TUGAS AKHIR – TL 141584

STUDI PENGARUH PENAMBAHAN *BINDER THERMOPLASTIC* PP DAN LDPE TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN SIFAT FISIS KOMPOSIT PARTIKULAT UNTUK APLIKASI MATERIAL BANGUNAN

Feisha Fadila Rifki

NRP 02511440000007

Dosen Pembimbing

Sigit Tri W, S.Si., M.Si., Ph.D.

Alvian Toto, ST., M.T

Departemen Teknik Material

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2018

TUGAS AKHIR – TL141584

STUDI PENGARUH PENAMBAHAN *BINDER* THERMOPLASTIC PP DAN LDPE TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN SIFAT FISIS KOMPOSIT PARTIKULAT UNTUK APLIKASI MATERIAL BANGUNAN

Feisha Fadila Rifki
NRP 02511440000007

Dosen Pembimbing :

Sigit Tri W, S.Si., M.Si., Ph.D.

Alvian Toto, ST., M.T

DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

FINAL PROJECT - TL141584

STUDY OF THE EFFECT OF PP AND LDPE THERMOPLASTIC BINDER ADDITION ON THE MECHANICAL PROPERTIES AND PHYSICAL PROPERTIES OF PARTICULATE COMPOSITES FOR BUILDING MATERIAL APPLICATION

Feisha Fadila Rifki
NRP 02511440000007

Advisor :

Sigit Tri W, S.Si., M.Si., Ph.D.

Alvian Toto, ST., M.T

DEPARTMENT OF MATERIAL & METALLURGICAL ENGINEERING
Faculty Of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

STUDI PENGARUH PENAMBAHAN *BINDER THERMOPLASTIC* PP DAN LDPE TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIS KOMPOSIT PARTIKULAT UNTUK APLIKASI MATERIAL BANGUNAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Material Inovatif
Program Studi S-1 Departemen Teknik Material
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
FEISHA FADILA RIFKI
NRP. 025 1 14 40000 007

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :
Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., Ph.D.....................(Pembimbing I)
Alvian Toto Wibisono, ST., MT.................................(Pembimbing II)

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL

SURABAYA
JULI 2018

STUDI PENGARUH PENAMBAHAN *BINDER THERMOPLASTIC* PP DAN LDPE TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN SIFAT FISIS KOMPOSIT PARTIKULAT UNTUK APLIKASI MATERIAL BANGUNAN

Nama	**: Feisha Fadila Rifki**
NRP	**: 02511440000007**
Departemen	**: Teknik Material**
Dosen Pembimbing	**: Sigit Tri W, S.Si., M.Si., Ph.D.**
	Alvian Toto, ST., M.T

ABSTRAK

Sampah plastik merupakan bahan anorganik yang tidak dapat terurai oleh bakteri, sehingga perlu didaur ulang. Salah satu pemanfaatan daur ulang sampah plastik adalah menjadi bahan campuran dalam pembuatan material bangunan seperti beton, paving block, ubin, genteng. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi komposisi binder thermoplastik LDPE, PP terhadap sifat fisis dan mekanik komposit LDPE/PP/Pasir untuk aplikasi material bangunan. Pada penelitian kali ini dilakukan pengujian SEM, FTIR, kekuatan kompresi, densitas, water absorbability, dan hardness. Setelah dilakukan pengujian, didapatkan komposisi komposit LDPE/PP/Pasir terbaik adalah 70/0/30 karena memiliki nilai kekuatan kompresi tertinggi sebesar 14,2 MPa, sedangkan nilai densitas sebesar 1,30 g/cm^3, untuk water absorbability yaitu sebesar 0,073%, dan untuk nilai kekerasan tertinggi yaitu sebesar 62,3 kekerasan shore D. Dari hasil yang didapat, material komposit dapat digolongkan kedalam material bangunan untuk aplikasi mortar tipe S dengan kuat tekan rata-rata 12,4 MPa

Kata Kunci: Sampah plastik, LDPE, PP, Pasir, Komposit, Mortar.

(Halaman sengaja dikosongkan)

STUDY OF THE EFFECT OF PP AND LDPE THERMOPLASTIC BINDER ADDITION ON THE MECHANICAL PROPERTIES AND PHYSICAL PROPERTIES OF PARTICULATE COMPOSITES FOR BUILDING MATERIAL APPLICATION

Name	**: Feisha Fadila Rifki**
SRN	**: 02511440000007**
Major	**: Material Engineering**
Advisor	**: Sigit Tri W, S.Si., M.Si., Ph.D.**
Lecturer	**Alvian Toto, ST., M.T**

ABSTRACT

Plastic waste is an anorganic material that can not decompose by bacteria, so it needs to be recycled. One of the utilization of plastic waste recycling is become a mixture in the manufacture of building materials such as concrete, paving block, tiles, roof. This experiment purpose to find out the effect of addition of variation of LDPE and PP thermoplastic binder to physical and mechanical properties of LDPE/PP/Sand composite for construction material application. In this experiment are using many tests, such are SEM, FTIR, compression strength, density, water absorbability, and hardness. the result after the test are the best composition of composite PP/LDPE/sand is 70/0/30 because its have compression strength 14,2 MPa, while density value was 1,30 g/cm^3, for the water absorbability is 0,073%, and for the highest hardness is 62,3 hardness of shore D. From the results obtained, composite material can be classified into construction materials for mortar application S type with average compression strength is 12,4 MPa

Keywords: Plastic wastes, LDPE, PP, Sand, Composite, mortar.

(This page left intentionally blank)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, tidak lupa shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis diberi kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Tugas Akhir ditujukan untuk memenuhi mata kuliah wajib yang harus diambil oleh mahasiswa Departemen Teknik Material Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), penulis telah menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "***Studi Pengaruh Penambahan Binder Thermoplastic PP dan LDPE Terhadap Sifat Mekanik dan Sifat Fisis Komposit Partikulat Untuk Aplikasi Material Bangunan***". Penulis ingin berterima kasih juga kepada :

1. Allah SWT atas karunia, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan lancar.
2. Kedua Orang Tua penulis Achmad Sujudi dan Neni Nuraeni yang telah mendukung secara moril maupun materil serta doa yang selalu dipanjatkan demi kesehatan, keselamatan dan kelancaran anaknya dalam menempuh studi.
3. Bapak Sigit Tri W, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bekal yang sangat bermanfaat.
4. Bapak Alvian Toto, ST., M.T selaku dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan banyak ilmu.
5. Bapak Dr. Agung Purniawan, S.T, M.Eng., selaku Ketua Departemen Teknik Material FTI-ITS.
6. Seluruh dosen dan karyawan Departemen Teknik Material FTI-ITS.

7. Saudara kandung penulis : Rendy, Romario Avenzora dan Revino Avatarali yang selalu memberikan motivasi dan dukungan materil yang tiada henti.
8. Sahabat-sahabat penulis yang sangat baik menemani penulis disaat senang di TOIDI club yang beranggotakan: Reza Fauzan Permadi, Afiq Ihsan, Ikhwan Rahman, Irfan Bibra, Hafizhul Islam, Nur Iskandar, Taufiq Ramadhanu, Sipartogi Silalahi, Dwiki Pratama Putra, Rifki Lufthansa, Pandu Sditya, Emral Srsyanjani dan Argyabrata.
9. Teman-teman Lab. Material Inovatif yang telah membantu tugas akhir saya selama 1 semester yang sudah banyak memberi saran serta ilmu yang bermanfaat.
10. Teman-teman kontrakan mulyosari utara 7 no. 7 dan kosan mulyosari utara 8. Alvan, Icod, Alip, Pijul, Noer, Argya, Qolby, Opiq, Namira, Quinsha, Noveesra, Dian, Gita, Feima.
11. Keluarga MT 16 yang banyak memberikan saya pengalaman berharga selama di Departemen Teknik Material.
12. Dan seluruh pihak yang tak bisa di sebutkan satu persatu dan telah memberikan partisipasi dalam tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan laporan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik yang membangun dari pembaca demi perbaikan dan kemajuan bersama.

Surabaya, 20 Juni 2018

Penulis,
Feisha Fadila Rifki

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.. i
ABSTRAK...v
ABSTRACT vii
KATA PENGANTAR ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL...xv
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang..1
1.2 Rumusan Masalah...2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Mortar..5
2.1.1 Tiper mortar...5
2.2 Komposit 7
2.2.1 Penyusun komposit...8
2.3 Komposit Partikulat...10
2.4 *Polypropylene*...12
2.5 *Polyethylene* 13
2.6 Pasir...15
2.7 Penelitian Sebelumnya 16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Diagram Alir 19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian 20
3.2.1 Bahan Penelitian...20
3.2.2 Peralatan Penelitian 21
3.3 Rancangan Penelitian 26
3.4 Metode Penelitian...26
3.4.1 Persiapan Bahan 26
3.4.2 Proses Pengujian..28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Analisis FTIR 37
4.2 *Scanning Electron Microscope* (SEM)...................................40
4.3 Uji Kompresi 43
4.4 Uji Densitas 44
4.5 Uji *Water Absorbability* 46
4.6 Uji *Hardness* 49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan..51
5.2 Saran...52
DAFTAR PUSTAKA xvii
LAMPIRAN.. xxi
UCAPAN TERIMAKASIH.. xxix
BIODATA PENULIS xxxi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Matriks....8
Gambar 2.2 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Penguat..10
Gambar 2.3 Sketsa Komposit Partikel......................................11
Gambar 2.4 Struktur Rantai Polimer *Polypropylene*................12
Gambar 2.5 Struktur Rantai *Polyethylene* 14
Gambar 3.1 Diagram Alir...19
Gambar 3.2 Pasir 20
Gambar 3.3 *Polypropylene* 20
Gambar 3.4 LDPE 21
Gambar 3.5 Cetakan Spesimen...21
Gambar 3.6 Timbangan Digital 22
Gambar 3.7 Kompor Portable...22
Gambar 3.8 Mesin SEM 22
Gambar 3.9 Mesin FTIR...23
Gambar 3.10 Mesin Kompresi...23
Gambar 3.11 Mesin Pencacah 24
Gambar 3.12 *Therogun*...24
Gambar 3.13 ayakan pasir 25
Gambar 3.14 Oven...25
Gambar 3.15 Alat Durometer Shore D *Hardness Test* 25
Gambar 3.16 Prinsip Kerja SEM 28
Gambar 3.17 Skema Mesin Uji FTIR..29
Gambar 3.18 Spesimen Uji Tekan..31
Gambar 3.19 Uji Densitas...32
Gambar 3.20 Uji *Waterabsorbability* 34
Gambar 3.21 Titik Indentasi Shore D.......................................34
Gambar 4.1 Hasil Uji FTIR 37
Gambar 4.2 Hasil SEM LDPE/PP dengan komposisi campuran 40/30 dengan perbesaran 100x dan 500x 40
Gambar 4.3 Hasil SEM LDPE/PP/Pasir dengan komposisi campuran 40/30/30 dengan perbesaran 100x, 500x, 1000x 41
Gambar 4.4 Hasil mapping EDAX...42
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Kompresi.........................44

Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Densitas 46
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian *Water Absrobability* 47
Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengujian *Hardness* 50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Mortar 7
Tabel 2.2 Sifat Mekanik *Polypropylene* 13
Tabel 2.3 Sifat Fisik dan Mekanik LDPE....................................15
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian 25
Tabel 4.1 Daerah Serapan Komposit LDPE/PP/Pasir 38
Tabel 4.2 Daerah Serapan PP 39
Tabel 4.3 Daerah Serapan LDPE..39
Tabel 4.4 Data Hasil Uji Kompresi 43
Tabel 4.5 Data Hasil Uji Densitas 45
Tabel 4.6 Data Hasil *Water Absorbability*...................................47
Tabel 4.7 Data Persen Porositas 48
Tabel 4.8 Data Hasil Uji Kekerasan Shore D 49

(*Halaman ini sengaja dikosongkan)*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan masalah global yang serius, terutama bagi pemerintah Indonesia. Sampah menjadi permasalahan, karena setiap tingkat kehidupan masyarakat cenderung membuang sampah ke lingkungan dengan jenis yang berbeda dan dalam jumlah yang banyak. Menurut data dari kementrian lingkungan hidup pada tahun 2017, di Indonesia produksi sampah mencapai 64 juta ton per tahun, dengan komposisi sampah: organik 60%, plastik 15%, kertas 10%, lainnya (metal, kaca, kain, kulit) 15%. Bahan plastik merupakan bahan organik yang tidak bisa terurai oleh bakteri (*non-biodegradable)* dan jumlahnya yang sangat banyak. Plastik memiliki beberapa sifat keunggulan yaitu tahan korosi, tahan lama, isolator yang baik, murah, dan fabrikasi yang mudah. (Tapkire & Parihar, 2014).

Upaya mendaur ulang sampah platik telah dilakukan untuk mengurangi jumlah sampah yang ada di dunia. Salah satu produk hasil *recycle* sampah adalah pembuatan campuran agregat kasar berbahan sampah *polyprophylene* yang didapat dari sampah gelas pelastik. Beberapa jenis plastik hasil *recycle* yang dapat ditambahkan sebagai *filler* pada pembuatan beton antara lain *polyethylene (PE), polyvinyl alcohol (PVA), polyethylene terephthalate (PET)* dan *Polypropylene (PP),* penambahan ini bertujuan untuk meningkatkan mekanikal properties dari beton tersebut (Feng 2017). Proses pembuatan agregat dari sampah plastik *polyprophylene* dimulai dengan melelehkan plastik tersebut. setelah mengering, kemudian dihancurkan menjadi serbuk dengan kadar 0%, 0.2 %, 0,4 % dan 0,8%. Kemudian dicampurkan ke dalam campuran paving block dan kemudian

dicetak, setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan dan didapatkan hasil kuat tekan maksimal dengan kadar 0.4% campuran agregat yaitu 18,523 Mpa (Yusuf Amran, 2015).

Penelitian lain yang juga dilakukan untuk mereduksi jumlah sampah yang banyak dengan aplikasi yang sama telah dilakukan oleh dwiki pada tahun 2017 dengan mengolah campuran sampah plastik LDPE dan PET menjadi binder atau perekat untuk aplikasi material bangunan dengan komposisi perbandingan sampah plastik dan pasir adalah 45% dan 55% menghasilkan kekuatan tekan 15,68 Mpa setara dengan mutu C pada standard SNI untuk paving block. Selain penggunaan PET sebagai binder, PP juga bisa digunakan sebagai binder pada beton karena memiliki berat yang ringan, kekuatan dan modulus yang tinggi serta bagus ketahanan korosi dan ketahanan abrasinya (Feng 2017). Penelitian menggunakan LDPE dan PP sebagai binder ini diharapkan dapat menggurangi volume sampah yang ada di lingkungan serta mendapatkan mekanikal properti yang baik untuk aplikasi material bangunan.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang terdapat dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana pengaruh penambahan *binder* thermoplastik LDPE dan PP terhadap sifat fisis dan sifat mekanik komposit LDPE/PP/Pasir?
2. Bagaimana komposisi material komposit LDPE/PP/Pasir yang memenuhi kriteria dan dapat diaplikasikan untuk material bangunan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Kadar uap air dan gas pada atmosfer dianggap tidak berpengaruh.
2. Pengotor pada saat pencampuran polimer dan agregat dapat diabaikan.
3. Temperatur operasi dianggap konstan

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Menganalisis pengaruh penambahan *binder* thermoplastic LDPE dan PP terhadap sifat mekanik dan sifat fisik pada komposit LDPE/PP/Pasir.
2. Menganalisis komposisi material komposit LDPE/PP/Pasir yang memenuhi kriteria dan dapat diaplikasikan untuk material bangunan

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menciptakan komposit yang dapat memenuhi kebutuhan aplikasi mortar dengan penggunaan limbah plastik sebagai pengikat.
2. Memanfaatkan limbah plastik sebagai bahan dari pembuatan komposit yang dapat memberikan dampat positif kepada lingkungan dengan adanya pengurangan plastik dalam jumlah besar.
3. Dapat dijadikan alternatif untuk pengolahan limbah plastik yang efisien dan ramah lingkungan.
3. Sebagai acuan penelitian yang berkaitan di masa yang akan datang.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mortar

Mortar (sering disebut juga mortel atau spesi) adalah bahan bangunan terdiri dari agregat halus, bahan perekat serta air, dan diaduk sampai homogen. Adukan mortar dibuat kelecekannya cukup baik sehingga mudah dikerjakan (diaduk, dibawa ke tempat pembuatan dengan “uji sebar” dengan alat berupa “meja sebar”. Mortar sebagai bahan bangunan, biasa diukur sifat-sifanya, misalnya kuat tekan, berat jenis, kuat tarik, daya serap air, kuat rekat dengan bata berah, susutan dan sebagainya. (Tjokrodimuljo, 2012).

Bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur, maupun semen Portland. Bila bahan perekatnya adalah liat, mortarnya disebut mortar lumpur (mud mortar). Jika bahan perekatnya dari kapur (dapat juga ditambah semen merah) disebut dengan mortar kapur, serta bila bila bahan perekatnya semen portland disebur dengan mortar semen. Bahan perekat tersebut bila dicampur dengan air akan menjadi pasta yang berfungsi untuk merekatkan butir-butir pasir.

2.1.1 Tipe Mortar

Berdasarkan ASTM C270, *Standard Specification for Mortar for Unit Masonry,* mortar untuk adukan pasangan dapat dibedakan atas 5 tipe, yaitu :

1. Mortar Tipe M

   Mortar tipe M merupakan campuran dengan kuat tekan yang tinggi yang direkomendasikan untuk pasangan bertulang maupun pasangan tidak bertulang yang akan memikul beban tekan yang besar

2. Mortar Tipe S

   Mortar tipe ini direkomendasikan untuk struktur yang akan memikul beban tekan normal tetapi dengan kuat lekat lentur yang diperlukan untuk menahan beban lateral besar yang berasal dari tekanan tanah, angin dan beban gempa. Karena keawetanya yang tinggi, mortar tipe S juga direkomendasikan untuk struktur pada atau di bawah tanah, serta yang selalu berhubungan dengan tanah, seperti pondasi, dinding penahan tanah, perkerasan, saluran pembuangan dan mainhole.

3. Mortar Tipe N

   Tipe N merupakan mortar yang umum digunakan untuk konstruksi pasangan di atas tanah. Mortar ini direkomendasikan untuk dinding penahan beban interior maupun eksterior. Mortar dengan kekuatan sedang ini memberikan kesesuain yang paling baik antara kuat tekan dan kuat lentur, workabilitias, dan dari segi ekonomi yang direkomendasikan untuk aplikasi konstruksi pasangan umumnya.

4. Mortar Tipe O

   Mortar tipe O merupakan mortar dengan kandungan kapur tinggi dan kuat tekan yang rendah. mortar tipe ini direkomendasikan untuk dinding interior dan eksterior yang tidak menahan beban struktur, yang tidak menjadi beku dalam keadaan lembab atau jenuh. Mortar tipe ini sering digunakan untuk pekerjaan setempat, memiliki workabilitas yang baik dan biaya yang ekonomis.

5. Mortar Tipe K

   Mortar tipe K memiliki kuat tekan dan kuat lentur yang sangat rendah. Mortar tipe ini jarang digunakan unuk konstruksi baru, dan direkomendasikan dalam ASTM

C270 hanya untuk konstruksi bangunan lama yang umumnya menggunakan mortar kapur.

Mortar mempunyai kuat tekan yang bervariasi sesuai dengan bahan penyusunnya dan perbandingannya. Pada umunya kuat tekan mortar semen berkisar antara 3 – 17 MPa, sedangkan untuk mortar kapur antara 0,4 – 1,7 MPa. Mortar semen mempunyai berat jenis antara 1,8 – 2,2, sedangkan untuk mortar kapur antara 1,80 – 1,90 (Oka, 2006).

Tabel 2.1 Persyaratan Mortar (SNI 6882:2014)

Mortar	Tipe	Kekuatan tekan rata-rata pada umur 28 hari, min, MPa (psi)	Retensi air, min, %	Kadar udara, maks, %[B]	Rasio agregat (diukur dalam kondisi lembab, lepas)
Semen-kapur	M	17,2 (2 500)	75	12	Tidak kurang dari 2¼ dan tidak lebih dari 3½ jumlah dari volume-volume terpisah dari material sementisius
	S	12,4 (1 800)	75	12	
	N	5,2 (750)	75	14[C]	
	O	2,4 (350)	75	14[C]	
Semen mortar	M	17,2 (2 500)	75	12	
	S	12,4 (1 800)	75	12	
	N	5,2 (750)	75	14[C]	
	O	2,4 (350)	75	14[C]	
Semen pasangan	M	17,2 (2 500)	75	18	
	S	12,4 (1 800)	75	18	
	N	5,2 (750)	75	20[D]	
	O	2,4 (350)	75	20[D]	

2.2 Komposit

Kompsit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan, dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainya. Komposit hanya mengikat bahan tersebut secara fisika, namun tidak secara kimiawinya. Material komposit terdiri dari dua fasa yaitu matrix yang bersifat kontinu dan mengelilingi fasa lainnya. Dan juga fasa *reinforce* sebagai fasa diskontinu yang berfungsi sebagai pelindung dan penguat dari matrix. Sifat material komposit dipengaruhi oleh material pembentuknya, distribusi fase diskontinyu dan interaksi antara material pembentuknya. Sifat komposit merupakan penggabungan dari sifat material penyusunya dalam fraksi volume. (Sulistijono, 2012)

Secara umum sudah banyak material engineering yang merupakan komposit dan dipakai sejak lama. Karbon hitam dalam karet, semen *portland* atau campuran aspal dengan pasir, dan *fiber glass* dalam resin merupakan contoh yang umum. Adapula pemanfaatan material komposit untuk pesawat dan konstruksi sipil. (Chawla, 2012)

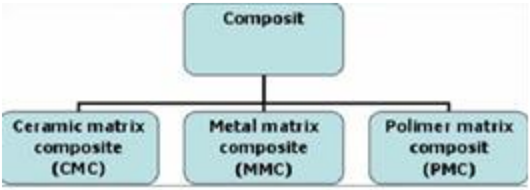
2.2.1 Penyusun Komposit

2.2.1.1 Matriks

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar. Beberapa fungsi matriks antara lain;

1. Mentransfer tegangan ke serat
2. Membentuk ikatan koheren, permukaan matrik/serat
3. Melindungi serat
4. Memisahkan serat
5. Melepas ikatan
6. Tetap stabil setelah proses manufaktur

Berdasarkan jenis penguatnya (*matriks*), komposit dibedakan menjadi tiga, yaitu



Gambar 2.1 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Matriks (Callister, 2008)

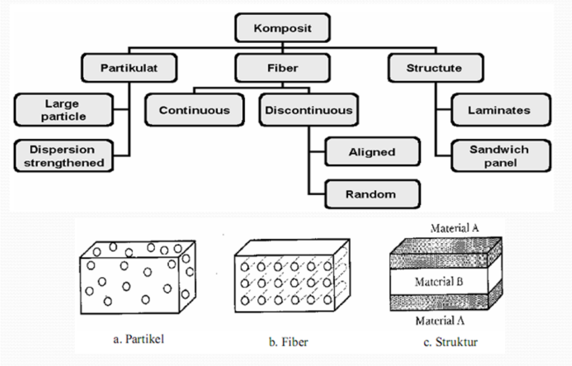
Klasifikasi komposit berdasarkan jenis matriks pada gambar 2.1 dibagi menjadi *Metal Matriks Composite* (menggunakan *matriks* logam) Metal Matriks Composite adalah salah satu jenis

komposit yang memiliki matriks logam. Material MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Pada mulanya yang diteliti adalah continous Filamen MMC yang digunakan dalam aplikasi aerospace. *Ceramic Matriks Composite* (menggunakan *matriks* keramik) CMC merupakan material dua fasa dengan satu fasa berfungsi sebagai penguat dan satu fasa sebagai matriks dimana matriksnya terbuat dari keramik. Matriks yang sering digunakan pada CMC seperti Alumina, Silikon Nitrida, Keramik Gelas, Gelas Anorganik. *Polymer Matriks Composite* (menggunakan *matriks* polimer). Polimer merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit. Karena memiliki sifat yang lebih tahan terhadap korosi dan lebih ringan. Polimer dibagi menjadi 2 yaitu *thermoplastic,* polimer yang jika dipanaskan akan melunak dan ketika didinginkan akan mengeras, dan prosesnya dapat diulang. Contoh polimer *thermoplastic* adalah *polyethylene, polypropylene,* PET dan PVC. polimer *Thermosetting* adalah jenis dari polimer yang ketika dipanaskan tidak melunak, contoh dari polimer *thermosetting adalah* epoxy, *polyester* resin, *vulcanized rubbers*

2.2.1.2 *Reinforcement* atau *Filler* atau Serat

Reinforce adalah penguat yang ditempatkan didalam matriks pada komposit dan harus memiliki kekuatan mekanik yang lebih tinggi dari matriksnya. Penguat tidak selalu berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanik komposit dan memberikan efek penguatan, tetapi juga digunakan untuk mengubah sifat – sifat fisik seperti sifat tahan aus, koefisien friksi atau konduktivitas termal. (Sulistijono, 2012)

Sedangkan menurut penguatnya, komposit dibedakan menjadi:



Gambar 2.2 Klasifikasi Komposit berdasarkan Jenis Penguat (Nayiroh, 2013).

Klasifikasi komposit berdasarkan jenis *reinforced* pada gambar 2.2 dibagi menjadi Komposit Partikel, yaitu komposit yang tersusun atau matriks kontinyu dan penguat (reinforced) yang diskontinyu yang berbentuk partikel, fiber pendek atau whiskers. Komposit Serat, yaitu komposit yang tersusun atas matriks kontinyu dan memiliki penguat berbentuk serat/fiber. Komposit Laminat, yaitu komposit yang terdiri dari beberapa lapisan lamina berpenguat fiber atau lamina berpenguat partikel atau lamina logam atau kombinasi dari lamina-lamina dengan material yang berbeda di mana lapisan saling terikat.

2.3 Komposit Partikulat

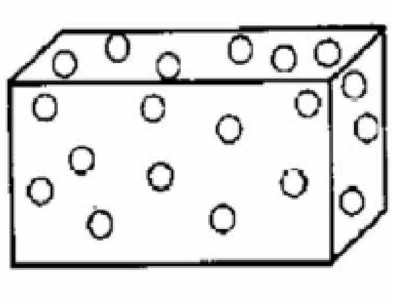
Komposit partikulat adalah komposit yang disusun dengan *reinforced* berbentuk partikel, komposit laminat biasanya lebih keras dan lebih kaku dari material matrix nya. Partikel penguat cenderung menahan gerakan pada fasa matrix di setiap partikel. Kenaikan *properties* mekanik dari komposit tergantung

pada seberapa kuatnya ikatan antara *interface* antara *matrix* dan partikel nya beberapa keuntungan komposit partikulat antara lain :

- Kekuatan lebih seragam pada berbagai arah
- Dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan dan meningkatkan kekerasan material
- Cara penguatan dan penferasan oleh partikulat adalah dengan menghalangi pergerakan dislokasi

Komposit partikulat mempunyai subklasifikasi yaitu *large particle* dan *dispersion-strengthened.* Pada *large particle* interaksi antara partikel dan matriks terjadi tidak dalam skala atomik atau molekular. Partikel seharusnya berukuran kecil dan terdistribusi merata.

Untuk *dispersion-strengthened composite interface* antara matrix dan partikel yang menyebabkan penguatan terjadi pada level atomik atau molecular. Ukuran yang lebih kecil yaitu sekitar 10-250mm. Mekanisme penguatannya mirip dengan *precipitation hardening* di mana matrix menerima sebagian besar tegangan yang diberikan lalu partikel-partikel kecil terdispersi menghalangi gerakan dislokasi. Maka dari itu, kekerasan dan kekuatan tarik dari komposit tersebut akan naik. (Wessel, 2004)



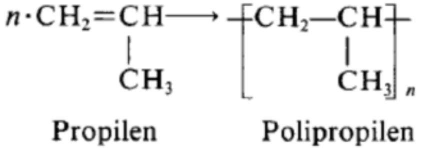
Gambar 2.3 Sketsa Komposit Partikel (Wessel, 2004)

Gambar 2.3 menunjukkan skema komposit partikel. Komposit jenis partikel biasa digunakan pada bahan konstruksi karena memiliki beberapa keunggulan seperti memiliki kekuatan yang seragam pada segala arah, dan meningkatkan kekuatan dan kekerasan pada material dengan tetap menjaga berat yang ringan

2.4 *Polypropylene*

Polypropylene (PP) adalah salah satu jenis polimer termoplastik yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan dalam produksi peralatan meja makan, keranjang, peralatan kamar mandi, mainan, komponen mobil, dst. Penggunaan yang dikarenakan mampu cetak yang baik, permukaan yang licin dan tembus cahaya.

Polypropylene memiliki rumus kimia $(C_3H_6)_n$. *Polypropylene* dapat dibuat dalam bentuk isotactic, syndiotactic atau atactic. Isotactic *polypropylene* memiliki bentuk linier dan memiliki bentuk kristalin yang tinggi dengan titik leleh 165^{o}C (Billmeyer 1984).



Gambar 2.4 Struktur rantai polimer *polypropylene* (Tata Surdia, 1999)

Gambar 2.4 menunjukan pemutusan rantai ganda pada monomer propilen menjadi rantai tunggal pada polipropilen. sifat tembus cahaya pada pencetakan lebih baik daripada polietilen dengan permukaan yang mengkilap, penyusutannya pada pencetakan kecil, penampilan dan ketelitian dimensinya lebih

baik. Untuk ketahanan retak – tegangannya sangat baik. (Tata Surdia, 1999)

Tabel 2.2 Sifat mekanik *polypropylene* (Tata Surdia, 1999)

Polypropylene	Nilai
Kekuatan Tarik (MPA)	32,4 - 41,2
Perpanjangan (%)	200 - 700
Kekuatan Tekan (MPA)	41,2 - 55
Kekuatan Lentur (MPA)	41,2 - 55
Densitas (g/cm3)	0,90 - 0,91
Kekerasan Rockwell	R85 - R110
Titik Leleh (oC)	165

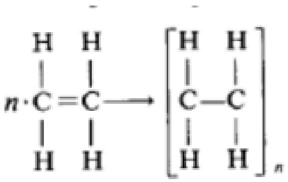
Tabel 2.2 menjelaskan tentang sifat mekanik yang dimiliki oleh *polypropylene*. Sifat *polypropylene* antara lain memiliki masa jenis yang rendah (0,90 – 0,91). Termasuk kedalam bahan polimer yang paling ringan, memiliki kekuatan lentur dan kekakuan yang tinggi, tetapi ketahanan impaknya rendah terutama pada temperatur rendah

2.5 *Polyethylene*

Salah satu jenis polimer thermoplastik selain *polypropylene* adalah *polyetyhelene*. *Polyethylene* adalah jenis plastik yang paling banyak dan paling umum digunakan untuk keperluan manusia, pemanfaatanya antara lain untuk pembuatan kantong plastik kemasan makanan, botol minuman, dan lain-lain. Pada temperatur rendah bersifat fleksibel tahan impak dan tahan bahan kimia, karena hal ini, *Polyethylene* digunakan untuk keperluan pembuatan barang barang yang sudah disebutkan tadi.

Beberapa jenis *polyethylene* antara lain adalah *linear low-density polyethylene* (LLDPE), *ultra-high-molecular-weight polyethylene* (UHMWPE), *Low Density Polyethylene (LDPE)* dengan masa jenis 0.910 – 0.926, *Medium Density Polyethylene*

(MDPE) dengan masa jenis 0.926 – 0.940 dan *High Density Polyethylene* (HDPE) dengan masa jenis 0.941 – 0.965. Pembagian jenis PE digolongkan menurut masa jenisnya, karena sifat – sifat nya sangat erat hubunganya dengan kristalinitas. (Tata Sudira 1999)



Gambar 2.5 Struktur rantai *Polyethylene* (Tata Surdia, 1999)

Bentuk dasar dari *polyethylene* adalah atom Hidrogen dan Karbon. **Gambar 2.5** menunjukkan struktur rantai dari *polyethylene*. Atom-atom ini tergabung dari monomer *ethylene* yang berulang-ulang berupa C_2H_4 yaitu dua atom Karbon dan empat atom Hidrogen. Pada proses polimerisasi, ikatan ganda menghubungkan atom Karbon terpecah. Pada kondisi yang baik, ikatan ini akan terbentuk ulang dengan molekul monomer *ethylene* untuk membentuk ikatan molekul yang panjang.

Perbedaan cara polimerisasi etilen akan mendapatkan struktur molekul yang berbeda pula. Pada LDPE, molekul molekulnya tidak mengkristal secara baik tetapi mempunyai banyak cabang. Sedangkan pada LLDPE struktur rantainya kurang bercabang dan merupakan rantai lurus, karena itu masa jenisnya lebih besar sebab mengkristal secara baik sehingga mempunyai kristalinitas yang tinggi, oleh sebab itu LLDPE mempunyai gaya antar molekul yang kuat dan berpengaruh pada kekuatan mekanik yang tinggi (Tata Sudira 1999)

Tabel 2.3 Sifat Fisik dan Mekanik LDPE (Tata Surdia, 1999)

LDPE	Nilai
Kekuatan Tarik (MPA)	6,86 - 13,72
Perpanjangan (%)	90-650
Kekuatan Tekan (MPA)	9.0 - 11
Kekuatan Lentur (MPA)	-
Densitas (g/cm3)	0,91 - 0,92
Kekerasan Rockwell	-
Titik Leleh (oC)	110-115

Selain data sifat mekanik pada tabel 2.3 *polyethylene* memiliki sifat-sifat kelistrikan yang baik, banyak diguanakan untuk bahan isolasi untuk radar, TV dan berbagai alat komunikasi. *Polyethylene* mudah diolah, dengan penekanan, injeksi, ekstrusi, peniupan dan dengan hampa udara. Perlu diperhatikan bahwa penyusutanya tinggi (Tata Sudira 1999).

2.6 Pasir

Pasir berfungsi sebagai bahan pengisi yang berasal dari pasir alami. Pasir memiliki massa jenis sebesar 2,6 g/cm^3. Umumnya pasir mengandung juga mengandung SiO_2 (Sari, 2013). Seperti halnya bahan baku yang lain, maka pasir juga harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

a) Kadar lumpur yang ada pada pasir tidak lebih dari 5%.
b) Butir pasir yang dipakai dalam campuran beton harus merupakan butiran yang tajam dan kasar serta harus bersifat kekal, artinya tidak mudah pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh alam, seperti terik matahari atau hujan.
c) Penimbunan pasir harus dipisah dari material lainnya, karena pasir yang digunakan harus dalam keadaan bersih.
d) Tidak mengandung banyak bahan organik.
e) Secara visual harus bersih dan tidak bercampur kotoran. (Pertiwi, 2011)

2.7 Penelitian Sebelumnya

Jumlah sampah sampah plastik yang setiap hari nya terus bertambah dapat menjadi masalah kesehatan dan sosial yang besar. Tempat pembuangan akhir di kota-kota besar mulai kelebihan kapasitas dan tidak dapat menampung jumlah sampah plastik lagi. Pendauran ulang sampah plastik juga dinilai belum efektif karena jumlah plastik yang didaur ulang masih jauh lebih sedikit dari sampah plastik yang dibuang setiap harinya

Low Density Polyethylene (LDPE) dan *Polypropylene* (PP) digunakan untuk pembuatan plastic bag dan wadah untuk penyimpan makanan. Namun dibalik manfaat yang sangat besar, LDPE menjadi salah satu penyebab permasalahan plastik dunia karena penggunaanya yang sangat banyak tetapi upaya mendaur ulang sampah plastik jenis ini masih kurang maksimal.

Telah banyak penelitian tentang pemanfaatan limbah plastik menjadi campuran utuk pembuatan material bangunan seperti paving block dan beton. Selain bertujuan untuk mengurangi volume sampah juga dapat meningkatkan mekanika properties dari paving block atau beton itu sendiri. Sampah plastik *polyprophylene* dapat digunakan untuk agregat dalam campuran pembuatan paving block. Proses pembuatan dimulai dengan melelehkan plastik tersebut. setelah mengering, kemudian dihancurkan menjadi serbuk dengan kadar 0%, 0.2 %, 0,4 % dan 0,8%. Kemudian dicampurkan ke dalam campuran paving block dan kemudian dicetak, setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan dan didapatkan hasil peningkatan kuat tekan sebelum dan sesudah penambahan agregat *polypropylene.* Didapatkan nilai maksimum dengan kadar 0.4% campuran agregat yaitu 18,523 Mpa (Yusuf Amran, 2015).

Dwiki dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember melakukan penelitian pengolahan sampah plastik LDPE dan PET

yang digunakan sebagai binder atau pengikat hidrolis dalam pembuatan komposit untuk aplikasi material bangunan. Penambahan binder dari sampah plastik LDPE dan PET mempengaruhi sifat fisik dan mekanik dari komposit tersebut. Didapatkan kekuatan kompresi maksimal dari komposit dengan campuran LDPE 40 %, 5 % PET dan 55 % pasir sebesar 15,68 MPa atau setara dengan paving block kategori C pada standar SNI dan memenuhi kriteria untuk material bangunan beton ringan.

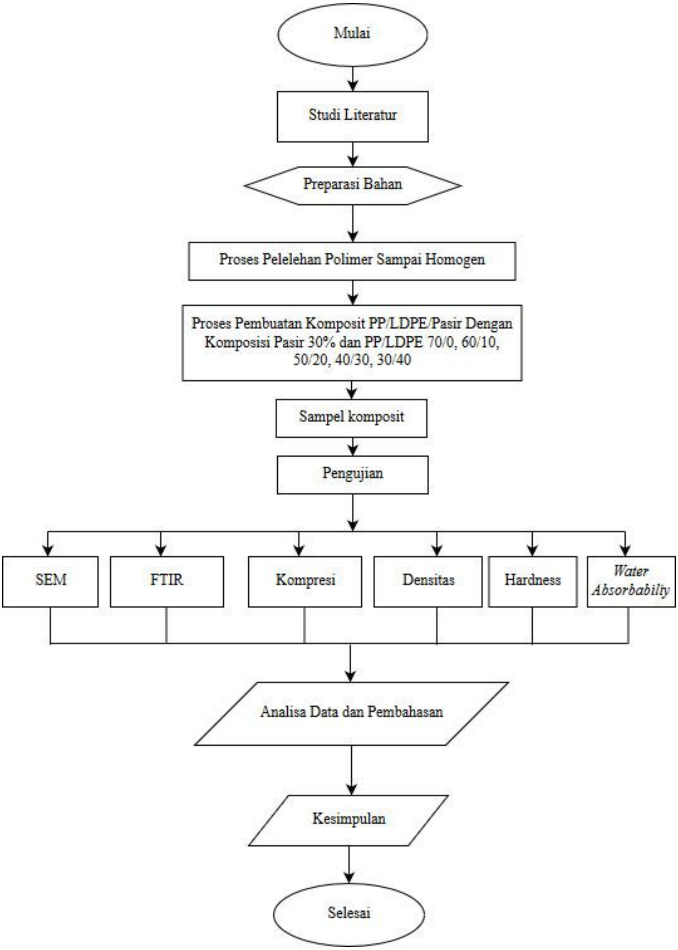
Melalui referensi penelitian-penelitian sebelumnya, riset ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk peningkatan performa dari material bangunan dengan pemanfaatan sampah plastik sebagai penguat. Diharapkan melalui riset ini didapatkan solusi yang mudah, efektif, dan efisien untuk pengolahan limbah plastik yang ramah lingkungan dan mampu mengurangi plastik dalam jumlah yang besar. Penelitian ini juga dapat dijadikan referensi yang baik untuk perkembangan industri pengolahan limbah plastik yang dapat memberikan dampak sosial dan ekonomi yang positif.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Gambar 3.1 merupakan diagram alir dari penelitian ini



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Pasir

   Butiran pasir sebagai agregat halus atau filler pada komposit ini ditunjukan pada gambar 3.2

Gambar 3.2 Pasir

2. Sampah Plastik *Polypropylene* (PP)

   Gambar 3.3 merupakan cacahan sampah *polypropylene* yang bertindak sebagai *binder* pada campuran komposit

Gambar 3.3 *Polypropylene*

3. Sampah Plastik *Low Density Polyethylene*

   Gambar 3.4 merupakan cacahan sampah LDPE yang bertindak sebagai *binder* pada campuran komposit

Gambar 3.4 LDPE

3.2.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Cetakan

   Gambar 3.5 adalah cetakan digunakan untuk mencetak spesimen uji dengan dimensi 5cm x 5cm x 5cm

Gambar 3.5 Cetakan

2. Timbangan Digital

   Gambar 3.6 adalah timbangan digital digunakan untuk menimbang bahan yang akan digunakan

Gambar 3.6 Timbangan Digital

3. Kompor

   Gambar 3.7 adalah kompor yang digunakan untuk melelehkan plastik sebelum dicetak pada cetakan yang ada

Gambar 3.7 Kompor Portable

4. Mesin SEM

   Gambar 3.8 adalah gambar mesin SEM yang digunakan untuk mengetahui morfologi dari komposit yang dibuat. milik Jurusan Teknik Material ITS.

Gambar 3.8 Mesin SEM

5. Mesin FTIR
   Gambar 3.9 adalah gamabar mesin FTIR yang digunakan untuk mengetahui gugus fungsi dari komposit yang dibuat

Gambar 3.9 Mesin FTIR

6. Mesin Uji Kompresi
   Gambar 3.10 adalah gambar Mesin uji kompresi yang digunakan milik labolatorium Beton Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi

Gambar 3.10 Mesin Kompresi

7. Mesin Pencacah Plastik

   Gambar 3.11 adalah gambar mesin pencacah plastik digunakan untuk mencacah plastik menjadi ukuran yang lebih kecil sehingga mudah dilelehkan

Gambar 3.11 Mesin Pencacah

8. *Thermogun*

   Gambar 3.12 adalah gambar thermogun yang digunakan untuk mengetahui temperatur kerja

Gambar 3.12 *Thermogun*

9. Ayakan pasir

   Gambar 3.13 adalah gambar ayakan pasir yang digunakan untuk menyeragamkan ukuran pasir

Gambar 3.13 Ayakan Pasir

10. Oven

    Gambar 3.14 adalah gambar oven yang digunakan pada pengujian *waterabsorbability* Untuk mengeringkan spesimen

Gambar 3.14 Oven

11. Durometer

    Gambar 3.15 adalah gambar durometer digunakan untuk mengetahui nilai kekerasan dari material komposit

Gambar 3.15 Durometer

3.3 Rancangan Penelitian

Untuk pelaksanaan percobaan, dibawah ini adalah rancangan penelitian yang dilakukan

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

No.	Binder (%volume)		Pasir (%v)	Pengujian					
	LDPE	PP		SEM	FTIR	Serap air	Densitas	Tekan	Kekerasan
1	0	70	30			V	V	V	V
2	10	60	30			V	V	V	V
3	20	50	30			V	V	V	V
4	30	40	30			V	V	V	V
5	40	30	30	V	V	V	V	V	V

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Persiapan Bahan

Untuk dapat melaksanakan pengujian, terlebih dahulu disiapkan persiapan bahan. Persiapan bahan ini sangat penting untuk dilakukan karena dapat mempengaruhi hasil pengujian dan dapat mempengaruhi hasil dari analisa dan pembahasan.

3.4.1.1 Pengolahan Sampah Plastik PP dan LDPE

1. Sampah plastik yang PP dan LDPE dicuci sampah bersih untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel pada permukaannya.
2. Sampah plastik PP dan LDPE dijemur di bawah sinar matahari sampai kering untuk menghilangkan kandungan air.
3. Melakukan *mechanical crushing* dengan mesin pencacah plastik untuk mendapatkan ukuran yang kecil sehingga mudah untuk dilelehkan.

3.4.1.2 Persiapan Pasir

1. Pasir di jemur di bawah sinar matahari untuk menghilangkan kandungan air
2. Dilakukan pengayakan untuk mendapatkan ukuran pasir yang seragam

3.4.1.3 **Pembuatan Komposit**

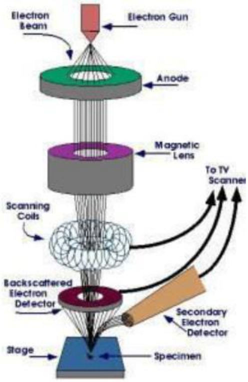
1. Pembuatan spesimen dilakukan dengan menimbang massa dari plastik (PP dan LDPE) sesuai dengan komposisi yang diinginkan.
2. Setelah itu menimbang massa dari pasir sesuai dengan komposisi yang diinginkan.
3. Plastik yang telah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam wajan untuk dipanaskan menggunakan panas dari kompor sampai menjadi fasa *liquid*.
4. Setelah semua bagian dari plastik meleleh dan mencair, pasir dimasukkan sesuai dengan komposisi yang diinginkan.
5. Pengadukan campuran plastik dan pasir menggunakan spatula sampai seluruh campuran tercampur secara merata.
6. Setelah semua campuran tercampur secara merata, campuran plastik dan pasir yang telah menjadi komposit dituang ke dalam cetakan untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan.
7. Komposit yang telah dicetak kemudian didinginkan hinggan semua bagian menjadi solid.
8. Spesimen dikeluarkan dari cetakan.
9. Melakukan pembuatan komposit untuk 5 komposisi

3.4.2 Proses Pengujian

Setelah spesimen komposit selesai dibuat, maka dilakukan beberapa pengujian yang terdiri dari:

3.4.2.1 Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Scanning Electron Microscope adalah jenis mikroskop elektron yang memanfaatkan sinar elektron berenergi tinggi dalam pola raster scan sehingga dapat menampilkan gambar morfologi sampel. Cara kerja SEM adalah dengan menembakkan elektron dari *electron gun* lalu melewati *condencing lenses* dan pancaran elektron akan diperkuat dengan sebuah kumparan, setelah itu elektron akan difokuskan ke sampel oleh lensa objektif yang ada di bagian bawah. Pantulan elektron yang mengenai permukaan sampel akan ditangkap oleh *backscattered electron detector* dan *secondary electron detector* yang kemudian diterjemahkan dalam bentuk gambar pada display. Skema prinsip kerja SEM ditunjukkan pada **Gambar 3.16**



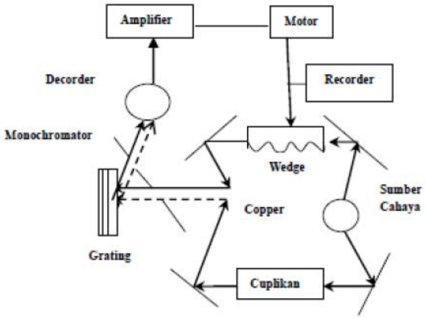
Gambar 3.16 Prinsip Kerja SEM

Pengujian ini memiliki fungsi untuk mengetahui morfologi, ukuran partikel, pori serta bentuk partikel material.

Standar yang digunakan adalah ASTM E986. Mesin SEM yang digunakan adalah Inspect S50. Sampel yang digunakan berupa lembaran yang dilengketkan pada *holder* dengan menggunakan selotip karbon *double tape*. Kemudian dimasukkan ke dalam alat pelapis *autofine-coater* JFC-1100 untuk melapisi sampel dengan lapisan tipis Au-Pd (80:20). Lalu, sampel dimasukkan dalam *specimen chamber* pada alat SEM.

3.4.1.2 Uji FTIR (*Fourier-Transform Infrared Spectroscopy*)

Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui informasi terkait ikatan kimia yang ada. Ikatan kimia tersebut diindikasikan dengan puncak-puncak yang berbeda. Pengujian ini dilakukan pertama kali karena untuk mengetahui ikatan serta untuk mengkonfirmasi apakah bahan yang dipakai telah sesuai. Skema dari mesin FTIR dapat dilihat pada **Gambar 3.17**



Gambar 3.17 Skema mesin uji FTIR

Adapun cara kerja FTIR seperti berikut ini: Mula mula zat yang akan diukur diidentifikasi, berupa atom atau molekul. Sinar infra merah yang berperan sebagai sumber sinar dibagi menjadi dua berkas, satu dilewatkan melalui sampel dan yang lain melalui pembanding. Kemudian secara berturut-turut melewati *chopper*. Setelah melalui prisma atau grating, berkas akan jatuh

pada detektor dan diubah menjadi sinyal listrik yang kemudian direkam oleh *rekorder*. Selanjutnya diperlukan amplifier bila sinyal yang dihasilkan sangat lemah. . Standar yang digunakan adalah ASTM E1252. Pengujian dilakukan di Laboratorium Karakteristik Material Jurusan Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

3.4.2.3 Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan adalah besarnya beban maksimum persatuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan.Pengujian dilakukan dengan memberikan beban/tekanan hingga benda uji runtuh (Tjokrodimulyo, 1996). Dalam pengujian ini standard yang digunakan adalah SNI 03-0691-1996. Untuk mengetahui tegangan hancur dari benda uji tersebut dilakukan dengan perhitungan:

$$Kuat\ tekan = \frac{P}{L} \quad (3.1)$$

Keterangan:
P = beban tekan (N)
L = luas bidang tekan (mm^2)

Setelah proses uji kompresi dilakukan, dan didapatkan data berupa berat tekan dalam satuan (kN) yang kemudian di konversi menjadi satuan Newton. Setelah didapatkan data berupa beban tekan dalam Newton, kemudian data yang ada dimasukkan ke dalam persamaan di atas untuk menghitung kuat tekan dari masing-masing spesimen.

Gambar 3.18 Spesimen Uji Tekan

Gambar 3.18 merupakan gambar spesimen uji kuat tekan dengan dimensi spesimen 5cm x 5cm x 5 cm

3.4.2.4 Uji Densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, maka semakin besar pula setiap volumenya. Densitas rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki densitas lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah dari pada benda yang bermassa sama yang memiliki densitas yang lebih rendah. Untuk pengukuran densitas batako menggunakan metode Archimedes mengacu pada standard ASTM C 134-95 dalam Murdock (1991) dan dihitung dengan persamaan

$$Ppc = \frac{ms}{(mg - mk)} \tag{3.2}$$

Keterangan:
Ppc = densitas (gr/cm3)
ms =massa sampel kering (gr)
mg = massa sampel digantung didalam air

mk = massa kawat penggantung (gr)
Pair = densitas air = 1 (gr/cm3).

Dalam proses pengujiannya spesimen ditimbang terlebih dahulu. Kemudian spesimen dimasukkan ke dalam akuades (berada di gelas beker di atas timbangan) dengan posisi digantung menggunakan benang. Posisi spesimen taidak boleh menyentuh dasar gelas. Setelah kita dapatkan massa spesimen yang menggantung tersebut kita dapat mengetahui volume spesimen yang ada dengan cara membaginya dengan massa jenis dari akuades. Setelah semuanya diketahui maka nilai densitas dapat dihitung menggunakan persamaan diatas. Akan tetapi nilai massa kawat penggantung (mk) diabaikan karena nilainya yang terlalu kecil

Gambar 3.19 Uji Densitas

Gambar 3.19 merupakan gambar pengujian massa spesimen pada timbangan digital untuk mengetahui densitas dari spesimen

3.4.2.5 Pengujian *Water Absorbability*

Pengujian angka penyerapan digunakan untuk menghitung perubahan berat dari suatu agregat akibat air yang menyerap ke dalam pori di antara partikel pokok dibandingkan dengan pada saat kondisi kering, ketika agregat tersebut dianggap telah cukup lama kontak dengan air sehingga air telah menyerap penuh. Standar laboratorium untuk penyerapan akan diperoleh setelah merendam agregat yang kering ke dalam air selama

(24+4) jam. Agregat yang diambil dari bawah muka air tanah akan memiliki nilai penyerapan yang lebih besar bila tidak dibiarkan mengering. Sebaliknya, beberapa jenis agregat mungkin saja mengandung kadar air yang lebih kecil bila dibandingkan dengan yang pada kondisi terendam selama 15 jam. Untuk agregat yang telah kontak dengan air dan terdapat air bebas pada permukaan partikelnya, presentase air bebasnya dapat ditentuka dengan mengurangi penyerapan dari kadar air total. Standar yang digunakan adalah ASTM C642.

$$Penyerapan\ Air = \frac{A - B}{B}\ x\ 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan:

A = berat basah (gram)
B = berat kering (gram)

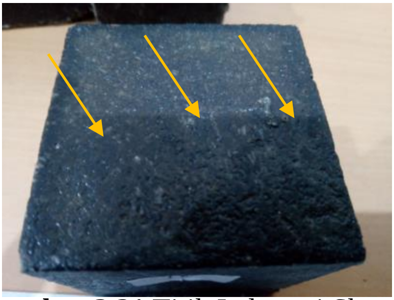
Proses pengujian nilai penyerapan air mengacu pada ASTM C642 dimana dalam prosesnya spesimen direndam terlebih dahulu di dalam akuades selama 24 jam kemudian ditimbang untuk mengetahui berat basah dari spesimen yang ada. Setelah itu spesimen dimasukan ke dalam oven selama 24 jam dalam temperature 50^{o} C dan kemudian ditimbang untuk mengetahui berat kering dari spesimen tersebut. Kemudian data yang ada dimasukkan ke persamaan diatas untuk mengetahui nilai *Water absorbability*-nya.

Gambar 3.20 Uji *WaterAbsorbability*

Gambar 3.20 merupakan gambar perendaman spesimen selama 24 jam pada akuades

3.4.2.6 Pengujian *Hardness*

Pengujian ini digunakan untuk menganalisa tingkat kekerasan dari sampel komposit. Prosedur yang dilakukan menggunakan sumber acuan standard ASTM D2240. Bentuk durometer dapat dilihat pada gambar 3.14. durometer ini bekerja mengukur ketahanan material terhadap penetrasi indentor seperti jarum berpegas. Skala yang digunakan pada pengujian ini adalah skala Shore D



Gambar 3.21 Titik Indentasi Shore D

Gambar 3.21 adalah gambar 3 titik indentasi durometer shore D pada spesimen

3.4.2.7 Perhitungan Porositas

Pengukuran porositas merupakan prosentasi perbandingan volume kosong (rongga) dengan volume benda padatnya. Ada dua jenis porositas, yakni porositas terbuka dan porositas tertutup. Pada porositas tertutup, rongga di dalam suat benda tidak dapat ditembus oleh air. Sehingga porositas tertutup sulit dilakukan. Sedangkan porositas terbuka, mempunyai akses dengan permukaan luar meskipun rongga berada ditengah tengah benda. Sehingga yang dihitung adalah porositas terbuka, persamaanya adalah:

$$P = \frac{m_v - m_0}{m_v - (m_A + m_k)}(100\%)$$

Keterangan:

P : Porositas (%)

M_v : Massa jenuh setelah direndam 24 jam

M_0 : Massa awal sampel setelah dikeringkan

M_A : Volume sampel

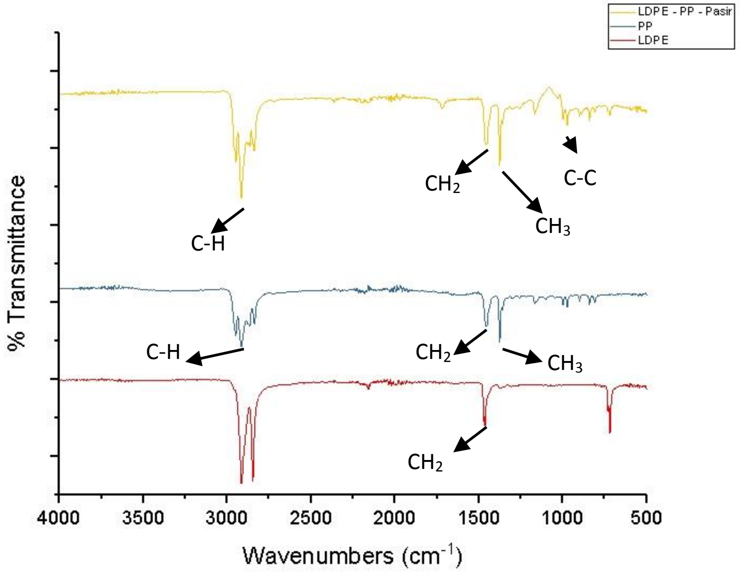
M_K : Massa kawat yang digunakan untuk menggantung spesimen

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji FTIR

Pengujian FTIR dilakukan dengan menggunakan 3 sampel yang berbeda yaitu sampel PP, LDPE dan sampel LDPE/PP/Pasir. Pengujian FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi dari material penyusun komposit



Gambar 4.1 Hasil uji FTIR PP, LDPE dan Komposit

Tabel 4.1 Daerah serapan komposit LDPE/PP/Pasir

Wavenumber (cm^{-1})	Ikatan	Gugus
972	C-C	Alkana
1.375	CH_3	Alkana
1.461	CH_2	Alkana
2.847	C-H	Alkana
2.915	C-H	Alkana
2.949	C-H	Alkana

Gambar 4.1 menunjukan hasil uji FTIR dari komposit LDPE/PP/Pasir. Sampel dianalisa pada *wavenumber* antara 4000-500 cm^{-1}. Pada sampel komposit dengan garis berwarna kuning didapatkan ikatan CH_2 pada puncak gelombang tertingi dengan *wavenumber* 2.915 cm^{-1}, dan 2.847 cm^{-1} yang merupakan puncak dari *Polyethylene* (Gulmine, 2002). terdapat puncak pada *wavenumber* 1.461 cm^{-1} yang merupakan salah satu indikasi dari *polyethylene*. (krimm 2013)

Terdapat juga ikatan antara atom karbon C-C peak gelombang 972 cm^{-1} peak ini merupakan salah satu peak dari *Polypropylene* yang ditemukan pada *wavenumber* antara 1000 sampai 840 cm^{-1}. (Rjeb, 2000)

Tabel 4.2 Daerah serapan PP

Wavenumber (cm^{-1})	Ikatan	Gugus
2.949	C-H	Alkana
2.916	C-H	Alkana
2.866	C-H	Alkana
2.837	C-H	Alkana
1.455	CH_2	Alkana
1.375	CH_3	Alkana

Pada gambar 4.1 warna biru menunjukan hasil uji FTIR salah satu bahan komposit yaitu *polypropylene*. Hasil menunjukan ikatan C-H pada puncak tertinggi yaitu 2.949 cm^{-1}, 2.916 cm^{-1}, 2.866 cm^{-1}, 2.837 cm^{-1}, karena ikatan C-H ditemukan diantara *wavenumber* 2.860 – 3.000 cm^{-1}. Sedangkan untuk *wavenumber* 1460 cm^{-1} merupakan karakteristik dari CH_2, dan untuk *wavenumber* sekitar 1.378 cm^{-1} merupakan ikatan CH_3 (Rjeb, 2000)

Tabel 4.3 Daerah serapan LDPE

Wavenumber (cm^{-1})	Ikatan	Gugus
2.914	C-H	Alkana
2.847	C-H	Alkana
1.471	CH_2	Alkana
1.462	CH_2	Alkana

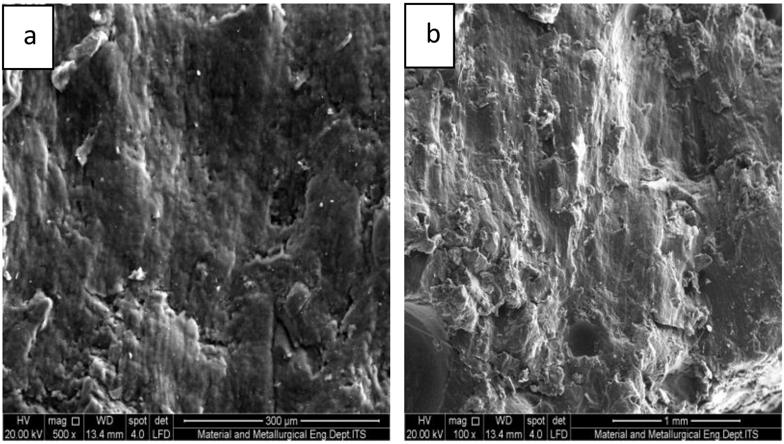
Pada gambar 4.1 warna merah menunjukan hasil uji FTIR salah satu bahan komposit yaitu LDPE. Hasil menunjukan ikatan C-H pada *wavenumber* 2.914 cm^{-1}, 2.847 cm^{-1}, dan ikatan CH_2

pada *wavenumber* 1.471 cm^{-1}, dan 1.462 cm^{-1} yang merupakan puncak dari *polyethylene* (Krimm, 2013).

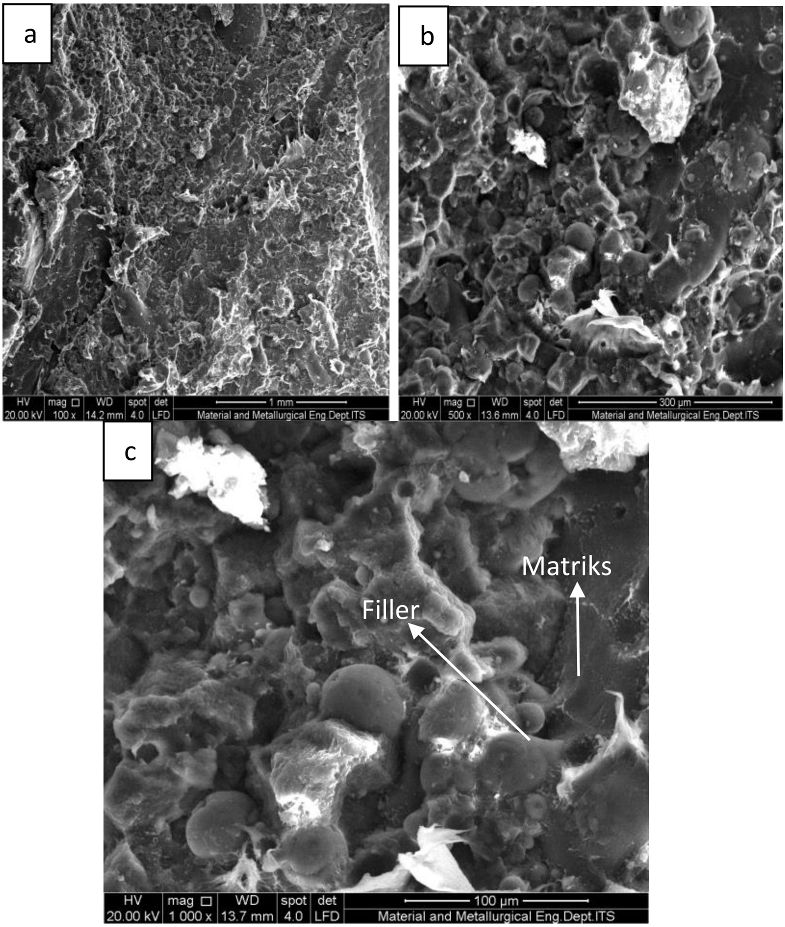
Hasil dari pengujian FTIR tidak ditemukan adanya puncak baru yang berarti tidak terbentuknya adanya ikatan baru pada proses pembuatan komposit dengan *binder* LDPE dan PP

4.2 *Scanning Electron Microscope* (SEM)

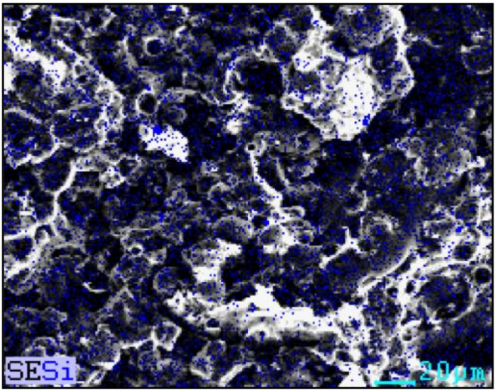
Fotomikrograph *Scanning Electron Microscope* (SEM) digunakan unutk mengetahui morfologi dari spesimen komposit yang telah dibuat. Selain untuk mengetahui morfologi, fotomikrograph SEM juga bisa digunakan untuk mengetahui penyebaran filler dalam komposit yang dibuat, serta menganalisa *interface* antara matriks dan filler yang berupa pasir.



Gambar 4.2 Hasil Uji SEM LDPE/PP dengan komposisi campuran 40/30 dengan perbesaran (a) 100x, (b) 500x



Gambar 4.3 Hasil Uji SEM komposit LDPE/PP/Pasir dengan komposisi campuran 40/30/30 dengan perbesaran (a) 100x, (b) 500x, dan (c) 1000x



Gambar 4.4 Hasil Mapping EDAX pada komposit LDPE/PP/Pasir komposisi 40/30/30 dengan perbesaran 500x

Dari gambar 4.2 didapatkan hasil SEM dari campuran LDPE dana PP pada komposisi 40/30 dengan perbesaran 100x dan 500x. Pada gambar tersebut terlihat morfologi dari campuran LDPE dan PP terlihat halus karena tidak adanya filler yang ditambahkan ke dalam campuran polimer tersebut. tidak ada batas batas fasa yang jelas.

Pada gambar 4.3 merupakan hasil pengujian SEM pada spesimen komposit LDPE/PP/Pasir dengan komposisi 40/30/30 dengan perbesaran 100 x, 500x, dan 1000x. Dari gambar tersebut didapatkan hasil yang berbeda dengan gambar 4.2. pada gambar 4.3 memiliki tekstur yang lebih kasar merupakan hasil penambahan filler berupa pasir ke dalam matrix polimer LDPE/PP. Pada gambar 4.3 banyak terdapat bentuk butiran – butiran yang tersebar di seluruh permukaan dari spesimen komposit yang menunjukan adanya *filler* pasir yang diikat oleh matrix LDPE/PP. Pada gambar 4.3 c dengan perbesaran 1000x terlihat terbentuknya interface yang baik antara matrix dan filler, hal ini ditunjukan dari partiket pasir menyatu dengan *binder*

campuran LDPE dan PP. Persebaran filler yang merata dalam spesimen semakin diperkuat oleh hasil EDAX pada gambar 4.4, pada gambar tersebut terlihat butiran biru yang menunjukan persebaran pasir yang merata di seluruh permukaan spesimen. Filler yang tersebar secara merata dalam matrik ini dapat memperbaiki dan meningkatkan sifar mekanik dari komposit tersebut (Azwar, 2009)

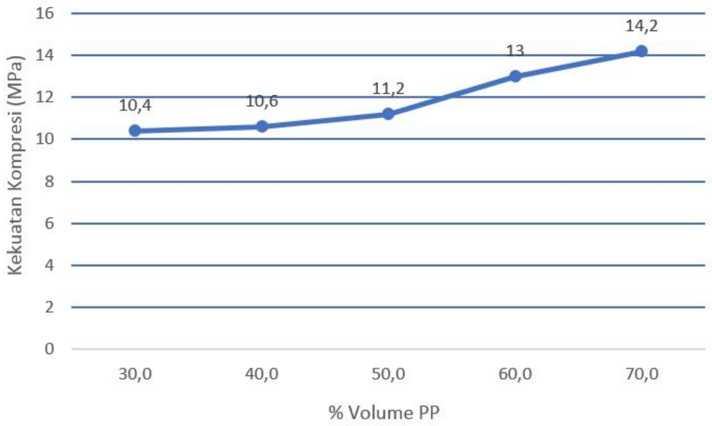
4.3 Uji Kompresi

Uji kompresi diperlukan untuk mengetahui nilai kekuatan kompresi dari komposit LDPE/PP/Pasir yang sudah dibuat, untuk kemudian akan dicocokan ke dalam standar SNI Paving block.

Tabel 4.4 Data Hasil Uji Kompresi

No.	*Pp* (%Volume)	*LDPE* (%Volume)	Pasir (%Volume)	Kekuatan Tekan (MPa)
1	70	0	30	14.2
2	60	10	30	13
3	50	20	30	11.2
4	40	30	30	10.6
5	30	40	30	10.4

Dari tabel 4.4 diatas didapatkan bahwa pada spesimen nomor 1 dengan kadar PP sebesar 70% dan pasir 30% memiliki kekuatan kompresi tertitinggi yaitu sebesar 14.2 MPa. Sedangkan kekuatan kompresi terendah yaitu pada spesimen nomor 5 dengan kadar PP sebesar 30%, LDPE 40% dan pasir 30% sebesar 10.4 MPa.



Gambar 4.5 Gambar grafik hasil uji kompresi

Gambar 4.5 menunjukan tren grafik dari data hasil uji kompresi yang meningkat sebanding dengan penambahan kadar PP dalam campuran komposit LDPE/PP/Pasir. Hal ini terjadi karena nilai dari kompresi PP itu lebih besar dibandingkan LDPE yaitu sebesar 4.8 MPa dan 3.6 MPa

Berdasarkan hasil pengujian kompresi yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa spesimen 1 sampai 5 dapat digolongkan menjadi standar mutu mortar tipe S dengan rata – rata kuat tekanya yaitu 12,4 MPa. Mortar tipe S direkomendasikan untuk struktur pada atau dibawah tanah (SNI 68882;2014)

4.4 Uji Densitas

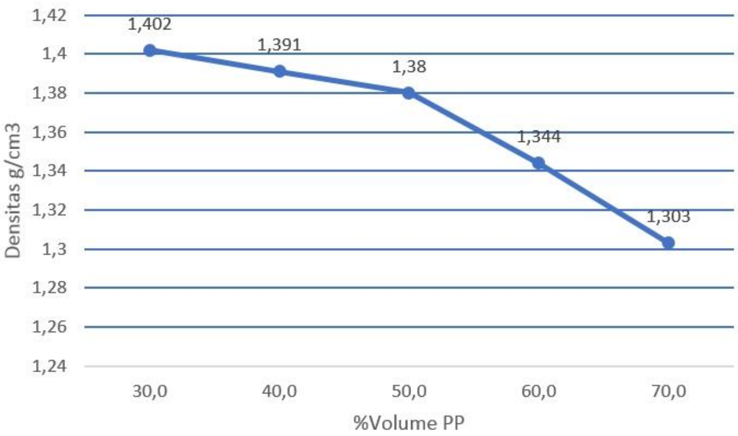
Pengujian densitas dilakukan dengan menghitung massa dan volume dari masing masing spesimen untuk kemudian diketahui densitasnya. Hasil uji densitas ditunjukan pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Data Hasil Uji Densitas

No.	PP (%Volume)	LDPE (%Volume)	Pasir (%Volume)	Densitas (g/cm^3)
1	70	0	30	1,30
2	60	10	30	1,34
3	50	20	30	1,38
4	40	30	30	1,39
5	30	40	30	1,40

Setelah dilakukan pengujian densitas dan didapatkan data densitas terendah yaitu pada spesimen 1 atau campuran 70% PP dengan 30% pasir sebesar 1.30 g/cm^3. Pada spesimen 2 dengan campuran 60% PP, 10% LDPE dan 30% Pasir sebesar 1,34 g/cm^3. Pada spesimen 3 dengan campuran 50% PP, 20% LDPE dan 30% Pasir sebesar 1,38 g/cm^3. Pada spesimen 4 dengan campuran 40% PP, 30% LDPE dan 30% Pasir sebesar 1,39 g/cm^3. Sednagkan densitas tertinggi yaitu pada campuran 30% PP, 40% LDPE dan 30% Pasir sebesar 1,40 g/cm^3

Pada gambar 4.6 terlihat tren peningkatan nilai densitas berbanding lurus dengan penambahan kadar LDPE dalam campuran, karena densitas awal dari LDPE lebih tinggi dibandingkan dengan densitas awal dari PP yaitu 0.91-0.92 untuk LDPE dan 0.90 untuk PP. Nilai densitas campuran LDPE/PP ditingkatkan dengan penambahan LDPE (Lina 2017).



Gambar 4.6 Grafik data hasil uji densitas

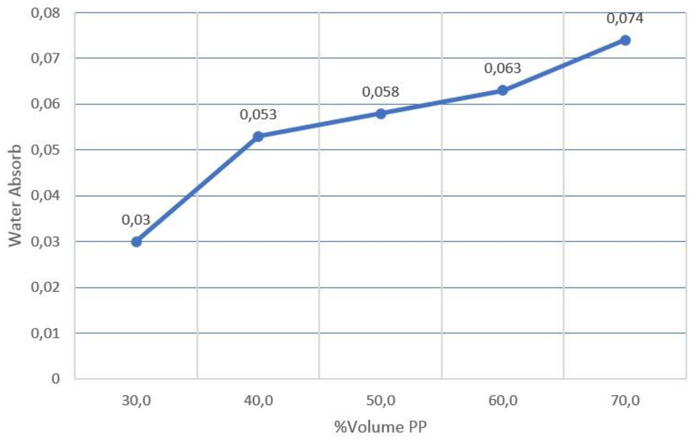
4.5 Uji *Water Absorbability*

Pengujian *water absorbability* atau pengujian daya serap air bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari material komposit dalam menyerap air. Nilai *water absorbability* ini didapatkan dari pengurangan berat spesimen pada saat basah dengan berat spesimen dalam keadaan kering.

Tabel 4.6 Data Hasil *Water Absrobability*

No.	PP (%Volume)	LDPE (%Volume)	Pasir (%Volume)	*Water Absorbability* (%)
1	70	0	30	0,073
2	60	10	30	0,063
3	50	20	30	0,058
4	40	30	30	0,053
5	30	40	30	0,030

Berdasarkan tabel 4.3, nilai *water absorbability* terbesar yaitu pada campuran 70% PP dan 30% pasir dengan nilai 0,073%. Nilai *water absorbability* kemudian turun dengan penambahan LDPE ke dalam campuran komposit. Pada komposisi campuran 30% PP, 40% LDPE dan 30% Pasir didapatkan nilai *water absorbability* terkecil yaitu 0,03%.



Gambar 4.7 Grafik Data Pengujian *Water Absorbability*

Gambar 4.7 menunjukan tren grafik data *water absorbability* yang nilainya terus bertambah sebanding dengan kadar komposisi PP yang semakin tinggi. Hal ini dipengaruhi karena nilai *water absorbability* dari PP lebih besar dibandingkan nilai *water absorbability* dari LDPE, yaitu sebesar 0,01 – 0,1% untuk PP dan 0,005 – 0,01 % untuk LDPE (ASTM D570).

Tabel 4.7 Persen porositas

No.	PP (%Volume)	LDPE (%Volume)	Pasir (%Volume)	*Porositas* (%)
1	70	0	30	0,26
2	60	10	30	0,22
3	50	20	30	0,21
4	40	30	30	0,20
5	30	40	30	0,12

Penurunan nilai *water absorbability* juga dipengaruhi oleh banyaknya porositas dalam campuran, dan polaritas antara *binder* polimer LDPE dan PP terhadap air. Seperti yang terlihat pada perhitungan porositas di Tabel 4.7 Semakin bertambahnya kadar PP dalam campuran semakin tinggi nilai porositasnya. Jumlah porositas yang semakin tinggi, semakin tinggi juga tingkat penyerapan airnya. (Andi, 2016).

LDPE dan PP merupakan senyawa non polar. Senyawa non polar secara umum dapat larut pada senyawa non polar, tetapi tidak dapat larut pada senyawa polar, oleh sebab itu LDPE dan PP tidak bereaksi terhadap senyawa polar seperti air (Lina, 2017)

Selain itu pencampuran antara agregat halus dengan matriks yang homogen akan meminimalisir terbentuknya rongga-rongga pada spesimen sehingga air tidak dapat masuk ke dalam permukaan spesimen dengan maksimal (joksan, 2015). Selain itu sifat lain dari polimer akan mengisi pori antara partikel dan agregat sehingga menyebabkan menurunya nilai *water absorbability* (rajni, 2004).

4.6 Hardness

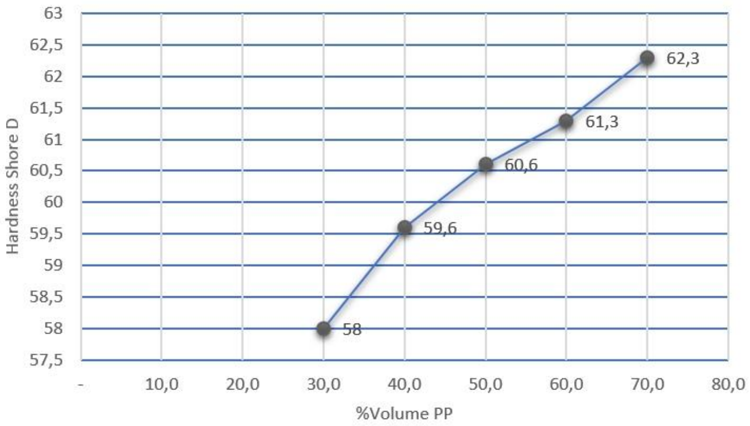
Pengujian hardness dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan pada permukaan spesimen komposit LDPE/PP/Pasir. Pengujian ini dilakukan pada 3 titik permukaan spesimen. Data yang didapatkan dari pengujian *hardness* ini dapat digunakan untuk tambahan sifat mekanik dari material komposit yang dibuat pada penelitian kali ini.

Data hasil pengujian *Hardness* dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini

Tabel 4.8 Data Uji Kekerasan Shore D

No.	PP (%Volume)	LDPE (%Volume)	Pasir (%Volume)	*Hardness* Shore D
1	70	0	30	62,3
2	60	10	30	61,3
3	50	20	30	60,6
4	40	30	30	59,6
5	30	40	30	58

Dari hasil uji *hardness,* didapatkan nilai kekerasan terendah yaitu pada komposisi 30% PP, 40% LDPE dan 30% Pasir sebesar 58 skala kekerasan shore D. Kemudian nilai kekerasan tertinggi yaitu pada komposisi 70% PP dan 30% pasir yaitu sebesar 62,3 skala kekerasan shore D. Nilai hardness untuk PP murni sebesar 67,6 skala Shore D, sedangkan untuk nilai hardness LDPE murni sebesar 59 skala Shore D.



Gambar 4.8 menunjukan grafik hasil uji *hardness* yang telah dilakukan, terlihat semakin bertambahnya kadar PP pada campuran komposit LDPE/PP/Pasir. Maka nilai kekerasan nya semakin meningkat karena PP lebih kuat dan lebih kaku daripada LDPE (Sihama, 2013). Selain itu penambahan LDPE ke dalam PP akan mengurangi kekerasan dan meningkatkan ketangguhan dari PP (Salih, 2015)

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Pengaruh penambahan *binder* thermoplastic LDPE dan PP terhadap sifat mekanik dan sifat fisik pada komposit LDPE/PP/Pasir adalah:
    - Semakin bertambahnya komposisi PP dalam komposit menyebabkan meningkatnya nilai kekuatan kompresi dari komposit. Didapatkan nilai kekuatan kompresi tertinggi pada komposisi PP/LDPE/Pasir 70/0/30 sebesar 14,2 MPa
    - Semakin bertambahnya komposisi LDPE dalam komposit menyebabkan menurunya nilai *water absorbability*. Didapatkan nilai *water absorbability* terendah pada komposisi PP/LDPE/Pasir 70/0/30 sebesar 0,03%
    - Semakin bertambahnya komposisi LDPE dalam komposit menyebabkan bertambahnya nilai densitas dari komposit. Didapatkan nilai densitas komposit tertinggi pada komposisi PP/LDPE/Pasir 30/40/30 sebesar 1,41 g/cm^3
    - Semakin bertambahnya komposisi PP dalam komposit menyebabkan meningkatnya nilai *hardness* dari komposit. Didapatkan nilai *hardness* tertinggi komposit pada komposisi PP/LDPE/Pasir 70/0/30 sebesar 62,3 Shore D
2. Material komposit yang telah dibuat menggunakan *binder* thermoplastik LDPE dan PP hasil pengolahan sampah plastik memenuhi kriteria untuk material mortar Tipe S dengan kuat tekan rata – rata 12,4 MPa untuk struktur pada

atau bawah tanah seperti pondasi, dinding penahan tanah, perkerasan. Saluran pembuangan dan mainhole

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Adanya penelitian lebih lanjut untuk aplikasi material bangunan menggunakan jenis *binder* thermoplastik yang lain sebagai matriks atau menggunakan jenis matriks lain sebagai penguat material komposit.
2. Diperlukan adanya alat yang dapat mengatur temperatur pada saat proses pelelehan polimer agar temperatur dapat dikontrol

DAFTAR PUSTAKA

Arif, Joksan. 2015. Pengaruh Resin Epoksi Terhadap Mortar Polimer Ditinjau dari Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Daya Serap Air dan Scanning Electron Microscope. Lampung : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung

Amran, Yusuf. 2015. Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Bahan Tambahan Pembuatan *Paving Block* Sebagai Alternatif Perkerasan pada Lahan Parkir di Universitas Muhammadiyah Metro. Lampung : Universitas Muhammadiyah Metro.

Ardi, Andi Wahyuni. 2016. Uji Kuat Tekan, Daya Serap Air dan Densitas Material Batu Bata Dengan Penambahan Agregat Limbah Botol Kaca. Makassar : UIN Almuddin Makassar.

ASTM C642. *Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete,* Annual book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia, USA.

ASTM D2240. *Standard Test Method for Rubber Property – Durometer Hardness* Annual book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia, USA.

ASTM E1252. *Standard Practice for General Tehcniques for Obtaining Infrared Spectra for Qualitative Analysis.* Annual book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia, USA

ASTM E986. *Standard Practice for SEM Beam Size Characterization* Annual book of ASTM Standards,American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia, USA

Billemeyer, Fred W. (1984). *Textbook of Polymer Science.* New York : John Wiley & Sons.

Callister, William D, Jr. 2008. *Materials Science and Engineering: An Introduction 8th Edition.* New York: John Wiley & Sons, Inc.

Chawla, Krishan K 2012. *Composite Materials Science and Engineering Third Edition.* New York : Springer New York.

Fadhil Kadhim, Lina. 2017. *Studying The Properties of PP/LDPE Polymer Blend.* Babylon university

Feng, Guyu. 2017. *A comparative study on mechanical properties of surface modified polypropylene (PP) fabric reinforced concrete composites*. China : Jiangnan University

Gulmine, J.V. et. al. 2002. *Polyethylene characterization by FTIR*. Brazil: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento LACTEC.

Hang, H. (2010). Building Materials in Civil Engineering. Woodhead Publishing.

Krimm, S. 2013. *Infrared Spectra of High Polymers. II. Polyethylene.* Michigan : Randall Laboratory of pyhsics, university of michigan.

Nayiroh, Nurul. 2013. *Klasifikasi Komposit – Metal Matrix Composite*. Teknologi Material Komposit: Indonesia.

Neville, A.M., dan J.J. Brooks. 1987. *Concrete Technology*. New York: Longman Scientific and Technical.

Perdana, Ricky Giwangkara. 2012. Studi Sifat Mekanik *Paving Block* Terbuat Dari Campuran Limbah Adukan Beton dan Bahan Tambahan Serat Ijuk. Depok : Universitas Indonesia

Rjeb, A. 1999. *IR Spectroscopy Study of Polypropylene Natural Aging.*

Salih, E Sihama. 2012. *Comparasion of the Characteristics of LDPE : PP and HDPE : PP Polymer Blends.* Iraq : University of Thecnology, Materials Engineering Department

Sibuea, Arif Frasman. 2013. Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Bahan *Eco Plafie* (*Economic Plasic Fiber*) *Paving Block* yang Berkonsep Ramah Lingkungan Dengan Uji Tekan, Uji Kejut dan Serapan Air. Sumatera Utara : Universitas Sumatera Utara

SNI 03-0691-1996. Bata Beton (Paving Block). Badan Standarisasi Nasional

Shan, Gui-Fang. 2007. *Mechanical Properties and Morphology of LDPE/PP Blends.* China : Sichuan University

Sulistijono. 2012. *Mekanika Material Komposit*. Surabaya: ITS Press.

Surdia, Tata. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

Surono, Untoro Budi. 2013. *Berbagai metode konversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak*. Yogyakarta: Universitas Janabadra.

Tapkire, G., & Parihar, S. (2014). Recycled Plastic Used in Concrete Paving Block. Bhopal, India: International Journal of Research in Engineering and Technology.

Wessel, J. K. (2004). *Handbook of Advanced Materials.* John Wiley & Sons

Winarno, Heru. 2015 Pengaruh Komposisi Bahan Pengisi *Styrofoam Pada Pembuatan Batak Mortar Semen Ditinjau Dari Karakteristik dan Kuat Tekan*. Makassar : Universitas Negeri Makassar

(Halaman Sengaja Dikosongkan)

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN

DENSITY (MASSA JENIS)

$$\rho = \frac{Massa}{Volume}$$

Keterangan:

Massa (gram)

Volume (cm^3)

KOMPOSISI (PP/LDPE/Pasir)	BERAT (gram)	VOLUME (cm^3)	DENSITY (g/cm^3)
70/0/30	164,01	125,84	1,303322
60/10/30	168,87	125,6	1,344506
50/20/30	172,13	124,64	1,381017
40/30/30	173,49	124,7	1,391259
30/40/30	175,51	125,13	1,402621

Komposisi PP/LDPE/Pasir (70/0/30)

Diketahui:

Massa : 164,01 gr

Volume : 125,84 cm^3

$$\rho = \frac{Massa}{Volume}$$

$$= \frac{164{,}01\ \text{gr}}{125{,}84\ \text{cm3}}$$

$$= 1.303322\ \text{gr/ cm}^3$$

***WATER ABSORBABILITY* (PENYERAPAN AIR)**

$$Penyerapan\ Air = \frac{A - B}{B}\ x\ 100\%$$

Keterangan:

A = berat basah

B = berat kering

KOMPOSISI (PP/LDPE/Pasir)	A	B	%PA	SNI
70/0/30	164,07	164,02	0,03	MEMENUHI
60/10/30	168,99	168,9	0,053	MEMENUHI
50/20/30	172,21	172,11	0,058	MEMENUHI
40/30/30	173,51	173,4	0,063	MEMENUHI
30/40/30	175,61	175,48	0,074	MEMENUHI

Komposisi PP/LDPE/Pasir (70/0/30)

Diketahui:

Berat Basah : 164,07 gram

Berat Kering: 164,02 gram

$$Penyerapan\ Air = \frac{164{,}07 - 164{,}02}{164{,}02}\ x\ 100\%$$

$$= \frac{0.05}{164.01}\ x\ 100\%$$

$$= \ 0{,}03$$

Hardness

KOMPOSISI (PP/LDPE/Pasir)	shore D			Rata-rata
70/0/30	64	60	63	62,3
60/10/30	61	62	61	61,3
50/20/30	63	58	61	60,67
40/30/30	60	63	56	59,67
30/40/30	54	68	52	58

Kuat Tekan

$$Kuat\ tekan = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

P = beban tekan (N)

A = luas bidang tekan (mm^2)

A = 2500 mm^2

(PP/LDPE/Psir)	kN			Rata-rata	MPa	SNI
70/0/30	35	32	40	35,67	14,2	**B**
60/10/30	33	33	32	32,67	13	**C**
50/20/30	30	28	26	28	11,2	**C**
40/30/30	34	19	27	26,7	10,6	**C**
30/40/30	27	33	43	26	10,4	**C**

Komposisi PP/LDPE/Pasir (70/0/30)

Diketahui:

Beban tekan : 35.667 N

Luas bidang tekan : 2500 mm^2

$$Kuat\ tekan = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{35.667\ N}{2500\ mm2}$$

$$= 14{,}2\ \text{MPa}$$

Porositas

$$P = \frac{m_v - m_0}{m_v - (m_A + m_k)}(100\%)$$

Keterangan :

P : Porositas (%)

M_v : Massa jenuh setelah direndam 24 jam

M_0 : Massa awal sampel setelah dikeringkan

M_A : Volume Sampel

M_K : Massa kawat yang digunakan untuk menggantung spesimen

%PP	Mv	M0	MA	Mk	P	P (%)
30	164,07	164,02	125,13	0	0,0012	0,12
40	168,99	168,9	124,7	0	0,0020	0,20
50	172,21	172,11	124,64	0	0,0021	0,21
60	173,51	173,4	125,6	0	0,0022	0,22
70	175,61	175,48	125,84	0	0,0026	0,26

Diketahui

Mv : 164,07

M0 : 164,02

MA : 125,13

Mk : 0

Ditanya : P?

$$P = \frac{Mv - M0}{mv - (MA + MK)}(100\%)$$

$$P = \frac{164,07 - 164,02}{164,07 - (125,13 + 0)} (100\%)$$

P = 0,12 %

BIODATA PENULIS

Penulis dilahirkan di Jakarta, 8 Maret 1996, merupakan anak ketiga dari 4 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Ratna Puspita, SDN Cipinang Melayu 09 Pagi, kemudian SMP Negeri 109 Jakarta dan SMA Negeri 61 Jakarta. Setelah lulus dari SMA penulis melanjutkan studinya melalui jalur SNMPTN di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2014 terdaftar dengan NRP 02511440000007. Di Teknik Material dan Metalurgi penulis memilih bidang Material Inovatif. Selama berkuliah, penulis berkegiatan organisasi di Badan Eksekutif Mahasiswa FTI ITS sebagai staff departemen kewirausahan, dan penulis juga aktif di PM3I sebagai bendahara. Salah satu prestasi penulis dalam bidang non akademik adalah membawa juara tim futsal Departemen Teknik Material menjuarai ITS Futsal Championship selama 2 tahun berturut turut yaitu pada tahun 2017 dan 2018. Penulis juga telah melaksanakan kerja praktik di PT PJB Paiton. Penulis dapat dihubungi dihubungi melalui nomer telefon 081225451657 atau melalu e-mail feishafadilarifki@gmail.com.