yang diproduksi dengan peralatan mekanis memiliki mutu yang lebih tinggi daripada dengan cara lainnya. Pada pembuatan paving block dengan teknik konvensional, seluruh pekerjaannya masih dilakukan secara manual dengan tangan. Berbeda halnya dengan teknik semi-mekanis dan

teknik mekanis yang memungkinkan pencetakan paving block dikerjakan memakai bantuan mesin mixer serta mesin press.

Pada prinsipnya, proses pembuatan paving block secara manual dilakukan dengan memasukkan adukan ke dalam cetakan. Kemudian adukan tersebut dipadatkan menggunakan alat pemukul yang berbentuk seperti tameng atau dengan alat press konvensional (penekanan  $\pm 20 \text{ kg/cm}^2$ ). Proses selanjutnya adalah mengeluarkan paving block mentah lalu menjemurnya sampai benar-benar kering. Sedangkan pada pembuatan paving block dengan cara mekanis bahan-bahan dicampur dalam perbandingan tertentu sesuai dengan peruntukan dan mutu yang direncanakan, kemudian dicetak dan dipadatkan dengan mesin getar, lalu disimpan pada tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung. Paving block yang digunakan untuk jalan setapak, pertamanan dan lain-lain yang tidak menerima beban berat dapat menggunakan mutu kelas III, dengan perbandingan campuran 1 bagian berat semen dengan berat semen dengan 6 bagian berat pasir, dengan cara yang sama. Untuk menjaga agar lebih tahan terhadap keausan dapat diberi lapisan kepala setebal 1 cm dengan perbandingan campuran 1 bagian berat semen dengan 3 bagian berat pasir dan fas yang digunakan berkisar antara 0,3-0,4.

Untuk membuat paving block berkualitas tinggi, yang akan digunakan terus menerus khususnya di tempat dengan beban berat (misalnya tempat parkir), perbandingan adukan sebaiknya sebagai berikut, 1 bagian semen : 4 bagian pasir dan air secukupnya. Untuk membuat paving block bermutu rendah, dapat digunakan lebih sedikit semen dan lebih banyak pasir sungai yang bersih pada adukan beton yaitu, 1 bagian semen : 6 bagian pasir dan air secukupnya.

## **2.7. Kelebihan dan Kekurangan Paving Block**

Pada dasarnya paving block memiliki kelebihan dan kekurangan diantaranya yaitu :

### **2.7.1. Kelebihan Paving Block**

- a) Memiliki daya serap air melalui sedikit celah yang dari susunannya untuk menjaga keseimbangan air tanah.
- b) Beratnya lebih ringan dibandingkan dengan pengerasan jalan lainnya.
- c) Pemeliharaannya lebih mudah dan dapat dipasang kembali setelah dibongkar.
- d) Memiliki tekstur, warna dan dapat dipasang dengan motif menarik.
- e) Dapat diproduksi baik secara mekanis, semi-mekanis, maupun dicetak tangan.
- f) Tidak mudah rusak oleh kendaraan.
- g) Memperindah lapisan permukaan.
- h) Konsep pembangunan berwawasan lingkungan,
- i) Tidak mudah rusak oleh perubahan cuaca (tahan terhadap cuaca apapun).
- j) Daya serap terhadap air hujan cukup baik, sehingga dapat mengurangi genangan air di halaman.
- k) Pemasangan paving block sangat mudah, tidak mempergunakan spesi pasangan, pengikat antara masing-masing paving block, cukup menggunakan pasir sebagai bahan pengisi.



### 2.7.2. Kekurangan Paving Block

- a) Permukaan pemasangan paving block yang mudah bergelombang bila pondasinya tidak dipasang dengan kuat.
- b) Paving block juga kurang cocok untuk dipasang dilahan yang dilalui kendaraan yang berkecepatan tinggi, sehingga paving block hanya cocok untuk dipasang dilahan yang dilalui kendaraan berkecepatan rendah saja misalnya lingkungan pemukiman dan perkotaan yang padat.

### 2.8. Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*). DPU-LPMB memberikan defenisi tentang beton sebagai campuran antara semen Portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat (*SNI 03-2847-2002*).

Nugraha, Paul (2007), mengungkapkan bahwa pada beton yang baik, setiap butir agregat seluruhnya terbungkus dengan mortar. Demikian pula halnya dengan ruang antar agregat, harus terisi oleh mortar. Jadi kualitas pasta atau mortar menentukan kualitas beton. Semen adalah unsure kunci dalam beton. Meskipun jumlahnya hanya 7-15% dari campuran. Beton dengan jumlah semen yang sedikit (sampai 7%) disebut beton kurus (*lean concrete*), sedangkan beton dengan jumlah semen yang banyak disebut beton gemuk (*rich concrete*).

Beton merupakan bahan dari campuran antara *Portland cement*, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dengan tambahan adanya rongga-rongga udara. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Sutikno, 2003:1).

Menurut Mulyono (2006) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu :

1. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 kelas, yaitu :

- a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural.

Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.

- b. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.

c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

2. Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu :

a. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran *shale*, lempung, *slates*, residu *slag*, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m<sup>3</sup> atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara 1440 – 1850 kg/m<sup>3</sup>, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 Mpa.

b. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m<sup>3</sup> – 2400 kg/m<sup>3</sup> dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 Mpa.

c. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m<sup>3</sup>. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

d. Beton massa (*mass concrete*)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

e. *Ferro-Cement*

*Ferro-Cement* adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen

e. Beton serat (*fibre concrete*)

Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

Adapun parameter-parameter yang paling berpengaruh dalam kekuatan beton adalah :

1. Kualitas semen yang digunakan
2. Proporsi semen terhadap campuran
3. Kekuatan dan kebersihan agregat
4. Interaksi antara pasta semen dengan agregat
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton
6. Penempatan, penyelesaian dan pemadatan beton yang benar
7. Perawatan beton
8. Kualitas pelaksanaanya

Agar dapat merancang kekuatannya dengan baik, artinya dapat memenuhi kriteria aspek ekonomi yaitu rendah dalam biaya dan memenuhi aspek teknik yaitu

memenuhi kekuatan struktur, perencana beton harus mampu merancang campuran beton yang memenuhi kriteria tersebut.

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bangunan yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air. Biasanya dipercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan peletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karna air menguap, tetapi semen berhidrasi. Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, fondasi, jalan, jembatan penyeberangan, struktur parkir, dasar untuk pagar/gerbang, dan semen dalam batu atau tembok non blok.

Penggunaan beton dan bahan-bahan vulkanik seperti abu pozzolan sebagai pembentuknya telah dimulai sejak zaman Yunani dan Romawi, bahkan mungkin sebelum itu (Nawy, 1985:2-3). Penggunaan bahan beton bertulang secara intensif diawali pada awal abad ke sembilan belas. Pada tahun 1801, F. Coignet menerbitkan tulisannya mengenai prinsip-prinsip konstruksi dengan meninjau kelembaban bahan beton terhadap taruknya. Pada tahun 1850, J.L. Lambot untuk pertama kalinya membuat kapal kecil dari bahan semen untuk dipamerkan pada pameran dunia tahun 1855 di Paris. J. Monier, seorang ahli taman dari Perancis, mematenkan rangka metal sebagai tulangan beton untuk mengatasi taruknya yang digunakan untuk tempat tanamannya. Pada tahun 1886, Koenen menerbitkan tulisan mengenai teori dan perancangan struktur beton. C.A.P Turner mengembangkan pelat *slab* tanpa balok pada tahun 1906. (Tri Mulyono, 2003).

### 2.8.1. Sifat dan Karakteristik Beton

Berdasarkan sifatnya, macam-macam jenis beton dapat dikelompokkan menjadi dua ragam antara lain:

#### 1. Beton Keras

Beton keras mempunyai sifat-sifat yang meliputi kekuatan tekan, regangan dan tegangan, rangkai dan susut, keawetan yang tinggi, reaksi terhadap temperature, serta kekedapan air. Kekuatan tekan beton merupakan sifat beton yang paling penting karena sangat mempengaruhi kualitas nya, terutama mutu struktur yang dibuat material ini. Beberapa tes yang dapat dilakukan untuk mengetahui kualitas beton keras yaitu uji kekuatan tekan, uji kekuatan tarik belah, uji kekuatan lentur, uji lekatan antara beton dan tulangan, dan uji modulus elastisitas beton.

#### 2. Beton Segar

Sifat-sifat beton segar hanya penting sejauh mana mempengaruhi pemilihan peralatan yang dibutuhkan dalam pengerjaan dan pemadatan serta kemungkinan mempengaruhi sifat-sifat beton pada saat mengeras. Ada dua hal yang harus dipenuhi dalam pembuatan beton yaitu pertama sifat-sifat yang harus dipenuhi dalam jangka waktu lama oleh beton yang mengeras seperti kekuatan, keawetan dan kestabilan volume. Yang kedua sifat yang harus dipenuhi dalam jangka waktu pendek ketika beton dalam kondisi plastis (*workability*) atau kemudahan pengerjaan tanpa adanya *bleeding* dan *segregation*. Akan tetapi sifat ini tidak dapat dirumuskan dengan pasti dan berlaku untuk semua jenis bahan baku, kondisi lingkungan dan cuaca disekitar lokasi pekerjaan. Sebagai contoh, campuran yang mudah dikerjakan untuk pekerjaan

lantai belum tentu akan mudah dikerjakan pada cetakan balok dengan penampang sempit serta mempunyai penulangan yang rapat.

Campuran beton direncanakan berdasarkan asumsi adanya hubungan antara siat-sifat komposisi campuran dan sifat-sifat beton setelah mengeras. Untuk dapat bertahan dengan sifat-sifat ini, maka beton harus dipadatkan secara seragam pada cetakkannya. Dengan demikian, pengetahuan tentang sifat beton merupakan hal penting dalam upaya menghasilkan beton yang berkualitas baik setelah mengeras.

Istilah kemudahan pekerjaan masih memberikan pengertian yang umum dan untuk dapat memahami sifat ini lebih jauh. Kemudahan pengerjaan atau *workability* pada pekerjaan beton didefinisikan sebagai kemudahan untuk dikerjakan, dituangkan dan dipadatkan serta dibentuk dalam acuan (*Ilisley, 1942:224*). Kemudahan pengerjaan ini diindikasikan melalui nilai *slump*. Maka sifat ini dapat dijabarkan kedalam sifat-sifat yang lebih spesifik, yaitu :

- a. Sifat kemampuan untuk dipadatkan (*compactibility*).
- b. Sifat kemampuan untuk dialirkan (*mobility*).
- c. Sifat kemampuan untuk tetap dapat bertahan seragam (*stability*).

Keseluruhan sifat yang dibutuhkan untuk suatu campuran yang baik, dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal.

### 2.8.2. Umur Beton

Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut. Karena beton termasuk bahan yang sangat awet (ditinjau dari pemakaiannya), maka sebagai standar kuat tekan akan ditetapkan pada waktu beton

berumur 28 hari. Kekuatan tekan beton akan naik secara cepat (linier) pada umur 28 hari, akan tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Untuk struktur yang menghendaki kekuatan awal tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen Portland tipe I (OPC-I). Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya yang paling utama adalah penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung mempengaruhi dan memperbaiki kinerja tekannya.

### **2.8.3. Kinerja 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 lapangan kerja. Selain dua kinerja utama yang telah disebutkan diatas, yaitu kekuatan tekan yang tinggi dan kemudahan pengerjaannya, kelangsungan proses pengadaan beton pada proses produksinya juga menjadi salah satu hal yang di pertimbangkan.

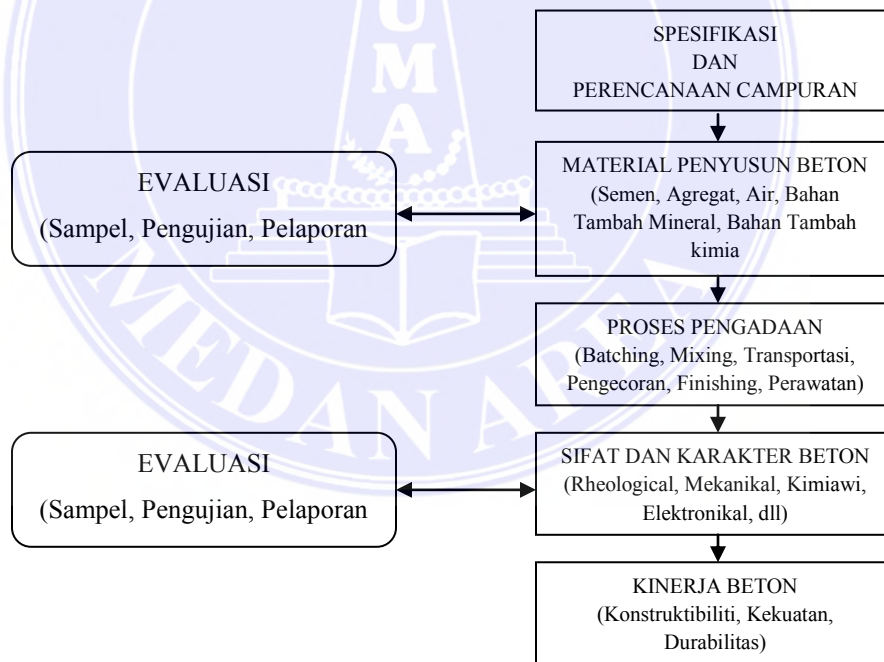
Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kategori bangunan yang dibuat. ASTM membagi bangunan menjadi tiga kategori yaitu: rumah tinggal, perumahan, dan struktur yang menggunakan beton mutu tinggi.

Menurut SNI T.15-1990-03 beton yang digunakan pada rumah tinggal atau untuk penggunaan beton dengan kekuatan tekan tidak melebihi 10 Mpa boleh



menggunakan campuran 1 semen: 2 pasir: 3 batu pecah dengan *slump* untuk mengukur kemudahan pengerjaannya tidak lebih dari 100 mm. Pengerjaan beton dengan kekuatan beton tekan hingga 20 Mpa boleh menggunakan penakaran volume, tetapi pengerjaan beton dengan kekuatan tekan lebih besar dari 20 Mpa harus menggunakan campuran berat.

Tiga kinerja yang dibutuhkan dalam pembuatan beton adalah (STP 169C, *Concrete and concrete-making materials*): 1). Memenuhi kriteria konstruksi yaitu dapat dengan mudah dikerjakan dan dibentuk serta mempunyai nilai ekonomis. 2). Kekuatan tekan dan 3). Durabilitas atas keawetan.



Gambar 2.1. Proses keseragaman pembuatan beton

Sumber: STP 169C, *Concrete and Concrete-Making Materials*, p.32

Kinerja yang dihasilkan pada proses pengadaan beton haruslah seragam. Secara umum, prosedur untuk mendapatkan kinerja yang seragam dalam pengerjaan beton dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 2.1 (Fiorato., Anthony E, 1994: 32). Survey yang dilakukan ASTM mengenai pengaruh bahan-bahan yang digunakan terhadap kinerja beton dilakukan pada 27 responden. Kriteria penilaian variabel menggunakan skala 1-10, dimana 10 merupakan pengaruh tertinggi terhadap kinerja yang dihasilkan. Penelitian ini didasarkan pada pentingnya penggunaan bahan tersebut untuk menghasilkan kinerja tertentu dalam beton yang dibuat.

Secara praktis, penilaian mengenai penggunaan bahan untuk menghasilkan kinerja tertentu akan bergantung pada tujuan beton tersebut dibuat. Penggunaan semen untuk rumah tinggal akan lebih banyak jika dibandingkan untuk penggunaan perumahan komersil atau beton mutu tinggi. Komposisi bahan penyusun juga harus diperhatikan berdasarkan tujuan pembuatan beton tersebut.

#### **2.8.4. Kuat Tekan Beton**

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 Part 115; Part 116 pada umur 28 hari.

Untuk pengujian kuat tekan beton, benda uji berupa silinder beton berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm ditekan dengan beban P sampai runtuh. Karena ada beban tekan P, maka terjadi tegangan pada beton ( $\sigma$ ) sebesar beban (P) dibagi dengan luas penampang beton (A), sehingga dirumuskan :

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Kekuatan tekan relatif antara benda uji silinder dan kubus ditunjukkan pada Tabel 2.5. dan Tabel 2.6. (menurut standard ISO).

Tabel 2.5. Rasio Kuat Tekan Silinder-Kubus

Kuat Tekan (Mpa)	7.00	15.20	20.00	24.10	26.20	34.50	36.50	40.70	44.10	50.30
Kuat Rasio Silinder/Kubus	0.76	0.77	0.81	0.87	0.91	0.94	0.87	0.92	0.91	0.96

Sumber : Neville, "Properties of Concrete", 3<sup>rd</sup> Edition, Pitman Publishing, London, 1981, p.544

Tabel 2.6. Perbandingan Kuat Tekan antara Silinder dan Kubus

Kuat Tekan Silinder (Mpa)	2	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Kuat Tekan Kubus (Mpa)	2.5	5	7.5	10	12.5	15	20	25	30	35	40	45	50	55

Sumber: ISO Standard 3893-1977

Menurut BS.1881, rasio kubus terhadap silinder (*cube/cylinder*) untuk semua kelas adalah 1.25, sedangkan menurut K.W. Day, “*Concrete Mix Design. Quality Control and Specification*”, E & FN SPON, London, 1995, kekuatan tekan kubus jika dibandingkan dengan silinder dinyatakan dalam persamaan 2.2 dan 2.3 dengan nilai kuat tekan kubus dan silinder dinyatakan dalam Mpa atau N/mm<sup>2</sup>. Departemen Pekerjaan Umum dalam Pedoman Beton 1989 (draft), LPMB, 1991 Pasal 4.1.2.1 memberikan hubungan antara kuat tekan kubus dengan silinder dalam persamaan dibawah:

$$\text{Pers (1.1)} \quad f'_{ck} = f'_c - \frac{19}{\sqrt{f'_c}}$$

$$\text{Pers (1.2)} \quad f'_c = f'_{ck} - \frac{20}{\sqrt{f'_{ck}}}$$

$$\text{Pers (1.3)} \quad f'_c = [0.76 + 0.2 \cdot \text{Log}] \left( \frac{f_{ck}}{15} \right) f_{ck}$$

### 2.8.5. Metode Pencampuran Beton

#### 1. Penentuan Proporsi Bahan (Mix Design)

Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui perancangan beton (*mix design*). Hal ini dimaksudkan agar proporsi dari campuran dapat memenuhi syarat kekuatan serta dapat memenuhi aspek ekonomis. Metode perancangan ini pada dasarnya menentukan komposisi dari bahan-bahan penyusun beton untuk kinerja tertentu yang diharapkan. Penentuan proporsi campuran dapat digunakan dengan beberapa metode yang dikenal, antara lain, Metode American Concrete Institute, Portland Cement Association, Road Note No.4, British Standard,

Department Of Engineering, Departemen Pekerjaan Umum (SK.SNI.T-15-1990-03) dan cara coba-coba.

## 2. Metode Pencampuran (Mixing)

Metode Pencampuran dari bahan beton diperlukan untuk mendapatkan kekelakaan yang baik sehingga beton dapat dengan mudah dikerjakan. Kemudahan pengerjaan atau workability pada pekerjaan beton didefenisikan sebagai kemudahan untuk dikerjakan, dituangkan dan dipadatkan serta di bentuk dalam acuan ( lislely, 1942) kemudahan pekerjaan ini di indikasikan melalui slump test : semakin tinggi nilai slump, semakin mudah untuk dikerjakan. Namun demikian nilai dari slump ini harus dibatasi. Nilai slump yang terlalu tinggi akan membuat beton kropos setelah mengeras karena air yang terjebak dalamnya menguap.

Metode pengadukan atau pencampuran beton akan menentukan sifat kekuatan dari beton, walaupun rencana campuran baik dan syarat mutu bahan telah terpenuhi. Pengadukan yang tidak baik akan menyebabkan terjadinya *bleeding*, dan hal-hal yang tidak dikehendaki.

## 3. Pengecoran (*Placing*)

Metode Pengecoran akan mempengaruhi kekuatan beton. jika syarat-syarat pengecoran tidak terpenuhi, kemungkinan besar kekuatan tekan yang direncanakan tidak akan tercapai.

## 4. Pemadatan

Pemadatan yang tidak baik akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton, karena tidak terjadinya pencampuran bahan yang homogeny pemadatan yang berlebih pun akan menyebabkan terjadinya *bleeding*. Pemadatan harus dilakukan sesuai

dengan syarat mutu. Hal lain yang dapat dilakukan adalah melihat manual pemadat yang digunakan sehingga pemadatan pada campuran beton dapat dilakukan secara efisien dan efektif.

#### 5. Perawatan (Curing)

Perawatan terutama dimaksudkan untuk menghindari panas hidrasi yang tidak diinginkan, yang terutama disebabkan oleh suhu. Cara dan bahan serta alat yang digunakan untuk perawatan akan menentukan sifat dari beton keras yang dibuat, terutama dari sisi kekuatannya, waktu-waktu yang dibutuhkan untuk merawat beton pun harus terjadwal dengan baik.

### 2.9. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam-macam 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 bertekstur seni tinggi diletakkan dibagian luar, sehingga tampak jelas pada bagian permukaan betonnya). Selain tahan terhadap serangan api seperti yang telah disebutkan diatas, beton juga tahan terhadap serangan korosi. Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah:

### **Kelebihan Beton**

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- b. Mampu memikul beban yang berat.
- c. Tahan terhadap temperature yang tinggi.
- d. Biaya pemeliharaan yang kecil.

### **Kekurangan Beton**

- a. Bentuk yang sudah dibuat sulit diubah.
- b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
- c. Berat.
- d. Daya pantul suara yang besar.
- e. Membutuhkan cetakan sebagai alat pembentuk.
- f. Tidak memiliki kekuatan tarik.
- g. Setelah dicampur beton akan segera mengeras
- h. Beton yang mengeras sebelum pengecoran, tidak bias didaur ulang.

Sebagian besar bahan pembuat beton adalah bahan local (kecuali semen Portland atau bahan tambah kimia), sehingga sangat menguntungkan secara ekonomi. Namun, pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencana tidak memahami karakteristik bahan-bahan penyusun beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat.

Beton juga dapat dicampur dengan bahan lain seperti *composite* atau bahan lain sesuai dengan perilaku yang akan diberikan terhadap beton tersebut, misalnya beton pra-tekan atau pra-tegang (*pre-stressing*), beton pra-cetak (*pre-cast*). Beton

juga dapat digunakan untuk struktur yang memerlukan bahan struktur yang ringan, misalnya beton ringan struktural (SKBI.1.4.53,1989:5) yaitu beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai massa kering udara yang sesuai dengan syarat seperti yang ditentukan oleh “*Testing Method for Unit Weight of Structural Lightweight Concrete*” (ASTM C-567). Beratnya tidak lebih dari 1900 kg/cm<sup>3</sup>.





## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam kurun waktu  $\pm$  4 (empat) bulan dan direncanakan dengan pengolahan data, penyusunan data dan pembahasan. Selanjutnya penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area dan pengujian kekuatan tekan dilaksanakan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil USU, Medan.

#### 3.2. Bahan-Bahan Penelitian

Pada penelitian pembuatan paving block dengan campuran limbah kulit kerang, digunakan bahan-bahan sebagai berikut :

1. Semen Portland Tipe I

Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe 1 (Merk semen Padang), dalam kemasan 50 kg/sak yang diperoleh dari toko bahan bangunan dalam keadaan baik dan tertutup rapat.



Gambar 3.1. Semen Portland tipe I (Merk semen Padang)

*Sumber : Data penelitian 2018*

## 2. Pasir

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pasir binjai yang dibeli dari tempat penjualan material bahan bangunan di kota Medan.



Gambar 3.2. Pasir Binjai

*Sumber : Data penelitian 2018*

## 3. Kulit Kerang

Kulit kerang yang digunakan berbentuk cacahan yang sebelumnya dihancurkan sampai halus menggunakan alat pencacah dalam dimensi yang beragam dan bervariasi. Limbah kulit kerang ini didapatkan disekitar pesisir tepian pantai, sehingga tidak sulit mendapatkannya.



Gambar 3.3. Cacahan limbah kulit kerang

*Sumber : Data penelitian 2018*

#### 4. Air

Air yang digunakan adalah air bersih dari bak yang berada di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil UMA.



Gambar 3.4. Air bak Lab Beton UMA

*Sumber : Data penelitian 2018*

### 3.3. Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

#### 1. Ayakan pasir

Untuk mengayak pasir



Gambar 3.5. Ayakan pasir

*Sumber : Data penelitian 2018*

## 2. Sekop dan cangkul

Untuk pencedok pasir



Gambar 3.6. Sekop

*Sumber : Data penelitian 2018*

## 3. Gerobak sorong (Angkong)

Untuk membawa pasir yang telah di ayak.



Gambar 3.7. Alat gerobak sorong (Angkong)

*Sumber : Data penelitian 2018*

#### 4. Ember

Untuk tempat penyimpanan air sebelum dituangkan ke mortar.



Gambar 3.8. Ember

*Sumber : Data penelitian 2018*

#### 5. Sendok semen (Cetok)

Untuk memasukkan adonan batako ke dalam cetakkan.



Gambar 3.9. Sendok semen (Cetok)

*Sumber : Data penelitian 2018*

6. Cetakan tabung silinder

Sebagai cetakan yang dipakai dalam pembuatan paving block dalam penelitian ini, dengan ukuran diameter 15 dan tinggi 30 cm.



Gambar 3.10. Cetakan silinder  $\varnothing$  15 dan tinggi 30 cm

*Sumber : Data penelitian 2018*

7. Timbangan

Untuk menimbang berat bahan-bahan paving block.



Gambar 3.11. Timbangan

*Sumber : Data penelitian 2018*

8. Pan

Digunakan sebagai wadah untuk pasir, semen, dan air.



Gambar 3.12. Pan

Sumber : Data penelitian 2018

9. Alat uji kuat tekan

Uji kuat tekan pada paving block dalam penelitian ini menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM), yang telah sesuai dengan *Standarisasi American Society for Testing Material* (ASTM).



Gambar 3.13. Alat uji kuat tekan (*Compression Testing Machine* (CTM))

Sumber : Data penelitian 2018

### 3.4. Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dibagi menjadi empat tahapan penelitian yaitu :

#### 3.4.1 Pengujian bahan-bahan dasar

Pengujian bahan-bahan dasar meliputi pengujian sebagai berikut :

##### 1. Pasir

Pemeriksaan pasir binjai dilakukan dengan cara memeriksa ayakan agregat halus, pemeriksaan berat jenis pasir, pemeriksaan berat isi agregat halus, dan pemeriksaan kadar lumpur pasir.

##### 2. Semen

Pemeriksaan terhadap semen hanya dilakukan dengan cara visual yaitu semen dalam keadaan tertutup rapat dan setelah dibuka tidak ada gumpalan serta butirannya halus. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Padang tipe I kemasan 50 kg.

##### 3. Air

Pemeriksaan air juga dilakukan visual yaitu air harus bersih dan tidak kotor serta tidak mengandung minyak, lumpur, dan garam sesuai dengan persyaratan air untuk minum. Air yang digunakan dalam penelitian adalah hasil air dari bak Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil UMA, Medan.

##### 4. Kulit Kerang

Pemeriksaan kandungan kimia dan uji fisik limbah kulit kerang tidak dilakukan dikarenakan sudah ada hasil data-data yang tertera dari



Balitbang Industri Departemen Perindustrian yang menguji kandungan kimia dan uji fisik kulit kerang tersebut. Kerang merupakan hewan yang memiliki tubuh yang lunak, tidak beruas (bersegmen) dan memiliki senyawa kimia yang sama halnya dengan pasir, dimana kulit kerang banyak digunakan untuk berbagai macam bahan dasar. Penggunaan kulit kerang dapat digunakan sebagai bahan pakan untuk ternak, kerajinan tangan yang unik, bahan pelapis alami pembuatan meubel, konstruksi bangunan, pertanian, peralatan rumah tangga, pernak pernik, hiasan dinding dan lain sebagainya. Penggunaan limbah kulit kerang di berbagai bidang seperti diatas didasarkan pada alasan bahwa limbah kulit kerang mempunyai peran penting dibandingkan dengan bahan lain diantaranya, seperti mudah ditemukan, tidak berkarat, kuat, tidak mudah pecah, ringan, dan meminimalisir limbah disekitar lingkungan yang berdampak positif bagi masyarakat sekitar. Sehingga dari membaca jurnal-jurnal yang ada peneliti ingin bereksperimen untuk memanfaatkannya sebagai bahan campuran pembuatan paving block (bata beton).

### **3.4.2. Komposisi Campuran dan Prosedur Kerja Pembuatan Paving Block**

Variasi campuran yang digunakan untuk pembuatan paving block dalam penelitian ini adalah :

1. Kelompok 0 : kelompok benda uji tanpa tanpa penambahan kulit kerang, dengan perbandingan campuran ( PC : PS : KK = 1 : 3,8 : 0 )
2. Kelompok 1 : kelompok benda uji dengan penambahan serbuk kulit kerang sebanyak 10% dari berat isi semen portland tipe I, dengan perbandingan campuran ( PC : PS : KK = 1 : 3,6 : 0,1)
3. Kelompok 2 : kelompok benda uji dengan penambahan serbuk kulit kerang sebanyak 20% dari berat isi semen portland tipe I, dengan perbandingan campuran ( PC : PS : KK = 1 : 7,3 : 0,2 )
4. Kelompok 3 : kelompok benda uji dengan penambahan serbuk kulit kerang sebanyak 30% dari berat isi semen portland tipe I, dengan perbandingan campuran ( PC : PS : KK = 1 : 16 : 0,3 ).

Tabel 3.1. Komposisi campuran pembuatan paving block Ø 15, tinggi 30 cm.

0%	Variasi I ( 5 Sampel )			
	Semen ( Kg )	Pasir ( Kg )	Air ( Kg )	
	9,5	36,55	4,75	
10%	Variasi II ( 5 Sampel )			
	Semen ( Kg )	Pasir ( Kg )	Air ( Kg )	KK ( Kg )
	9,5	32,8	4,75	3,66
20%	Variasi III ( 5 Sampel )			
	Semen ( Kg )	Pasir ( Kg )	Air ( Kg )	KK ( Kg )
	9,5	29,2	4,75	7,31
30%	Variasi IV ( 5 Sampel )			
	Semen ( Kg )	Pasir ( Kg )	Air ( Kg )	KK ( Kg )
	9,5	25,5	4,75	16,03

Sumber : Data penelitian 2018

Pada tahap ini dilakukan pencetakan paving block dengan takaran bahan sesuai dengan rencana variasi campuran paving block yang telah ditentukan perkelompok 0% KK, 10% KK, 20% KK, dan 30% KK masing-masing sebanyak 5 buah. Kemudian dicetak dengan menggunakan cetakan berbentuk tabung silinder dengan berukuran diameter 15 dan tinggi 30 cm. selanjutnya beton segar dituangkan kedalam cetakan tabung sinder yang sudah disiapkan dan di olesi dengan oli atau minyak agar ketika beton tersebut mengeras, beton tersebut tidak susah di buka dari

cetakan dan tidak menempel pada cetakan yang akan mengakibatkan sampel menjadi rusak. Setelah beton segar dituangkan segera dipadatkan dengan cara merojok nya sampai ruang ruang yang kosong didalam cetakan terisi.

Jumlah sampel yang akan dibuat sebanyak 20 buah, dengan ketentuan sampel yang tidak menggunakan bahan campuran kulit kerang sebanyak 5 sampel, yang menggunakan bahan campuran 10 % sebanyak 5 sampel, campuran 20% sebanyak 5 sampel, dan 30% sebanyak 5 sampel. Setelah paving block kering, timbang untuk mengetahui berapa berat paving block yang telah jadi, kemudian setelah itu rendam paving block selama 7 hari, setelah perendaman selama 7 hari angkat paving block dari rendaman kemudian biarkan hingga beton berumur 28 hari (pencapaian standard kekuatan rata-rata beton).

### **3.4.3. Parameter yang diamati**

1. Uji Kekuatan Tekan
2. Uji Penyerapan air

### **3.5. Pengujian Paving Block**

Pengujian kekuatan tekan beton uji dilakukan ketika beton telah mencapai umur 28 hari, jumlah benda uji yang dilakukan tes kekuatan tekan sebanyak 20 buah benda uji, masing-masing 5 benda uji untuk campuran 0%, 5 untuk campuran 10%, 5 untuk campuran 20%, dan 5 untuk campuran 30% kulit kerang. Sebelum melakukan pengujian tes kuat tekan, terlebih dahulu dilakukan pengecekan benda uji, pengukuran dimensi, berat, serta pengamatan visual terhadap benda uji. Selain itu,

juga perlu dilakukan pengamatan terhadap pola retak pada benda uji saat ditekan dan kondisi benda uji setelah ditekan.

Nilai kuat tekan menurut SNI 03-0691-1996 dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kuat tekan} = f'c = \frac{P}{L}$$

Dimana :  $f'c$  = Kuat tekan beton ( Mpa )

P = Beban tekan ( kg )

L = Luas bidang tekan (  $\text{mm}^2$  )

### 3.6. Analisis Data

Analisa data dari hasil pengujian pembuatan paving blok dengan bahan campuran limbah kulit kerang, dianalisis agar diperoleh suatu kesimpulan dan hubungan antara variabel-variabel yang ada didalam penelitian pembuatan paving block ini.

### 3.7. Mix Desain Pembuatan Paving Block

1. Rencana kuat tekan ( $f'c$ ) = K- 125 / 12 Mpa.
2. Deviasi Standard =  $50 \text{ kg/cm}^2$
3. Nilai tambah =  $1,64 \times 5 = 8,2 \text{ kg/cm}^2$
4. Kekuatan rata-rata tekan = (no.1 + no.3) =  $20,2 \text{ kg/cm}^2$
5. Jenis semen portland = Tipe 1
6. Fas = 0,5
7. Berat isi beton rencana =  $1600 \text{ kg/cm}^2$  (lebih dari 1900 bukan beton ringan)

8. Kebutuhan air  $1 \text{ m}^3$  = 150 liter.
9. Kebutuhan semen  $1 \text{ m}^3$  =  $150 : 0,5 = 300 \text{ kg/cm}^2$
10. Kebutuhan agregat campuran =  $1600 - (150 + 300) = 1.150 \text{ kg/cm}^2$
11. Maka untuk  $1 \text{ m}^3$  beton diperlukan
- Semen =  $300 \text{ kg/m}^3$
  - Pasir =  $1.150 \text{ kg/m}^3$
  - Air =  $150 \text{ kg/m}^3$
12. Perbandingan campuran
- Semen : Pasir : Air
- 1 : 3,8 : 0,5
13. Vol. 1 benda uji silinder =  $0.0053 \text{ m}^3$
14. Faktor keamanan/*Safety Factor* (SF) =  $1,2 \times 0.0053 = 0.00636$
15. Kebutuhan bahan untuk 1 benda uji
- Semen =  $300 \times 0.00636 = 1,90 \text{ kg}$
  - Pasir =  $1,150 \times 0.00636 = 7,31 \text{ kg}$
  - Air =  $150 \times 0.00636 = 0,95 \text{ kg}$
- 
- = 10,16 kg
16. Kebutuhan bahan untuk 20 benda uji
- Semen =  $1,90 \times 20 = 38 \text{ kg}$
  - Pasir =  $7,31 \times 20 = 142,2 \text{ kg}$
  - Air =  $0,95 \times 20 = 19 \text{ kg}$

17. Variasi campuran

- Variasi 0 % =  $10,16 \text{ kg} \times 5$  = 50,8 kg
  - Variasi 10% =  $\frac{10}{100} \times 10,16 \text{ kg} = 1 \times 5$  = 5 kg
  - Variasi 20% =  $\frac{20}{100} \times 10,16 \text{ kg} = 2 \times 5$  = 10 kg
  - Variasi 30% =  $\frac{30}{100} \times 10,16 \text{ kg} = 3 \times 5$  = 15 kg
- 
- = 30 kg

18. Jika mengurangi pasir

- Variasi 10% =  $\frac{10}{100} \times 7,31 = 0,731 \times 5 = 3,665 \text{ kg}$
  - Variasi 20% =  $\frac{20}{100} \times 7,31 = 1,462 \times 5 = 7,31 \text{ kg}$
  - Variasi 30% =  $\frac{30}{100} \times 7,31 = 2,193 \times 5 = 16.03083 \text{ kg}$
- 
- = 27.00583 kg

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

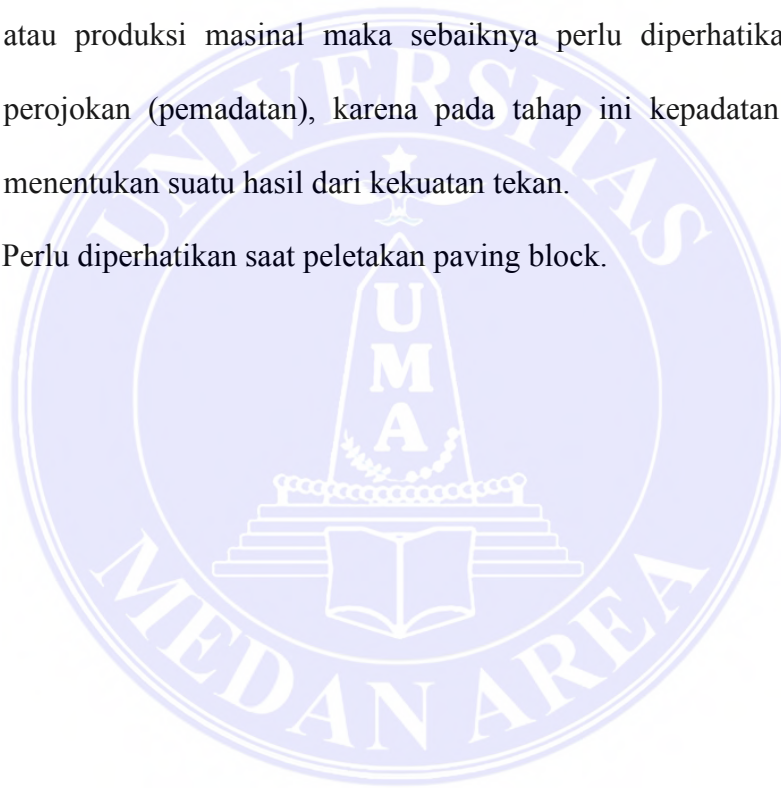
#### 5.1. Kesimpulan

- 1) Kulit kerang dapat digunakan sebagai bahan campuran pembuatan paving block karena memiliki senyawa kimia yang sama dengan pasir.
- 2) Untuk kuat tekan yang telah memenuhi standard SNI 03-0691-1996 pada hasil penelitian ini adalah pada variasi campuran 0%,10%,20% dan 30% telah sesuai dengan mutu C dan D.
- 3) Sementara untuk penyerapan air, ada sebagian variasi telah memenuhi standard SNI 03-0691-1996, yaitu pada variasi 30% yang mendapatkan nilai 10% penyerapan air, dan telah sesuai dengan standard SNI 03-0691-1996.
- 4) Nilai kuat tekan dan serapan air pada pembuatan paving block dalam penelitian ini sangat beragam dikarenakan pada saat merojok kepadatannya berbeda dengan yang lain sehingga menyebabkan pada beberapa campuran memiliki nilai absorbs yang berbeda-beda.

#### 5.2. Saran



- 1) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan variasi campuran limbah kulit kerang agar bisa mendapatkan hasil yang lebih sesuai dengan standard SNI yang telah ditentukan.
- 2) Bagi yang ingin melakukan penelitian lanjutan diharapkan menggunakan komposisi dengan menggunakan perbandingan persentase dari mulai 0% sampai 100%.
- 3) Apabila dalam penelitian selanjutnya menggunakan produksi konvensional atau produksi masinal maka sebaiknya perlu diperhatikan pada tahap perojokan (pemadatan), karena pada tahap ini kepadatan beton sangat menentukan suatu hasil dari kekuatan tekan.
- 4) Perlu diperhatikan saat peletakan paving block.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1991. SNI T-15-1990-03. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan masalah Bangunan, Bandung.
- Anonim, 1996, Standard Nasional Indonesia, SNI 03-0691-1996, “*Bata Beton (Paving Block)*”. Badan Standard Nasional Indonesia.
- Antoni dan Nugraha , P, 2007. *Teknologi Beton*, CV Andi Offset, Yogyakarta.
- ASTM C. 33-03, 2002, “*Standard Specification for Concrete Aggregates*”, Annual Books of ASTM Standars, USA.
- Budiarini, A., 2005., *Studi Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Bahan Baku Pembuatan Con Block.*, Skripsi Fakultas Teknik lingkungan, ITS Surabaya.
- Fajri, Y., Syech, R., & Sugianto. (Tanpa Tahun). “*Penentuan Kualitas Paving Blcok Berdasarkan Variasi Campuran Pasir dan Semen*”. Jurnal Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau. Pekanbaru.
- Mallisa, H., (2006). “*Pengaruh Batu Pecah Teradap Kuat Tekan Paving Block*”. Jurnal SMARTek Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulaka, Palu. Vol. 4, No. 3, Agustus 2006: 156-165.
- Maulanie.,& Wibowo., 2004., “*Bata Beton Berongga (BATAKO) dengan Campuran Kulit Kerang*”. Jurnal Seminar Nasional Rekayasa Perencanaan II 2004. Program Studi D-III Teknik Sipil, FTSP. ITS Surabaya.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.

- Munir, M., 2008. "*Pemanfaatan Abu Batubara (FLY ASH) untuk Hollow Block Yang Bermutu dan Aman Bagi Lingkungan*", Tesis Program Magister Ilmu Lingkungan., Universitas Diponegoro, Semarang.
- Putra, A., Kurniawandy, A., & Azhari. (Tanpa Tahun). "*Pengaruh Variasi Bentuk Paving Block Terhadap Kuat Tekan*". Jurnal Mahasiswa dan Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Riau.
- Rakhmawati, A., & Amin, M. (2010). "*Kulit Kerang Sebagai Bahan Substitusi Agregat Kasar Untuk Paving Block Sesuai SII 0819-83*". Jurnal Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang, Vol. 34 No. 2, hal 175-189.
- Siregar, Shinta Marito, 2009. *Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer*. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara, Medan,
- SNI 03-0691-1996. 1996. *Bata Beton (Paving Block)*. Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- SNI 03-2834-2000. 2002. "*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*". Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SNI 03-3449-2002. 2002. "*Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan*". Departemen Pekerjaan Umum. Yayasan LPMB, Bandung.
- SNI 03-6820-2002. 2002. *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Pelesteran dengan Bahan Dasar Semen*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SNI 1974:2011. 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- SNI 2439:2011. 2011. "*Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*". Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

Suratmin, dkk., 2007., *Pemanfaatan Kulit Ale-Ale Sebagai Agregat Kasar Dalam Pembuatan Beton.*, Forum Teknik Sipil No. XVII/2., hal 531.

Wintoko, Bambang. (Tanpa Tahun). "*Sukses Wirausaha Batako & Paving Block*".

Editor: Ari. Penerbit Pustaka Baru Press.





**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**  
**LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON**

email: [labbeton.ft@usu.ac.id](mailto:labbeton.ft@usu.ac.id)



Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

Medan, 6 Februari 2019

Nomor : 127/LB/S/II/2019  
 Perihal : Izin Untuk Melaksanakan Penelitian  
 Dan Pengambilan Data Tugas Akhir  
 Lampiran : -

Kepada Yth.  
 Dekan  
 Universitas Medan Area  
 Tempat

Yang Hormat,

Menindaklanjuti Surat No.296/FT.1/01.10/LX/2018 tanggal 13 September 2018 perihal Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir, memberitahukan bahwa telah memberi izin kepada mahasiswa Universitas Medan Area melakukan pengambilan data tugas akhir di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton Universitas Sumatera Utara dengan data mahasiswa sebagai berikut:

No	Nama Mahasiswa	NPM	Program Studi
1	Mhd. Fadil Ichsan	148110081	Teknik Sipil

Pengambilan data tugas akhir tersebut telah dilakukan mulai tanggal 16 November 2018 s/d 1 Februari 2019.

Demikian surat ini kami sampaikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dibuat Oleh,  
**Kepala Laboratorium**

FAKULTAS TEKNIK U.S.U  
 LABORATORIUM  
 BETON  
 JURUSAN TEKNIK SIPIL

**Ir. Torang Sitorus M.T.**  
 NIP. 195710021986011001

Tempat  
 Tanggal



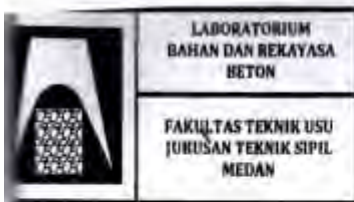
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 10/29/19

(Access From repository.uma.ac.id)



# LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON

FAKULTAS TEKNIK SIPIL USU

Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

## BUKTI TELAH SELESAI PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini dari pihak Laboratorium:

Nama : PUSCKY MARSELLA TARIGAN AND  
NIM/NIP : 05015180502001  
Alamat : LABO BANS

Menyatakan bahwa penelitian tugas akhir di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton dengan data dari pemohon sebagai berikut:

Nama : MUHAMMAD FADIL ICHSAN  
NIM/NIP : 14.811.0081  
Status : MAHASISWA  
Program Studi : TEKNIK SIPIL  
Institusi : UNIVERSITAS MEDAN AREA  
Judul Tugas Akhir : ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG SEBAGAI CAMPURAN PADA PEMERATAN PAVING BLOCK PI-TINJAU DARI NILAI KUAT TEKAN DAN SERAPAN AIR  
Waktu Penggunaan : 16 NOV 2018 S/D 1 FEB 2019

telah selesai melaksanakan penelitian di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton dengan data agenda Kegiatan Harian Peneliti terlampir.

Pemohon tersebut telah mengikuti tata tertib dan peraturan selama meneliti di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton serta bebas dari sanksi.

Demikian bukti telah selesai penelitian di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton diperbuat untuk penggunaan semestinya.

Pemohon  
Peneliti

Mu. FADIL ICHSAN

Diperiksa  
Laboran/Asisten Lab

PUSCKY M.T

Mengetahui:  
Kepala Laboratorium  
Bahan dan Rekayasa Beton

FAKULTAS TEKNIK U.S.U  
LABORATORIUM  
BETON  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Ir. Torang Sitorus M.T.  
NIP. 1957 10021986011001