

**PEMANFAATAN LIMBAH CACAHAN PLASTIK
POLYETHILENE TEREPHTALATE (PET)
SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN PEMBUATAN
PAVING BLOCK**

SKRIPSI

Diajukan sebagai bahan sidang sarjana dan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana teknik sipil
Universitas Medan Area

Disusun oleh :

FAZLI IKHRON PASARIBU

NPM : 11.811.0017



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

2017

**PEMANFAATAN LIMBAH CACAHAN PLASTIK
POLYETHYLENE TEREPHTALATE (PET)
SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN PEMBUATAN
PAVING BLOCK**

SKRIPSI

Disusun oleh :

FAZLI IKHRON PASARIBU

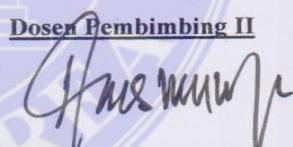
11.811.0017

Diketahui Oleh :

Dosen Pembimbing I

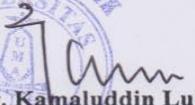

(Ir. H. Edy Hermanto, MT)

Dosen Pembimbing II


(Ir. Amsuardiman, MT)

Dekan Fakultas Teknik


(Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng, M.sc)

Fakultas Ka. Prodi Sipil

(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)


LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat untuk 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 ditulis sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

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

Medan, April 2017



FAZLI IKHRON P

11.811.0017

ABSTRAK

Plastik PET merupakan salah satu limbah yang sangat mudah diperoleh di lingkungan kita. Keberadaan limbah plastik di lingkungan masyarakat sangat mengganggu lingkungan sekitarnya karena plastik sukar diuraikan oleh tanah, Peneliti bermaksud untuk memanfaatkan limbah plastik PET sebagai bahan tambah paving block yang bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dan kelayakan paving block yang dibuat dari bahan tambahan plastik PET, penelitian ini dilakukan dilaboratorium PSP3 Balai Besar, Medan.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan paving block yang telah dilakukan pada penelitian ini, di dapatkan nilai kuat tekan paving block dengan penambahan cacahan plastik PET 0% = 26,668 Mpa, 30% = 17,56 Mpa, dan 50% = 9,848 Mpa, dari data tersebut dapat diketahui paving block dengan campuran plastik mempunyai kecenderungan menurun, tetapi pada campuran PET 30% masih dapat digolongkan paving block mutu 3, yaitu sebagai tempat pedestrian dan taman.

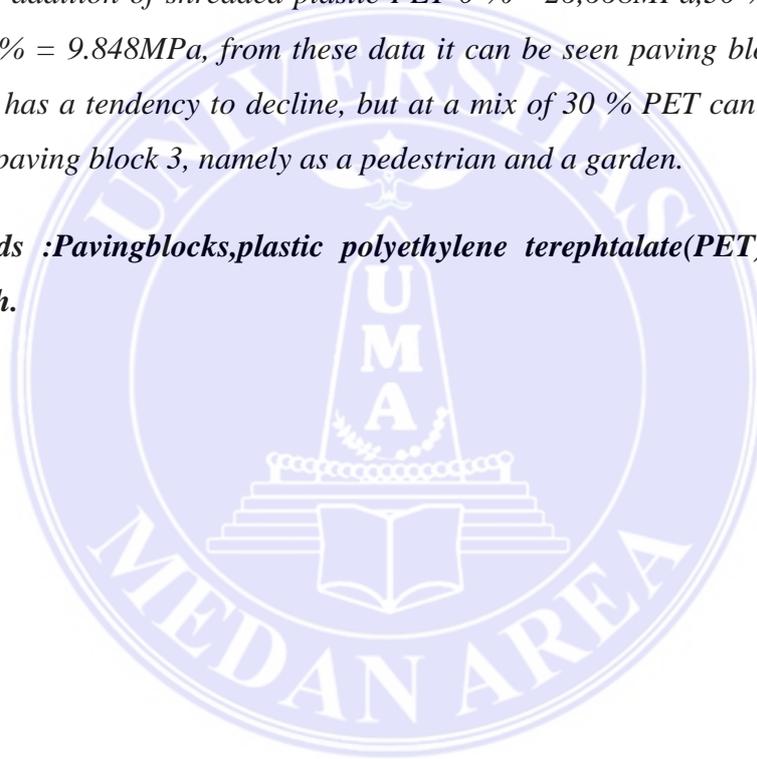
Kata Kunci : Paving block, Plastik polyethilene terephtalate (PET), Kuat Tekan.

ABSTRACT

PET plastic waste is one that is readily available in our environment. The existence of the plastic waste in the community is very disturbing the surrounding environment as described by the ground hard plastic, researchers intend to utilize plastic waste PET as the added material paving block that aims to reduce plastic waste that pollute the environment.

Based on the results of testing the compressive strength of the paving blocks that have been done in this study, in getting the compressive strength of paving blocks with the addition of shredded plastic PET 0 % = 26,668MPa, 30 % = 17.56MPa, and 50 % = 9.848MPa, from these data it can be seen paving block with plastic mixture has a tendency to decline, but at a mix of 30 % PET can still be classed quality paving block 3, namely as a pedestrian and a garden.

Keywords : *Pavingblocks, plastic polyethylene terephthalate(PET), Compressive Strength.*



KATA PENGANTAR

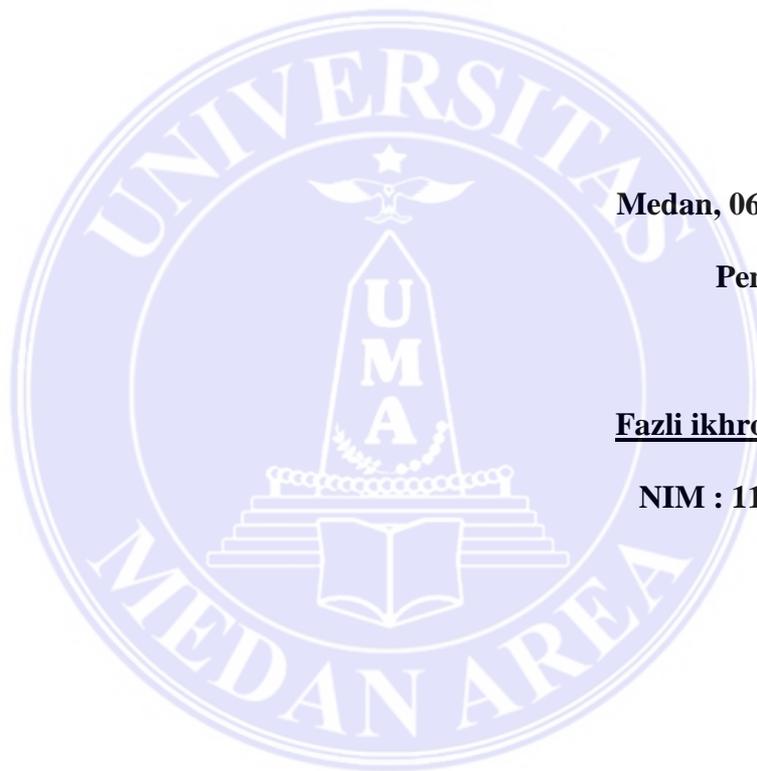
Assalamu‘alaikumwarahmatullahiwabarakatuh.Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Plastik Polyethylene Terephtalate (PET) Sebagai Bahan Tambahan Pembuatan Paving Block”**

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan akademik bagi mahasiswa program studi strata satu di Universitas Medan Area. Dalam upaya penulisan skripsi ini penulis banyak mendapat masukan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. DR. H.A.Ya’kub Matondang, MA selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Prof. DR. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis,MT selaku ketua program studi jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. BapakIr. H. Edy Hermanto, MT selaku pembimbing I yang selalu memberi masukan dan membimbing penulis.
5. Bapak Ir. Amsuardiman, MT selaku pembimbing II yang juga selalu membimbing penulis dalam penulisan skripsi ini.

6. Seluruh Dosen Teknik Sipil dan seluruh Staf tata usaha Fakultas Teknik yang selalu membantu penulis dalam segala urusan dan administrasi.
7. Seluruh Staf yang ada di “Laboratorium Pekerjaan Umum PSP3 Balai besar” yang selalu membimbing dan mengarahkan penulis selama melakukan penelitian di laboratorium.
8. Teristimewa kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda J.Pasaribu dan ibunda Almh.Farida Hanim yang telah banyak memberikan kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta do’a yang tiada henti untuk penulis.
9. Teman-teman seperjuangan stambuk 11 Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Medan Area, yang turut membantu penulis dalam memecahkan segala persoalan.
10. Terkhusus juga Ade Lisnawati S, yang selalu memberikan motivasi, semangat dan dukungan kepada penulis.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa isi maupun teknik penulisannya masih jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritik maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif. Penulisan skripsi ini semoga dapat berguna bagi semua yang telah membacanya, dan dapat menambah wawasan serta ilmu pengetahuan dan bermanfaat dalam mencerdaskan bangsa dan negara.



Medan, 06 April 2016

Penulis

Fazli ikhron Pasaribu

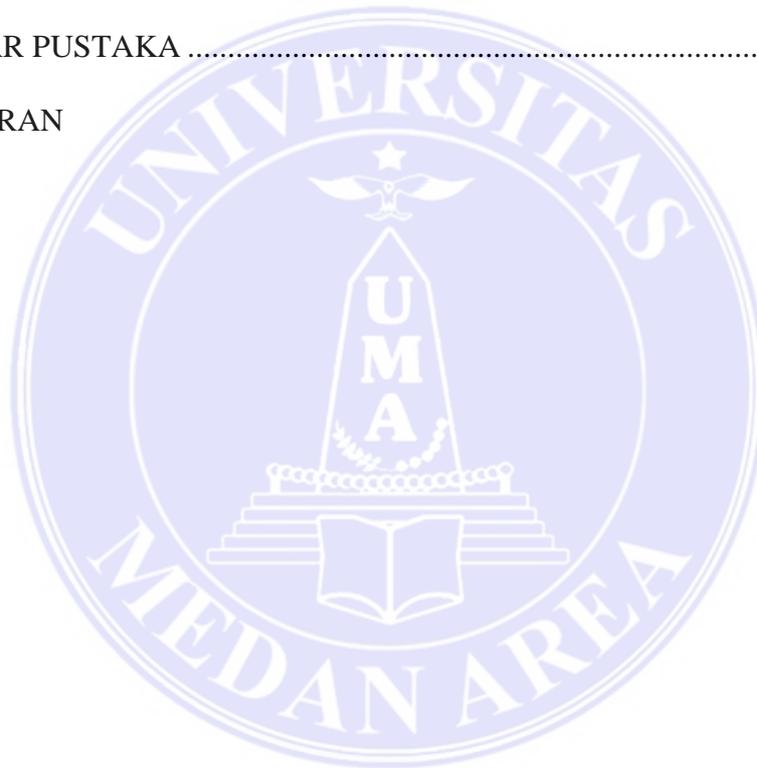
NIM : 11.811.0017

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. LatarBelakang.....	1
1.2. Maksud dan Tujuan	3
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4. Metode Pengambilan Data.....	4
1.5. Kerangka Berfikir	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Beton	6
2.2. Sifat dan Karakteristik Beton	8
2.3. Umur Beton	10
2.4. Kekuatan Tekan Beton	10
2.5. Metode Pencampuran Beton	11
2.6. Paving Block	13
2.7. Bahan-bahan Pembuatan Paving Block	14
2.7.1. Agregat Halus (Pasir).....	14

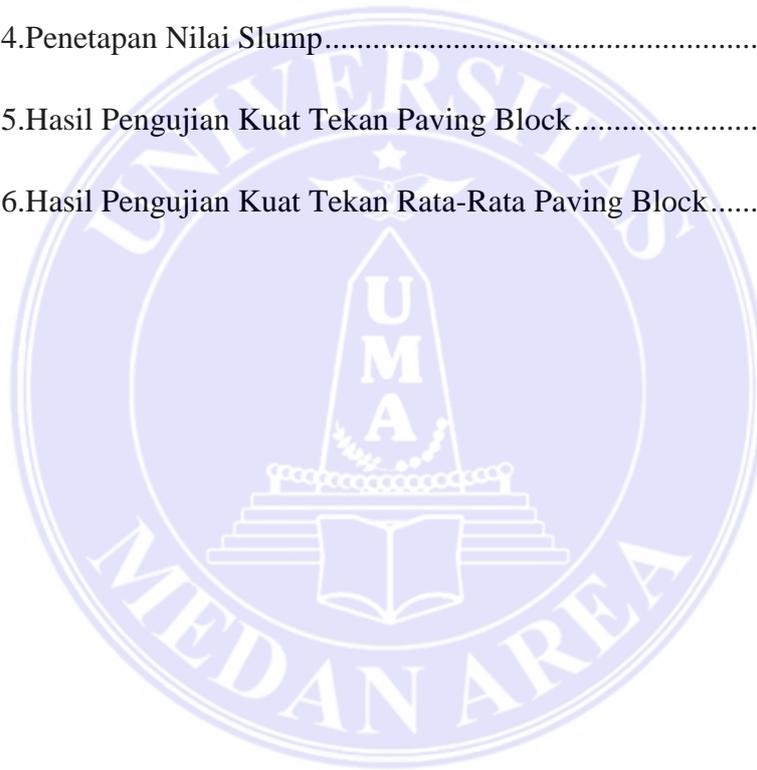
2.7.2. Agregat Kasar.....	19
2.7.3. Semen Portland	21
2.7.4. Plastik.....	25
2.7.5. Air	30
2.8. Proses Pembuatan Paving Block.....	33
2.9. Persyaratan Mutu Paving Block.....	34
3.0. Keuntungan Paving Block	36
3.1. Kelemahan Paving Block	36
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	37
3.1. Metode Penelitian	37
3.2.Lokasi Penelitian	37
3.3.Bahan-bahan Penelitian	37
3.4. Peralatan	39
3.5. Tahapan Penelitian	40
3.5.1. Pengujian bahan-bahan dasar	40
3.5.2.Rencana campuran dan pembuatan paving block	42
3.5.3. Pengujian paving block	43
3.5.4. Analisis data	44
BAB 4HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1. HasilPemeriksaan Bahan Dasar.....	45
4.1.1. Air	45
4.1.2. Semen	45
4.1.3. Plastik PET (<i>Polyethylene Terephthalate</i>)	45
4.1.4. Pasir	45

4.2. Hasil Pengujian Paving Block	50
4.2.1. Hasil uji slump	50
4.2.2. Hasil pengujian kuat tekan paving block	51
4.3. Hasil Analisa	53
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.Kekuatan Fisis Paving Block	35
Tabel 3.1.Rencana Adukan Paving Block Perkelompok	42
Tabel 4.1.Persyaratan ayakan pasir	46
Tabel 4.2.Data hasil pengujian gradasi pasir Binjai.....	47
Tabel 4.3.Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus (pasir).....	49
Tabel 4.4.Penetapan Nilai Slump.....	50
Tabel 4.5.Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block.....	51
Tabel 4.6.Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-Rata Paving Block.....	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.Kerangka Berfikir.....	5
Gambar 3.2.Cacahan Plastik PET	38
Gambar3.3.Alat Uji CTM	39
Gambar 3.4.Alat Cetak dan Press Paving Block.....	40
Gambar4.1. Grafik Batas Gradasi Pasir Binjai Zona 2	48
Gambar4.2. Grafik Perubahan Nilai Slump Terhadap PET.....	50
Gambar4.2. Grafik Pengaruh Penggunaan Plastik PET.....	53



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data penelitian

Lampiran B Dokumentasi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Plastik merupakan salah satu limbah yang sangat mudah diperoleh di lingkungan kita. Keberadaan limbah plastik di lingkungan masyarakat sangat mengganggu lingkungan sekitarnya karena plastik sukar diuraikan oleh tanah. Berbagai cara telah diusahakan agar limbah plastik memiliki manfaat bagi manusia, dengan cara mendaur ulang plastik, bahkan menggunakannya dalam campuran bahan bangunan, namun tetap saja limbah botol plastik ini masih banyak kita temukan dan menjadi tumpukan sampah yang terbuang.

Plastik PET adalah salah satu jenis plastik yang luas dipakai selama beberapa dekade, PET merupakan suatu poliester termoplastik linear yang disintesis melalui esterifikasi asam terftalat (terephthalic acid, TPA) dan etilen glikol (EG) atau dengan transesterifikasi dimetil tereftalat (DMT) dan EG. Dalam beberapa waktu terakhir ini PET merupakan salah satu jenis plastik yang paling cepat pertumbuhan pemakaiannya. Kecepatan pertumbuhan PET disebabkan oleh kebaikan fungsi plastik ini sebagai pengemas bahan yang paling baik untuk air dan botol minuman ringan. Selain itu karena peran fungsinya yang dapat digunakan untuk berbagai jenis aplikasi (Rosidatul Mahmudah S, Sept.2012).

Serat *polypropylen* merupakan bahan dasar yang umum digunakan dalam memproduksi bahan-bahan yang terbuat dari plastik. Pertama kali fiber digunakan dalam industri tekstil karena harganya murah dan dapat menghasilkan produk yang berkualitas. Material ini berbentuk filamen-filamen yang ketika dicampurkan dalam adukan beton untaian itu akan terurai. Serat jenis ini dapat

meningkatkan kuat tarik lentur dan tekan beton (Arde : 2005) , mengurangi retak-retak akibat penyusutan, meningkatkan daya tahan terhadap impact dan meningkatkan daktilitas (Dina : 1999).

Serat PET (*polyethylene terephthalate*) merupakan serat sintesis yang berasal dari botol plastik dapat meningkatkan kualitas paving, mengingat bahannya mudah didapatkan serta harganya murah dan ramah lingkungan. Penelitian (Arum, dkk, 2012) telah membuktikan bahwa serat PET dapat meningkatkan kualitas *paving block* khususnya dalam ketahanan kejut *paving*.

Berdasarkan komposisinya, sampah dibedakan menjadi dua jenis, yaitu jenis organik dan jenis anorganik. Plastik merupakan salah satu jenis sampah anorganik yang mana semua dari material jenis ini dapat didaur ulang. Botol plastik bekas / *polyethylene terephthalate* (PET) merupakan salah satu jenis plastik yang dapat didaur ulang dengan mudah (*Wikipedia Indonesia : 2007*). Penggunaannya sebagai bahan tambah paving block merupakan salah satu alternatif untuk menanggulangi limbah / sampah plastik yang ada.

Meningkatnya pembangunan fisik seperti perumahan, hotel, pusat perbelanjaan, perkantoran, dan sarana yang lain menyebabkan kebutuhan bahan bangunan juga makin meningkat, salah satu bahan bangunan yang sering digunakan adalah paving block. Paving block digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti tempat parkir mobil dipertokoan, maupun sebagai perkerasan jalan pada kompleks-kompleks perumahan. Agar pembangunan dapat berlangsung secara berkesinambungan. Pembangunan harus berwawasan lingkungan dengan menggunakan sumber daya secara bijaksana (Otto Sumarwoto, 1992).

Pada penelitian ini bahan tambah PET yang dicampur kedalam adukan paving block berupa cacahan-cacahan botol plastik PET, yang mana penelitian ini belum pernah dilakukan sebelumnya. Maka dari itu pada kesempatan ini saya ingin mencoba memanfaatkan limbah plastik sebagai bahan campuran untuk pembuatan paving block.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan limbah plastik PET sebagai bahan tambah paving block. Sedangkan tujuannya adalah untuk mengetahui kuat tekan dan kelayakan paving block yang dibuat dari bahan tambahan plastik PET.

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini mempunyai ruang lingkup dan batasan masalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini masalah yang ditinjau dibatasi hanya pada kelayakan penggunaan cacahan plastik (PET) terhadap campuran paving block.
2. Kekuatan paving block untuk kemampuan dalam menerima gaya tekan.
3. Hanya meneliti berdasarkan sifat-sifat fisiknya saja.

1.4. Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, metode eksperimen dilakukan dengan kegiatan penelitian di Laboratorium. Adapun ukuran dimensi paving block yang ingin dibuat adalah 10 cm x 20 cm dengan ketebalan 6 cm.

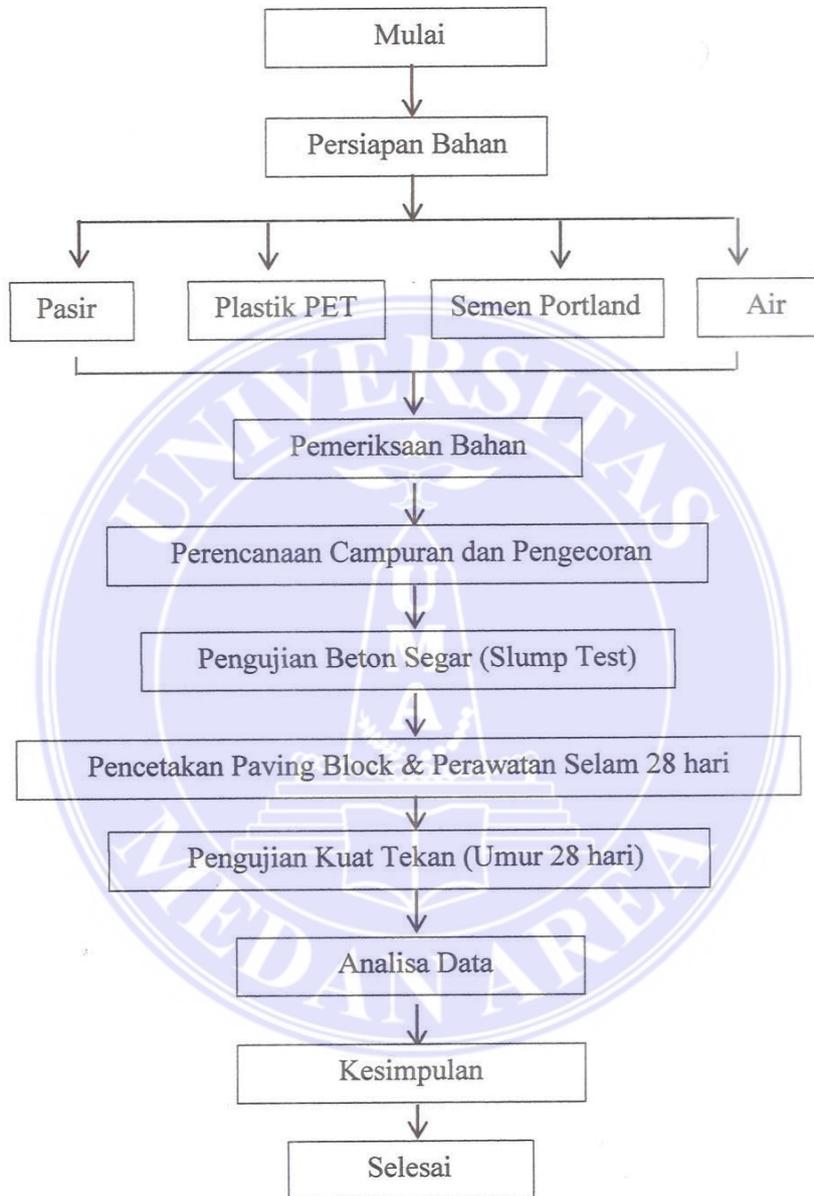
Persentase komposisi untuk campuran paving block dengan penambahan cacahan plastik (PET) adalah 0%, 30% dan 50% sebagai bahan tambah.

Dimana :

- Kelompok 0 : Kelompok benda uji dengan penambahan cacahan botol plastik sebanyak 0% dari berat isi semen portland tipe 1.
- Kelompok 1 : Kelompok benda uji dengan penambahan cacahan botol plastik sebanyak 30 % dari berat isi semen portland tipe 1.
- Kelompok 2 : Kelompok benda uji dengan penambahan cacahan botol plastik sebanyak 50% dari berat isi semen portland tipe 1.



1.5. Kerangka Penelitian



Gambar 1.1. Bagan alir penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton merupakan ikatan dari material-material pembentuk beton, yaitu terdiri dari campuran agregat (kasar dan halus), semen, air, dan ditambah dengan campuran tertentu apabila dianggap perlu. Bahan air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai pengisi. (Paul Nugraha & Antoni, 2007).

Pada umumnya jika berhubungan dengan tuntutan mutu dan keawetan tinggi yang diinginkan, ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam menghasilkan sebuah beton yang bermutu tinggi, meliputi faktor air semen (FAS), kualitas agregat halus, kualitas agregat kasar, dan penggunaan bahan tambah baik *admixture* (kimia) maupun *aditif* (mineral) (Trimulyono, 2004)

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 pelaksanaannya

Secara umum kita melihat bahwa pertumbuhan atau perkembangan industri konstruksi di Indonesia cukup pesat, meskipun harus terkena masalah krisis ekonomi. Hampir 60% material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (concrete), yang pada umumnya dipadukan dengan baja (composite) atau jenis lainnya.

Agar dapat merancang kekuatannya dengan baik, artinya dapat memenuhi kriteria aspek ekonomi yaitu rendah dalam biaya dan memenuhi aspek teknik yaitu memenuhi kekuatan struktur, seorang perencana beton harus mampu merancang campuran beton yang memenuhi kriteria tersebut.

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunankomposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air. Biasanya dipercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan peletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karena air menguap, tetapi semen berhidrasi, mengelem komponen lainnya bersama dan akhirnya membentuk material seperti-batu. Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, fondasi, jalan, jembatan penyeberangan, struktur parkir, dasar untuk pagar/gerbang, dan semen dalam bata atau tembok blok. Nama lama untuk beton adalah batu cair.

Dalam perkembangannya banyak ditemukan beton baru hasil modifikasi, seperti beton ringan, beton semprot, beton fiber, beton berkekuatan tinggi, beton berkekuatan sangat tinggi, beton mampat sendiri (self compacted concrete) dll. Saat ini beton merupakan bahan bangunan yang paling banyak dipakai di dunia.

Penggunaan beton dan bahan-bahan vulkanik seperti abu pozzolan sebagai pembentuknya telah dimulai sejak zaman Yunani dan Romawi bahkan mungkin sebelumnya. Dengan campuran kapur, pozzolan, dan batu apung, bangsa Romawi banyak membangun infrastruktur seperti akuaduk, bangunan, drainase dan lain-lain. Di Indonesia penggunaan yang serupa bisa dilihat pada beberapa bangunan kuno yang tersisa. Benteng Indrapatra di Aceh yang dibangun pada abad ke-7 oleh kerajaan Lamuri, bahan bangunannya berupa kapur, tanah liat, dan batu gunung. Orang Mesir telah menemukan sebelumnya bahwa dengan memakai aditif debu vulkanik mampu meningkatkan kuat tekan beton.

Penggunaan beton secara masif diawali pada permulaan abad 19 dan merupakan awal era beton bertulang. 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 dalam Expo tahun 1855 di Paris. J.Moiner, seorang ahli taman dari Prancis mematenkan rangka metal sebagai tulangan beton untuk mengatasi taruknya yang digunakan untuk tanamannya. Pada tahun 1886, Koenen menerbitkan tulisan mengenai teori dan perancangan struktur beton. C.A.P Turner mengembangkan pelat slab tanpa balok tahun 1906. (Tri Mulyono, 2003).

2.2. 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 temperatur, serta kedap terhadap air. Kekuatan tekan beton merupakan sifat beton yang paling penting karena sangat mempengaruhi kualitasnya, terutama mutu struktur yang dibuat dari 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, serta uji modulus elastisitas beton.

2. Beton Segar

Sifat-sifat yang dimiliki oleh beton segar berpengaruh besar terhadap pemilihan alat-alat yang digunakan untuk pengerjaan dan pemadatan beton. Sifat ini pula yang bakal menentukan karakteristik dari beton tersebut ketika sudah mengeras. Terdapat dua persyaratan yang wajib dipenuhi dalam pembuatan beton segar yakni (1) Sifat-sifat yang harus dimiliki beton yang mengeras dalam jangka waktu lama contohnya kekuatan, kestabilan, dan keawetan; (2) Sifat-sifat yang harus dimiliki beton ketika dalam kondisi plastis yakni workabilitas demi mempermudah pengerjaan tanpa perlu bleeding dan segregation. Meskipun sifat workabilitas pada beton segar tidak bisa dibandingkan, tetapi kontrol terhadap kualitas tetap menjadi pekerjaan yang penting.

Adapun karakteristik yang dimiliki beton adalah, beton mempunyai tegangan tekan yang tinggi tetapi sayangnya tegangan tarik yang dimiliki oleh beton sangat rendah. Beton juga tidak bisa diterapkan pada konstruksi yang menahan momen lengkung, Jika dipaksakan memikul gaya tarik, beton akan

mengalami keretakan, kekuatan beton dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang dipakai.

Beton akan mencapai kekuatan penuh setelah berumur 28 hari, beton merupakan material murah yang bisa dimanfaatkan untuk menahan beban tekan, beton memiliki tingkat kekakuan yang tinggi, beton mempunyai daya ketahanan yang baik terhadap api, beton jg tidak terlalu membutuhkan perawatan yang intensif, seiring berjalannya waktu, beton akan mengalami pengurangan volume akibat susut dan rangkai, pada masa perkerasan, beton rentan sekali mengalami keretakan (Arafuru, 2007).

2.3. Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan tekan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan tekan beton pada kasus-kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun dimuka. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki kekuatan awal tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen 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.

2.4. Kekuatan Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur, semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu

beton yang dihasilkan. Kekuatan tekan beton dinotasikan sebagai berikut (PBI,1989 : 16).

f'_c = Kekuatan tekan beton yang disyaratkan (Mpa).

f_{ck} = Kekuatan tekan beton yang didapatkan dari hasil uji kubus 150 mm atau dari silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm (Mpa).

f_c = Kekuatan tarik dari hasil uji buah silinder beton (Mpa).

f'_{cr} = Kekuatan tekan beton rata-rata yang dibutuhkan, sebagai dasar pemilihan perancangan campuran beton (Mpa).

S = Deviasi Standar (s) (Mpa).

Beton harus di rancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kuat tekan rata-rata yang di syaratkan. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang telah di rancang campurannya harus di produksi sedemikian rupa sehingga memperkecil frekuensi terjadinya beton dengan kuat tekan yang lebih rendah dari f'_c seperti yang telah disyaratkan. Kriteria penerimaan beton tersebut harus pula sesuai dengan standar yang berlaku. Menurut Standar Nasional Indonesia, kuat tekan harus memenuhi $0,85 f'_c$ untuk kuat tekan rata-rata dua silinder dan memenuhi $f'_c + 0,82 s$ untuk rata-rata empat buah benda uji yang berpasangan. Jika tidak memenuhi, maka diuji mengikuti ketentuan selanjutnya.

2.5. 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 di harapkan. Penentuan proporsi campuran dapat digunakan dengan bebrapa metode yang di kenal, antara lain, Metode American Concerete 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 kecelakan yang baik sehingga beton dapat dengan mudah dikerjakan. Kemudahan pengerjaan atau workbility pada pekerjaan beton didefinisikan sebagai kemudahan untuk dikerjakan, dituangkan dan di padatkan serta di bentuk dalam acuan (Iisley, 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 arau 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 lain 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 homogen 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

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 di buat, terutama dari sisi kekuatannya. Waktu-waktu yang dibutuhkan untuk merawat beton pun harus terjadwal dengan baik.

2.6. Paving Block

Paving block atau bata beton untuk lantai (menurut SII. 0819-88) adalah suatu komponen bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen hidrolis atau sejenisnya, agregat dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu paving block tersebut. Paving block dapat berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat pewarna pada komposisinya dan digunakan untuk lantai baik didalam maupun diluarbangunan.

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, keduanya 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, untuk terminal, maupun untuk jalan setapak dan perkerasan jalan lingkungan pada komplek-komplek perumahan (Yelvi : 2008).

Dalam penelitian Harun Malissa tentang pengaruh batu pecah terhadap kuat tekan paving block, menyatakan penambahan batu pecah akan berpengaruh terhadap kuat tekan paving block. Hal ini ditinjau dari perbandingan yang sama antara semen dengan pasir yaitu 1 pc : 8 pasir tanpa tambahan batu pecah (seperti paving block yang ada dipasaran) didapatkan kuat tekan maksimum sebesar 5,25 Mpa, sedangkan yang ditambah batu pecah didapatkan kuat tekan maksimum sebesar 9,70 Mpa pada komposisi campuran 1 pc : 8 pasir : 8 batu pecah dengan menggunakan batu pecah lolos saringan No. 3/8 tertahan saringan No. 4. (Dwi kusuma, 2013).

2.7. Bahan-bahan Pembuatan Paving Block

Kualitas dan mutu paving block ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan, dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan bakunya, komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan baik akan menghasilkan paving block yang berkualitas.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan paving block adalah sebagai berikut:

1) Agregat Halus (Pasir)

Pasir adalah bahan bangunan yang banyak dipergunakan dari struktur paling bawah hingga paling atas dalam bangunan. Baik sebagai pasir urug, adukan hingga campuran beton. Beberapa pemakaian pasir dalam bangunan dapat kita jumpai 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, biasanya digunakan sebagai adukan untuk lantai kerja, pemasangan pondasi batu kali, pemasangan dinding bata, spesi untuk pemasangan keramik lantai dan keramik dinding, spesi untuk pemasangan batu alam , plesteran dinding dan lain lain.
- Penggunaan sebagai campuran beton baik untuk beton bertulang maupun tidak bertulang, bisa kita jumpai dalam struktur pondasi beton bertulang, sloof, lantai, kolom , plat lantai, cor dak, ring balok dan lain -lain.

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 biasanya dijual diantaranya :

a. Pasir Beton

Pasir Beton adalah pasir yang bagus untuk bangunan dan harganya lumayan mahal, anda bisa lihat di daftar harga pasir. Pasir Beton biasanya berwarna hitam dan butirannya cukup halus, namun apabila dikepal dengan tangan tidak menggumpal dan akan puyar kembali. Pasir ini baik sekali untuk pengecoran, plesteran dinding, pondasi, juga pemasangan bata dan batu.

b. Pasir Pasang

Pasir Pasang adalah pasir yang lebih halus dari pasir beton ciri cirinya apabila dikepal dia akan menggumpal tidak kembali lagi ke semula. Jenis pasir ini harganya lebih murah dibanding dengan pasir beton. Pasir pasang biasanya

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. Harga Pasir ini jauh lebih murah dibanding Jenis Pasir yang lainnya. Ciri ciri pasir elod adalah apabila dikepal dia akan menggumpal dan tidak akan puyar kembali. Pasir ini masih ada campuran tanahnya dan warnanya 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

Pasir merah atau suka disebut Pasir Jebrod kalau di daerah Sukabumi atau Cianjur karena pasirnya diambil dari daerah Jebrod Cianjur. Pasir Jebrod biasanya bagus untuk bahan Cor karena cirinya hampir sama dengan pasir beton namun lebih kasar dan batuannya agak lebih besar.

Pasir yang digunakan dalam campuran beton jika dilihat dari sumbernya dapat berasal dari sungai ataupun 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. Pada kasus tertentu, agregat yang terletak pada lapisan yang paling atas harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

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 batu-batuan ini

cukup bersih. Pada sungai-sungai yang landai, variasi perbedaan ukuran partikel tidak berubah dari tempat yang satu ke tempat yang lain. Kebanyakan partikel-partikelnya lebih bulat dan cukup kotor serta tercampur dengan *mica* dan *small fraction*.

Di daerah tertentu, pasir dapat mengandung mineral-mineral berat, umumnya batu-batuan porous dan sudah berkurang kekuatannya akibat pelapukan dapat pecah karna gaya-gaya yang terdapat di dalam sungai. Produk yang dihasilkan di setiap sungai di Indonesia biasanya merupakan campuran jenis-jenis yang kuat dan fragment agak lemah. Sungai yang mengalir melewati jenis batu yang seragam, misalnya sungai yang melewati gugusan pegunungan yang mengandung granit, akan menghasilkan batuan sejenis, tetapi masih terdiri dari fragment batuan yang kuat dan lemah. Sungai ini biasanya mengandung cukup banyak mica dalam pasirnya dan gradasi agregatnya biasanya merupakan gradasi sela (salah satu dari ukuran agregat tidak ada).

Pasir kasar alami biasanya dapat memenuhi syarat gradasi zona I dari *British Standard* (B.S), tetapi mineral halus yang berukuran lebih kecil dari 0,3 mm tidak cukup banyak. Pasir yang masuk zona II dan 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 agak kurang, agregat jenis ini cocok dipakai untuk campuran plesteran karena butir-butirnya 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).

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam maupun buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat halus dan agregat kasar. Batasan antara agregat halus dan agregat kasar berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan yang lainnya. Meskipun demikian, dapat diberikan batasan ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (Standar ASTM).

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton menurut pasal 4.2 ayat (1), maka agregat halus harus memenuhi satu, beberapa atau semua ayat berikut ini.

Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.

Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5%,

maka agregat halus harus dicuci. Agregat halus juga tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan air, pada umur yang sama.

Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam pasal 3.5 ayat (1), harus memenuhi syarat-syarat yaitu, sisa diatas ayakan 4 mm harus minimum 2% berat, sisa diatas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat, sisa diatas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80% dan 95% berat.

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) Agregat Kasar (kerikil dan batu pecah)

Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai desintegrasi alam daribatuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksudkan dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm.

Agregat kasar dibedakan atas 2 macam, yaitu kerikil (dari batuan alam) dan kricak (dari batuan alam yang dipecah). Menurut asalnya kerikil dapat dibedakan atas, kerikil galian, kerikil sungai dan kerikil pantai. Kerikil galian biasanya mengandung zat-zat seperti tanah liat, debu, pasir dan zat-zat organik.

Kerikil sungai dan krikil pantai biasanya bebas dari semua zat-zat yang tercampur, permukaannya licin dan bentuknya lebih bulat. Hal ini disebabkan karena pengaruh air. Butir-butir kerikil alam yang kasar akan menjamin pengikatan adukan lebih baik. Batu pecah (kricak) adalah agregat kasar yang diperoleh dari batu-batuan dari alam yang dipecah menggunakan alat, berukuran 5-70 mm. Penggilingan/ pemecahan biasanya dilakukan dengan mesin pemecah batu (Jaw breaker/ crusher).

Menurut ukurannya, krikil / kricak dapat dibedakan atas :

- a. Ukuran butir : 5 - 10 mm disebut kerikil/kricak halus,
- b. Ukuran butir : 10-20 mm disebut kerikil/kricak sedang,
- c. Ukuran butir : 20-40 mm disebut kerikil/kricak kasar,
- d. Ukuran butir : 40-70 mm disebut kerikil/kricak kasar sekali.
- e. Ukuran butir >70 mm digunakan untuk konstruksi beton siklop (cyclopen concreten).

Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.

Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.

Besar butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari pada seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, sepertiga dari tebal plat atau tigaperempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan. Penyimpanan dari pembatasan ini diijinkan, apabila menurut penilaian pengawas ahli, cara-cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa hingga menjamin tidak terjadinya sarang-sarang kerikil (PBBI 1971 N.I.-2, 23-24).

3) Semen Portland

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150,1985, Semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013-81 atau Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986, dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut (PBI.1989).

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 setelah mengeras akan 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 beberapa sumberlangsung dapat digunakan. Akan tetapi, jika standard deviasi hasil uji kekuatan semen besar, 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).

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

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, menurut peraturan beton 1989 (SKBI.1.4.53.1989) dalam ulasannya di halaman 1, membagi semen portland menjadi lima jenis (SK.SNI T-15-1990-03:2) yaitu:

- Tipe I, semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
- Tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Tipe III, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
- Tipe IV, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
- Tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Berat jenis yang dihasilkan berkisar antara 3.12 dan 3.16 dan berat volume sekitar 1500 kg/cm³ (Nawy, 1985:9). Bahan utama pembentuk semen portland adalah kapur (CaO), silika (SiO₃), alumina (Al₂O₃), sedikit magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali. Untuk mengontrol komposisinya, terkadang ditambahkan oksida besi, sedangkan gipsum (CaSO₄.2H₂O) ditambahkan untuk mengatur waktu ikat semen.

Klinker di buat dari batu kapur (CaCO₃), tanah liat dan bahan dasar berkadar besi. Bahan kapur di indonesia tersedia melimpah. Kebanyakan pabrik semen di bangun di dekat gunung kapur.

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 dalam sebuah pengering (*oven*) berbentuk silinder yang dipasang miring (*ciln*). Suhu *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 suhu sekitar 1400° C, berlangsung permulaan perpaduan di daerah pembakaran, dimana akan terbentuk klinker yang terdiri dari senyawa kalsium silikat dan kalsium aluminat. Klinker tersebut selanjutnya didinginkan, kemudian dihaluskan menjadi butir halus dan ditambah dengan bahan gypsum sekitar 1%-5%.

b) Proses kering

Proses kering biasanya digunakan untuk jenis batuan yang lebih keras misalnya untuk batu kapur jenis *shale*. Pada proses ini bahan dicampur dan digiling dalam keadaan kering menjadi bubuk kasar. Selanjutnya bahan tersebut dimasukkan ke dalam *ciln* dan proses selanjutnya sama dengan proses basah.

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

Agar semen tetap memenuhi syarat meskipun disimpan dalam waktu lama, cara penyimpanan semen perlu diperhatikan (PBI,1989:13). Semen harus terbebas dari bahan kotoran dari luar. Semen dalam kantong harus disimpan

dalam gudang tertutup, terhindar dari basah dan lembab, dan tidak tercampur dengan bahan lain. Semen dari jenis yang berbeda harus dikelompokkan sedemikian rupa untuk mencegah kemungkinan tertukarnya jenis semen yang satu dengan yang lainnya.

Urutan penyimpanan harus diatur sehingga semen yang lebih dahulu masuk gudang terpakai lebih dahulu. 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 dulu bahwa semen tersebut memenuhi syarat sebelum dipakai. Untuk menghindari pecahnya kantong semen, tinggi maksimum timbunan zak semen adalah 2 meter atau sekitar 10 zak. 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 (kekalan), kekuatan tekan, pengikatan semu, panas hidrasi, dan hilang pijar. Sedangkan sifat kimia semen meliputi 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 dipergunakan adalah SII.0013-81, "Mutu dan Cara Uji Semen Portland" (Mulyono, 2003).

4) Plastik

Plastik adalah polimer, rantai panjang atom mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau "monomer". Plastik

yang umum terdiri dari polimer karbon saja atau dengan oksigen, nitrogen, chlorine atau belerang di tulang belakang. Tulang-belakang adalah bagian dari rantai di jalur utama yang menghubungkan unit monomer menjadi kesatuan. Untuk mengeset properti plastik grup molekuler berlainan "bergantung" dari tulang-belakang (biasanya "digantung" sebagai bagian dari monomer sebelum menyambungkan monomer bersama untuk membentuk rantai polimer).

Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik. Mereka terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau ekonomi. Ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik dapat dibentuk menjadi film atau fiber sintetik. Nama ini berasal dari fakta bahwa banyak dari mereka "*malleable*", memiliki properti keplastikan. Plastik didesain dengan variasi yang sangat banyak dalam properti yang dapat menoleransi panas, keras, "*reliency*" dan lain-lain. Digabungkan dengan kemampuan adaptasinya, komposisi yang umum dan beratnya yang ringan memastikan plastik digunakan hampir di seluruh bidang industri. Pellet atau bijih plastik yang siap diproses lebih lanjut (*injection molding, ekstrusi, dll*).

Plastik dapat juga menuju ke setiap barang yang memiliki karakter yang deformasi atau gagal karena shear stress, lihat keplastikan (fisika) dan ductile. Plastik dapat dikategorisasikan dengan banyak cara tapi paling umum dengan melihat tulang-belakang polimernya (vinyl){chloride}, polyethylene, acrylic, silicone, urethane,

Plastik merupakan bahan baru yang semakin berkembang. Plastik banyak digunakan untuk berbagai macam bahan dasar. Penggunaan plastik dapat

dipakai sebagai bahan pengemas, konstruksi, elektroteknik, automotif, mebel, pertanian, peralatan rumah tangga, bahan pesawat, kapal mainan dan lain sebagainya. Penggunaan plastik di berbagai bidang seperti di atas di dasarkan pada alasan bahwa bahan plastik mempunyai keunggulan dibandingkan dengan bahan lain antara lain, seperti tidak mudah berkarat, kuat, tidak mudah pecah, ringan, dan elastis.

Ada beberapa proses yang terjadi pada industri plastik, yaitu bahan dasar biji plastik mengalami pemanasan, kemudian dikirim ke tempat pembentukan. Pembentukan bisa dilakukan dengan berbagai cara antara lain, pencetakan, pengepresan, dan pembentukan dengan pemanasan atau dengan vakum. Setelah mengalami pembentukan, selanjutnya dilakukan proses pendinginan. Proses ini bertujuan agar plastik yang sudah terbentuk tidak mengalami perubahan bentuk lagi.

Ada beberapa jenis plastik berdasarkan bahan penyusunnya, salah satunya adalah polyethilene terephthalate (disingkat PET, PETE) adalah suatu resin polimer plastik termoplast dari kelompok poliester. PET banyak diproduksi dalam industri kimia dan digunakan dalam serat sintetis, botol minuman dan wadah makanan, aplikasi thermoforming dan dikombinasikan dengan serat kaca dalam resin teknik. PET merupakan salah satu bahan mentah terpenting dalam kerajinan tekstil.

PET dapat berwujud padatan amorf (transparan) atau sebagai bahan semi kristal yang putih dan tidak transparan, tergantung pada proses dan riwayat termalnya. Monomernya dapat di produksi melalui esterifikasi asam tereftalat dengan etilen glikol, dengan air sebagai produk sampingnya. Monomer PET

juga dapat dilakukan melalui reaksi transesterifikasi etilen glikol dengan dimetil tereftalat dengan metanol sebagai hasil samping. Polimer PET dihasilkan melalui reaksi polimerisasi kondensasi dari monomernya. Reaksi ini terjadi sesaat setelah esterifikasi / transesterifikasinya dengan etilen glikol sebagai produk samping, dan etilen glikol ini biasanya didaur ulang.

Telah diketahui bahwa ada beberapa cara untuk mendepolimerisasi PET, yakni secara mekanik atau juga secara kimiawi dan secara biologi. Metode depolimerisasi secara biologi tidak dapat digunakan bagi PET karena PET merupakan plastik yang tidak dapat terdegradasi pada kondisi normal akibat tidak adanya organisme yang dapat mengonsumsi molekul PET yang relatif besar, yang paling dapat diterima berdasarkan pada prinsip pertumbuhan berkelanjutan adalah daur ulang secara kimiawi. Dekomposisi PET secara kimiawi dilakukan untuk membentuk kembali bahan aslinya yaitu monomer.

Penelitian mengenai depolimerisasi kimia PET telah banyak dilakukan. Metode tersebut antara lain alkoholisis, hidrolisis dan glikolisis. Perbedaan dari metode-metode ini adalah pada agen pendepolimerisasi yang dipakai dan kondisi-kondisi reaksinya. Metode glikolisis merupakan metode yang paling banyak digunakan. Metode ini dianggap paling menguntungkan diantara metode-metode yang lain dengan beberapa alasan. Pertama prosesnya lebih sederhana dan dapat dilakukan secara konvensional, kedua, proses pemisahan glikol dari pelarut dalam proses depolimerisasi tidak diperlukan, ketiga, monomer BHET yang dihasilkan dari proses depolimerisasi dapat dicampur dengan BHET yang baru sehingga dapat menghemat biaya produksi PET, keempat, BHET dapat digunakan sebagai bahan awal dalam proses sintesis

PET yang berbasis DMT dan TPA yang dihasilkan dalam proses alkoholisis dan hidrolisis sedangkan DMT dan TPA tidak dapat digunakan sebaliknya. Meskipun demikian, cara glikolisis ini memiliki kelemahan yaitu BHET yang masih mengandung oligomer tingkat tinggi sulit untuk dimurnikan dengan metode sederhana.

Dalam metode glikolisis diperlukan katalis, penelitian mengenai depolimerisasi PET dengan menggunakan metode glikolisis dengan berbagai macam katalis telah banyak dilakukan. Banyak katalis dikembangkan untuk mempercepat reaksi glikolisis PET, seperti logam asetat, titanium fosfat, padatan superacid, oksida logam, sulfat dan lain sebagainya. Diantara semua katalis yang diteliti, hasil yang paling baik untuk reaksi glikolisis adalah dengan menggunakan katalis seng asetat. Katalis tersebut dikenal sebagai katalis yang efektif pada reaksi transesterifikasi. Produk hasil depolimerisasi PET menggunakan katalis seng asetat menghasilkan rendemen yang tinggi yaitu 66%, 64%, dan 78%. Meskipun katalis ini sangat efektif digunakan dalam glikolisis PET, namun logam seng sendiri mempunyai dampak negatif dan bersifat racun bagi lingkungan. Oleh karena itu, beberapa katalis lain yang lebih ramah lingkungan seperti natrium karbonat, natrium bikarbonat, natrium sulfat dan kalium sulfat digunakan sebagai katalis dalam reaksi glikolisis PET. Dari kelompok katalis tersebut, natrium karbonat dapat digunakan sebagai katalis yang paling efektif untuk menggantikan katalis seng asetat dengan alasan bahwa rendemen hasil produk depolimerisasi untuk natrium karbonat, yaitu 50% dan 64% hampir mendekati seng aset (Rosidatul Mahmudah S, *Sept.2012*).

5) Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Karena pasta semen merupakan hasil 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 sebagai 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 seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan 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 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% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida). Garam-garaman dalam air laut ini

akan mengurangi kualitas beton hingga 20%. Air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan campuran beton pra-tegang ataupun beton bertulang karena resiko terhadap karat lebih besar. Air buangan 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 ini sangat tinggi. Sayangnya, hingga sekarang belum ada teknologi untuk mendapatkan air atmosfer ini secara mudah. Air yang terdapat dalam atmosfer ini kondisinya sama dengan air suling, sehingga sangat mungkin 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 terutama terdiri dari unsur kation (seperti Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , dan K^+) dan unsur anion (seperti CO_3^- , HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- , NO_3^-). Pada kadar yang lebih rendah, terdapat juga unsur Fe, Mn, Al, B, F dan Se. Disamping itu air tanah juga menyerap gas-gas serta bahan-bahan organik seperti CO_2 , H_2S dan NH_3 .

Air permukaan dibagi menjadi air sungai, air danau dan situ, air genangan dan air *reservoir*. Erosi yang disebabkan oleh aliran air permukaan, membawa

serta 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 aluminium di dalamnya, beton yang memakai tulangan atau yang mudah mengalami korosi pada tulangannya akibat perubahan panas (temperatur) dan lingkungan yang lembab (ACI 318-89-2-2).

Selain itu, syarat umum air yang dapat digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. Air yang digunakan dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah

yang membahayakan 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, agergat, bahan bersemen dan bahan campuran tambahan tidak boleh melampaui nilai batas yang diberikan (Tri Mulyono, 2003).

2.8. Proses Pembuatan Paving Block

Paving block dapat di produksi secara mekanis, semi mekanis, atau dengan cetak tangan. 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 pekerjaanya 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 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 panas 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 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 (Erwin, 2010).

2.9. Persyaratan Mutu Paving Block

Persyaratan mutu paving block menurut SNI-03-0691-1996 adalah sebagai berikut :

a. Sifat tampak

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

b. Bentuk dan ukuran

Biasanya setiap produsen memberikan penjelasan tertulis dalam leaflet mengenai bentuk dan ukuran serta daya dukung paving block.

c. Sifat Fisis

Bata beton untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisis seperti tercantum di tabel 1 berikut :

Tabel 1. Kekuatan Fisis Paving Block

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)		Penyerapan Air Rata ² (%)
	Rata ²	Min	
I	40	34	3
II	20	22,5	5
III	15	17	7

Sumber : Rekayasa Sipil-ISSN : 1858-3695

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 klasifikasi Paving block dibedakan menurut kelas penggunaannya sebagai berikut:

Paving Mutu I : digunakan untuk jalan.

Paving Mutu II : digunakan untuk pelataran parkir.

Paving Mutu III : digunakan untuk pejalan kaki dan taman.

Paving yang diproduksi secara manual biasanya termasuk dalam mutu beton kelas D atau C yaitu untuk tujuan pemakaian non struktural, seperti untuk taman dan penggunaan lain yang tidak diperlukan untuk menahan beban berat di atasnya.

Mutu paving yang pengerjaannya dengan menggunakan mesin pres dapat dikategorikan ke dalam mutu beton kelas C sampai A dengan kuat tekan di atas 125 kg/cm², bergantung pada perbandingan campuran bahan yang digunakan

Penampakan antara paving yang diproduksi dengan cara manual dan paving pres mesin secara kasat mata relatif hampir sama, namun permukaan paving yang diproduksi dengan mesin pres terlihat lebih rapat dibanding yang dibuat secara manual.

3.0. Keuntungan Paving Block

- a. Mudah dalam pemasangan dan pemeliharaan yang bersifat insidental.
- b. Dapat diproduksi baik secara mekanis, semi mekanis, maupun dicetak tangan.
- c. Tidak mudah rusak oleh kendaraan.
- d. Memperindah lapisan permukaan.
- e. Anti slip.
- f. Ukuran lebih terjamin.
- g. Konsep pembangunan berwawasan lingkungan.
- h. Tidak mudah rusak oleh perubahan cuaca (tahan terhadap cuaca) dan lain-lain
- i. Daya serap terhadap air hujan cukup baik, sehingga dapat mengurangi genangan air di halaman.

3.1. Kelemahan Paving Block

- a. Pemasangan paving block mudah bergelombang apabila pondasinya tidak dipasang dengan kuat.
- b. Paving block juga kurang cocok untuk dipasang di lahan yang dilalui kendaraan yang berkecepatan tinggi, sehingga paving block hanya cocok untuk dipasang di lahan yang dilalui kendaraan berkecepatan rendah saja misalnya lingkungan permukiman dan perkotaan yang padat.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode penelitian

Metode pengujian pada agregat, yaitu pada agregat halus pasir dilakukan sesuai dengan standart pengujian yaitu sebagai berikut :

- a. Analisaayakan (gradasi) sesuaidengan SK SNI M 08-1989-F
- b. Berat jenis agregat halus (pasir) dengan SK SNI M 10-1989-F
- c. Kadar air sesuaidengan SK SNI M 11-1989-F
- d. Berat isi agregat halus (pasir) SK SNI 03-4804-1998

Setelah didapat sifat fisik agregat dengan persyaratan yang sesuai dengan beton menurut SII No.0052-80.Persyaratan tersebut dapat dianalisa apakah agregat memenuhi syarat atau tidak .selanjutnya untuk mengetahui sifat fisik beton baik beton segar maupun beton keras maka dilakukan pengujian berdasarkan standar pengujian, sebagai berikut :

1. Pengujian terhadap beton segar
 - a. Uji slump sesuaidengan SK SNI M-12-1989-F
2. Pengujian terhadap beton keras
 - a. Kuat tekan sesuai dengan SK SNI 03-0691-1996-F

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pekerjaan Umum PSP 3 Balai Besar, jalan busi dalam, Sisinga Mangaraja, Medan.

3.3. Bahan Penelitian

Pada penelitian paving block dengan campuran limbah cacahan plastik PET sebagai bahan tambah ini, digunakan bahan-bahan sebagai berikut :

1. Semen Portland Tipe I

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

2. Pasir

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

3. Plastik PET (*Polyethilene Terephtalate*)



Gambar 3.2. Cacahan Plastik PET

Sumber : Data penelitian 2016

Plastik PET yang digunakan berbentuk cacahan yang sebelumnya dipotong menggunakan alat pemotong dalam dimensi yang beragam dan bervariasi. Plastik PET ini di dapatkan disekitar lingkungan rumah dan tempat pembuangan sampah, sehingga tidak sulit untuk mendapatkannya.

4. Air

Air yang digunakan adalah air sumur yang berada di laboratorium PSP 3 Balai Besar.

3.4. Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah alat cetak paving block manual dan alat uji kuat tekan paving block CTM, yang telah sesuai dengan Standarisasi *American Society for Testing Material (ASTM)*.



Gambar 3.3. Alat Uji CTM

Sumber : Data penelitian 2016



Gambar 3.4. Alat cetak dan press paving block

Sumber : *Data Lapangan 2016*

3.5. Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dibagi dalam 4 tahapan penelitian yaitu :

3.5.1. Pengujian bahan-bahan dasar

Pengujian bahan-bahan dasar meliputi pengujian sebagai berikut :

1. Pasir

Pemeriksaan pasir Binjai dilakukan dengan cara memeriksa kadar air agregat, pemeriksaan gradasi pasir, pemeriksaan berat jenis pasir dan pemeriksaan berat isi 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 terhadap air juga dilakukan secara visual yaitu air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan garam sesuai dengan persyaratan air untuk minum. Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sumur dari Laboratorium PSP3 Balai Besar, Medan.

4. Plastik PET (*polyethylene terephthalate*)

Pemeriksaan kandungan kimia plastik PET tidak dilakukan, hanya mengamati dan membaca jurnal-jurnal tentang plastik PET, plastik merupakan polimer, rantai panjang atom mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau "monomer" dimana plastik ini banyak digunakan untuk berbagai macam bahan dasar. Penggunaan plastik dapat dipakai sebagai bahan pengemas, konstruksi, elektroteknik, automotif, mebel, pertanian, peralatan rumah tangga, bahan pesawat, kapal mainan dan lain sebagainya. Penggunaan plastik di berbagai bidang seperti di atas di dasarkan pada alasan bahwa bahan plastik mempunyai keunggulan dibandingkan dengan bahan lain antara lain, seperti tidak mudah berkarat, kuat, tidak mudah pecah, ringan, dan elastis. Sehingga dari membaca jurnal yang ada peneliti ingin bereksperimen untuk memanfaatkannya sebagai bahan tambah pembuatan paving block.

3.5.2. Rencana campuran dan pembuatan paving block

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

- Kelompok 0 : Kelompok benda uji tanpa penambahan plastik PET, dengan perbandingan campuran (PC : PS : PET = 1 : 2 : 0).
- Kelompok 1 : Kelompok benda uji dengan penambahan cacahan plastik PET sebanyak 30% dari berat isi semen portland tipe 1, dengan perbandingan campuran (PC : PS : PET = 1 : 2 : 0,3).
- Kelompok 2 : Kelompok benda uji dengan penambahan cacahan plastik PET sebanyak 50% dari berat isi semen portland tipe 1, dengan perbandingan campuran (PC : PS : PET = 1 : 2 : 0,5)

Tabel 3.1. Rencana adukan paving block 20x10x6 cm perkelompok

Perbandingan Campuran PC-PS-PET	Tambahan PET (%)	Kebutuhan FAS	Kebutuhan Pasir (kg)	Kebutuhan Semen (kg)	Kebutuhan PET (kg)
1 : 2 : 0	0 %	0,4	16,8	9	0
1 : 2 : 0,3	30 %	0,4	16,8	9	2,7
1 : 2 : 0,5	50 %	0,4	16,8	9	4,5

Sumber : Data Penelitian 2016

Pada tahap ini dilakukan pencetakan paving block dengan takaran bahan sesuai dengan rencana campuran paving block yang telah ditentukan perkelompok 0% PET, 30% PET dan 50% PET masing-masing sebanyak 10 buah.

Kemudian dicetak dengan cetakan paving block dengan ukuran 20 cm x 10 cm dengan ketebalan 6 cm, selanjutnya cetakan dipadatkan dengan cara konvensional (penekanan $\pm 20 \text{ kg/cm}^2$).

Jumlah sampel yang akan dibuat sebanyak 30 buah, dengan ketentuan sampel yang tidak menggunakan bahan tambah PET 10 sampel, yang menggunakan bahan tambah 30% PET 10 sampel, dan yang menggunakan bahan tambah 50% PET 10 sampel. Paving block yang telah jadi akan disusun untuk dikeringkan secara alami selama 28 hari dan dilakukan perawatan benda uji dengan penyiraman pada waktu pagi hari selama 5 hari.

3.5.3. Pengujian paving block

Pengujian slump dilakukan dengan petunjuk SK SNI M-12-1989-F, kuat tekan benda uji dilakukan pada umur 28 hari, jumlah benda uji yang dilakukan tes kuat tekan sebanyak 15 buah benda uji, masing-masing 5 untuk campuran 0%, 5 untuk campuran 30% PET, dan 5 untuk campuran 50% PET. Sebelum pengujian, terlebih dulu dilakukan pengukuran dimensi, berat, serta pengamatan visual terhadap benda uji. Selain itu, juga dilakukan pengamatan terhadap pola retak benda uji saat ditekan dan kondisi benda uji setelah ditekan.

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

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

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

P = beban hancur (kg)

A = Luas benda uji (cm^2)

3.5.4. Analisis data

Data dari hasil pengujian pembuatan paving block dengan bahan tambah plastik PET, dianalisis agar diperoleh suatu kesimpulan dan hubungan antara variabel-variabel yang ada dalam penelitian ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Arde 2005, "*Rekayasa perencanaan penggunaan serat polipropylene untuk meningkatkan kuat tarik belah beton*".
- ASTM (*American Standard Testing and Material*) "*Analisa agregat halus dan kasar*".
- Derucher, K.N.,Heins, C.P.,1981 "*Berat jenis Plastik*".
- Dumanaum, J.F. 1993. Jurnal olah sampah,"*Mengenal Sampah Plastik*".
- Ir. Tri Mulyono, MT. Buku Teknologi Beton, *Karakteristik Agregat 4:65, Sifat-sifat semen portland 2:27-38, Syarat umum air 3:53.*
- Jurnal Neutrino Vol.4, No. 2 April 2012, *Pemanfaatan kulit singkong menjadi paving block sebagai upaya mengurangi timbunan sampah.*
- Jurnal Rekayasa sipil Volume IV, Nomor 1, April 2008, *Pemanfaatan Limbah Abu Batu Bara Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Dan Agregat Untuk Pembuatan Paving Block.*
- Jurnal SMARTek, Vol. 4, No. 3, Agustus 2006: 156-165, *Pengaruh Batu Pecah Terhadap Kuat Tekan Paving Block.*
- Otto Sumarwoto, 1992, *Pembangunan Berwawasan Lingkungan.*
- Peraturan Beton Bertulang Indonesia, PBBI 1971 N.I. - 2, *Persyaratan agregat halus (pasir) 3:23, Persyaratan agregat kasar 3:23-24.*
- SK. SNI (Standard Nasional Indonesia)"*Analisa ayakan agregat halus*", "*Pengujian Slump*", "*Pengujian kuat tekan*", "*Pemeriksaan kadar air*" dan "*pemeriksaan berat jenis agregat*".
- SNI.0819-88, "*Defenisi dan pengertian Paving Block*".
- Wikipedia Indonesia 2007, Ensiklopedia bebas "*Daur ulang sampah plastik*".

LAMPIRAN

DOKUMENTASI



1. Semen portland type 1 merek Semen Padang



2. Agregat halus (pasir)



3. Cacahan Plastik PET



4. Air sumur Laboratorium PSP3 Balai besar, Medan



5. Mengeringkan agregat halus pasir di dalam oven



6. Memeriksa gradasi pasir dengan ayakan dan alat penggetar



7. Pemeriksaan berat jenis pasir menggunakan picnometer



8. Penimbangan plastik PET



9. Pencampuran Pasir, Semen dan Plastik PET



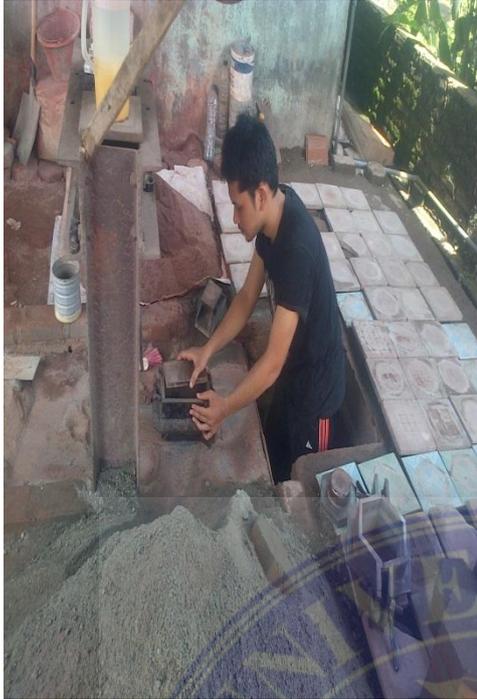
10. Pengecoran dan pengadukan bahan



11. Pengujian Slump



12. Pencetakan paving block



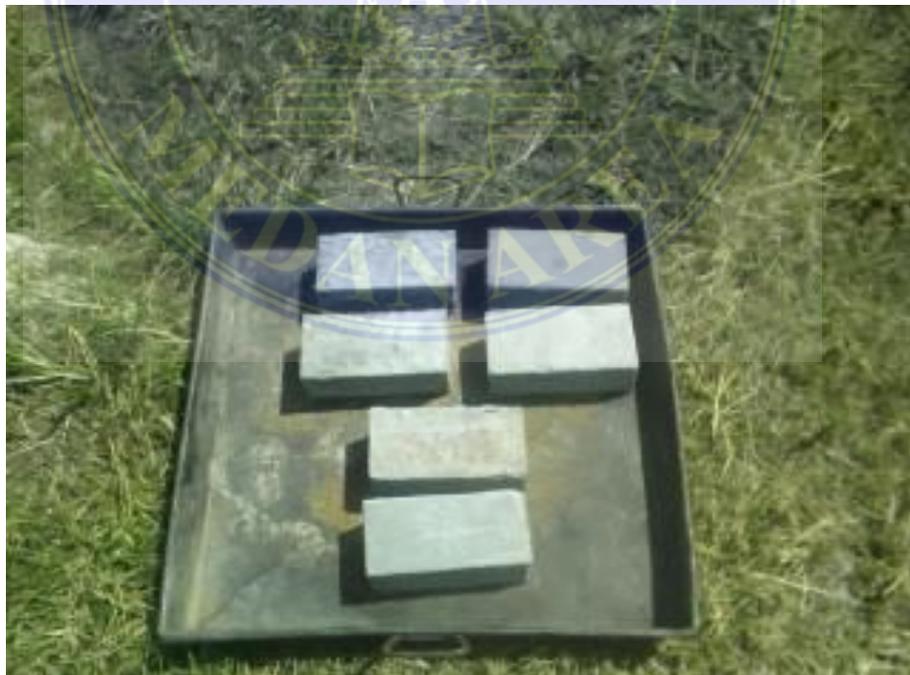
13. Pemasakan paving block dengan alat press konvensional



14. Paving block yang baru dicetak



15. Perendaman paving block



16. Paving block berumur 28 hari yang dijadikan sampel uji kuat tekan



17. Penimbangan paving block sebelum di uji



18. Pengujian kuat tekan paving block menggunakan CTM



19. Paving block yang telah di uji kuat tekan



REPORT OF TESTING RESULT

- 1 Sertificate Number : /LAB.BBPJN-I/VIII/2016
2 Project : PENELITIAN MAHASISWA UMA
3 Customer : FAZLI IKHRON PASARIBU
4 Quarry : Medan
5 Acceptance of sample :
6 Sample : PAVING BLOCK

IO	Nama Benda Uji	Campuran	FAS	Slump	Tanggal	Tanggal	Berat
		PLASTIK	%	(cm)	Cetak	Uji	(Kg) Uji
1	PAVING BLOCK	0%	0.4	6 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	2.60
2	PAVING BLOCK		0.4	6 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	2.58
3	PAVING BLOCK		0.4	6 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	2.58
4	PAVING BLOCK		0.4	6 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	2.60
5	PAVING BLOCK		0.4	6 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	2.60

IO	Nama Benda Uji	Bahan	Umur	Beban	Kokoh Tekan	Estimasi
		Tambahan	Hari	Tekan (N)	Sewaktu Pengujian	28 Hari Mpa
1	PAVING BLOCK		28	580,000	26.95	26.95
2	PAVING BLOCK		28	570,000	26.48	26.48
3	PAVING BLOCK		28	570,000	26.48	26.48
4	PAVING BLOCK		28	580,000	26.95	26.95
5	PAVING BLOCK		28	570,000	26.48	26.48
				Rata-Rata(σbm)		

Diproses Oleh:

Indisianto Purba, ST
Penyelia

Medan, 10 Agustus 2016

Diperiksa Oleh:

Ir. James Simamora, M.MT
Manajer Teknik



REPORT OF TESTING RESULT

- 1 Certificate Number : /LAB.BBPJN-I/VIII/2016
2 Project : PENELITIAN MAHASISWA UMA
3 Customer : FAZLI IKHRON PASARIBU
4 Quarry : Medan
5 Acceptance of sample :
6 Sample : PAVING BLOCK

NO	Nama Benda Uji	Campuran	FAS	Slump	Tanggal	Tanggal	Berat
		PLASTIK	%	(cm)	Cetak	Uji	(Kg) Uji
1	PAVING BLOCK	30%	0.4	5 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	2.90
2	PAVING BLOCK		0.4	5 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	2.80
3	PAVING BLOCK		0.4	5 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	2.80
4	PAVING BLOCK		0.4	5 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	2.75
5	PAVING BLOCK		0.4	5 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	2.80

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahan	Umur Hari	Beban Tekan (N)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari Mpa	
1	PAVING BLOCK	PLASTIK PET	28	350,000	16.26	16.26	
2	PAVING BLOCK		28	350,000	16.26	16.26	
3	PAVING BLOCK		28	420,000	19.51	19.51	
4	PAVING BLOCK		28	420,000	19.51	19.51	
5	PAVING BLOCK		28	350,000	16.26	16.26	
				Rata-Rata(cbm)			

Diperoses Oleh:

Indisianto Purba, ST
Penyelia

Medan, 10 Agustus 2016

Diperiksa Oleh:

Ir. James Simamora, M.MT
Manajer Teknik



REPORT OF TESTING RESULT

1 Certificate Number : /LAB.BBPJN-I/VIII/2016
2 Project : PENELITIAN MAHASISWA UMA
3 Customer : FAZLI IKHRON PASARIBU
4 Quarry : Medan
5 Acceptance of sample :
6 Sample : PAVING BLOCK

NO	Nama Benda Uji	Campuran	FAS	Slump	Tanggal	Tanggal	Berat
		PLASTIK	%	(cm)	Cetak	Uji	(Kg) Uji
1	PAVING BLOCK	50%	0.4	4 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	3.03
2	PAVING BLOCK		0.4	4 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	3.01
3	PAVING BLOCK		0.4	4 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	3.02
4	PAVING BLOCK		0.4	4 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	3.03
5	PAVING BLOCK		0.4	4 cm	13-Jul-16	10-Aug-16	3.03

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahkan	Umur Hari	Beban Tekan (N)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari Mpa	
1	PAVING BLOCK		28	220,000	10.22	10.22	
2	PAVING BLOCK		28	200,000	9.29	9.29	
3	PAVING BLOCK	PLASTIK PET	28	220,000	10.22	10.22	
4	PAVING BLOCK		28	220,000	10.22	10.22	
5	PAVING BLOCK		28	200,000	9.29	9.29	
Rata-Rata(σ _{bm})							

Diproses Oleh:

Indisianto Purba, ST
Penyelia

Medan, 10 Agustus 2016

Diperiksa Oleh:

Ir. James Simamora, M.MT
Manajer Teknik