

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 03	NOMER: 03	HALAMAN: 248 - 259	SURABAYA 2017	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	-----------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol. 03 Nomor 03/rekat/17 (2017)	
ANALISIS NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN STABILISASI KAPUR GAMPING GRESIK	
<i>Novi Dwi Pratama, Nur Andajani,</i>	01 – 08
ANALISIS HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN BEBAN GEMPA SNI 1726-2012 DAN PERHITUNGAN BETON SNI 2847-2013	
<i>Ferry Sandrian, Sutikno,</i>	09 – 16
MODIFIKASI PERENCANAAN GEDUNG KANTOR BNL PATERN SURABAYA MENGGUNAKAN METODE BALOK PRATEKAN DENGAN BERDASARKAN SNI 2847:2013	
<i>Tono Siswanto, Mochamad Firmansyah S.,</i>	17 – 26
ANALISA PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN SNI GEMPA 1726-2002 DAN SNI GEMPA 1726-2012	
<i>Erick Ryananda Yulistiya, Sutikno,</i>	27 – 32
ANALISIS PENINGKATAN RUAS JALAN MOJOSARI-PANDANARUM KM 42+435-51+732 KABUPATEN MOJOKERTO JAWA TIMUR	
<i>Andik Setiawan, Purwo Mahardi,</i>	33 – 38
PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG DARAH DAN <i>SLUDGE</i> INDUSTRI KERTAS SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN PENAMBAHAN <i>CONPLAST</i> WP 421 DAN <i>MONOMER</i> PADA PEMBUATAN BATAKO	
<i>Thobagus Rodhi Firdaus, Mas Suryanto,</i>	39 – 46
ANALISIS PEMAMPATAN WAKTU TERHADAP BIAYA PADA PEMBANGUNAN <i>MY TOWER HOTEL & APARTMENT PROJECT</i> DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>TIME COST TRADE OFF</i> (TCTO)	
<i>Aulia Putri Andhita, Hasan Dani,</i>	47 – 55
ANALISIS MANFAAT-BIAYA PEMBANGUNAN JALAN AKSES DAN JEMBATAN MASTRIP-JAMBANGAN	
<i>Irwan Fachri Muannas, Purwo Mahardi,</i>	56 – 62

PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 8 M DAN 10 M <i>Laras Sukmawati Yuwono, Arie Wardhono,</i>	63 – 69
PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 12 M DAN 14 M <i>Rifky Farandy Pramudita, Arie Wardhono,</i>	70 – 76
PENGARUH LAMA PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER MEMANFAATKAN FLY ASH DENGAN MOLARITAS 8M DAN 10M <i>Danan Jaya Tri Yanuar, Arie Wardhono,</i>	77 – 83
ANALISA PERKIRAAN TOTAL WAKTU DAN BIAYA PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN METODE COST SCHEDULE CONTROL SYSTEM CRITERIA (C/S-CSC) PADA PELAKSANAAN STRUKTUR PEMBANGUNAN FASUM (FASILITAS UMUM) DAN FASOS (FASILITAS SOSIAL) PT. INDUSTRI GULA GLENMORE KABUPATEN BANYUWANGI <i>Priestianti Diandra, Mas Suryanto HS.,</i>	84 – 90
IDENTIFIKASI DAN ANALISA RISIKO KONSTRUKSI YANG MEMPENGARUHI MUTU DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS DAN FAULT TREE ANALYSIS PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN GRAND SINGKONO LAGOON SURABAYA <i>Trisna Anggi Prasetya, Mas Suryanto HS.,</i>	91 – 98
PENGARUH LAMA PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR <i>GEOPOLYMER</i> DENGAN MOLARITAS TINGGI <i>Rizky Ismantoro Putra, Arie Wardhono.,</i>	99 – 104
PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU (<i>BAGASSE ASH</i>) PADA KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR STRUKTUR BALOK <i>Aris Widodo, Sutikno,</i>	105 – 111
EFISIENSI BIAYA PEMBESIAN BERDASARKAN BESTAT PADA PEKERJAAN PIER JEMBATAN TOL <i>SUMO MAIN ROAD</i> STA 12+266.746 DI PT WIJAYA KARYA (Persero) Tbk. <i>Widhitya Haryoko, Bambang Sabariman,</i>	112 – 118

“PENERAPAN <i>STATISTICAL PROCESS CONTROL</i> UNTUK PENGENDALIAN MUTU SEMEN DI PT. SEMEN INDONESIA”	
<i>Dwi Sagti Nur Yunita, Hasan Dani,</i>	119 – 130
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH MARMER TERHADAP POTENSIAL <i>SWELLING</i> PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH DRIYOREJO	
<i>Dian Rokhmatika Siregar, Nur Andajani,</i>	131 – 137
SUDI KELAYAKAN ASPEK FINANSIAL PEMBANGUNAN PASAR SAYUR BARU DI KABUPATEN MAGETAN	
<i>Syahrul Rizal Nur Afan, Mas Suryanto H.s,</i>	138 – 144
STUDI KELAYAKAN INVESTASI HUNIAN RUMAH SUSUN DI DESA MOJOSARIREJO KEC. DRIYOREJO KAB. GRESIK DITINJAU DARI ASPEK FINANSIAL	
<i>Nurlaili Khasanatus Salis, Mas Suryanto H.s,</i>	145 – 154
“PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN <i>TROUGH PRATT TRUSS</i> TIGA TUMPUAN”	
<i>Reissa Rachmania, Sutikno,</i>	155 – 167
PENGARUH PENGGUNAAN <i>COPPER SLAG</i> SEBAGAI PENGGANTI PASIR TERHADAP KUALITAS GENTENG BETON SESUAI SNI 0096:2007	
<i>Dyah Wahyuningtyas, Suprpto,</i>	168 – 174
PENGARUH PENGGUNAAN <i>COPPER SLAG</i> SEBAGAI PENGGANTI PASIR (<i>FINE AGGREGATE</i>) PADA CAMPURAN <i>PAVING BLOCK</i>	
<i>Lianita Kurniawati, Suprpto,</i>	175 – 180
“PENGARUH NORMALISASI KALI SADAR TERHADAP SISTEM DRAINASE PENGENDALIAN BANJIR WILAYAH KECAMATAN MOJOANYAR KABUPATEN MOJOKERTO”	
<i>Beba Shonia Nur A'zhami, Kusnan,</i>	181 – 191
PENERAPAN <i>STATISTICAL PROCESS CONTROL</i> UNTUK PENGENDALIAN MUTU BETON <i>READY MIX</i> DI PT. MERAK JAYA BETON	
<i>Sonia Ariyanti, Mas Suryanto HS,</i>	192 – 201

ANALISIS PERBANDINGAN PERENCANAAN TEBAL LAPIS TAMBAH DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN BINA MARGA 2013 DAN AASHTO 1993 (Studi Kasus : Ruas Jl. Kalianak Osowilangun, Kecamatan Benowo, Surabaya)	
<i>Faradita Alfianti, Purwo Mahardi,</i>	202 – 208
“UPAYA PENINGKATAN PENGELOLAAN KARAKTERISTIK SAMPAH RUMAH TANGGA DI KELURAHAN PERAK TIMUR SURABAYA UTARA”	
<i>Feby Ariawan, AriTonang,</i>	209 – 217
ANALISIS PENGGUNAAN PANEL GLASSFIBER REINFORCED CEMENT (GRC) SEBAGAI PENGGANTI DINDING PRECAST DITINJAU DARI SEGI BIAYA, MUTU, DAN WAKTU PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMENT VENETIAN TOWER GRAND SUNKONO LAGOON, SURABAYA	
<i>Lailatus Sholihatul Ula, Mas Suryanto H.S.,</i>	218 – 223
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BATA RINGAN PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH WIYUNG SURABAYA TERHADAP NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)	
<i>Kwani Eka Gustin, Machfud Ridwan.,</i>	224 – 230
PENGGUNAAN BULU AYAM <i>HORN</i> SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SERAT <i>FIBER</i> PADA CAMPURAN GRC (<i>GLASSFIBRE REINFORCED CEMENT</i>) PANEL DINDING TERHADAP UJI KEMAMPUAN MEKANIS	
<i>Helsa Adeayu Kumala Putri, Arie Wardhono,</i>	231 – 237
PENGGUNAAN POTONGAN SERAT BAMBU ORI SEBAGAI BAHAN PENGGANTI <i>GLASSFIBER</i> PADA PEMBUATAN CAMPURAN PANEL DINDING GRC (<i>GLASSFIBER REINFORCED CEMENT</i>) TERHADAP UJI KEMAMPUAN MEKANIS	
<i>Riski Dany Saputra, Arie Wardhono,</i>	238 – 247
PENGGUNAAN LIMBAH SERABUT KELAPA SEBAGAI PENGGANTI SERAT FIBER PADA PEMBUATAN PANEL DINDING <i>GLASSFIBER REINFORCED CEMENT</i>	
<i>Iqhbal As Shiddieq, Arie Wardhono,</i>	248 – 259

PENGGUNAAN LIMBAH SERABUT KELAPA SEBAGAI PENGGANTI SERAT FIBER PADA PEMBUATAN PANEL DINDING *GLASSFIBER REINFORCED CEMENT*

Iqbal As Shiddieq

Mahasiswa S1 Teknik Sipil, Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
iqbalasshiddieq@gmail.com

Arie Wardhono

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh hasil kekuatan fisik dan mekanis panel dinding GRC yang menggunakan serabut kelapa.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode uji laboratorium dan metode literatur kepustakaan. Data dikumpulkan dengan cara uji laboratorium yaitu uji kemampuan fisik (berat jenis). Pengujian mekanis panel dinding yang meliputi kuat lentur dan pengujian mekanik mortar yang meliputi kuat tekan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk uji kemampuan fisik (berat jenis) semakin banyak komposisi substitusi serabut kelapa semakin meningkat nilai berat jenis, komposisi kontrol (0%) sebesar $2,235 \text{ g/cm}^3$, komposisi 50% sebesar $2,84 \text{ g/cm}^3$. Untuk uji kemampuan mekanik panel dinding didapatkan untuk uji lentur komposisi kontrol (0%) sebesar 27,883 MPa dan untuk benda uji yang menggunakan komposisi penambahan serabut kelapa paling optimal dan sesuai dengan Standart Nasional Indonesia 03-6061.1-2002 adalah 50% SK dengan kekuatan lentur 38,729 MPa dan 50% SK dengan kekuatan tekan 22 MPa. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa serabut kelapa dapat digunakan sebagai campuran pembuatan panel dinding GRC.

Kata Kunci : Panel dinding GRC, Kelapa, Serabut kelapa, Serat

Abstract

The purpose of this study was to obtain the physical and mechanical strength of GRC wall panels using coconut fiber.

The research method used is laboratory test method and literatures method. Data collected by laboratory test that is physical ability test (specific gravity). Mechanical testing of wall panels covering bending strength and mechanical testing of mortar covering compressive strength.

The result of the research showed that for the physical ability test (density), the more coconut fiber substitution composition increased the weight value, control composition (0%) $2,235 \text{ g/cm}^3$, 50% composition $2,84 \text{ g/cm}^3$. To test the mechanical ability of wall panel was obtained for bending test of control composition (0%) equal to 27,883 MPa and for specimen using the most optimal coconut fiber addition composition and in accordance with Indonesian National Standard 03-6061.1-2002 was 50% SK with flexural strength 38,729 MPa and 50% SK with 22 MPa compressive strength. Thus it can be concluded that coconut fibers can be used as a mixture of making GRC wall panels.

Keywords : GRC Wall Panel, Coco, Coconut Fiber, Fiber

PENDAHULUAN

Bahan bangunan di era-modern saat ini cenderung memiliki gaya arsitektural yang indah dan kokoh. Hal ini dikarenakan dimasa mendatang, bangunan yang ada saat ini akan menjadi peninggalan yang mencerminkan ilmu teknologi di masa itu. GRC di dalam dunia konstruksi tergolong sebagai material baru. GRC sendiri merupakan material yang terdiri dari campuran semen, pasir (agregat halus) dan air yang ditambah dengan serat fiber alkali resistant. GRC mempunyai 2 macam bentuk yaitu GRC panel produksi pabrikan dan GRC cetak. Pemakaian material GRC dalam dunia arsitektur sangat beraneka ragam antara lain sebagai panel dinding, profil cetak dekorasi, *cover* kolom struktur, plafond dan partisi. Dalam penggunaannya, GRC memiliki banyak manfaat salah satunya produk ini mampu memberikan solusi untuk masalah waktu dan design karena pengerjaannya lebih fleksibel.

GRC mudah diaplikasikan serta mampu membentuk detail yang rumit sehingga sangat memudahkan para arsitek dan perancang untuk berkreasi, bentuk yang tipis serta pemasangan yang mudah sehingga mengurangi biaya pengangkutan dan pemasangan, bobotnya yang ringan akan mengurangi biaya struktur dan pondasi, tahan cuaca, tahan api, tahan korosi, tidak berjamur dan anti rayap serta tahan abrasi, tampilannya yang kokoh sehingga tahan terhadap benturan ringan, tidak terpengaruh sinar ultra violet, tidak mengandung asbestos, biaya perawatan yang rendah serta mudah dicat.

Serat fiber merupakan bahan yang terdiri dari serat mat, katalis, resin dan talk proses pembuatannya sangatlah mudah. Bahan-bahan yang dipakai semuanya merupakan bahan olah kimia. Serat fiber sangatlah mahal dan tidak ramah lingkungan, limbah serat fiber tidak bisa diuraikan di dalam tanah, sedangkan

jika dibakar proses tersebut akan mencemari lingkungan udara.

“Ya penggunaan *fiberglass* (serat fiber) sudah dibatasi pemakaiannya untuk industri perkapalan, maka kami akan melakukan inovasi-inovasi bahan alami yang ada saat ini”.

(<http://lipi.go.id/lipimedia/bahan-komposit-pengganti-fiber-glass/16147>)

Maka untuk memanfaatkan limbah alami, seperti contoh: serabut kelapa, jerami, pelepah pohon pisang, serat bambu, kulit singkong dan bulu ayam. Serat alami ini tentunya bisa dimanfaatkan dan dioptimalkan dengan baik untuk mengurangi produksi serat fiber.

Sebagai negara kepulauan dan berada di daerah tropis dan kondisi agroklimat yang mendukung, Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang utama di dunia. Pada tahun 2000, luas areal tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3,76 juta Ha, dengan total produksi diperkirakan sebanyak 14 milyar butir kelapa, yang sebagian besar (95 persen) merupakan perkebunan rakyat. Kelapa mempunyai nilai dan peran yang penting baik ditinjau dari aspek ekonomi maupun sosial budaya. Sabut kelapa merupakan hasil samping, dan merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa, yaitu sekitar 35 persen dari bobot buah kelapa. Dengan demikian, apabila secara rata-rata produksi buah kelapa per tahun adalah sebesar 5,6 juta ton, maka berarti terdapat sekitar 1,7 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan. Potensi produksi sabut kelapa yang sedemikian besar belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk kegiatan produktif yang dapat meningkatkan nilai tambahnya.

Serat sabut kelapa bagi negara-negara tetangga penghasil kelapa sudah merupakan komoditi ekspor yang memasok kebutuhan dunia yang berkisar 75,7 ribu ton pada tahun 1990. Indonesia walaupun merupakan negara penghasil kelapa terbesar di dunia, pangsa pasar serat sabut kelapa masih sangat kecil.

Kecenderungan kebutuhan dunia terhadap serat kelapa yang meningkat dan perkembangan jumlah dan keragaman industri di Indonesia yang berpotensi dalam menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan baku / bahan pembantu, merupakan potensi yang besar bagi pengembangan industri pengolahan serat sabut kelapa (Dadang WI, 2000).

Ada berbagai dasar penting dalam pemanfaatan serat alami ini. Pemanfaatan serat alami, tentunya diharapkan mendapatkan berbagai keuntungan antara lain ramah lingkungan, segi kesehatan saat pembuatan fiber. Ditinjau segi kekuatan tarik, kekuatan regangan dan anti terhadap korosi. Areal kelapa 3,9 juta hektar, limbah serabut terdapat 35% dari buahnya. Kesimpulannya adalah serat komposit (jerami dan serat kelapa), dapat dijadikan alternatif pengganti dari serat existing (serat fiber). Dari perhitungan yang telah dilakukan didapatkan hasil kekuatan tarik dan kekuatan *bending* dengan kekuatan rata-rata. Kekuatan tarik 35,23 MPa dan *bending* 20,70 MPa (Misriadi, 2010).

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka timbul suatu pemikiran untuk melakukan penelitian:

1. Berapakah komposisi teroptimal serabut kelapa sebagai pengganti serat fiber?
2. Berapakah kemampuan fisik (Berat jenis) GRC pada penggunaan serabut kelapa sebagai pengganti serat *fiber*?
3. Berapakah kemampuan mekanis (Kuat lentur dan kuat tekan) GRC pada penggunaan serabut kelapa sebagai bahan pengganti serat fiber?

Penelitian Pemanfaatan Serat Kulit Penelitian mengenai serabut kelapa sebagai pengganti *fiber* dalam pembuatan GRC bertujuan untuk:

1. Mengetahui komposisi teroptimal serabut kelapa sebagai pengganti serat fiber.
2. Mengetahui kemampuan fisik (Berat jenis) GRC pada penggunaan serabut kelapa sebagai pengganti serat *fiber*.

3. Mengetahui kemampuan mekanis (Kuat lentur dan kuat tekan) GRC pada penggunaan serabut kelapa sebagai bahan pengganti serat fiber.

Manfaat dari penelitian adalah untuk memberikan inovasi bahan campuran pembuatan panel dinding GRC dengan menggunakan serat dari tumbuhan terutama dari serabut kelapa dan memberikan nilai tambah dari serabut kelapa yang pada awalnya masih kurang di perhatikan dan tidak memiliki nilai jual, agar dapat memiliki nilai jual dan dapat di manfaatkan dalam pembangunan.

Data yang diharapkan dari penelitian ini yaitu tentang uji kuat tekan, kuat lentur dan berat jenis pada GRC yang memakai serat serabut kelapa. Macam dan jenis penelitian akan dibatasi pada permasalahan sebagai berikut:

1. Bahan pengganti serat fiber yang digunakan yaitu berupa serabut kelapa merah yang berasal dari limbah kelapa yang berada di Pasar Wonokromo, Surabaya, Jawa Timur.
2. Pasir (agregat halus) yang digunakan untuk komposisi campuran GRC adalah pasir yang sudah diayak dan dibersihkan dari sampah organik dan lumpur.
3. Komposisi serabut kelapa yang dipakai untuk campuran pembuatan GRC adalah 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%.
4. Variasi umur beton 7 hari, 14 hari, 28 hari.
5. Menggunakan peraturan SNI 03-3122-1992, Mengenai Uji Panel dinding berserat meliputi Uji kuat lentur GRC, Uji tekan mortar dan Berat jenis GRC.
6. Standar kuat lentur dan kuat tekan sesuai dengan SNI 0096:2007.
7. Penelitian GRC dilakukan di CV. Hexacon, Mojoagung.
8. Ukuran panel GRC yang dibuat 60 cm x 60 cm x 0,8 cm.
9. Semen yang digunakan yaitu semen portland type I yang diisyaratkan untuk beton PBI 1971.
10. Pengujian kuat tekan dan kuat lentur menggunakan alat uji *hydraulic jack*.

11. Uji kemampuan fisik meliputi berat jenis
12. Uji kemampuan mekanis meliputi kekuatan lentur untuk Panel dinding GRC dan Uji tekan mortar 5 cm x 5 cm x 5 cm.

METODE PENELITIAN

A. Peralatan dan Bahan

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah *moulding* berukuran 60 cm x 60 cm x 0,8 cm, timbangan digital, picnometer kapasitas 500 ml, alat uji lentur (*hydraulic jack*), pengaduk batang atau spatula, sketchmatcth, papan kayu, penggaris dan meteran, gergaji, *mixer*, dll.

b. Bahan-bahan

Semen (*portland cement*) tipe 1 diproduksi oleh PT. Semen Gresik, serabut kelapa diperoleh dari pasar wonokromo, boraks 5% diperoleh dari UD. Utama Kimia, air, sebagai pelarut.

B. Prosedur Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah merupakan jenis penelitian eksperimen yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data yang diperoleh nantinya akan dijadikan sebagai data acuan untuk penelitian selanjutnya. Data yang diperoleh juga digunakan sebagai dasar untuk membuat keputusan, Garis besar tahapan pelaksanaan penelitian secara umum dapat dilihat pada *flowchart* dibawah ini :



Gambar 1. *Flowchart* penelitian

C. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang akan diuji pengaruhnya terhadap tingkah laku yang terjadi. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah serabut kelapa dengan komposisi campurannya 0% serabut kelapa sampai dengan 50% serabut kelapa.

2. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang menjadi akibat dari variabel bebas yang telah ditentukan. Jadi variabel terikat dalam penelitian ini adalah variabel yang menentukan sifat fisik yang meliputi fisik (berat jenis) dan mekanis (kuat lentur dan kuat tekan). Kondisi umur 7, 14, 28 hari.

3. Variabel Kontrol (*Control Variable*)

Variabel kontrol adalah perlakuan yang disamakan terhadap penelitian yang dilakukan. Pada penelitian ini variabel kontrol berupa komposisi semen.

D. Pembuatan Benda Uji

- a. Tahap Persiapan Bahan dan Alat
Menyiapkan bahan yang akan digunakan dalam penelitian sangatlah penting agar penelitian yang akan dilakukan dapat berjalan lancar dan dapat tersusun rapi. Seperti menyiapkan kebutuhan bahan sesuai takaran dan alat yang digunakan dalam pencampuran dan penelitian.
- b. Tahap Pembuatan Serat Serabut Kelapa
Dalam tahap ini dilakukan perendaman serabut kelapa yang bertujuan untuk membuat serat serabut kelapa menjadi lebih bertahan lama dan mudah untuk dicampur dengan bahan lainnya dan setelah itu direndam kedalam borax selama 1 jam agar sifat alaminya hilang.
- c. Tahap Pencampuran Awal
Pada tahap awal bahan yang dicampurkan adalah semen, pasir dan air sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan. Mula-mula semen dan pasir dimasukkan mixer kemudian disusul memasukkan air kedalam adonan mixer.
- d. Tahap Pencetakan Benda Uji
Setelah proses pencampuran telah selesai, campuran dituang di cetakan yang telah disediakan sebelumnya dengan ukuran 0,6 x 0,6 x 0,08 m sesuai peraturan standart GRC dan Mortar 5 x 5 x 5 cm.
- e. Tahap Pencampuran Akhir
Setelah campuran awal dirasa cukup kemudian tahap ini dilakukan yaitu dengan mencampurkan campuran awal dengan serat serabut kelapa. Adonan pada tahap akhir ini dilapisi dengan disemprot hingga sesuai spesifikasi pembuatan GRC.
- f. Tahap Pengeringan
Setelah proses pencetakan selesai kemudian dilakukan proses pengeringan.

g. Tahap Perawatan

Dengan cara perendaman selama 7, 14, 28 hari untuk siap uji kuat lentur. Hal ini sesuai dengan SNI yang menentukan pengujian pada usia 7, 14, 28 hari.

E. Pengujian Benda Uji

1. Uji Fisik

a) Berat Jenis Panel Dinding GRC

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis dari benda uji yang telah dibuat. Dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (i)$$

Keterangan:

- ρ = Massa jenis (Kg/m^3)
- m = Massa (Kg)
- v = Volume (m^3)

Untuk pengambilan data untuk melakukan uji berat jenis langkah-langkahnya sebagai berikut:

- 1) Alat-alat
 - Timbangan dan mistar
- 2) Cara
 - Ambil lima benda uji yang sudah dikeringkan selama 28 hari
 - Ukur dan hitung volume benda uji
 - Timbang benda uji tersebut dan yang terakhir adalah menghitung sesuai rumus diatas.

2. Uji Mekanis

a) Uji Kuat Lentur Panel Dinding GRC

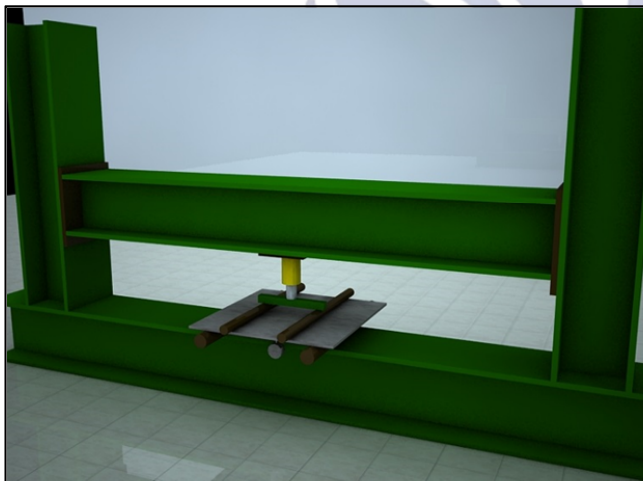
- 1) Alat-alat
 - Mesin test lentur, pelat baja dan Hidraulic jack.
- 2) Cara
 - a. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.

- b. Mengambil masing-masing lima benda uji tiap lama pengeringan.
- c. Meletakkan benda uji pada mesin tes lentur spesi untuk menguji kuat lentur, dan melakukan pengetesan.
- d. Mencatat hasil pengujian sebagai data untuk menentukan kelenturannya.

$$\text{Kuat lentur} = \frac{PL}{bh^2} \dots\dots\dots (ii)$$

Keterangan :

- P = Beban Patah (Kg)
- L = Jarak Tumpu (cm)
- b = Lebar Benda uji (cm)
- h = Tebal Benda uji (cm)



Gambar 2 Uji Kuat Lentur

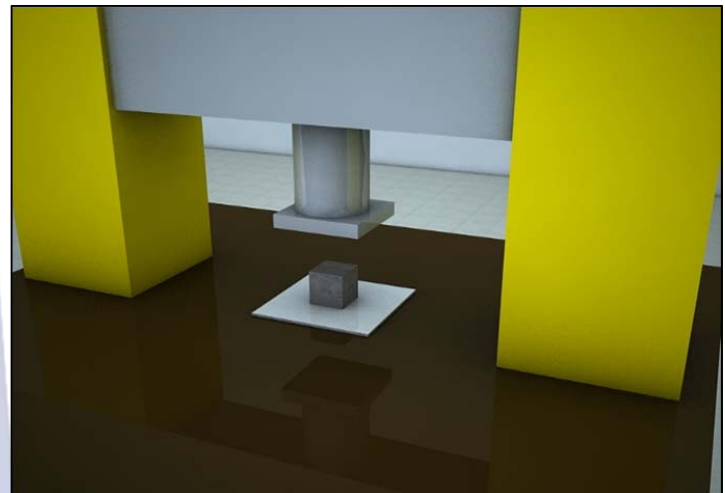
- b) Uji Kuat Tekan mortar
 - 1) Alat-alat
Timbangan, kain lap, oven listrik.
 - 2) Cara
 - a. Meletakkan benda uji pada *Universal testing Machine*.
 - b. Setelah benda uji berada tepat pada posisinya maka *universal Machine* dihidupkan sehingga dapat dibaca besarnya kekuatan tekan yang ditunjukkan dengan manometer.

- c. Pada saat beban mencapai maksimum, maka jarum manometer akan berhenti di titik maksimum.

$$f'c = \frac{P_{max}}{A} \dots\dots\dots (iii)$$

Keterangan:

- $f'c$ = Kuat tekan beton (N/mm²)
- P_{max} = Beban maksimum (N)
- A = Luas permukaan (mm²)



Gambar 3 Uji Kuat Tekan Mortar

F. Teknik Analitis Data

Pada penelitian ini metode analisis data yang digunakan adalah metode kuantitatif. Analisis data dilakukan dengan cara tabulasi data hasil eksperimen di laboratorium. Hasil dari tabulasi data lalu dianalisis sesuai dengan rumusan masalah. Analisis data yang telah diolah disajikan dalam bentuk grafik. Tujuan penggunaan grafik dalam penyajian data adalah untuk memudahkan para pembaca dalam memahami hasil dari penelitian ini. Untuk mendapatkan jawaban dari rumusan masalah dalam penelitian ini maka teknik analisis data yang akan dilakukan oleh penulis dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh dari serabut kelapa sebagai pengganti serat *fiber* terhadap sifat fisik dan mekanis panel

dinding GRC dilakukan analisis sebagai berikut:

a. Sifat fisik

Pengujian sifat fisik meliputi berat jenis dari panel dinding GRC, sehingga saat kondisi umur yang ditentukan berat jenis GRC. Pengujian dilakukan dengan menggunakan statistika sederhana untuk mendapatkan rata-rata berat jenis dari benda uji.

b. Sifat mekanis

Pengujian sifat mekanis meliputi kekuatan lentur, kekuatan tekan dan bobot isi. Data yang telah diperoleh dari pengujian dilakukan analisis dengan menggunakan statistika sederhana untuk mendapatkan rata-rata dari kekuatan lentur dan kekuatan tekan dari benda uji. Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai rata-rata menurut sudjana (2005) adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{X_1+X_2+X_3+\dots+X_n}{n}$$

Dimana:

\bar{X} = Rata - rata

n = Jumlah data

X₁ = Nilai sampel ke 1

Setelah didapatkan nilai rata-rata dari uji terhadap kekuatan lentur, kekuatan tekan dan bobot isi maka hasilnya akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik agar pembaca mudah memahaminya.

2. Untuk mengetahui komposisi yang paling optimum dalam substitusi serabut kelapa terhadap serat *fiber* pada GRC (*Glassfibre Reinforced Cement*) dari hasil rekapitulasi nilai rata-rata kuat tekan benda uji.
3. Untuk mengetahui hubungan kuat lentur dan kuat tekan pada panel dinding GRC dilakukan visualisasi data hasil

rekapitulasi data berat jenis dan kuat tekan dalam grafik.dari grafik tersebut akan dapat diambil kesimpulan mengenai hubungan antara kuat lentur dengan kuat tekan pada GRC (*Glassfibre Reinforced Cement*).

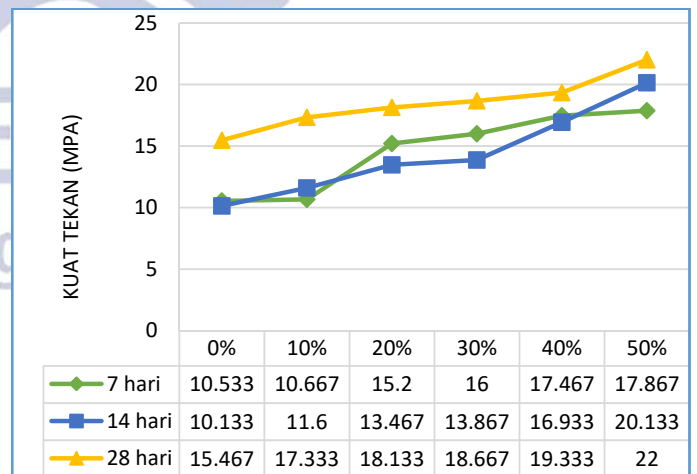
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Mortar

a. Uji Kuat Tekan

Pengujian kemampuan mekanis mortar dilakukan, berdasarkan kuat tekan mortar di umur 7, 14, 28 hari dengan campuran serat fiber substitusi serabut kelapa (komposisi 0%, 10%, 20%, 30 %, 40%, 50%)

Penambahan *substitusi* serabut kelapa juga sangat berpengaruh terhadap kuat tekan mortar berserat. Hal ini dapat ditunjukkan dari setiap penambahan serabut kelapa dari komposisi 0% sampai dengan 50% terjadi kenaikan disetiap *substitusi* komposisi. Hal ini terjadi sama dengan uji kuat lentur, *substitusi* komposisi tertinggi adalah 50%. Untuk lebih jelasnya dapat dijelaskan pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4 Kuat Tekan vs Komposisi Serabut Kelapa

Pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pengaruh penambahan serabut kelapa terhadap kuat tekan kondisi umur 7 hari

tertinggi adalah komposisi *substitusi* 50% sebesar 17,867 MPa. Pada umur 14 hari menunjukkan bahwa pengaruh penambahan serabut kelapa terhadap kuat tekan tertinggi adalah komposisi *substitusi* 50% sebesar 20,133 MPa. Pada umur 28 hari menunjukkan bahwa pengaruh penambahan serabut kelapa terhadap kuat tekan tertinggi adalah komposisi *substitusi* 50% sebesar 22 MPa.

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan untuk komposisi 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% mengalami peningkatan kuat tekan dan kuat lentur sedangkan negatifnya adalah berat jenis panel dinding semakin tinggi nilainya.

2. Panel Dinding GRC

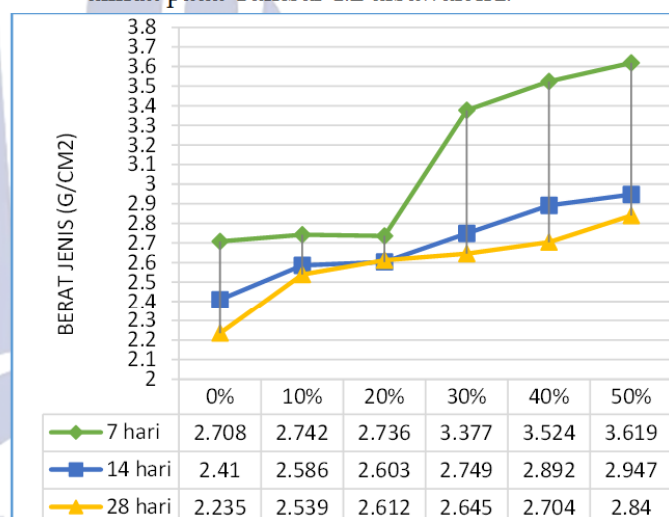
a. Uji Berat Jenis

Pengujian kemampuan fisik panel dinding dilakukan sesuai SNI no. 03-3112-1992, berdasarkan berat jenis di umur 7, 14, 28 hari dengan campuran serat fiber *substitusi* serabut kelapa (komposisi 0%, 10%, 20%, 30 %, 40%, 50%).

Berdasarkan hasil penelitian uji berat jenis di laboratorium, panel dinding GRC memiliki dimensi 60 cm x 60 cm x 0,8 cm ditimbang dengan ketelitian 0,01 kg.

Penambahan serabut kelapa juga sangat berpengaruh terhadap berat jenis panel dinding. Hal ini dapat ditunjukkan dari setiap penambahan *substitusi* serabut kelapa terhadap panel dinding semakin banyak penambahan *substitusi* serabut kelapa terhadap *fiber* maka berat jenis panel dinding akan semakin meningkat/tinggi. Kondisi panel dinding umur 7 hari komposisi *substitusi* 0% sampai dengan 10% mengalami peningkatan yang tinggi sedangkan 10% sampai dengan 50% meningkat dengan stabil. Kondisi panel dinding umur 14 hari komposisi *substitusi* 0% sampai

dengan 10% mengalami peningkatan yang tinggi sedangkan 10% sampai dengan 50% meningkat dengan stabil. Kondisi panel dinding umur 28 hari komposisi 20% sampai dengan 30% meningkat dengan tajam berbeda dengan kondisi panel dinding umur 7 hari dan 14 hari yang meningkat tajam di komposisi 10%. umur beton juga sangat berpengaruh, dari grafik Gambar 4.10 umur beton kondisi 7 hari lebih berat daripada kondisi 14 dan 28 hari dapat disimpulkan bahwa beton mengalami panas hidrasi yang merata didalam panel dinding GRC. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 5 Uji Berat Jenis vs Komposisi Serabut Kelapa

Pada Gambar 4.2 dapat disimpulkan bahwa berat jenis panel dinding kondisi umur 7 hari mengalami peningkatan berurutan pada setiap *substitusi* komposisi 0% hingga 50%. Panel dinding kondisi umur 14 hari dan 28 hari juga mengalami hal yang sama dengan kondisi 7 hari, namun jika disimak semakin lama usia panel dinding maka semakin ringan.

b. Uji Kuat Lentur

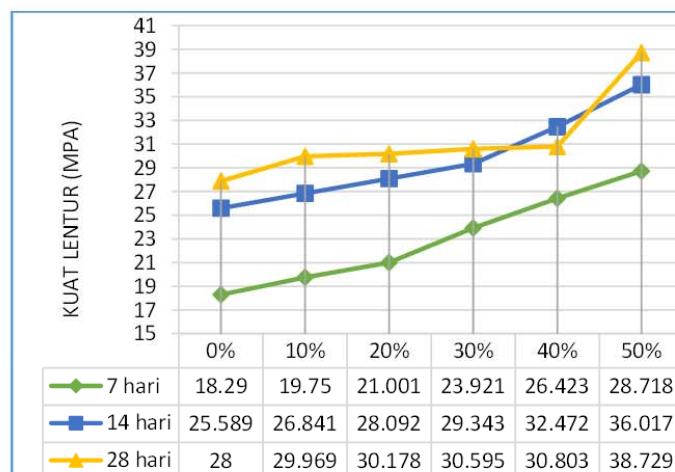
Pengujian kemampuan mekanis panel dinding dilakukan sesuai SNI no. 03-3112-

1992, berdasarkan uji kuat tekan di umur 7, 14, 28 hari dengan campuran serat fiber substitusi serabut kelapa (komposisi 0%, 10%, 20%, 30 %, 40%, 50%).

Berdasarkan hasil uji kuat lentur berpedoman dari Standart Internasional Indonesia (SNI) nomer 4431:2011, panel dinding GRC dengan 3 macam kondisi umur 7, 14, 28 hari campuran serat fiber substitusi serabut kelapa terhadap serat fiber (komposisi 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%), dimensi 60 x 60 x 0,8 cm yang ditekan oleh *hidraulic jack*.

Pengujian kemampuan fisik dan mekanis GRC panel dinding 60 x 60 x 0,8 cm terdiri dari berat jenis dan kuat lentur, pengujian mekanis mortar 5 x 5 cm terdiri dari kuat tekan. Pengujian dilakukan ketika kondisi umur benda uji 7, 14 dan 28 hari.

Campuran Serabut kelapa pada penelitian ini sangat berpengaruh pada kuat lentur GRC panel dinding. Hal ini ditunjukkan semakin naik komposisi substitusi (pengganti) serabut kelapa terhadap serat fiber maka hasil yang didapatkan semakin tinggi begitupun juga kondisi umur beton, umur 28 hari mempunyai nilai tertinggi. Hal ini juga sama terjadi dengan hasil penelitian dari saudara Zulkifly, dkk (2013) dalam jurnal yaitu penambahan serabut kelapa pada beton normal terhadap kuat tekan. Untuk lebih jelasnya data penelitian dari laboratorium Teknik Sipil UNESA pada Gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 6 Uji Kuat Lentur vs Komposisi Serabut Kelapa

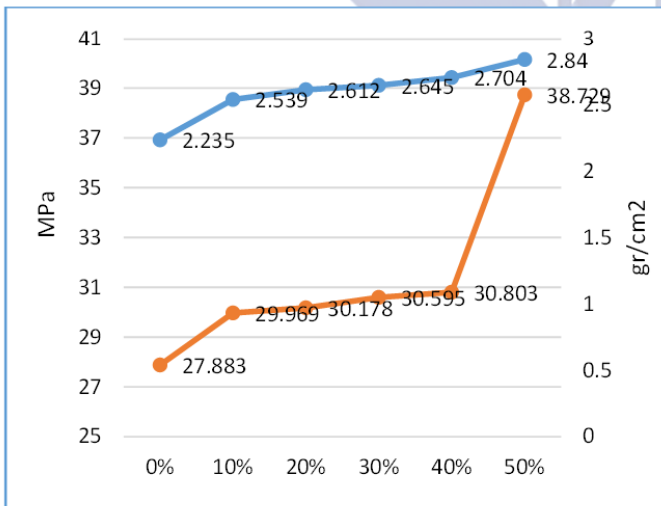
Pada Gambar 4.3 bisa disimpulkan bahwa pengaruh penambahan serabut kelapa terhadap kuat lentur pada kondisi umur 7 hari tertinggi adalah di substitusi komposisi 50% sebesar 28,178 MPa. Kuat lentur pada umur 14 hari menunjukkan bahwa pengaruh penambahan serabut kelapa substitusi komposisi 50% sebesar 36,017 MPa. Kondisi panel dinding umur 28 hari uji kuat lentur tertinggi pada substitusi komposisi 50% sebesar 38,729 MPa. Kondisi umur beton juga sangat berpengaruh terhadap kekuatan lentur panel dinding, bukan hanya meningkat saat penambahan substitusi komposisi saja, namun juga disaat umur beton semakin lama/mencapai 100% kekuatan beton pada umur 28 hari keatas.

Dapat disimpulkan bahwa pengaruh substitusi serabut kelapa terhadap fiber pada panel dinding memberikan dampak positif terhadap uji kuat lentur.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zulkyfly (2013) pada jurnal yang menyebutkan "penambahan serabut kelapa 0,3%; 0,6%; 0,9%; dan 1,2% dari berat total beton terhadap beton normal semakin tinggi uji kuat tekan".

3. Hubungan Berat Jenis dengan Kuat Lentur

Pengujian berat jenis dan kuat lentur pada GRC panel dinding berpenguat serabut kelapa saling berhubungan hal ini dapat dilihat dari berat setiap benda uji mempengaruhi uji kuat lentur. Pada pengujian berat jenis diperoleh hasil paling tinggi adalah *substitusi* komposisi 50% kondisi umur 7 hari memiliki berat jenis sebesar 3,619 g/ cm³ sedangkan panel dinding dengan *substitusi* komposisi 0% kondisi umur 28 hari memiliki berat jenis paling kecil sebesar 2,84 g/ cm³. Kemudian hasil kuat lentur juga mengalami kenaikan setiap penambahan komposisi serabut kelapa, dan hasil tertinggi sebesar 38,729 MPa sedangkan komposisi *substitusi* 0% (kontrol) sebesar 27,883 MPa. Hubungan antara berat jenis dengan kuat lentur adalah saling berkaitan satu sama lain tetapi dengan kondisi umur /waktu pengujian yang sama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.4 di bawah ini.



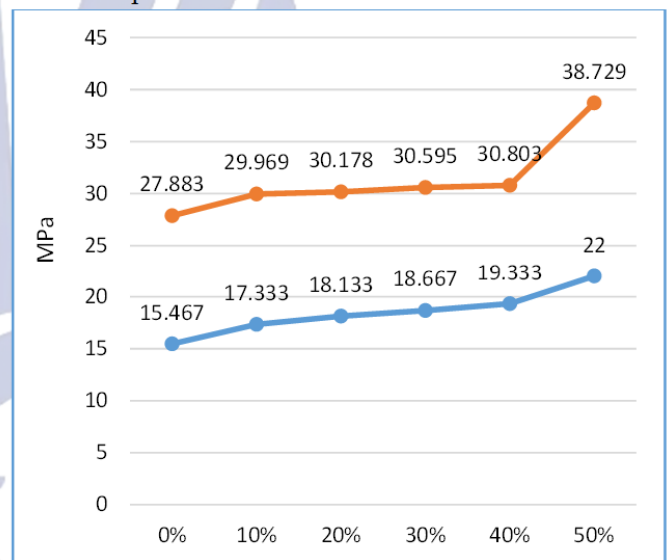
Gambar 7 Hubungan Berat Jenis dengan Kuat Lentur

Pada Gambar 4.4 menunjukkan adanya satu benda uji yang memiliki berat jenis yang semakin naik setiap komposisi *substitusi* dan kuat lentur yang semakin naik pula setiap komposisi *substitusi*. Hal ini disebabkan bahwa jika berat jenis yang dimiliki besar

maka akan berpengaruh pada uji kuat lentur panel dinding, *substitusi* serabut kelapa terhadap serat fiber sangat mempengaruhi berat jenis panel dinding semakin banyak *substitusi* serabut kelapa maka berat jenis yang dimiliki akan semakin naik.

4. Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Lentur

Pada dasarnya kuat tekan dengan kuat lentur adalah berhubungan. Sesuai dengan teori apabila kuat tekan rendah maka kuat lentur beda uji juga rendah. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya serat yang digunakan sedangkan komposisi dari semen dan kalsium tetap. Hampir semua benda uji mengalami kenaikan kuat tekan dan kuat lentur. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 8 Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Lentur

Pada Gambar 4.5 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan semua benda uji mengalami kenaikan baik kuat tekan atau kuat lentur setiap penambahan *substitusi* serabut kelapa. Dari hasil hubungan kuat tekan dan kuat lentur dapat diinterpretasikan bahwa serabut kelapa dapat memberikan campuran positif untuk panel dinding GRC terhadap kuat tekan dan kuat lentur. Kuat tekan panel dinding kondisi umur 28 hari mengalami kenaikan kekuatan disetiap

penambahan bahkan melebihi kuat tekan *substitusi* komposisi 0% (kontrol) sebesar 15,467 MPa. Kuat lentur panel dinding kondisi umur 28 hari mengalami kenaikan kekuatan disetiap penambahan bahkan melebihi kuat lentur *substitusi* komposisi 0% (kontrol) sebesar 27,883 MPa, bahkan dengan standart yang telah ditentukan berdasarkan SNI-03-6061.1-2002 untuk kuat lentur ≥ 10 MPa. Pernyataan ini juga sesuai dengan penelitian Misriadi (2010) pada jurnal yang mendapatkan hasil penelitian menunjukkan bahwa serabut kelapa mampu memberikan dampak positif bagi beton karena sifat serat yang erat dan kuat tarik serat tinggi. Pernyataan zulkyfly pada jurnal yang mendapatkan hasil penelitian menunjukkan bahwa serabut kelapa memberikan dampak positif pada saat uji kuat tekan. penelitian Yohanes Trian Dady (2015) pada jurnal yang mendapatkan hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat tekan beton, maka kuat lentur juga akan meningkat. Hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur selalu bersifat parabola.

PENUTUP

Simpulan

1. Komposisi teroptimal serabut kelapa sebagai bahan pengganti serat fiber bahan pembuatan GRC panel dinding adalah komposisi 50% dengan kemampuan kuat lentur sebesar 28,729 MPa dan kuat tekan sebesar 22 Mpa.
2. Hasil uji fisik (berat jenis) GRC panel dinding *substitusi* serabut kelapa menunjukkan benda uji kontrol (0%) serat serabut kelapa sebesar 2,235 g/cm³, sedangkan komposisi benda uji tertinggi yaitu komposisi 50% sebesar 2,84 g/cm³.
3. Hasil uji mekanis (kuat lentur) GRC panel dinding *substitusi* serabut kelapa menunjukkan benda uji kontrol (0%) serat serabut kelapa sebesar 27,883 MPa, sedangkan komposisi benda uji tertinggi

yaitu komposisi 50% sebesar 38,729 MPa. Hasil uji mekanis (kuat tekan) mortar berserat *substitusi* serabut kelapa menunjukkan benda uji kontrol (0%) serat serabut kelapa sebesar 15,467 MPa, sedangkan komposisi benda uji tertinggi yaitu komposisi 50% sebesar 22 MPa.

Saran

1. Dari hasil penelitian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai serabut kelapa sebagai bahan pengganti serat *fiber* yang lebih bervariasi agar mengetahui kemampuan komposisi serabut kelapa yang paling optimum.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai keawetan panel berpenguat serabut kelapa sebagai bahan pengganti serat *fiber*.
3. Industri panel dinding GRC bisa mempertimbangkan inovasi campuran *substitusi* serabut kelapa terhadap serat fiber dengan komposisi yang sudah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute-ACI 544.1R.96-reapproved 2002. *State Of The Art Report On Fiber Reinforced Concrete*.
- Ardhinatika, Pitra, 2014. "Kajian Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur Dan Redaman Bunyi Pada Panel Dinding Beton Ringan Dengan Agregat Limbah Plastik Pet". Surakarta : *Jurnal Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret*
- Arsyad, Muhammad, 2014. "Pengaruh Variasi Arah Susunan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa". Ujung Pandang : *Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang*
- Catherina N. S, 1997. "Penambahan Serabut Kelapa Pada Pembuatan Batako". (skripsi) Surabaya : Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November

Dadang WI, 2000. Industri Serat Sabut Kelapa (online),
<https://kelapaindonesia2020.wordpress.com/produk-dari-kelapa/serat-sabut-kelapa/>

Dedy, Yohanes Trian. 2015. "Pengaruh Kuat Tekan Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang" . Surabaya : *Jurnal Teknik Sipil UK Petra*

LIPI, 2016. Bahan Komposit Pengganti Fiberglass (Online),
<http://lipi.go.id/lipimedia/bahan-komposit-pengganti-fiber-glass/16147>

Mahpudin, Hafid, 2016. " Tinjauan Kuat Tekan Dan Lentur Dinding Panel Dari Beton Ringan Dengan Perkuatan Diagonal Tulangan Bambu". Surakarta : *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhamadiyah*

Misriadi, 2010. "Penggunaan Serat Alami (Serabut Kelapa) Sebagai Alternatif Pengganti Serat Sintesis Pada Fiberglass Guna Mendapatkan Kekuatan Tarik Yang Optimal". Surabaya : (skripsi) Teknik Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh November

Standart Nasional Indonesia. Nomer 4431:2011 Tentang Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal.

Standart Nasional Indonesia. Nomer 03-6861.1-2002 Standart Kuat Lentur Panel Dinding.

Tim Penulis. 2014. Pedoman Penulisan Skripsi. Surabaya. Unesa.

Zulkifly, 2013. "Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Beton Normal". Kendari : (skripsi) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Haluoleo Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonouhu Kendari