

# PROSIDING

ISBN 978-602-74864-0-9

PERANAN PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
DALAM MASYARAKAT EKONOMI ASEAN (MEA)



**Diterbitkan :**  
**Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan**  
**Asosiasi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Indonesia**  
**(APTEKINDO) - 2016**



# Prosiding Seminar Nasional

Dalam Rangka Konvensi Nasional VIII dan Asosiasi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Indonesia (APTEKINDO) dan Temu Karya XIX FT/FPTK-JPTK se Indonesia.

---

dengan Tema:

**PERANAN PENIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN DALAM MASYARAKAT EKONOMI ASEAN (MEA)**

**X, 2323 halaman, 28 Cm**

---

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
Copyright @ 2016  
ISBN:

## **Steering Committee :**

- |                                    |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Dr. Eng. Agus Setiawan, M.Si    | 6. Dr. Andoko, ST, MT           |
| 2. Prof. Dr. Harun Sitompul, M.Pd. | 7. Dr. Widarto                  |
| 3. Dr. Syahril, M.Eng              | 8. Prof. Dr. Henry Sumual, M.Si |
| 4. Dr. Riadi, M.Pd., MT.           | 9. Dr. Muh yahya, M.Eng.        |
| 5. Dr. Nur Qudus, MT               | 10. Prof. Eko Hariadi, M.Si     |

## **Penyunting:**

- |                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Dr. Nathanael Sitangang, ST, M.Pd. | 5. Dr. R Mursid, M.Pd.              |
| 2. Dr. Putri Lynna A. Luthan, M.Sc.   | 6. Dr. Arif Rahman, M.Pd.           |
| 3. Prof. Dr. Efendi Napitupulu, M.Pd. | 7. Janter P. Simanjuntak, MT, Ph.D. |
| 4. Dr. Eka Daryanto, MT.              |                                     |

## **Diterbitkan Oleh:**

**Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Medan**

## **Alamat Penerbit:**

**Jln. Willem Iskandar, Psr V Medan 20222;  
Telp (061) 6636757; Fax. (061) 6613319-6614002  
Website: <http://www.aptekindo.unimed.ac.id>**

---

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah yang telah diberikan kepada kita semua, sehingga buku Prosiding Seminar Nasional dalam rangka **Konvensi Nasional VIII dan Asosiasi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Indonesia (APTEKINDO) dan Temu Karya XIX FT/FPTK-JPTK se Indonesia** pada tanggal 03 s/d 06 Agustus 2016 di Universitas Negeri Medan dapat terlaksana dengan baik.

Tujuan utama seminar ini adalah dalam rangka meningkatkan kemampuan pendidikan pada bidang teknologi kejuruan dalam tema “**Peranan Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan Dalam Masyarakat Ekonomi Asean (MEA)**” yang diaplikasikan dari hasil-hasil penelitian dalam upaya meningkatkan hasil lulusan yang memiliki kompetensi dengan standar yang mengacu pada dunia internasional, sehingga lulusan LPTK-PTK mampu bersaing dalam pasar tenaga kerja pada MEA. Oleh karena itu melalui kegiatan seminar nasional, konvensi dan temu karya FPTK/FT-JPTK seluruh Indonesia diharapkan terhimpun pemikiran-pemikiran dalam upaya pengokohan peran LPTK dalam meningkatkan mutu dan pendidikan guru vokasi di Indonesia.

Semoga buku prosiding ini dapat memberi kemanfaatan bagi kita semua, untuk kepentingan pengembangan ilmu, teknologi, seni, dan budaya. Di samping itu, diharapkan juga dapat menjadi referensi bagi upaya pembangunan bangsa dan negara.

Melalui kesempatan ini panitia mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terselenggaranya kegiatan seminar nasional, konvensi dan temu karya FPTK/FT-JPTK seluruh Indonesia ini. Kepada seluruh pemakalah dan peserta seminar, diucapkan terima kasih atas partisipasinya dan selamat berseminar semoga sukses.

Medan, 6 Agustus 2016  
Ketua Umum,

Prof. Dr. Abdul Hamid K, M.Pd.  
NIP. 195802221981031001

**Makalah Kunci**

Strategi Pembelajaran Berbasis Keunggulan Persaingan Tenaga Kerja pada MEA

Oleh: Prof. Intan Ahmad, Ph.D (Direktur Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan  
Kemenristekdikti)

**Makalah Utama**

MEA dan Pendidikan Tinggi: Perspektif Perubahan Budaya Belajar dan Pembelajaran

Oleh: Prof. Dr. Syawal Gultom, M.Pd. (Rektor Universitas Negeri Medan)

Penyiapan Tenaga Kerja melalui Pendidikan Kejuruan dalam Menghadap MEA

Oleh: Drs. M. Mustaghfirin, MBA (Direktur Pembinaan SMK)



## DAFTAR ISI

<b>Prakata</b> .....	i
<b>Susunan Panitia</b> .....	ii
<b>Daftar Isi</b> .....	v
<b>Sub Tema1 : Pengembangan Kapasitas Guru Teknik dan Kejuruan</b>	
A-01-024 USULAN MODEL PENDIDIKAN PROFESI GURU KEJURUAN DI INDONESIA <i>Bernardus Sentot Wijanarka, Universitas Negeri Yogyakarta</i>	
A-01-008 PENDIDIKAN (GURU VOKASIONAL) TEKNIK ARSITEKTUR:SEBUAH JALAN TENGAH <i>M. Syaom Barliana, Universitas Pendidikan Indonesia</i>	
A-01-022 KONTRIBUSI PENGEMBANGAN GURU PROFESIONAL TERHADAP KINERJA GURU SMKN KOTA MANADO <i>Henny Mokoginta, Universitas Negeri Manado</i>	
A-01-013 KESIAPAN PESERTA PROGRAM SARJANA MENGAJAR DALAM MELAKSANAKAN LAYANAN PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN PRODUKTIF SMK <i>Maftuchin Romlie,</i>	
A-01-009 RANCANG BANGUN PENGEMBANGAN MODEL PROGRAM PENGALAMAN LAPANGAN (PPL)DALAM UPAYA PEMENUHAN GURU SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN DI DAERAH TERPENCIL <i>Dedi Supriawan, dan Wowo K Sunaryo, Universitas Pendidikan Indonesia</i>	
A-01-012 MANFAAT HASIL PROGRAM PENGALAMAN LAPANGAN (PPL) SEBAGAI KESIAPAN GURU PRODUKTIF DI SMK PARIWISATA <i>Rizkie Julian, Ellis Endang Nikmawati, dan Sri Subek, Universitas Pendidikan Indonesia</i>	
A-01-005 OPTIMALISASI PERAN DUNIA USAHA DAN INDUSTRI(DUDI) DALAM PENGEMBANGAN PROFESIONALISME GURU SMK SECARA BERKELANJUTAN <i>Putu Agus Mayuni, dan Ni Wayan Sukerti, Universitas Pendidikan Ganessa</i>	
A-01-033 PELAKSANAAN TEACHING FACTORY MELALUI PEMBELAJARAN MANAJEMEN USAHA MODISTE PADA PROGRAM STUDI TATA BUSANA <i>Esin Sintawati, Universitas Negeri Malang</i>	
A-01-026 PENGARUH TEKAD DIRI TERHADAP KINERJA ADAPTIF KEPALA SMK KOTA MEDAN <i>Rosnelli, Universitas Negeri Medan</i>	
A-01-004 IDENTIFIKASI KEBUTUHAN PEMBELAJARAN <i>COMPETENCE BASED TRAINING</i> (CBT)BERBASIS KOMPETENSI KERJADI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK) <i>Riana T Mangesa, Universitas Negeri Makassar</i>	



- A-05-074 MENINGKATKAN KEAKTIFAN DAN HASIL BELAJAR MENGGUNAKAN MODUL PEMBELAJARAN CNC I PADA PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA  
*Nur Aini Susanti, Universitas Negeri Surabaya*
- A-05-075 STUDI WAKTU PEMESINAN PADA UJI KOMPETENSI PRAKTIK KEJURUAN TEKNIK PEMESINAN DI SMKN BANDUNG  
*Wardaya, Purnawan, & Ade Karyadi, Universitas Pendidikan Indonesia*
- A-05-076 KARAKTERISASI FILM TIPIS  $\text{TiO}_2:\text{Co}$  YANG DITUMBUHKAN DENGAN METODE MOCVD  
*Aip Saripudin, Universitas Pendidikan Indonesia*
- A-05-077 MODIFIKASI BUSANA BILI'U DAN PALUWALA SEBAGAI PAKAIAN PERKAWINAN MASYARAKAT GORONTALO  
*Hariana, G.R. Lono Lastoro Simatupang, Timbul Haryono, & SP. Gustami, Universitas Negeri Gorontalo, Universitas Gadjah Mada*
- A-05-078 PENGEMBANGAN PRODUKSI PANGAN FUNGSIONAL BERBASIS BAHAN PANGAN LOKAL DI ERA ASEAN ECONOMIC COMMUNITY  
*Damiati, Universitas Pendidikan Ganesha*
- A-05-079 STUDI KOMPARASI PENGGUNAAN MODEL-MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF PADA MATA PELAJARAN PRAKARYA DAN KEWIRAUSAHAAN BIDANG REKAYASA DI SMA SE-KABUPATEN BULELENG  
*Made Santo Gitakarma, Universitas Pendidikan Ganesha*
- A-05-080 PERANCANGAN PERAGA PRAKTIKUM SENSOR UNTUK TEKNIK OTOMOTIF  
*Dwi Sudarno Putra, Donny Fernandez, Wagino, & Toto Sugiarto, Universitas Negeri Padang*
- A-05-081 RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK PEMILIHAN MODEL PEMBELAJARAN  
*Verry Ronny Palilingan, Universitas Negeri Manado*
- A-05-082 EFEK VARIASI KETEBALAN LAPIS KULIT MORTAR TERHADAP KUAT LENTUR DAN KECEPATAN PERAMBATAN GELOMBANG ULTRASONIK DENGAN METODE DIRECT  
*Agus Santoso, Slamet Widodo, Faqih Ma'arif, Sumarjo, & Nurhidayat, Universitas Negeri Yogyakarta*
- A-05-083 KARAKTERISTIK GETARAN RANGKA SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA  
*Ahmad Kholil, Catur Setyawan, & Dimas Ahmad, Universitas Negeri Jakarta*



A-05-082

**EFEK VARIASI KETEBALAN LAPIS KULIT MORTAR TERHADAP KUAT LENTUR DAN KECEPATAN PERAMBATAN GELOMBANG ULTRASONIK DENGAN METODE DIRECT**  
(Studi kinerja Dinding Sandwich Styrofoam dengan lapis kulit self compacting mortar)

**Agus Santoso<sup>1</sup>, Slamet Widodo<sup>2</sup>, Faqih Ma'arif<sup>3</sup>, Sumarjo<sup>4</sup>, Nurhidayat<sup>1,2,3,3</sup>**  
*Department of Civil Engineering and Planning, Faculty of Engineering, UNY*  
email: agussantoso@uny.ac.id

**ABSTRAK :** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur dan kecepatan perambatan gelombang ultrasonik pada dinding sandwich styrofoam (DSS) menggunakan lapis kulit Self Compacting Mortar (SCM) dengan variasi ketebalan 15mm, 20mm dan 25mm. Penelitian ini merupakan jenis eksperimen, Jumlah benda uji sebanyak 12 buah dinding. Serat polypropylene dalam adukan SCM diberikan dalam 2 variasi yaitu 0kg/m<sup>3</sup> dan 1kg/m<sup>3</sup>. Adukan SCM ditetapkan dengan perbandingan volume IPC : 4PS : 0,9 f.a.s dan sikament NN 1,2% dari berat semen. Serta penambahan kawat wiremesh diletakkan pada kedua sisi core guna menambah kapasitas lentur dinding styrofoam. Pengujian UPV dilakukan setelah SCM berumur 28 hari. Data untuk setiap variasi campuran serat diperoleh dari 2 benda uji panel dinding styrofoam berukuran 600mm x 400mm x 120mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan perambatan gelombang ultrasonik pada dinding styrofoam tebal lapis mortar 15mm, 20mm dan 25mm dengan penambahan serat 0kg/m<sup>3</sup> diperoleh hasil berturut-turut 2,02m/s, 2,02m/s dan 1,60m/s dan penambahan serat 1kg/m<sup>3</sup> diperoleh hasil 1,37m/s, 1,69m/s dan 1,99m/s. Sedangkan dalam pembebanan lentur dengan penambahan serat 0kg/m<sup>3</sup> diperoleh hasil berturut-turut 3,024MPa, 3,337MPa dan 2,686MPa dan pada penambahan serat 1kg/m<sup>3</sup> diperoleh hasil 1,885MPa, 1,876MPa dan 3,235MPa. Berdasarkan pengujian menunjukkan bahwa antara hasil pengujian UPV dan uji lentur adalah berbanding lurus.

**Kata kunci:** DSS, Ultrasonic Pulse Velocity (UPV), kuat lentur

**ABSTRACT :** This research aims to determine the flexural strength and pulse velocity on Sandwich Styrofoam Masonry (SSM) using SCM as bed mortar with 15mm; 20mm and 25mm in thickness. Polypropylene fibers in SCM consist of two variation that are 0kg/m<sup>3</sup>; and 1kg/m<sup>3</sup> with proportion mix SCM is 1PC:4PS; w/c 0,9; and Sikamen NN 1,2% from weight of cement content. The panel of SSM is 600mmx400mmx120mm in dimension. The addition of wiremesh is in two face core for increase the capacity of flexural strength. After 28 days of compressive, direct method, flexural strength were tested. The test results show that the velocity on SSM with 15mm, 20mm, and 25mm in thickness and 0kg/m<sup>3</sup> polypropylene fibers in proportion mix were the results 2,02m/s, 2,02m/s and 1,60m/s. For the 1 kg/m<sup>3</sup> polypropylene fibers addition that the results 1,37m/s, 1,69m/s and 1,99m/s. while the test results for flexural strength with 0kg/m<sup>3</sup> PP addition obtained 3,024MPa, 3,337MPa and 2,686MPa respectively; for the 1kg/m<sup>3</sup> 1,885MPa, 1,876MPa and 3,235MPa respectively. Furthermore, it can be conclude that the relationship between UPV and Flexural strength is linear regression.

**Keyword:** SSM, Ultrasonic Pulse Velocity (UPV), Flexural strength

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang kontruksi sangat beraneka ragam, mulai dari peralatan pendukung hingga bahan material yang semuanya sudah disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan zaman yang semakin instan sudah banyak beredar dipasaran. Oleh sebab itu, dalam memilih material haruslah diperhatikan, terutama pada bagian struktur bangunan yang umumnya terdiri dari kayu, baja, dan beton. Penggunaan struktur beton pada bangunan sangat digemari oleh kebanyakan masyarakat.

Beton merupakan campuran dari pasir, krikil, semen, dan air serta bahan tambah lainnya yang dicampur secara merata. Cara pembuatan beton yang mudah sangat digemari oleh masyarakat sebagai elemen struktural utama pemikul beban (pondasi, kolom, balok, pelat lantai) maupun elemen non-struktural (misalnya dinding pembatas bukan pemukul beban). Berat isi beton normal cukup tinggi sehingga menyebabkan beban mati akibat elemen beton non-struktural cukup besar.

Fungsi dinding dalam sebuah konstruksi dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu fungsi non struktural dan fungsi struktural. Pada fungsi non struktural, dinding berfungsi sebagai pembatas ruangan, sebagai penahan cahaya panas dari matahari, menahan tiupan angin dari luar, untuk meredam suara bising dari luar dan untuk melindungi dari gangguan binatang dari luar. Sedangkan fungsi strukturalnya adalah penopang beban yang ditimbulkan dari struktur yang ada di atasnya.

Pada umumnya dinding terbuat dari batu bata dan batako, yang mana material tersebut masih mempunyai kelemahan dalam hal berat jenisnya yang terlalu berat, sehingga akan menambah beban mati pada bangunan itu sendiri, selain itu kekurangan yang lainnya adalah pada saat proses pembuatan batu bata. Batu bata adalah material yang terbuat dari tanah liat yang pada proses pembuatannya harus dibakar agar tanah liat tersebut mengeras. Pada proses pembakaran tersebut letak kekurangannya karena tidak ramah lingkungan, selain itu memproduksi batu bata yang besar membutuhkan tanah liat yang banyak pula. Apabila semua lahan yang subur dieksploitasi untuk pembuatan batu bata pasti akan berpengaruh pada penurunan produksi bahan makanan, maka dari itu dengan adanya inovasi ini diharapkan dapat menjadi alternatif bahan material yang ramah lingkungan guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Disaat bumi kita mengalami krisis energi dan pemanasan global alangkah lebih bijaksana apabila kita beralih menggunakan material yang ramah lingkungan. Dengan demikian maka dibutuhkan dinding yang kuat, ringan dan ramah lingkungan.

Dalam perkembangannya, metode konstruksi sudah mulai menggunakan beton ringan yang dimana beton ringan tersebut sudah mempunyai beberapa metode dalam pembuatannya, salah satunya dengan menambahkan pori-pori udara ke dalam campuran beton yang menggunakan agregat ringan (Tjokrodimuljo, 2007). Agregat yang digunakan untuk campuran pembuatan beton ringan dapat juga berupa batu apung, serat alami, abu sekam, perlit dan *styrofoam*. Dalam penelitian ini pembuatan beton ringan menggunakan bahan *styrofoam* yang diseruthingga berupa butiran, butiran *styrofoam* ini yang akan dijadikan bahan inti dalam pembuatan beton ringan. *Styrofoam* dipilih mengingat masanya lebih ringan dibandingkan dengan material lain pada umumnya.

Penggunaan *styrofoam* diharapkan dapat mengkurangi masa dari beton, seperti yang dijelaskan diatas bahwa *styrofoam* memiliki berat jenis yang jauh lebih ringan dibanding dengan berat agregat kasar (kerikil). Berat dari *styrofoam* adalah sekitar  $13 \text{ kg/m}^3$  sampai  $15 \text{ kg/m}^3$ . Sehingga beton yang dihasilkan dari campuran *styrofoam* juga sangat ringan yaitu  $718 \text{ kg/m}^3$ , lebih ringan dari pada menggunakan batu bata yang memiliki berat  $1700 \text{ kg/m}^3$ , dan batako  $2200 \text{ kg/m}^3$ .

*Styrofoam* yang digunakan dalam campuran beton ini mempunyai kekuatan yang bekerja sebagai penahan beban yang bekerja secara bersama dengan lapisan *self compacting mortar*. Selain itu beton ringan dengan campuran *styrofoam* tersebut kuat terhadap gaya tarik, namun memiliki kuat tekan yang rendah, sehingga beton yang dihasilkan tidak bisa digunakan sebagai struktur dan beton ringan dalam penelitian ini lebih difokuskan sebagai bagian non-struktur yang diaplikasikan sebagai dinding pemisah.

Dalam penelitian ini *self compacting mortar* diperkuat menggunakan dengan asumsi bahwa struktur dinding mengalami perkuatan akibat rusak karena gaya gempa. *Wiremesh* yang digunakan adalah *wiremesh* kawat kassa dengan diameter 1,7 mm dengan panjang sisi 50 mm x 50 mm. Pemberian *wiremesh* diletakkan pada kedua sisi *core*, dengan pemberian *wiremesh* diharapkan dinding *styrofoam* mempunyai kekuatan yang tinggi ketika diuji lentur. Sedangkan pemilihan serat sebesar  $1 \text{ kg/m}^3$  merupakan penambahan serat optimal berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Agus, dkk (2011).

Perawatan terhadap benda uji perlu dilakukan hingga benda uji dinding *styrofoam* berumur 28 hari, permasalahan yang timbul akibat ketidakhomogenan campuran dilakukan dengan uji *Ultrasonic Pulse Velocity* (Faqih, 2011), yang didasarkan pada kecepatan gelombang ultra yang melintas pada sebuah benda dengan bantuan *transducer* dan *receiver*. Hasil pengujian UPV selanjutnya dibandingkan dengan pengujian kuat lentur yang mana dari hasil uji UPV dapat digunakan untuk memprediksi kapasitas lentur dinding. Metode *direct* dipilih karena memiliki akurasi yang lebih baik



dibandingkan dengan *indirect* dan semi *direct*, metode ini dapat digunakan untuk memprediksi kekuatan struktur terpasang dilapangan.

### **Perumusan Masalah**

Permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapakah besarnya kecepatan perambatan gelombang ultrasonik pada dinding masing-masing dinding *styrofoam* menggunakan metode *direct*?
2. Berapakah besarnya kapasitas beban lentur pada masing-masing dinding *styrofoam*?
3. Bagaimana hubungan antara pengujian UPV dengan pengujian kuat lentur?

### **Tujuan**

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui besarnya kecepatan perambatan gelombang ultrasonik pada lapis kulit motrat menggunakan metode *direct*.
2. Mengetahui besarnya kapasitas lentur dinding *sandwich styrofoam*.
3. Mengetahui hubungan antara pengujian UPV dengan kuat lentur dinding.

## **KAJIAN TEORI**

### **Beton**

Penggunaan beton pada kontruksi bangunan banyak dipilih oleh kebanyakan orang karena beton memiliki banyak keuntungan, diantaranya awet, tahan terhadap api, kuat tekannya tinggi, bentuknya bisa disesuaikan dengan kebutuhan, dan perawatannya yang mudah. Namun beton juga memiliki kekurangan yaitu kuat tariknya yang lemah dan berat jenis yang terlalu besar. Namun penggunaan beton juga tidak bisa dihilangkan dalam pembangunan suatu gedung. Beton juga memiliki peranan penting dalam menentukan umur dan kekuatan suatu bangunan. Hal itu terjadi karena beton memiliki kelebihan dan kekurangan.

### **Beton Ringan**

Menurut Tjokrodimuljo (2007) beton normal merupakan elemen yang sangat berat, berat jenisnya mencapai  $2400 \text{ kg/m}^3$ . Untuk mengurangi beban mati pada struktur maka penggunaan beton diganti dengan beton ringan. Beton ringan sendiri memiliki berat kurang dari  $1800 \text{ kg/m}^3$ . Salah satu cara untuk membuat beton ringan adalah dengan memakai bahan yang ringan dalam pembuatan beton. Hal ini menjadikan sebuah elemen dengan berat yang lebih ringan dibanding beton normal.

Beton ringan mempunyai keunggulan dalam berat jenis yang lebih ringan dibanding beton normal, namun karena bebannya yang lebih ringan maka berdampak pada kuat tekan beton ringan yang lebih kecil dari pada beton biasa. Hasil penelitian terdahulu yang memanfaatkan *styrofoam* sebagai bahan campuran untuk beton ringan, memberikan hasil beton yang memiliki berat jenis beton yang jauh lebih kecil dibanding dengan beton normal. Karena kuat tekannya yang relatif rendah maka sampai saat ini beton ringan *styrofoam* hanya dipakai untuk bagian non struktur seperti bata beton atau panel dinding.

### **Beton Serat**

Beton serat merupakan campuran dari agregat dan bahan pengikat hidrolis serta ditambahkan dengan serat guna tujuan tertentu. Penambahan serat pada beton normal dapat menambah kapasitas beban maksimal. Beton berserat mempunyai energi yang lebih besar dibandingkan dengan beton normal sebelum hancur. Peningkatan volume serat dapat meningkatkan kapasitas energi, pengurangan retak plastis pada umur awal, mengontrol retak, serta mengurangi *spalling* ketika beton sudah retak (Nugraha dan Antoni, 2007).

### **Mortar**

Mortar merupakan campuran dari material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland) dan air dengan komposisi tertentu (SNI 03-6825-2002). Dalam pembuatan mortar juga dapat ditambahkan bahan tambah untuk mempercepat pengerasan atau tujuan yang lain.

## Material Penyusun Beton Ringan

Material dalam pembuatan beton ringan umumnya sama seperti pembuatan beton biasa, bedanya hanya pada penyusun beton ringan agregat kasar berupa kerikil diganti dengan material lain yang lebih ringan. Agregat ringan adalah agregat dengan berat isi kering oven gembur maksimum adalah  $1100 \text{ kg/m}^3$ . Berat beton ringan kurang dari  $1800 \text{ kg/m}^3$  (Tjokrodimuljo, 2007). Material penyusun beton ringan sebagai berikut.

## Agregat Halus

Menurut Tjokrodimuljo (2007) agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Walaupun hanya sebagai pengisi, tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya, hal tersebut dikarenakan agregat menempati 70% volume mortar atau beton. Sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan mortar/ beton.

## Styrofoam

*Styrofoam* berasal dari kata *styrene* (zat kimia bahan dasar), dan *foam* (busa/ buih). *Styrofoam* sangat ringan, karena kandungan di dalamnya 95% udara dan 5% *styrene*. Sifat *styrene* dapat larut dalam panas, lemak, alkohol/ aseton, vitamin A (*Toluene*), dan susu. *Styrofoam* mempunyai berat satuan antara  $(13-16) \text{ kg/m}^3$  (Ayu, 2012). Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian yang dilakukan oleh Agus, dkk. (2011) Dalam penelitian ini alternatif lain untuk membuat beton ringan dengan menggunakan bahan *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar dan diperkuat menggunakan kawat kassa. Pada pengaplikasian dinding *styrofoam* ini cocok digunakan pada daerah rawan gempa, karena beban mati bangunan akan menjadi lebih ringan. Sedangkan kawat kassa pada dinding *styrofoam* ini berfungsi sebagai perkuatan dalam menahan beban struktural.

## Bahan Aditif

Bahan aditif yaitu bahan yang ditambahkan ke dalam beton selama atau sebelum pengadukan. Bahan ini digunakan untuk meningkatkan kinerja beton dalam situasi-situasi tertentu dan untuk menurunkan biaya (McCormac, 2001). Manfaat dari penggunaan bahan aditif ini perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis yang sama dengan bahan yang akan dipakai di lapangan. Dalam hal ini bahan yang dipakai sebagai bahan tambah harus memenuhi ketentuan yang diberikan oleh SNI. Penggunaan bahan tambah berupa kimia harus memenuhi syarat yang diberikan dalam ASTM C. 494, “*Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete*” (Mulyono, 2003).

## Core (inti)

*Core* atau biasa disebut dengan beton ringan adalah istilah yang digunakan pada penelitian ini yang terletak dibagian inti atau tengah dari dinding *styrofoam*. Dalam penelitian ini penggunaan agregat kasar (krikil) diganti dengan *styrofoam* untuk mengurangi berat jenis dari beton tersebut. Semakin ringan berat jenis material maka kuat tekannya pun semakin rendah. Dalam pembuatan *core* ini bahan yang di gunakan adalah pasir, semen, air, dan *styrofoam*.

## Self Compacting Mortar (SCM)

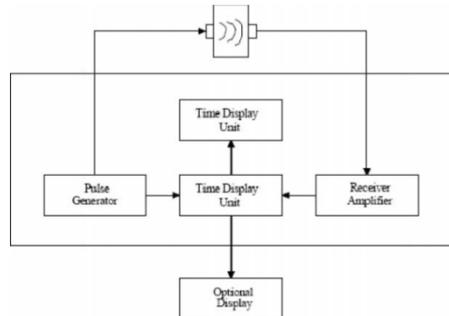
Dalam penelitian ini SCM atau *Self Compacting Mortar* merupakan plesteran *core* dengan material penyusun berupa pasir, semen, air, dan bahan tambah berupa serat *polypropylene* dengan dua variasi ( $0 \text{ kg/m}^3$  dan  $1 \text{ kg/m}^3$ ). Menurut Faqih (2011) penambahan serat pada adukan dapat menimbulkan masalah kelecakan (*workability*) adukan. Masalah tersebut dapat diatasi dengan memberikan bahan tambah berupa *superplasticizer* atau dengan meminimalkan diameter agregat maksimum, sedangkan *workability* adukan beton dapat dilakukan dengan modifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kelecakan adukan beton seperti nilai f.a.s, jumlah dan kehalusan butir semen, gradasi campuran pasir dan kerikil, tipe butiran agregat, diameter maksimum serta bahan tambah. Untuk meminimalisir masalah kelecakan terhadap adukan beton, maka diberi bahan tambah berupa *sikamen NN* dengan takaran 1,2% dari berat semen yang dibutuhkan.

### Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)

Prinsip penggunaan metode *ultrasonic pulse velocity* berdasarkan pada kecepatan gelombang tekan yang melintas pada sebuah benda yang tergantung pada *elastic properties* dan kecepatan bendanya (Faqih, 2011). Menurut ASTM C597-02(2003) cara kerja *ultrasonic pulse velocity* (UPV) yaitu *transducer* pengirim (*transmitter*) mengirim gelombang dan ditangkap oleh *transducer* penerima (*receiver*) yang terletak sejauh  $L$  dari *transmitter*. Alat *ultrasonic pulse velocity* menampilkan besarnya waktu yang diperlukan oleh gelombang untuk melaluinya yang disebut *travel time* ( $\Delta t$ ). Dengan demikian kecepatan gelombang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$V = \frac{L}{T} \dots\dots\dots(1)$$

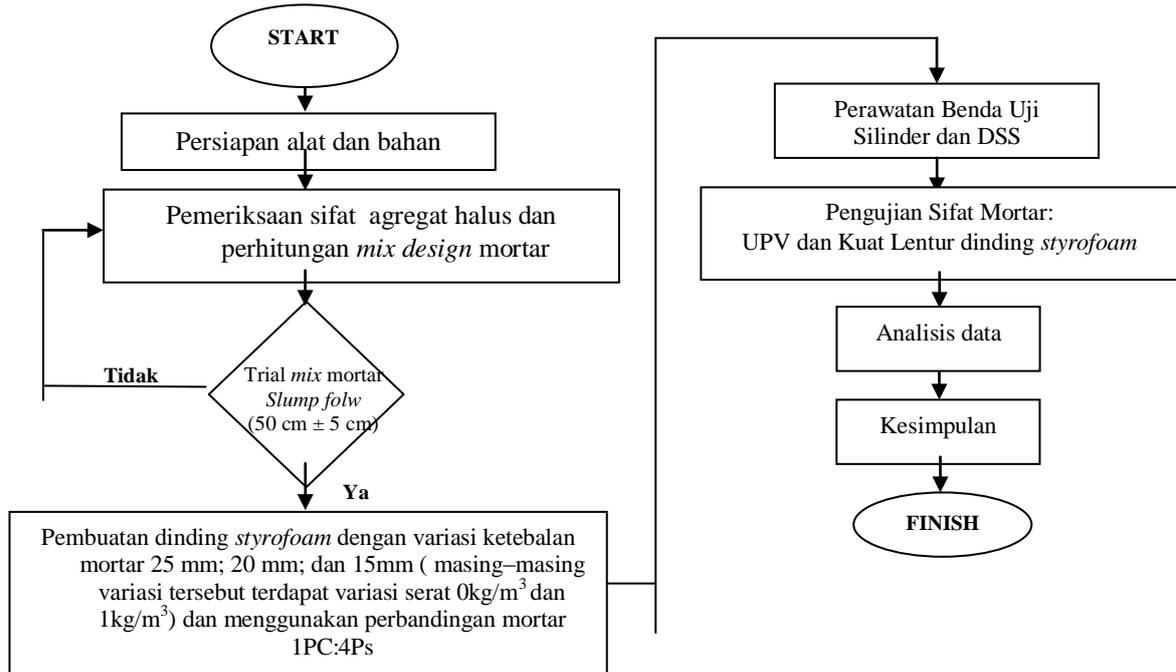
Keterangan:  $V$  : kecepatan perambat gelombang ultrasonik (Km/s);  $L$  : panjang lintasan gelombang (m);  $\Delta t$  : *travel time* (s)



Gambar 1. Skema Cara Alat Kerja UPV  
(Sumber: ASTM C597-02, 2003)

## II. METODE PENELITIAN

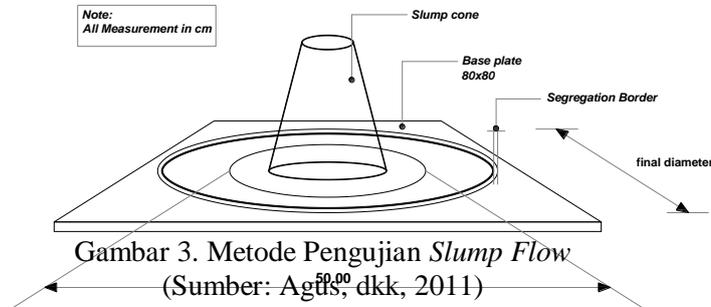
Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium, dimana penelitian bertujuan untuk mencari efek variasi ketebalan lapis kulit mortar dengan campuran serat *polypropylene* dan bahan tambah *sikamen NN* dengan cara melakukan percobaan pada benda uji yang telah dirawat berdasarkan pada kenyataan di lapangan. Benda uji yang dihasilkan dari penelitian ini akan diuji kuat lentur *three point bending* dan uji *ultrasonic pulse velocity* (UPV).



Gambar 2. Diagram alir pelaksanaan penelitian

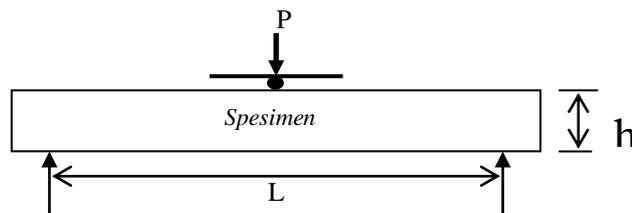
**Flowability dengan cara pengujian slump-flow test**

Dalam penelitian ini diameter *slump flow* yang direncanakan adalah  $500 \pm 5$  mm. Dapat disimpulkan jika adukan menyebar kurang dari  $500 \pm 5$  mm maka adukan kekurangan air dan jika melebihi  $500 \pm 5$  mm maka adukan kebanyakan air atau *bleeding*, maka dari itu campuran/komposisi yang pas sangat diharapkan agar hasil pengujian nantinya memuaskan.



**Pengujian Kuat Lentur (Three Point Bending)**

Menurut Slamet (2008) pengujian kuat lentur yang bisa digunakan adalah dengan metode pembebanan tiga titik (*three point bending*) yang mengacu pada standar ASTM C293-79, dengan benda uji berupa balok dimensi 600 mm x 400 mm x 120 mm.



Gambar 4. Metode pengujian kuat lentur (*Three Point Bending*) (Sumber: Slamet, 2008)

$$f_{lt} = \frac{3P.L}{2b.h^2} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:  $f_{lt}$  = Kuat lentur (MPa); P = Beban maksimum (N); L = Panjang benda uji (mm); b = Lebar penampang; benda uji (mm); h = Tinggipenampang; benda uji (mm)

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Modulus Kehalusan Butir (MKB)**

Dari hasil pengujian dengan menggunakan 8 ayakan dengan lubang ayakan sebesar <0,15 sampai 9,60 mm didapatkan MKB sebesar 2,69 yang termasuk dalam zona pasir agak kasar berdasarkan kriteria 1,5 sampai 3,8.

**Berat jenis pasir**

Dari hasil 2 pengujian yaitu pengujian berat jenis pasie alami dan pengujian berat jenis pasir SSD didapatkan hasil sebesar 3,57 gr/ml untuk berat jenis pasir alami dan 2,63 gr/ml untuk berat jenis pasir SSD.

**Kadar Air**

Dari hasil pengujian didapatkan hasil sebesar 1,545% untuk pasir alami dan 1,7% untuk pasir SSD.

**Kecepatan Perambatan Ultrasonic Pulse Velocity (UPV).**

Pengujian Kecepatan Perambatan UPV pada serat  $0\text{kg/m}^3$  dan  $1\text{kg/m}^3$  pada dinding *styrofoam* dengan ketebalan SCM 15 mm, 20 mm dan 25 mm serta ketebalan core berurut – turut sebesar 70 mm, 80 mm dan 90 mm didapatkan hasil pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Hasil pengujian kecepatan perambatan ultrasonik pada DSS

No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak Transducer (mm)	Trivel Time ( $\Delta t$ )	V (m/s)	V rerata (km/s)
1	SCM 15 <sub>0</sub> BU 1	A <sub>1</sub>	118,30	67,50	1,75	1,82
		A <sub>2</sub>	119,40	62,50	1,91	
		A <sub>3</sub>	122,00	65,00	1,88	
		A <sub>4</sub>	119,00	64,20	1,85	
		A <sub>5</sub>	119,10	68,00	1,75	
		A <sub>6</sub>	119,00	65,40	1,82	
		A <sub>7</sub>	119,60	66,00	1,81	
		A <sub>8</sub>	121,40	68,00	1,79	
		A <sub>9</sub>	119,00	62,40	1,91	
		A <sub>10</sub>	119,00	65,50	1,82	
		A <sub>11</sub>	118,00	64,90	1,82	
		A <sub>12</sub>	120,00	65,70	1,83	
		A <sub>13</sub>	121,00	69,50	1,74	
		A <sub>14</sub>	118,30	66,40	1,78	
		A <sub>15</sub>	119,10	66,20	1,80	
2	SCM 15 <sub>0</sub> BU 2	A <sub>1</sub>	123,80	54,50	2,27	2,23
		A <sub>2</sub>	121,40	56,70	2,14	
		A <sub>3</sub>	120,30	48,20	2,50	
		A <sub>4</sub>	119,50	52,60	2,27	
		A <sub>5</sub>	117,70	54,50	2,16	
		A <sub>6</sub>	121,00	60,00	2,02	
		A <sub>7</sub>	121,40	56,50	2,15	
		A <sub>8</sub>	120,90	50,20	2,41	
		A <sub>9</sub>	119,40	51,30	2,33	
		A <sub>10</sub>	118,30	53,50	2,21	
		A <sub>11</sub>	116,30	53,60	2,17	
		A <sub>12</sub>	116,80	51,20	2,28	
		A <sub>13</sub>	116,00	50,50	2,30	
		A <sub>14</sub>	111,30	51,10	2,18	
		A <sub>15</sub>	118,00	58,40	2,02	
3	SCM 15 <sub>1</sub> BU 1	A <sub>1</sub>	121,00	97,60	1,24	1,28
		A <sub>2</sub>	122,00	95,50	1,28	
		A <sub>3</sub>	120,80	91,90	1,31	
		A <sub>4</sub>	120,00	93,50	1,28	
		A <sub>5</sub>	120,50	91,50	1,32	
		A <sub>6</sub>	121,00	93,80	1,29	
		A <sub>7</sub>	120,50	98,20	1,23	
		A <sub>8</sub>	120,60	95,90	1,26	
		A <sub>9</sub>	119,80	90,60	1,32	
		A <sub>10</sub>	120,50	94,40	1,28	
		A <sub>11</sub>	120,10	96,90	1,24	
		A <sub>12</sub>	120,00	89,30	1,34	
		A <sub>13</sub>	121,00	94,40	1,28	
		A <sub>14</sub>	119,00	92,50	1,29	

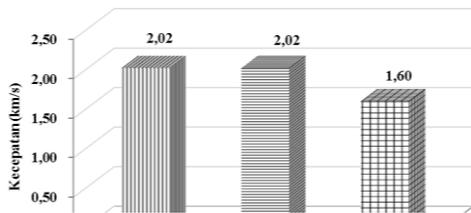
N o	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak Transducer (mm)	Trivel Time ( $\Delta t$ )	V (m/s)	V rerata (km/s)
4	SCM 15 <sub>1</sub> BU 2	A <sub>15</sub>	120,20	91,70	1,31	1,45
		A <sub>1</sub>	120,50	78,70	1,53	
		A <sub>2</sub>	121,00	65,60	1,84	
		A <sub>3</sub>	122,50	71,00	1,73	
		A <sub>4</sub>	122,20	84,50	1,45	
		A <sub>5</sub>	122,00	92,60	1,32	
		A <sub>6</sub>	120,00	92,70	1,29	
		A <sub>7</sub>	121,00	89,10	1,36	
		A <sub>8</sub>	122,00	83,70	1,46	
		A <sub>9</sub>	121,50	88,30	1,38	
		A <sub>10</sub>	121,10	61,60	1,97	
		A <sub>11</sub>	119,00	96,80	1,23	
		A <sub>12</sub>	121,00	85,70	1,41	
		A <sub>13</sub>	122,30	99,00	1,24	
		A <sub>14</sub>	122,20	95,70	1,28	
5	SCM 20 <sub>0</sub> BU 1	A <sub>15</sub>	121,70	98,50	1,24	1,93
		A <sub>1</sub>	116,60	57,50	2,03	
		A <sub>2</sub>	116,90	64,60	1,81	
		A <sub>3</sub>	116,80	66,00	1,77	
		A <sub>4</sub>	116,80	63,40	1,84	
		A <sub>5</sub>	118,10	62,10	1,90	
		A <sub>6</sub>	118,00	60,50	1,95	
		A <sub>7</sub>	118,30	60,20	1,97	
		A <sub>8</sub>	119,70	62,20	1,92	
		A <sub>9</sub>	120,30	62,40	1,93	
		A <sub>10</sub>	120,20	63,30	1,90	
		A <sub>11</sub>	118,40	57,10	2,07	
		A <sub>12</sub>	119,40	62,80	1,90	
		A <sub>13</sub>	118,50	62,40	1,90	
		A <sub>14</sub>	118,90	55,50	2,14	
6	SCM 20 <sub>0</sub> BU 2	A <sub>15</sub>	117,60	62,20	1,89	2,11
		A <sub>1</sub>	123,70	54,10	2,29	
		A <sub>2</sub>	120,40	50,40	2,39	
		A <sub>3</sub>	121,40	56,00	2,17	
		A <sub>4</sub>	121,90	58,50	2,08	
		A <sub>5</sub>	120,50	62,60	1,92	
		A <sub>6</sub>	124,00	55,70	2,23	
		A <sub>7</sub>	120,50	54,50	2,21	
		A <sub>8</sub>	123,00	54,30	2,27	
		A <sub>9</sub>	122,00	56,30	2,17	
		A <sub>10</sub>	119,50	64,20	1,86	
		A <sub>11</sub>	122,20	63,70	1,92	
		A <sub>12</sub>	120,30	59,10	2,04	
		A <sub>13</sub>	121,60	61,70	1,97	
		A <sub>14</sub>	121,40	60,30	2,01	
7	SCM 20 <sub>1</sub> BU 1	A <sub>15</sub>	120,00	58,60	2,05	1,66
		A <sub>1</sub>	124,20	70,90	1,75	
		A <sub>2</sub>	120,90	79,10	1,53	
		A <sub>3</sub>	122,40	77,50	1,58	

No	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak Transducer (mm)	Trivel Time ( $\Delta t$ )	V (m/s)	V rerata (km/s)			
		A <sub>4</sub>	122,10	64,60	1,89				
		A <sub>5</sub>	124,40	77,40	1,61				
		A <sub>6</sub>	123,50	69,40	1,78				
		A <sub>7</sub>	121,30	75,40	1,61				
		A <sub>8</sub>	122,70	70,00	1,75				
		A <sub>9</sub>	122,00	66,70	1,83				
		A <sub>10</sub>	124,70	82,10	1,52				
		A <sub>11</sub>	123,10	72,10	1,71				
		A <sub>12</sub>	121,30	76,60	1,58				
		A <sub>13</sub>	122,10	75,70	1,61				
		A <sub>14</sub>	121,60	75,40	1,61				
		A <sub>15</sub>	122,70	81,40	1,51				
		8	SCM 20 <sub>1</sub> BU 2	A <sub>1</sub>	117,60		86,10	1,37	1,71
				A <sub>2</sub>	118,30		65,60	1,80	
				A <sub>3</sub>	119,40		63,10	1,89	
A <sub>4</sub>	121,10			62,50	1,94				
A <sub>5</sub>	111,20			68,60	1,62				
A <sub>6</sub>	118,60			71,90	1,65				
A <sub>7</sub>	117,70			72,40	1,63				
A <sub>8</sub>	119,90			75,50	1,59				
A <sub>9</sub>	120,40			67,20	1,79				
A <sub>10</sub>	121,30			64,20	1,89				
A <sub>11</sub>	117,20			71,30	1,64				
A <sub>12</sub>	118,20			70,50	1,68				
A <sub>13</sub>	120,40			71,50	1,68				
A <sub>14</sub>	118,50			66,50	1,78				
A <sub>15</sub>	121,90			70,40	1,73				
9	SCM 25 <sub>0</sub> BU 1	A <sub>1</sub>	120,00	84,50	1,42	1,65			
		A <sub>2</sub>	120,20	67,00	1,79				
		A <sub>3</sub>	120,00	70,40	1,70				
		A <sub>4</sub>	119,00	75,40	1,58				
		A <sub>5</sub>	119,20	77,60	1,54				
		A <sub>6</sub>	119,00	74,20	1,60				
		A <sub>7</sub>	121,20	68,10	1,78				
		A <sub>8</sub>	120,00	72,20	1,66				
		A <sub>9</sub>	118,20	73,20	1,61				
		A <sub>10</sub>	120,40	75,20	1,60				
		A <sub>11</sub>	121,00	68,20	1,77				
		A <sub>12</sub>	120,20	68,60	1,75				
		A <sub>13</sub>	119,20	73,20	1,63				
		A <sub>14</sub>	118,00	69,50	1,70				
		A <sub>15</sub>	118,20	76,30	1,55				
10	SCM 25 <sub>0</sub> BU 2	A <sub>1</sub>	123,00	73,20	1,68	1,56			
		A <sub>2</sub>	122,40	62,00	1,97				
		A <sub>3</sub>	120,00	87,00	1,38				
		A <sub>4</sub>	121,00	79,80	1,52				
		A <sub>5</sub>	121,60	83,20	1,46				
		A <sub>6</sub>	122,80	76,20	1,61				
		A <sub>7</sub>	122,20	79,40	1,54				

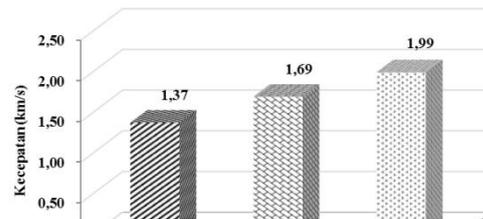
N o	Kode Benda Uji	Notasi Titik Pembacaan	Jarak <i>Transducer</i> (mm)	<i>Trivel</i> <i>Time</i> ( $\Delta t$ )	V (m/s)	V rerata (km/s)			
		A <sub>8</sub>	120,00	76,40	1,57				
		A <sub>9</sub>	120,80	76,40	1,58				
		A <sub>10</sub>	122,40	77,70	1,58				
		A <sub>11</sub>	120,00	78,50	1,53				
		A <sub>12</sub>	120,00	75,80	1,58				
		A <sub>13</sub>	119,00	76,10	1,56				
		A <sub>14</sub>	120,00	85,60	1,40				
		A <sub>15</sub>	120,00	86,10	1,39				
		11	SCM 25 <sub>1</sub> BU 1	A <sub>1</sub>	120,00		68,60	1,75	1,83
				A <sub>2</sub>	121,00		63,60	1,90	
				A <sub>3</sub>	120,00		69,20	1,73	
				A <sub>4</sub>	121,00		65,40	1,85	
				A <sub>5</sub>	120,00		70,00	1,71	
				A <sub>6</sub>	120,40		67,50	1,78	
				A <sub>7</sub>	121,00		67,80	1,78	
A <sub>8</sub>	120,80			60,00	2,01				
A <sub>9</sub>	121,00			67,10	1,80				
A <sub>10</sub>	120,00			66,50	1,80				
A <sub>11</sub>	120,00			65,70	1,83				
A <sub>12</sub>	122,00			68,30	1,79				
A <sub>13</sub>	121,80			64,50	1,89				
A <sub>14</sub>	120,00			60,60	1,98				
A <sub>15</sub>	119,60			65,00	1,84				
12	SCM 25 <sub>1</sub> BU 2	A <sub>1</sub>	119,80	55,10	2,17	2,15			
		A <sub>2</sub>	120,00	55,30	2,17				
		A <sub>3</sub>	120,00	52,90	2,27				
		A <sub>4</sub>	120,00	55,30	2,17				
		A <sub>5</sub>	121,00	57,40	2,11				
		A <sub>6</sub>	120,50	54,60	2,21				
		A <sub>7</sub>	122,00	53,10	2,30				
		A <sub>8</sub>	121,70	58,15	2,09				
		A <sub>9</sub>	121,00	55,70	2,17				
		A <sub>10</sub>	121,50	61,50	1,98				
		A <sub>11</sub>	119,80	62,50	1,92				
		A <sub>12</sub>	118,50	53,90	2,20				
		A <sub>13</sub>	118,70	52,90	2,24				
		A <sub>14</sub>	119,00	54,00	2,20				
		A <sub>15</sub>	121,30	57,40	2,11				

Keterangan: SCM 25<sub>0</sub> BU 1 = SCM adalah *Sef Compacting Mortar*, 25<sub>0</sub> adalah tebal lapis kulit menggunakan tambahan serat *polypropylene* 0 kg/m<sup>3</sup>, BU 1 adalah benda uji nomor benda uji 1.

Untuk mempermudah analisis data, maka disajikan pada Gambar 5 dan 6 di bawah ini.

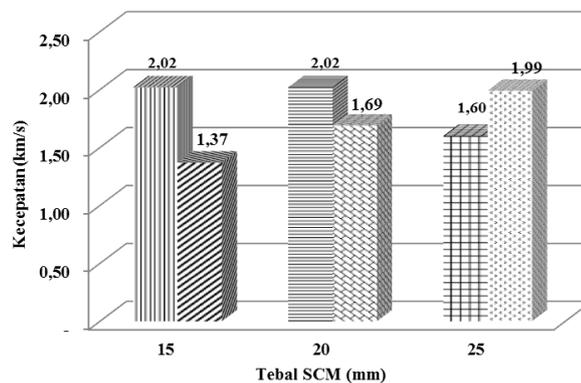


Gambar 5. Hubungan kecepatan dengan tebal



Gambar 6. Hubungan kecepatan dengan tebal

Dari Gambar 5 dan 6 di atas menunjukkan bahwa pada serat 0 kg/m<sup>3</sup> kecepatan perambatan gelombang ultrasonik mengalami penurunan pada tebal SCM 25mm sebesar 26,25% terhadap ketebalan SCM 15mm dan 20mm. Sedangkan pada penambahan serat sebesar 1 kg/m<sup>3</sup> kecepatan perambatan gelombang meningkat pada ketebalan 20mm dan 25mm sebesar 23,36% dan 45,26% terhadap ketebalan SCM 15mm. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya serat polypropylene akan menurunkan kecepatan perambatan gelombang ultrasonik, akan tetapi peningkatan kecepatan perambatan gelombang secara gradual menunjukkan bahwa penambahan serat polypropylene mengandung arti bahwa dengan penambahan serat polypropylene akan sejalan dengan ketebalan lapis kulitnya. Selanjutnya perbandingan antara serat 0 kg/m<sup>3</sup> dan 1 kg/m<sup>3</sup> disajikan pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Perbandingan kecepatan dengan tebal mortar serat 0 kg/m<sup>3</sup> dan 1 kg/m<sup>3</sup>

Gambar 7 di atas menegaskan bahwa dengan penambahan serat polypropylene akan memperkecil nilai kecepatan perambatan gelombangnya. Ada beberapa faktor yang berpengaruh diantaranya adalah gelombang tidak dapat memancar secara langsung (antara *transducer* dan *receiver*) dikarenakan pada lapis kedua setelah SCM mengandung *Core* yang berisi material *stryrofoam*. Besar dugaan bahwa gelombang tidak dapat merambat secara baik karena *stryrofoam* membiaskan gelombang ultrasonik yang memancar melalui celah-celah material. Pembacaan kecepatan perambatan gelombang ultrasonik selanjutnya akan memiliki nilai yang tinggi apabila melalui media padat, hal ini sejalan dengan apa yang telah disampaikan oleh Faqih (2011) yang menyatakan bahwa *travel time* gelombang ultrasonik akan kecil ketika melalui media padat dan akan membesar ketika melalui media rongga, karena gelombang ultra tidak secara langsung dipancarkan, akan tetapi melalui berbagai media yang menyebabkan perjalanan gelombang menjadi lebih lambat.

#### Kuat Lentur Dinding *Styrofoam*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui beban maksimal dan lendutan yang terjadi pada benda uji. Benda uji dalam penelitian ini memiliki ketebalan *core* 90 mm, 80 mm dan 70 mm dan lapis kulit *self compacting mortar* berturut-turut sebesar 15 mm, 20 mm dan 25 mm, dengan variasi serat

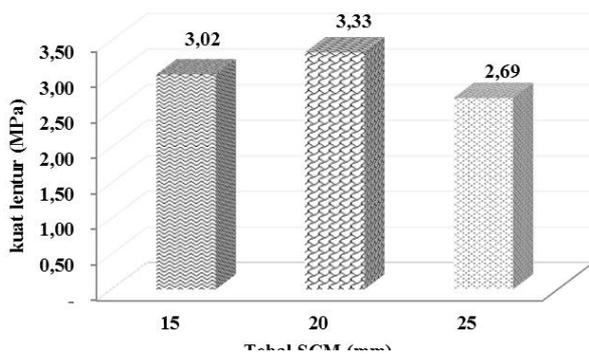
*polypropylene* 0 kg/m<sup>3</sup> dan 1 kg/m<sup>3</sup>. Jumlah benda uji yang dibuat pada penelitian ini sebanyak 12 panel dinding *sandwich styrofoam* dengan ukuran 600 mm x 400 mm x 120 mm. Adapun hasil pengujian kuat lentur dinding *sandwich styrofoam* disajikan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil pengujian kuat lentur pada dinding *styrofoam*

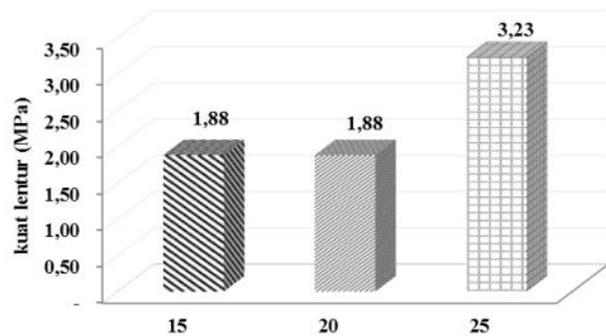
No	Notasi Benda Uji	P <sub>max</sub> (N)	f <sub>lt</sub> (MPa)	Rata-rata f <sub>lt</sub> (MPa)
1	SCM 15 <sub>0</sub> BU 1	14210	1,693	2,270
2	SCM 15 <sub>0</sub> BU 2	23863	2,847	
3	SCM 15 <sub>1</sub> BU 1	9555	1,124	1,418
4	SCM 15 <sub>1</sub> BU 2	14749	1,712	
5	SCM 20 <sub>0</sub> BU 1	19649	2,371	2,500
6	SCM 20 <sub>0</sub> BU 2	22883	2,628	
7	SCM 20 <sub>1</sub> BU 1	14406	1,087	1,410
8	SCM 20 <sub>1</sub> BU 2	9604	1,733	
9	SCM 25 <sub>0</sub> BU 1	18375	2,889	2,686
10	SCM 25 <sub>0</sub> BU 2	16072	2,483	
11	SCM 25 <sub>1</sub> BU 1	13426	2,075	3,235
12	SCM 25 <sub>1</sub> BU 2	28224	4,395	

Keterangan: SCM 25<sub>0</sub> BU 1 = SCM adalah *Sef Compacting Mortar*, 25<sub>0</sub> adalah tebal lapis kulit menggunakan tambahan serat *polypropylene* 0 kg/m<sup>3</sup>, BU 1 adalah benda uji nomor benda uji 1.

Selanjutnya untuk mempermudah hasil pembacaan pada Tabel 2 di atas, disajikan pada Gambar 8 dan 9 di bawah ini.



Gambar 8. Hubungan kuat lentur dengan tebal mortar serat 0kg/m<sup>3</sup>

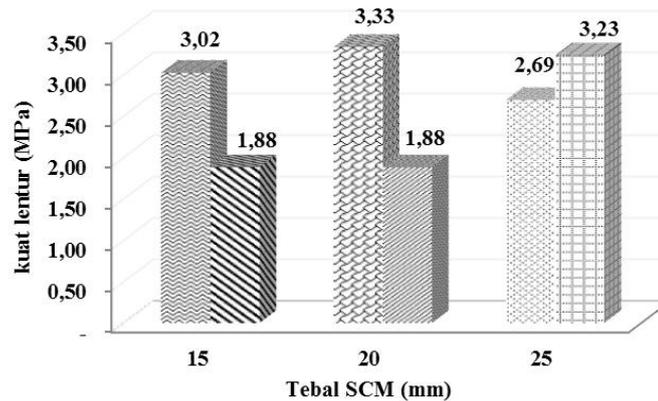


Gambar 9. Hubungan kuat lentur dengan tebal mortar serat 1kg/m<sup>3</sup>

Berdasarkan Gambar 8 dan 9 di atas menunjukkan bahwa pada serat *polypropylene* sebesar 0kg/m<sup>3</sup> tidak dapat meningkatkan kuat lenturnya, hal ini ditengarai dengan fakta yang menarik bahwa semakin tebal mortar akan menurunkan kapasitas lentur dari dinding tersebut. Besarnya ketebalan mortar efektif akan didapatkan pada nilai sebesar 20mm. Besarnya selisih kuat lentur ketebalan mortar 20mm dibandingkan dengan 15mm dan 25mm adalah sebesar 10,26% dan 23,79%. Sedangkan pada penambahan serat *polypropylene* sebesar 1kg/m<sup>3</sup> dapat meningkatkan kapasitas tarikannya, meskipun

hasil yang didapatkan lebih rendah dibandingkan dengan serat  $0\text{kg/m}^3$ . Besarnya peningkatan kuat lentur pada ketebalan mortar 25mm adalah sebesar 71,81% dibandingkan dengan ketebalan mortar 15mm dan 20mm. Peningkatan kuat lentur pada penambahan serat sebesar  $1\text{kg/m}^3$  cenderung stabil dan mengikuti trend penelitian pendahulu yang dilakukan oleh Ayu (2012).

Berikutnya untuk mempermudah dalam menganalisis pengaruh penambahan serat polypropylene terhadap kuat lentur, disajikan pada Gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10. Hubungan kuat lentur dengan tebal mortar serat  $0\text{kg/m}^3$  dan  $1\text{kg/m}^3$

Gambar 10 di atas menunjukkan bahwa penambahan serat polypropylene sebesar  $1\text{kg/m}^3$  berhasil meningkatkan kapasitas lentur sebesar 71,81%, sehingga berdasarkan hasil pengujian mekanik untuk dinding sandwich styrofoam di dapatkan bahwa penambahan mortar efektif pada ketebalan SCM 25mm. Sedangkan pada serat polypropylene sebesar  $0\text{kg/m}^3$  ketebalan SCM akan efektif pada nilai 20mm. Hasil tersebut membuktikan bahwa serat polypropylene mampu bekerja secara baik dalam meningkatkan gaya tarik material, dengan kapasitas tariknya yang cukup besar, serat ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan repairing material.

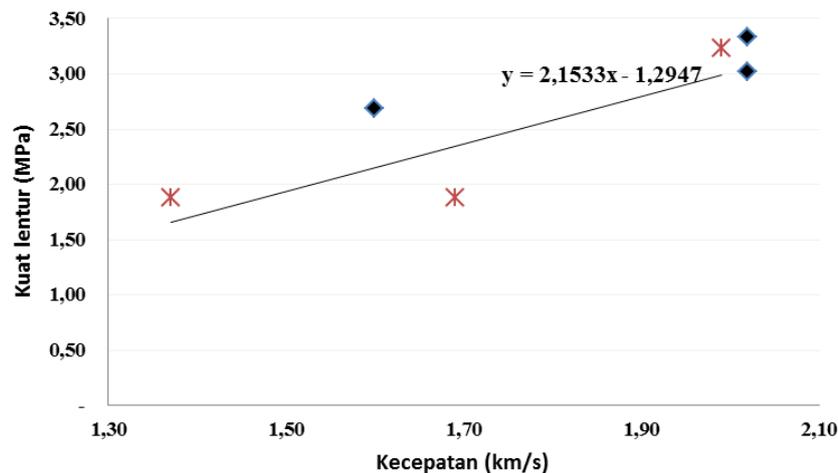
### Hubungan antara Pengujian Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) dengan Kuat Lentur Pada Lapis Self Compacting Mortar

Pengujian non destructive test dengan menggunakan Ultrasonic Pulse Velocity selanjutnya digunakan untuk memprediksi kapasitas lentur dinding *sandwichstyrofoam*. Adapun secara garis besar besarnya kecepatan dan kuat lentur disajikan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian UPV dan kuat lentur pada dinding *styrofoam*.

No	Notasi Benda Uji	Kecepatan rerata (km/s)		Kuat lentur rerata (MPa)	
		$0\text{kg/m}^3$	$1\text{kg/m}^3$	$0\text{kg/m}^3$	$1\text{kg/m}^3$
1	SCM 15	2,02	1,37	3,02	1,88
2	SCM 20	2,02	1,69	3,33	1,88
3	SCM 25	1,60	1,99	2,69	3,23

Untuk mempermudah analisis data, Tabel 3 di atas disajikan ke dalam grafik hubungan kuat lentur dengan kecepatan perambatan gelombang ultrasonik pada Gambar 11 di bawah ini.



Gambar 11. Grafik hubungan antara kuat lentur dan kecepatan perambatan gelombang

Penyajian pada Gambar 11 di atas menunjukkan bahwa kapasitas lentur berbanding dengan kecepatan perambatan gelombangnya. Hasil pembacaan gelombang ultrasonik selanjutnya dapat digunakan untuk memprediksi besarnya kapasitas lentur, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Prediksi pembacaan kuat lentur dengan kecepatan perambatan gelombang

N o	Kecepatan V (km/s)	Kuat lentur (MPa)
1	1,30 – 1,50	1,60 – 1,90
2	1,50 – 1,70	1,90 – 2,30
3	1,70 – 1,90	2,30 – 2,70
4	1,90 – 2,10	2,70 – 3,30

#### IV. KESIMPULAN

- Kecepatan perambatan gelombang ultrasonik rerata pada dinding *styrofoam* tebal mortar 15 mm 20 mm dan 25 mm dengan penambahan serat *polypropylene* 0 kg/m<sup>3</sup> diperoleh hasil berturut-turut 2,02 m/s, 2,02 m/s dan 1,60 m/s. Sedangkan pada serat *polypropylene* 1 kg/m<sup>3</sup> diperoleh hasil secara berturut-turut 1,37 m/s, 1,69 m/s dan 1,99 m/s.
- Kuat lentur rerata dinding *styrofoam* tebal mortar 15 mm 20 mm dan 25 mm dengan penambahan serat *polypropylene* 0 kg/m<sup>3</sup> diperoleh kapasitas lentur berturut-turut 3,024 MPa, 3,337 dan 2,686 MPa. Sedangkan penambahan serat *polypropylene* 1 kg/m<sup>3</sup> diperoleh kapasitas lentur berturut-turut 1,885 MPa, 1,876 MPa dan 3,235 MPa.
- Hasil pengujian ultrasonic pulse velocity dapat digunakan untuk memprediksi kapasitas lenturnya. Pada kecepatan 1,30 – 1,50 km/s dan 1,50 – 1,70 km/s besarnya kuat lentur antara 1,60 - 1,90 km/s dan 1,90 - 2,30 km/s. Sedangkan pada rentang nilai kecepatan sebesar 1,70-1,90 km/s dan 1,90-2,10 km/s besarnya kuat lentur berkisar 2,30-2,70 dan 2,70 sampai dengan 3,30.

#### V. SARAN

- Perlu diperhatikan lagi mengenai ketelitian dari proses *mix design*, persiapan alat dan bahan, teknis pembuatan dinding *styrofoam*, hingga proses perawatan, sehingga didapatkan mutu sesuai rencana.



2. Perlu diperhatikan lagi teknis pembuatan dinding *styrofoam* agar dalam pelaksanaan dilapangan lebih mudah.

## REFERENSI

- ASTM C597-02, 2003, Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete, Designation: Vol. 04.02, ASTM International.
- Agus, Santoso., Slamet, Widodo., Faqih, Ma'arif. (2011). Pemanfaatan Limbah Styrofoam (Expanded Polysterene) Untuk Pembuatan Dinding Struktural Beton Ringan Ramah Lingkungan. *INERSIA*, Vol. VII. No. 1, Mei 1-18.
- Ayu, Lestariyani. (2012). *Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Kuat Lentur Dinding Sandwich Styrofoam*. Proyek Akhir, Program Studi Diploma Teknik Sipil, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-6825-2002 *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Faqih, Ma'arif., Slamet, Widodo., Agus, Santoso. (2011). Analisis Homogenitas Self Compacting Mortar Menggunakan Serat Polypropylene Berdasarkan Kecepatan Perambatan Gelombang Ultrasonik (UPVM). *INERSIA*, Vol VII. No.2, Desember 96-114.
- Mulyono, Tri. (2003). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.
- McCormac, Jack C. (2001). *Desain Beton Bertulang*. (Alih bahasa: Sumargo, Ph.D). Jakarta: Erlangga
- Nugraha, Paul., dan Antoni. (2007). *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Slamet, Widodo. (2008). *Struktur Beton I (Berdasarkan SNI 03-2847-2002)*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, Kardiono. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: KMTS FT UGM.