



LAPORAN KEGIATAN

**PENGARUH SIKLUS TERMAL TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK
GLASS-FIBER REINFORCED CONCRETE DAN
RAMIE-FIBER REINFORCED CONCRETE.**

Oleh :

SUSILO ADI WIDYANTO, ST, MT
SULARDJAKA, ST, MT
IR. ARIJANTO,MT

DIBIAYAI PROYEK PENELITIAN ILMU PENGETAHUAN DASAR
DENGAN SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENELITIAN NOMOR :
68/P2IPT/DPPM/PID/III/2004

DIREKTORAT PEMBINAAN PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
2004

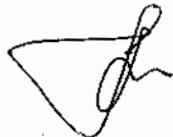
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN DASAR

1. Judul Penelitian : Pengaruh Siklus Termal terhadap Sifat Fisis dan Mekanis *Glass-Fiber Reinforced Concrete* dan *Ramie-Fiber Reinforced Concrete*
2. Ketua Peneliti
a. Nama : Susilo Adi Widyanto, ST, MT
b. Jenis Kelamin : Laki – laki
c. Pangkat/Golongan/NIP : Penata/III C/ 131125669
d. Jabatan Fungsional : Lektor
e. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Mesin
f. Universitas : Universitas Diponegoro
g. Pusat Penelitian : Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro
3. Jumlah Tim Peneliti : 3 orang
4. Lokasi Penelitian : Laboratorium Beton dan Aspal LPPU UNDIP
Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin UNDIP
5. Kerja Sama dengan Institusi lain
a. Nama Institusi : Tidak ada
b. Alamat : Tidak ada
6. Masa Penelitian : 9 bulan
7. Biaya yang diperlukan : Rp. 15.000.000,-
(lima belas juta rupiah)

Mengetahui,
an.Dekan Fakultas Teknik UNDIP
Pembantu Dekan I

(Dr. Pramono S. A. Dipl. HE, MT)
NIP : 130 459 439

Semarang, 10 Oktober 2004
Ketua Peneliti



(Susilo Adi Widyanto, ST, MT)
NIP : 131 125 669

Menyetujui,
Kepala Lembaga Penelitian

(Prof. Dr. dr Ign. Riwanto, Sp.Bd)
NIP : 130 529 454

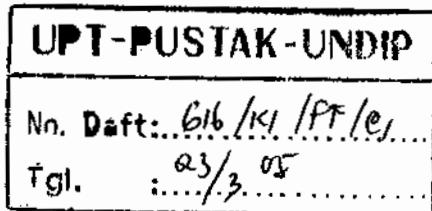
Pengaruh Siklus Termal terhadap Sifat Fisis dan Mekanis *Glass-Fiber Reinforced Concrete* dan *Ramie-Fiber Reinforced Concrete*

Susilo Adi Widyanto, Sulardjaka, Arijanto
(2004, 56 halaman)

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh siklus termal terhadap sifat fisis dan mekanis *Glass-Fiber Reinforced Concrete (GFRC)* dan *Ramie-Fiber Reinforced Concrete (RFRC)*. Pengujian tekan mengacu pada standarisasi ASTM C109 dan Pengujian tarik berdasarkan ASTM C190. Bahan komposit mengalami siklus termal pada suhu 35 °C, 60 °C, 100 °C, 200 °C dan 300 °C selama 1 jam dengan jumlah siklus 1, 2, 3, 5, 7 dan 10 siklus.

GFRC dan RFRC pada siklus termal 35° C tidak mengalami perubahan kekuatan tarik dan tekan yang berarti untuk semua siklus termal yang diterima. Pada siklus termal 65° C dan 100° C, GFRC dan RFRC menunjukkan kecenderungan menurun baik kekuatan tarik maupun kekuatan tekannya seiring dengan bertambahnya siklus termal yang diterima. Pada temperatur ini bahan serat tidak mengalami perubahan sifat fisiknya namun bahan matrik (concrete) mengalami pengeringan sehingga kekuatannya turun. Pada siklus termal 200°C, RFRC memiliki kecenderungan penurunan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan GFRC. Pada temperatur ini bahan serat rami mengalami perubahan sifat fisis, yaitu terbakar pada siklus 10 kali. Bahan serat gelas tidak mengalami perubahan sifat fisis, namun bahan concrete mengalami degradasi kekuatan akibat beban termal yang diterimanya. Pada temperatur 300° C serat rami terbakar pada siklus termal 1 kali. Bahan serat gelas tidak terbakar namun bahan matrik mengalami penurunan kekuatan akibat beban temperatur yang diterimanya.

Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro
No Kontrak : 68/P2IPT/DPPM/PID/III/2004 tanggal : 1 Maret 2004.



THE EFFECT OF THERMAL CYCLE ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF GLASS-FIBER REINFORCED CONCRETE AND RAMIE FIBER REINFORCED CONCRETE

Susilo Adi Widyanto, Sulardjaka, Arijanto
(2004, 56 pages)

The objective of this research is to investigated the effect of thermal cycle on physical and mechanical properties of glass-fiber reinforced concrete (GFRC) and ramie-fiber reinforced concrete (RFRC). Compression testing is based on ASTM C109 standard and tension test is based on ASTM C190. Composite materials undergo thermal cycle on temperature : 35 °C, 60 °C, 100 °C, 200 °C and 300 °C for 1 hr, with number of cycle : 1, 2, 3, 5, 7 and 10 cycles.

Mechanical behavior of GFRC and RFRC didn't changed on thermal cycle in temperature 35°C for all cycles. On temperature 65° C and 100° C, mechanical properties GFRC and RFRC are getting decrease. In this temperature physical properties of fibers didn't changed but the matrix had dried. On temperature 200° C Decreasing of mechanical properties of RFRC is greater than GFRC, it is caused that ramie fibers was burn by the thermal cycle and the physical and mechanical properties of glass fiber didn't change. On temperature 300°C ramie fiber was burn when it was undergo thermal cycle.

Mechanical Engineering Department Diponegoro University
Contract number : 68/P2IPT/DPPM/PID/III/2004, date : March 1st 2004

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan YME, yang telah melimpahkan rahmad dan hidayahnya sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul : Pengaruh Siklus Termal terhadap Sifat Fisis dan Mekanis *Glass-Fiber Reinforced Concret* dan *Ramie-Fiber Reinforced Concrete* yang didanai oleh DPPM DITKI melalui program Penelitian Ilmu Dasar dengan nomor kontrak : 68/P2IPT/DPPM/PID/2004.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. DPPM DIKTI yang telah mendanai penelitian ini.
2. Seluruh anggota tim peneliti : Sulardjaka dan Arijanto yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.
3. Ketua Jurusan Teknik Mesin, Dekan Fakultas Teknik dan Ketua Lembaga Penelitian UNDIP atas bantuan dan dukungannya.
4. Kepala laboratorium beton dan aspal LPPU UNDIP yang telah memberikan ijin bagi tim kami untuk meneliti di lab. Beton dan Aspal LPPU UNDIP.
5. Para mahasiswa yang telah membantu kami dalam mengambil data.
6. Pihak-pihak yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

Akhir kata semoga hasil penelitian ini memberikan arti bagi perkembangan ilmu dan pengetahuan khususnya bidang ilmu bahan. Penulis dengan tangan terbuka menerima kritik dan saran demi sempurnanya penelitian ini.

Semarang, Oktober 2004

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	3
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	25
BAB IV. METODE PENELITIAN	26
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	56
DAFTAR PUSTAKAN	57
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1. Sifat-sifat mekanik serat rami (<i>ramie fiber</i>)	8
Tabel 2.2. Sifat-sifat mekanik dan kandungan serat gelas	9
Tabel 2.3. Saringan ASTM E11-70 untuk agregat halus	18
Tabel 2.4. Komponen bahan baku semen <i>portland</i>	19
Tabel 3.1. Berat semen, pasir dan air (gram)	28
Tabel 3.2. Penambahan serat rami sebagai penguat	29
Tabel 3.3. Karakteristik spesimen	30
Tabel 4.1.1. Hasil pengujian kuat tekan RFRC dan GFRC yang mengalami siklus Termal pada suhu 35 ⁰ C	34
Tabel 4.1.2. Hasil pengujian kuat tekan RFRC dan GFRC yang mengalami siklus Termal pada suhu 60 ⁰ C	36
Tabel 4.1.3. Hasil pengujian kuat tekan RFRC dan GFRC yang mengalami siklus Termal pada suhu 100 ⁰ C	37
Tabel 4.1.4. Hasil pengujian kuat tekan RFRC dan GFRC yang mengalami siklus Termal pada suhu 200 ⁰ C	38
Tabel 4.1.5. Hasil pengujian kuat tekan RFRC dan GFRC yang mengalami siklus Termal pada suhu 300 ⁰ C	39
Tabel 4.2.1. Hasil pengujian kuat tarik RFRC dan GFRC yang mengalami siklus Termal pada suhu 35 ⁰ C	40
Tabel 4.2.2. Hasil pengujian kuat tarik RFRC dan GFRC yang mengalami siklus Termal pada suhu 60 ⁰ C	43
Tabel 4.2.3. Hasil pengujian kuat tarik RFRC dan GFRC yang mengalami siklus Termal pada suhu 100 ⁰ C	46
Tabel 4.2.4. Hasil pengujian kuat tarik RFRC dan GFRC yang mengalami siklus Termal pada suhu 200 ⁰ C	49
Tabel 4.2.5. Hasil pengujian kuat tarik RFRC dan GFRC yang mengalami siklus Termal pada suhu 300 ⁰ C	52

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1. <i>Contiunuoun fiber composite</i>	6
Gambar 2.2. <i>Discontiunuoun fiber composite</i>	6
Gambar 2.3. Ikatan antar permukaan	12
Gambar 2.4. Konstruksi lamina	13
Gambar 2.5. Komposit berlapis	13
Gambar 2.6. Tegangan Tekan	23
Gambar 2.7. Tegangan Tarik	24
Gambar 3.1. Bagan alir tahapan dan prosedur penelitian.....	26
Gambar 3.2. Bentuk spesimen standar ASTM C109 untuk pengujian tekan	30
Gambar 3.3. Bentuk spesimen standar ASTM C190 untuk pengujian tarik	31
Gambar 3.4. Bentuk siklus termal	31
Gambar 4.1.1.Grafik hubungan pengaruh siklus termal pada suhu 35 ⁰ C terhadap Kuat tekan RFRC dan GFRC	34
Gambar 4.1.2.Grafik hubungan pengaruh siklus termal pada suhu 60 ⁰ C terhadap Kuat tekan RFRC dan GFRC	36
Gambar 4.1.3.Grafik hubungan pengaruh siklus termal pada suhu 100 ⁰ C terhadap Kuat tekan RFRC dan GFRC	37
Gambar 4.1.4.Grafik hubungan pengaruh siklus termal pada suhu 200 ⁰ C terhadap Kuat tekan RFRC dan GFRC	38
Gambar 4.1.5.Grafik hubungan pengaruh siklus termal pada suhu 300 ⁰ C terhadap Kuat tekan RFRC dan GFRC	39
Gambar 4.2.1.Grafik hubungan pengaruh siklus termal pada suhu 35 ⁰ C terhadap Kuat tarik RFRC dan GFRC	40
Gambar 4.2.2.Struktur makro patahan RFRC pada jumlah siklus termal 2 kali pada Suhu 35 ⁰ C	41
Gambar 4.2.3.Struktur makro patahan RFRC pada jumlah siklus termal 10 kali pada Suhu 35 ⁰ C	42

Gambar 4.2.4. Struktur makro patahan GFRC pada jumlah siklus termal 2 kali pada Suhu 35 ⁰ C	43
Gambar 4.2.5. Struktur makro patahan GFRC pada jumlah siklus termal 10 kali pada Suhu 35 ⁰ C	43
Gambar 4.2.6. Grafik hubungan pengaruh siklus termal pada suhu 60 ⁰ C terhadap Kuat tarik RFRC dan GFRC	44
Gambar 4.2.7. Struktur makro patahan RFRC pada jumlah siklus termal 2 kali pada Suhu 60 ⁰ C	41
Gambar 4.2.8. Struktur makro patahan RFRC pada jumlah siklus termal 10 kali pada Suhu 60 ⁰ C	42
Gambar 4.2.9. Struktur makro patahan GFRC pada jumlah siklus termal 2 kali pada Suhu 60 ⁰ C	43
Gambar 4.2.10. Struktur makro patahan GFRC pada jumlah siklus termal 10 kali pada Suhu 60 ⁰ C	43
Gambar 4.2.11. Grafik hubungan pengaruh siklus termal pada suhu 100 ⁰ C terhadap Kuat tarik RFRC dan GFRC	47
Gambar 4.2.12. Struktur makro patahan RFRC pada jumlah siklus termal 2 kali pada Suhu 100 ⁰ C	47
Gambar 4.2.13. Struktur makro patahan RFRC pada jumlah siklus termal 10 kali pada Suhu 100 ⁰ C	48
Gambar 4.2.14. Struktur makro patahan GFRC pada jumlah siklus termal 2 kali pada Suhu 100 ⁰ C	49
Gambar 4.2.15. Struktur makro patahan GFRC pada jumlah siklus termal 10 kali pada Suhu 100 ⁰ C	49
Gambar 4.2.16. Grafik hubungan pengaruh siklus termal pada suhu 200 ⁰ C terhadap Kuat tarik RFRC dan GFRC	50
Gambar 4.2.17. Struktur makro patahan RFRC pada jumlah siklus termal 2 kali pada Suhu 200 ⁰ C	50
Gambar 4.2.18. Struktur makro patahan RFRC pada jumlah siklus termal 10 kali pada Suhu 200 ⁰ C	51
Gambar 4.2.19. Struktur makro patahan GFRC pada jumlah siklus termal 2 kali pada	

Suhu 200 ^o C	52
Gambar 4.2.20. Struktur makro patahan GFRC pada jumlah siklus termal 10 kali pada Suhu 200 ^o C	52
Gambar 4.2.21. Grafik hubungan pengaruh siklus termal pada suhu 300 ^o C terhadap Kuat tarik RFRC dan GFRC	53
Gambar 4.2.22. Struktur makro patahan RFRC pada jumlah siklus termal 2 kali pada Suhu 300 ^o C	53
Gambar 4.2.23. Struktur makro patahan RFRC pada jumlah siklus termal 10 kali pada Suhu 300 ^o C	54
Gambar 4.2.24. Struktur makro patahan GFRC pada jumlah siklus termal 2 kali pada Suhu 300 ^o C	55
Gambar 4.2.25. Struktur makro patahan GFRC pada jumlah siklus termal 10 kali pada Suhu 300 ^o C	55

DAFTAR TABEL

Tabel A1. Hasil Pengujian Tarik Pada Variasi Jumlah Siklus Termal Suhu 35^o C.

Tabel A2. Hasil Pengujian Tarik Pada Variasi Jumlah Siklus Termal Suhu 60^o C.

Tabel A3. Hasil Pengujian Tarik Pada Variasi Jumlah Siklus Termal Suhu 100^o C.

Tabel A4. Hasil Pengujian Tarik Pada Variasi Jumlah Siklus Termal Suhu 200^o C.

Tabel A5. Hasil Pengujian Tarik Pada Variasi Jumlah Siklus Termal Suhu 300^o C.

Tabel B1. Hasil Pengujian Tekan Pada Variasi Jumlah Siklus Termal Suhu 35^o C.

Tabel B2. Hasil Pengujian Tekan Pada Variasi Jumlah Siklus Termal Suhu 60^o C.

Tabel B3. Hasil Pengujian Tekan Pada Variasi Jumlah Siklus Termal Suhu 100^o C.

Tabel B4. Hasil Pengujian Tekan Pada Variasi Jumlah Siklus Termal Suhu 200^o C.

Tabel B5. Hasil Pengujian Tekan Pada Variasi Jumlah Siklus Termal Suhu 300^o C.

Tabel C. Waktu Siklus Termal.

Gambar B1. Peralatan pembuatan spesimen concrete.

Gambar B2. Mesin pengayak agregrat halus/saringan bartingkat

Gambar B3. Alat cetak concrete untuk uji tarik

Gambar B4. Alat cetak concrete untuk uji tekan.

Gambar B5. Spesimen uji tekan dan tarik

Gambar B6. Bak perendaman concrete.

Gambar B7. Alat uji tarik

Gambar B8. Alat uji tekan

Gambar B9. Serat rami

Gambar B10. Serat rami

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan teknologi, semakin meningkat kebutuhan material dengan beragam sifat dan kegunaannya. Dengan material tunggal tidak dapat memenuhi kebutuhan material yang mempunyai sifat dan kegunaan tertentu. Sebagai solusinya para peneliti di bidang material membuat material komposit dengan cara menggabungkan dua atau lebih material yang berbeda pada skala makroskopik untuk menghasilkan produk yang memiliki kekuatan yang lebih tinggi dari material penyusunnya.

Terdapat bermacam-macam jenis komposit yang telah dikembangkan dewasa ini sebagai misal *carbon composite*, *glass fiber reinforced resin*, *carbon fiber reinforced resin*, *metallic composite*, *reinforced cement* dan lain sebagainya. Concrete berserat merupakan bagian dari material komposit berbasis semen.

Rami-fiber reinforced concrete adalah material komposit yang penguatnya (*reinforcement*) berupa serat dengan material pengikat (matrik) adalah *concrete*. Mortar adalah suatu campuran dari agregat halus (pasir) dengan semen yang dipersatukan oleh air yang berfungsi mengikat material penguat menjadi satu kesatuan. Dengan melihat mutu agregat halus (pasir), semen, air serta campuran bahan masing-masing bahan dasar tersebut, berperan penting dan memiliki fungsi sebagai pemberi daya rekat dan kekuatan, pengendali kekuatan mortar. Beberapa keunggulan mortar antara lain harganya relatif murah karena bahan dasar mudah didapat, mudah diangkut dan dicetak, tahan terhadap karat, serta memiliki kekuatan tekan tinggi. Namun demikian mortar memiliki kelemahan, yaitu kekuatan tariknya sangat rendah dan getas. Sedangkan *concrete* adalah mortar dengan ditambahkan agregrat kasar. Agregat kasar yang biasa digunakan sebagai penambah adalah batu. Sedangkan *concrete* adalah bahan mortar yang mengandung agregat kasar yang biasanya terdiri dari batu kali.

Penggunaan serat alam sebagai serat penguat pada bahan komposit mulai banyak dikembangkan. Komposit serat alam mempunyai banyak keunggulan yaitu murah, ringan, dan bahan serat tersedia melimpah. Pemanfaatan serat rami sebagai penguat pada *fiber reinforced concrete* perlu diteliti, karena jenis ini banyak tumbuh di

Indonesia, memiliki serat yang panjang, harganya murah dan memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi.

Apabila digunakan sebagai komponen suatu alat, *fiber reinforced concrete* akan mengalami berbagai macam perlakuan dari lingkungan, seperti halnya beban termal. Beban termal dapat timbul dari perbedaan temperatur, atau sumber panas lain seperti kebakaran, panas dari listrik, atau mesin. Beban termal dapat terjadi berulang-ulang hingga terjadi suatu siklus termal. Siklus termal menyebabkan bahan serat terbakar atau menurunnya kekuatan. Siklus termal dapat juga menyebabkan bahan matrik menjadi getas atau retak. Perubahan sifat pada bahan serat dan bahan matrik yang diakibatkan oleh pembebanan siklus termal menyebabkan perubahan sifat fisik dan mekanik pada bahan komposit. Sehingga dalam penelitian ini diharapkan dapat diketahui perubahan sifat mekanik terhadap kekuatan tarik dan kekuatan tekan pada *rami-fiber reinforced concrete* dan *glass fiber reinforced concrete*.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meneliti pengaruh siklus termal terhadap sifat mekanik pada *rami-fiber reinforced concrete* dan *glass fiber reinforced concrete*. Penelitian akan dilakukan pada lima variasi siklus termal. Spesimen uji akan dibebani siklus termal dari suhu 25°C kemudian dipanaskan dan ditahan selama satu jam pada temperatur 35°C, 60°C, 100°C, 200°C, dan 300°C dengan siklus sebanyak 1, 2, 3, 5, 7, 10 kali. Sifat mekanik yang diteliti adalah kekuatan tarik dan kekuatan tekan. Pengujian tarik dan tekan dilakukan berdasarkan standarisasi *ASTM*.