



**APLIKASI *SIZE EFFECT LAW* PADA BETON  
*MARINE* DENGAN POLA BUKAAN TARIK**



**Disusun Oleh :**

Nama : Fella Supazaein

NIM : 55718010002

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

**Dosen Pembimbing :**

Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, MT

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL**

**PROGRAM PASCA SARJANA**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2021**



**APLIKASI *SIZE EFFECT LAW* PADA BETON  
*MARINE* DENGAN POLA BUKAAN TARIK**

**TESIS**

**Diajukan guna melengkapi sebagai syarat  
dalam mencapai gelar Magister Strata Dua (S2)**

**Disusun Oleh :**

Nama : Fella Supazaein

NIM : 55718010002

**Dosen Pembimbing :**

Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, MT

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2021**

## ABSTRACT

*Infrastructure development in the maritime sector is one strategy for developing the economy. Marine concrete is widely used as a structural material in infrastructure development in the maritime sector. Marine concrete must use high performance concrete (HPC). With the development of HPC concrete technology, optimization of the efficiency of structural components has become more significant.*

*In the construction implementation planning, especially at the structural analysis stage, it is rare to plan the strength of the fracture mechanics which should also be designed so that fracture collapse can be overcome. This study examines the application of size effect law on HPC concrete on beam of various predetermined sizes (small, medium and high) to obtain the fracture energy value ( $G_f$ ). The results of this study can contribute to the application of the method to obtain parameter values of fracture performance*

*The results showed that fracture energy in specimen set II (ratio of notches to depth =  $1/6$ ) was 8.4% greater than specimen set I (ratio of notches to sample height =  $1/3$ ). From the brittleness number, the value of  $\beta$  is in the range  $0.1 < \beta < 10$  which indicates that the material should be designed with nonlinear fracture mechanics criteria.*

**Key words:** *marine concrete, fracture mechanics, size effect law, nonlinear fracture mechanics*

## ABSTRAK

*Pengembangan infrastruktur di bidang maritim adalah salah satu strategi untuk mengembangkan perekonomian. Beton marine banyak digunakan sebagai material struktur pada pembangunan infrastruktur di bidang maritim. Beton marine harus menggunakan beton high performance concrete (HPC). Dengan berkembangnya teknologi beton HPC pengoptimalan efisiensi komponen struktur menjadi lebih signifikan.*

*Pada perencanaan pelaksanaan pembangunan khususnya pada tahap analisa struktur, jarang sekali direncanakan kekuatan terhadap mekanika fraktur yang seharusnya juga didesain agar keruntuhan secara fraktur bisa diatasi. penelitian ini mengkaji aplikasi size effect law pada beton HPC pada balok dengan berbagai ukuran yang sudah ditentukan (small, medium dan high) untuk memperoleh nilai energy fraktur ( $G_f$ ). Hasil penelitian ini dapat berkontribusi dalam penerapan metode untuk mendapatkan nilai parameter dari kinerja fraktur. selain itu, data parameter dapat digunakan dalam mengkalibrasi analisa numerik elemen struktur berbasis fraktur energi agar dapat dipastikan kinerja struktur yang sesungguhnya.*

*Hasil pengujian menunjukkan energi fraktur pada benda uji set II (rasio takik terhadap tinggi sample = 1/6) lebih besar 8,4% dari benda uji set I (rasio takik terhadap tinggi sample = 1/3). Dari angka keruntuhan nilai  $\beta$  berada pada range  $0,1 < \beta < 10$  yang menandakan material didesain harus dengan kriteria nonlinear fracture mechanic.*

**Kata-kata Kunci:** *Beton marine, mekanika fraktur, size effect law, nonlinear fracture mechanics*

**LEMBAR PENGESAHAN**

Judul : Aplikasi Size Effect Law pada Beton Marine dengan Pola  
Bukaan Tarik  
Nama : Fella Supazaein  
Nim : 55718010002  
Program Studi : Magister Teknik Sipil  
Tanggal : 23 Februari 2021

Mengesahkan  
Pembimbing



( Dr. Resmi Bestari Muin, MT)

Direktur Pasca Sarjana



(Prof. Dr. Ing. Mudrik Alaydrus)

Ketua Program Studi  
Magister Teknik Sipil



(Dr. Ir. Budi Susetyo, MT)

**LEMBAR PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenar – benarnya bahwa semua pernyataan dalam tesis ini:

Judul : Aplikasi *Size Effect Law* pada Beton Marine dengan Pola  
Bukaan Tarik  
Nama : Fella Supazaein  
Nim : 55718010002  
Program Studi : Magister Teknik Sipil  
Tanggal : 23 Februari 2021

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 23 Februari 2021



**LEMBAR PERNYATAAN SIMILARITY CHECK**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang di tulis oleh :

Nama : Fella Supazaein,ST  
NIM : 55718010002  
Program : Magister Teknik Sipil

Dengan judul “Aplikasi Size Effect Law pada Beton Marine dengan Pola Bukaan Tarik”. Telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada Tanggal 23 Februari 2021, diperoleh nilai persentase dengan rincian :

**Similarity Index = 25%**

**Internet Sources = 24%**

**Publications = 4%**

**Student Papers = 17%**

Jakarta, 23 Februari 2021  
Administrator Turnitin

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



**Arie Pangudi, Amd**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan ridho-NYA, sehingga tesis dengan judul “***Aplikasi size effect law pada beton marine dengan pola bukaan tarik***” ini dapat diselesaikan. Laporan tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) dalam bidang keahlian struktur pada program studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada :

1. Kementrian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional atas dukungan dana yang tertera pada Surat Keputusan Nomor 26/E1/KPT/2020 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 064.ADD/LL3/PG/2020 tahun 2020 sehingga penelitian ini dapat terlaksana.
2. Ibu Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, MS. atas bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluangkan kepada penulis untuk berdiskusi selama menjadi dosen pembimbing dan perkuliahan .
3. Ibu Dr. Ir. Agnes H. Patty yang telah memberikan masukan dan saran tentang materi fraktur yang sangat membantu dalam pembuatan tesis ini.
4. Pak Pariatmono selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan dan saran untuk perbaikan tesis ini.
5. PT Mercu Guna Mulia turut mendukung sebagai penyediaan lahan pembuatan dan penyimpanan sampel.
6. Orang tua, suami dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa.



7. Seluruh teman – teman yang mendukung.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan yang ramah lingkungan.

Jakarta, 23 Februari 2021



Fella Supazaein



## DAFTAR ISI

ABSTRACT.....	1
ABSTRAK.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i> .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	3
1.3. Rumusan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Batasan Masalah.....	5
1.7. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II.....	6
2.1. Beton <i>Marine</i> .....	6
2.2. Beton Kinerja Tinggi ( <i>HPC</i> ).....	7
2.2.1. Definisi.....	7
2.2.2. Bahan Penyusun.....	8
2.3. Fraktur Beton.....	10
2.4. Size Effect Law (SEL) oleh Bazant (1984).....	12
2.5. Penelitian Terdahulu.....	16
2.6. Posisi Penelitian.....	18
2.7. Celah Penelitian.....	19
2.8. Variabel Penelitian.....	19

BAB III .....	19
3.1. Metode Penelitian .....	19
3.2. Material .....	20
3.1.1. Acuan Normatif yang digunakan dalam pengujian .....	21
3.3. Dimensi Benda Uji.....	21
3.4. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji .....	24
3.5. Prosedur Pengujian .....	25
3.6. Pengolahan Data Hasil Uji.....	27
BAB IV .....	28
4.1. Bahan – bahan .....	28
4.2. Peralatan.....	28
4.3. <i>Material properties</i> yang Digunakan.....	29
4.4. <i>Mix design properties</i> .....	33
4.5. Hasil Pengujian .....	34
4.5.1. Nilai <i>Slump</i> .....	34
4.5.2. Hasil uji kuat tekan dan modulus elastisitas .....	35
4.6. Analisa Data dan Pembahasan Hasil.....	41
4.6.1. Persamaan Regresi menggunakan <i>SEL</i> .....	46
4.6.2. Energi Fraktur .....	47
4.6.3. Uji Validitas Data Hasil Uji.....	51
4.6.4. Angka Kegetasan $\beta$ .....	54
BAB V.....	56
5.1. Kesimpulan .....	56
5.2. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA .....	57
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu .....	16
Tabel 3.1. Dimensi benda uji.....	21
Tabel 3.2. Kriteria penskalaan pengukuran benda uji berdasarkan peraturan RILEM Technical Committee 89-FMT on Fracture Mechanics of Concrete Test Methods.....	22
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan agregat kasar.....	29
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan agregat halus.....	30
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Analisa Saringan agregat kasar.....	31
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus .....	32
Tabel 4.5. Mix design properties .....	33
Tabel 4.6. Hasil kuat tekan.....	35
Tabel 4.7. Hasil uji modulus elastisitas.....	36
Tabel 4.8. Perhitungan estimasi waktu pengujian fraktur.....	41
Tabel 4.9. Hasil beban maksimum uji fraktur.....	41
Tabel 4.10. Hasil uji fraktur Set I.....	42
Tabel 4.11. Hasil uji fraktur Set II .....	42
Tabel 4.12. Koordinat untuk mencari persamaan garis regresi.....	46
Tabel 4.14. Nilai $X$ dan $Y$ pada set I dan set II .....	52
Tabel 4.15. Perhitungan statistik set I .....	52
Tabel 4.16. Perhitungan statistik set II.....	53
Tabel 4.17. Angka kegetasan dan koordinat grafik <i>size effect law</i> set I .....	54
Tabel 4.18. Angka kegetasan dan koordinat grafik <i>size effect law</i> set II.....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Pola keruntuhan fraktur .....	11
Gambar 2. 2. Konsep mekanika fraktur vs. kekuatan material .....	12
Gambar 2. 3. Tipikal Uji <i>three point bending</i> pada balok. ....	12
Gambar 2. 4. serangkaian struktur yang mirip secara geometris. ....	13
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian .....	20
Gambar 3. 2. Benda Uji.....	22
Gambar 3. 3. Peralatan uji.....	26
Gambar 3. 4. Pengujian balok beton .....	25
Gambar 4.1. Grafik analisa saringan agregat kasar.....	32
Gambar 4. 2. Grafik analisa saringan agregat halus.....	33
Gambar 4. 3. Nilai slump .....	34
Gambar 4. 4. Keruntuhan beton terjadi di pinggir benda uji .....	35
Gambar 4. 5. Uji modulus elastisitas .....	36
Gambar 4. 6. Statika benda uji small .....	37
Gambar 4. 7. Statika benda uji medium.....	38
Gambar 4. 8. Statika benda uji large .....	39
Gambar 4. 9. Grafik uji fraktur beban vs lendutan pada benda uji large set I .....	43
Gambar 4. 10. Grafik uji fraktur beban vs lendutan pada benda uji medium set I	43
Gambar 4. 11. Grafik uji fraktur beban vs lendutan pada benda uji small set I....	44
Gambar 4. 12. Grafik uji fraktur beban vs lendutan pada benda uji large set II ...	44
Gambar 4. 13. Grafik uji fraktur beban vs lendutan pada benda uji medium set II .....	45
Gambar 4. 14. Grafik uji fraktur beban vs lendutan pada benda uji small set II .	45
Gambar 4. 15. Regresi linier sampel dengan Set I dan Set II .....	46
Gambar 4. 16. Perambatan retak pada agregat.....	50
Gambar 4. 17. Formulasi tegangan diujung retak.....	51

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1	Dokumentasi Pengujian
Lampiran 2	<i>Curriculum Vitae</i>
Lampiran 3	Naskah Jurnal
Lampiran 4	Hasil Cek Similarity Laporan Tesis menggunakan Turnitin
Lampiran 5	Standar Pengujian dan Perhitungan menggunakan RILEM 89-FMT
Lampiran 6	Berkas Korespondensi Artikel Publikasi Tesis
Lampiran 7	Hasil Cek Similarity Artikel Jurnal menggunakan Turnitin

