UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang
beton fiber bertulang pracetak non prategang**
TRINUGROHO, Suhendro, Prof.Ir.Bambang Suhendro, MSc.,PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

		Halaman
HALAMAN JUDUL		i
HALAMAN PENGESAHAN		ii
HALAMAN PERNYATAAN		iii
KATA PENGANTAR		iv
DAFTAR ISI		vi
DAFTAR TABEL		viii
DAFTAR GAMBAR		xi
DAFTAR LAMPIRAN		xvi
DAFTAR NOTASI		xviii
INTISARI		xx
BAB I.	PENDAHULUAN	1
	A. Latar Belakang	1
	B. Tujuan Penelitian	5
BAB II.	TINJAUAN PUSTAKA	6
	A. Bahan Tambah *Fiber* pada Beton	6
	B. Pondasi Tiang Pancang	9
	C. Tiang Pancang	10
	D. Bagian Alat Pancang Yang Perlu Diperhatikan	10
	E. Tiang Pancang Beton Pracetak Non Prategang	11
	F. Kondisi Tiang Pancang Setelah Terkena Pukulan *Hammer*.	13
BAB III.	LANDASAN TEORI	15
	A. Tiang Pancang	15
	B. Momen Retak Lentur Awal	17
	C. Gaya Geser pada Retak Miring Awal	17
	D. Gaya Geser Ultimit / Runtuh	18
	E. Tiang Mendukung Beban Lateral Dalam Tanah Kohesif	18
	F. Beban Kritis Tiang Menonjol	23

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang
beton fiber bertulang pracetak non prategang
TRINUGROHO, Suhendro, Prof. Ir. Bambang Suhendro, MSc.,PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

G. Defleksi Tiang Vertikal 25
H. Modulus Reaksi *Subgrade* 29

BAB IV. CARA PENELITIAN 32
A. Perancangan Model 32
B. Menghitung Perkiraan Beban untuk Uji Lateral dan Lentur 35
C. Perhitungan Tulangan dan Kontrol Tegangan Beton dan Baja Tiang Pancang 36
D. Peralatan Penelitian 42
E. Tahapan Pelaksanaan Penelitian 55

BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 83
A. Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton Normal dan Beton *Fiber* 83
B. Perancangan Beton Normal 96
C. Kualitas Beton Non Pancang (NP) dan Pasca Pancang (PP) 97
D. Hasil Pengujian Lentur Tiang Pancang dengan Dua Tumpuan 98
E. Hasil Perhitungan Momen Retak Pertama 100
F. Hasil Perhitungan Momen Lentur Ultimit 103
G. Kekakuan Lentur Dan Daktilitas Lendutan 106
H. Pola Retak Tiang Pancang Dalam Pengujian Lentur 107
I. Hasil Pengamatan dan Perhitungan Pengujian Lateral Tiang Pancang 110

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN 117
A. Kesimpulan 117
B. Saran-saran 120

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang
beton fiber bertulang pracetak non prategang**
TRINUGROHO, Suhendro, Prof.Ir. Bambang Suhendro, MSc.,PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel II.1.	Sifat-sifat macam kawat pada bahan *fiber local*	7
Tabel II.2.	Kuat tekan, kuat tarik dan modulus elastisitas beton serat dengan serat dari bendrat	8
Tabel II.3.	Kekakuan lentur, momen retak, momen leleh dan daktilitas lendutan tiang pancang yang terkena *hammer* pada saat pemancangan berbentuk segitiga	14
Tabel III.1.	Beban lateral ijin pada tiang vertikal, untuk deflksi maksimum 6 mm dan faktor aman F=3	20
Tabel III.2.	Gaya horisontal ijin bekerja pada kepala tiang beton dan kayu di dalam tanah lempung, pada kondisi jangka pendek	21
Tabel III.3.	Gaya horisontal ijin bekerja pada kepala tiang beton dan kayu di dalam tanah lempung, pada kondisi jangka panjang	21
Tabel III.4.	Hubungan modulus *subgrade* dengan kuat geser *undrained* untuk lempung kaku terkonsolidasi berlebihan (*overconsolidated*)	23
Tabel III.5.	Nilai-nilai n_h untuk tanah kohesif	23
Tabel III.6.	Kriteria tiang kaku dan tiang tidak kaku untuk tiang ujung bebas	23

Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang
beton fiber bertulang pracetak non prategang
TRINUGROHO, Suhendro, Prof.Ir. Bambang Suhendro, MSc.,PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel III.7. Hubungan modulus *subgrade* k_1 dengan kuat geser *undrained* untuk lempung kaku terkonsolidasi (*oversolidated*) 28

Tabel V.1. Hasil pengujian agregat halus..... 83

Tabel V.2. Hasil perhitungan gradasi agregat halus..... 84

Tabel V.3. Hasil pengujian agregat kasar..... 86

Tabel V.4. Hasil perhitungan gradasi agregat kasar..... 87

Tabel V.5. Hasil pemeriksaan nilai *slump* rata-rata 90

Tabel V.6. Perhitungan berat volume beton..... 92

Tabel V.7. Hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata dengan fas 0,44 umur 28 hari 95

Tabel V.8. Perbandingan hasil perhitungan perancangan beton peneli - tian dengan produsen tiang pancang..... 97

Tabel V.9. Hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata pasca pancang dengan fas 0,44..... 98

Tabel V.10. Hasil perhitungan momen retak pertama rencana 100

Tabel V.11. Hasil perhitungan momen retak pertama teoritis..... 100

Tabel V.12. Hasil perhitungan momen retak pertama pengujian..... 101

Tabel V.13. Perbandingan momen retak pertama teoritis dan pengujian 102

Tabel V.14. Perhitungan momen lentur ultimit pengujian 104

Tabel V.15. Perhitungan momen lentur teoritis (kapasitas teoritis) tiang pancang..... 104

Tabel V.16. Perbandingan momen ultimit teoritis dan pengujian..... 105

Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang
beton fiber bertulang pracetak non prategang
TRINUGROHO, Suhendro, Prof.Ir. Bambang Suhendro, MSc.,PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel V.17. Rangkuman hasil pengujian lentur tiang pancang..... 107

Tabel V.18. Perbandingan tiang pasca pancang terhadap tiang non pancang..... 107

Tabel V.19. Perbandingan lendutan dan gaya lateral teoritis dan hasil Pengujian tiang beton fiber terhadap tiang beton normal … 115

Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang
beton fiber bertulang pracetak non prategang
TRINUGROHO, Suhendro, Prof.Ir. Bambang Suhendro, MSc.,PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar II.	*Fiber* tersebar merata dan orientasi *random* dalam beton	7
Gambar III.1.	Pembebanan pada *simple beam*	17
Gambar III.2.	Tiang ujung bebas dan jepit.....	19
Gambar III.3.	Pelengkungan tiang panjang yang mendukung beban ver tikal dan horizontal di kepala tiang.....	24
Gambar III.4.	*Defleksi* gaya lateral.....	26
Gambar III.5.	*Defleksi* lateral tiang di atas permukaan tanah	29
Gambar IV.1.	Dimensi tiang pancang	32
Gambar IV.2.	Penempatan beban dalam pengujian lentur	35
Gambar IV.3.	Penempatan beban dalam pengujian lateral.....	35
Gambar IV.4.	Momen dari pengangkatan satu titik	36
Gambar IV.5.	Momen dari pengangkatan dua titik	37
Gambar IV.6.	Pembebanan pengujian lentur dan penampang benda uji.	41
Gambar IV.7.	Alat potong besi tulangan	43
Gambar IV.8.	*Vibrator*	43
Gambar IV.9.	*Begisting*	44
Gambar IV.10.	Timbangan gantung	44
Gambar IV.11.	*Concrete mixer truck*	45
Gambar IV.12.	*Crane* dan *bucket*	45
Gambar IV.13.	Alat pancang *drop hammer*	46
Gambar IV.14.	*Crane mobile*	46

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang beton fiber bertulang pracetak non prategang
TRINUGROHO, Suhendro, Prof.Ir. Bambang Suhendro, MSc, PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar IV.15. Pengangkatan tiang pancang dengan satu titik angkat 47
Gambar IV.16. Perlengkapan kepala tiang 47
Gambar IV.17. *Hidraulick jack, water pass, alat tulis, dial gauge, strain meter,strain gauge* dan *strain indicator* 48
Gambar IV.18. *Load cell* dan *bearing* 49
Gambar IV.19. Alat transportasi benda uji tiang pancang..... 49
Gambar IV.20. Roda karet, plat mika, selotif, terminal, kabel *triple* dan pengatur sudut letak *strain gauge* 50
Gambar IV.21. *Seal* 50
Gambar IV.22. Solder, tinol gunting dan *strain meter* 50
Gambar IV.23. *Loading frame, load cell dan hidraulick jack*..... 51
Gambar IV.24. *Rebar locator* 52
Gambar IV.25. *Corecase* dan perlengkapannya 53
Gambar IV.26. Perlengkapan penunjang alat *corecase* 53
Gambar IV.27. *Load cell* dan *dial gauge* 54
Gambar IV.28. Timbangan, uji tekan, strain meter dan jangka sorong..... 54
Gambar IV.29. Pemasangan besi tulangan tiang pancang..... 57
Gambar IV.30. Pemasangan *begisting* dan besi tulangan..... 58
Gambar IV.31. Pemotongan bendrat 59
Gambar IV.32. Penimbangan bendrat 59
Gambar IV.33. Pengecoran tiang pancang 61
Gambar IV.34. Tiang pancang siap dikirim 62
Gambar IV.35. Pengangkatan tiang pancang dengan dua titik angkat..... 63

Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang
beton fiber bertulang pracetak non prategang
TRINUGROHO, Suhendro, Prof.Ir. Bambang Suhendro, MSc.,PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar IV.36. Pengangkatan tiang pancang dengan satu titik angkat 64

Gambar IV.37. Pemancangan Tiang Pancang 64

Gambar IV.38. Penggunaan *Dolly* Bebas Saat Pemancangan 65

Gambar IV.39. Uji Lentur di Laboratorium 66

Gambar IV.40. Pasca pemancangan tiang pancang 66

Gambar IV.41. Uji Lateral di Lokasi Penelitian 67

Gambar IV.42. Peralatan pemasangan *strain gauge* 68

Gambar IV.43. Posisi *strain gauge* 68

Gambar IV.44. Pengecekan aktif tidaknya *strain gauge* yang telah dipa - sang 70

Gambar IV.45. Pelapisan muka *strain gauge* dengan *seal* 70

Gambar IV.46. *Set up* pengujian lateral 71

Gambar IV.47. Tampak depan *set up* alat uji lentur 73

Gambar IV.48. Tampak samping *set up* alat uji lentur 74

Gambar IV.49. Pendeteksian besi tulangan dengan *rebar locator* 76

Gambar IV.50. Pengambilan Silinder Beton Dengan *Corecase* 78

Gambar IV.51. Pengujian tekan dengan silinder beton dari pengecoran .. 80

Gambar IV.52. Pengujian tekan dengan silinder beton dari hasil *core-case* 81

Gambar IV.53. Tahapan pelaksanan penelitian 82

Gambar V.1. Gradasi Pasir Muntilan 84

Gambar V.2. Gradasi Agregat Kasar (Batu Pecah Jepara) 87

Gambar V.3. Hasil pengujian kuat tarik besi tulangan 89

Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang
beton fiber bertulang pracetak non prategang
TRINUGROHO, Suhendro, Prof.Ir. Bambang Suhendro, MSc.,PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar V.4. Penimbangan silinder beton pra pancang 91

Gambar V.5. Posisi pengambilan benda uji BNNP..... 92

Gambar V.6. Posisi pengambilan benda uji BNPP-1 93

Gambar V.7. Posisi pengambilan benda uji BNPP-2 93

Gambar V.8. Posisi pengambilan benda uji BFNP 93

Gambar V.9. Posisi pengambilan benda uji BFPP-1..... 94

Gambar V.10. Posisi pengambilan benda uji BFPP-2..... 94

Gambar V.11. Benda uji tekan hasil pengambilan dengan *corecase* 94

Gambar V.12. Penimbangan berat dan pengukuran dimensi silinder beton 95

Gambar V.13. Grafik hubungan pembebanan dan besar lendutan dalam uji lentur dari beton normal 99

Gambar V.14. Grafik hubungan pembebanan lentur dengan besar lendutan dari beton *fiber*..... 99

Gambar V.15. Grafik perbandingan momen retak pertama pengujian lentur tiang pancang beton normal dengan dua tumpuan. 102

Gambar V.16. Grafik perbandingan momen retak pertama pengujian lentur tiang pancang beton *fiber* dengan dua tumpuan..... 103

Gambar V.17. Grafik perbandingan momen ultimit pengujian lentur tiang pancang beton normal dengan dua tumpuan 105

Gambar V.18. Grafik perbandingan momen ultimit pengujian lentur tiang pancang beton *fiber* dengan dua tumpuan 106

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang
beton fiber bertulang pracetak non prategang**
TRINUGROHO, Suhendro, Prof.Ir. Bambang Suhendro, MSc.,PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar V.19. Pola retak tiang pancang beton normal non pancang (BNNP) 108

Gambar V.20. Pola retak tiang pancang beton normal pasca pancang (BNPP-1) 108

Gambar V.21. Pola retak tiang pancang beton normal pasca pancang (BNPP-2) 108

Gambar V.22. Pola retak tiang pancang beton *fiber* non pancang (BFNP) 109

Gambar V.23. Pola retak tiang pancang beton *fiber* pasca pancang (BFPP-1) 109

Gambar V.24. Pola retak tiang pancang beton *fiber* pasca pancang (BFPP-2) 109

Gambar V.25. Grafik hubungan beban lateral tiang pancang beton nor - mal hasil pengujian terhadap lendutan yang terjadi 116

Gambar V.26. Grafik hubungan beban lateral tiang pancang beton *fiber* hasil pengujian terhadap lendutan yang terjadi 116

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang
beton fiber bertulang pracetak non prategang**
TRINUGROHO, Suhendro, Prof.Ir. Bambang Suhendro, MSc.,PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran IV. 1.- IV.2. Hasil pemeriksaan kadar lumpur dalam pasir 1. L-1

Lampiran IV. 3. Pemeriksan zat organik dalam pasir L-3

Lampiran IV. 4 – IV. 9. Pemeriksaan gradasi pasir L-4

Lampiran IV. 10 – IV. 11 Pemeriksaan *specific gravity* dan *absorpsi* pasir. L-10

Lampiran IV. 12. Pemeriksaan *SSD* (*saturated surface dry*) pasir..... L-12

Lampiran IV. 13 – IV.14. Hasil pemeriksaan kadar lumpur dalam batu pecah..... L-13

Lampiran IV. 15 – IV.20. Pemeriksaan gradasi batu pecah..... L-15

Lampiran IV. 21 – IV..22. Pemeriksaan *specific gravity* dan *absorption* batu pecah..... L-21

Lampiran IV. 23. Pemeriksaan berat satuan volume batu pecah..... L-23

Lampiran IV. 24. Pemeriksaan keausan agregat kasar..... L-24

Lampiran IV. 25. Pemeriksaan berat jenis volume kawat bendrat..... L-25

Lampiran IV. 26. Pemeriksaan kuat tarik baja tulangan..... L-26

Lampiran IV. 27. Hasil Pengujian s*lump*..... L-27

Lampiran IV. 28. Hasil pengujian berat jenis silinder beton..... L-28

Lampiran IV. 29. Hasil uji tekan silinder beton prapancang..... L-29

Lampiran IV. 30. Hasil pengukuran berat dan dimensi silinder beton pasca pancang..... L-30

Lampiran IV. 31. Hasil pengujian kuat tekan beton pasca pancang..... L-31

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang beton fiber bertulang pracetak non prategang
TRINUGROHO, Suhendro, Prof.Ir. Bambang Suhendro, MSc.,PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran IV. 32. Rancangan Campuran Metode ACI..... L-32

Lampiran IV. 33. Rancangan Campuran Metode SK.SNI. T-15-1990-03... L-34

Lampiran IV. 33.a. Laporan *Mix Design* dari *Batching Plan*..... L-37

Lampiran IV. 34. Data pengukuran penampang tiang pancang..... L-38

Lampiran IV. 35. Data Pengukuran bentang pembebanan..... L-39

Lampiran IV. 36. Data Uji Lentur Tiang dengan Dua Tumpuan (BNNP).... L-40

Lampiran IV. 37. Data Uji Lentur Tiang dengan Dua Tumpuan (BNNP-2).. L-41

Lampiran IV. 38. Data Uji Lentur Tiang dengan Dua Tumpuan (BNPP-1)... L-42

Lampiran IV. 39. Data Uji Lentur Tiang dengan Dua Tumpuan (BFNP)..... L-43

Lampiran IV. 40. Data Uji Lentur Tiang dengan Dua Tumpuan (BFPP-1).... L-44

Lampiran IV. 41. Data Uji Lentur Tiang dengan Dua Tumpuan (BFPP-2)... L-45

Lampiran IV. 42. Perhitungan Momen Retak Pertama Pengujian (BNNP)... L-46

Lampiran IV. 43. Perhitungan Momen Kapasitas Teoritis (BNNP)..... L-47

Lampiran IV. 44. Perhitungan Momen Retak Pertama Pengujian (BFNP)... L-49

Lampiran IV. 45. Perhitungan Momen Kapasitas Teoritis (BFNP)..... L-50

Lampiran IV. 46. Data pengamatan pengujian lateral tiang pancang beton normal pasca pancang..... L-52

Lampiran IV. 47. Data pengamatan pengujian lateral tiang pancang beton *fiber* pasca pancang..... L-53

Lampiran IV. 48. Data-data pengamatan pelaksanaan pemancangan..... L-54

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang
beton fiber bertulang pracetak non prategang**
TRINUGROHO, Suhendro, Prof Ir. Bambang Suhendro, MSc.,PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR NOTASI

a = Jarak pada momen lentur maksimum saat tiang diangkat, m

$A_{s,t}$ = luas baja tulangan total , mm^2.

$A_{s'}$ = luas baja tulangan tekan, mm^2.

A_v = luas baja tulangan geser, mm^2.

b = ukuran lebar penampang struktur, mm.

B_p = lebar fondasi tiang, mm.

C = konstanta energi pemancangan.

= 1,0 untuk *drop hammer*

= 0,1 untuk *steam hammer*

C_m = faktor untuk perbesaran momen.

C_s = gaya tekan tambahan akibat tulangan tekan, kN.

D = beban mati, kN.

D = diameter tulangan, mm.

d = tinggi manfaat penampang struktur, mm.

d_s = jarak dari serat tarik terluar kepusat tulangan tarik ,mm.

$d_{s'}$ = jarak dari serat tekan terluar kepusat tulangan tekan, mm.

E = *driving energy, kip.*

E_c = modulus elastisitas beton, MPa.

E_p = modulus elastis fondasi tiang

E_s = modulus elastisitas baja, Mpa.

f'_c = kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa.

f'_y = tegangan leleh baja tulangan, Mpa.

g = percepatan gravitasi, mm/dt^2.

h = tinggi jatuh, *feet.*

h = tinggi penampang struktur, mm.

= tinggi jatuh *hammer,* mm

H = tinggi puncak bagian utama struktur, m.

I = momen inersia, mm^4.

I = faktor keutamaan gedung.

I_g = momen inersia penampang bruto, mm^4.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Pengaruh pukulan Hammer pada saat pemancangan terhadap kapasitas lentur dan lateral tiang pancang beton fiber bertulang pracetak non prategang
TRINUGROHO, Suhendro, Prof.Ir. Bambang Suhendro, MSc.,PhD
Universitas Gadjah Mada, 2003 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

I_y = momen inersia penampang tiang, mm^4.

K = faktor jenis struktur.

K_1 = *modulus of subgrade reactions Terzaghi*, MPa.

K_h = *modulus of horizontal subgrade reaction*, MPa.

Ks = *coefficient subgrade reaction of long pile*.

L = beban hidup, kN.

L_R = beban hidup tereduksi kN.

M = momen, kN.m.

M_{cr} = momen retak lentur awal, N.mm.

M_n = momen nominal penampang, kN.m.

M_u = momen perlu, KNm

M_x = momen arah x, kN.m.

M_z = momen arah z, kN.m.

P_c = Beban tekuk Euler, kN

P_{maks} = beban maksimal tiang pancang, kN.

q = beban merata , KNm, Kg/cm.

Q_a = daya dukung tiang pancang, lbs.

r = radius girasi, mm

s = spasi tulangan geser, mm

σ = tegangan yang terjadi, N/mm^2

S = total penetrasi satu tumbukan, *in/blow*.

T = waktu getar alami gedung, detik.

V = jumlah muatan normal (kolom + *poer*), kN.

V = gaya geser dasar akibat beban gempa, kN

V_n = gaya geser nominal, kN.

V_s = kuat geser nominal elemen portal tulangan geser, kN

W = beban angin, Kg/m^2.

= berat penumbuk / hammer , kg.

W = berat penumbuk / *hammer,* lbs.

y_t = jarak garis netral ke sarat terluar, mm.