

**PENGARUH PERKUATAN PENGEKANGAN EKSTERNAL
PADA KOLOM BETON PERSEGI YANG SUDAH DIBEBANI
MENGUNAKAN PELAT BAJA TERHADAP GAYA TEKAN**

**TUGAS AKHIR
PROGRAM SARJANA TEKNIK SIPIL**

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



**Disusun Oleh :
Paulinus Erasmus Poseng
1904100093**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG
2024**

HALAMAN PERNYATAAN ORISANILITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Paulinus Erasmus Poseng

NIM : 19041000093

Tanda Tangan :



Tanggal : 26 Juni 2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH PERKUATAN PENGEKANGAN EKSTERNAL PADA
KOLOM BETON PERSEGI YANG SUDAH DIBEBANI MENGGUNAKAN
PELAT BAJA TERHADAP GAYA TEKAN**

Dipersiapkan dan disusun oleh:
PAULINUS ERASMUS POSENG
19041000093

**Telah dipertahankan di Dewan Penguji
Pada, 28 Februari 2024**

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji 1 : Ir. Bambang Tri Leksono, M.T. (.....)
Dosen Penguji 2 : Ir. Dionisius Triprijo Arry B., M.T. (.....)
Dosen Saksi : Dr. Eko Indah Susanti, S.T., M.T. (.....)

Memeriksa dan Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Ninik Catur Endah Yulianti, S.T., M.T.
NIDN. 0004097002



Ir. Nila Kurniawati, M.T.
NIDN. 0702056501

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik.

Malang, 26 Juni 2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ninik Catur Endah Yulianti, S.T., M.T.
NIDN. 0004097002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat Rahmat, KaruniaNya sehinggah saya dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul “Pengaruh Perkuatan Pengekangan Eksternal Pada Kolom Beton Persegi Yang Sudah Dibebani Menggunakan Pelat Baja Terhadap Gaya Tekan”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Strata Satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materil, sehinggah penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada :

1. Dr. Ninik Catur EY., S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
2. Dr. Eko Indah Susanti, S.T., M.T. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
3. Dr. Ninik Catur EY., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang bersedia membimbing dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Ir. Nila Kurniawati, M.T. selaku dosen pembimbing II yang bersedia membimbing dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Orang tua dan keluarga tercinta, terlebih khusus Ma Thomas, Ne Rosa, Kae Melki, Kae Frit, Kae Sera, Ezo, dan Teta, yang selalu mendoakan, serta memberikan dukungan moril maupun materil.
6. Teman-teman penelitian yang membantu dalam penyusunan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca guna menyempurnakan kekurangan pada tugas akhir ini.

Malang, 26 Juni 2024

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Paulinus Erasmus Poseng

NIM : 19041000093

Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalti-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul

PENGARUH PERKUATAN PENGEKANGAN EKSTERNAL PADA KOLOM BETON PERSEGI YANG SUDAH DIBEKANI MENGGUNAKAN PELAT BAJA TERHADAP GAYA TEKAN.

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Malang

Pada Tanggal : 26 Juni 2024



Paulinus Erasmus Poseng

**PENGARUH PERKUATAN PENGEKANGAN EKSTERNAL PADA
KOLOM BETON PERSEGI YANG SUDAH DIBEBANI MENGGUNAKAN
PELAT BAJA TERHADAP GAYA TEKAN**

Paulinus Erasmus Poseng

ABSTRAK

Retakan pada beton disebabkan oleh banyak hal seperti kelebihan beban, kesalahan desain, dan pelaksanaan yang salah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perkuatan pengekangan eksternal pada kolom beton persegi yang sudah dibebani menggunakan pelat baja terhadap gaya tekan.

Benda uji yang digunakan berukuran 15 x 15 x 30 cm yang terlebih dahulu diuji tekan pada umur 28 hari sampai mencapai beban 85 %Pn. Kemudian dipasang perkuatan pengekangan eksternal menggunakan pelat baja dengan variasi spasing, lebar dan tebal pelat baja. Benda uji dengan pengekangan diuji tekan sampai mencapai beban maksimum sehingga mengalami kerusakan. Benda uji yang digunakan berjumlah 30 buah terdiri dari 3 benda uji normal dan 27 benda uji dengan pengekangan yang terbagi dalam 3 populasi. Mutu beton rencana sebesar 21,9 Mpa. Pengujian gaya tekan berdasarkan standar ASTM C39.

Hasil penelitian Benda uji dengan nilai rata-rata gaya tekan beton tertinggi dengan variasi spasing 0 mm, lebar 180 mm dan tebal 1 mm sebesar 73,01 ton. sedangkan benda uji dengan nilai rata-rata gaya tekan beton terendah dengan variasi spasing 25 mm, lebar 70 mm dan tebal 0,40 mm sebesar 43,36 ton.

Kata kunci : Pengekangan Eksternal, Pelat Baja, Spasing, Lebar dan Tebal, Gaya Tekan.

**THE EFFECT OF STRENGTHENING EXTERNAL CONSTRAINTS IN
SQUARE CONCRETE COLUMNS WHICH HAVE BEEN LOADED USING
STEEL PLATES ON COMPRESSIVE FORCES**

Paulinus Erasmus Poseng

ABSTRACT

Cracks in concrete are caused by many things such as overload, design errors, and incorrect implementation. The aim of this research is to determine the effect of strengthening external restraints on square concrete columns that have been loaded using steel plates on compressive forces.

The test object used measured 15 x 15 x 30 cm which was first compressed at the age of 28 days until it reached a load of 85% Pn. Then external restraint reinforcement was installed using steel plates with variations in spacing, width and thickness of the steel plates. Test specimens with restraints are compressed until they reach the maximum load so they are damaged. There were 30 test objects used consisting of 3 normal test objects and 27 test objects with restraints which were divided into 3 populations. The planned concrete quality is 21.9 Mpa. Compressive force testing based on ASTM C39 standards.

The research results of the test object with the highest average value of concrete compressive force with variations in spacing of 0 mm, width of 180 mm and thickness of 1 mm was 73.01 tonnes. while the test object with the lowest average value of concrete compressive force with variations in spacing of 25 mm, width of 70 mm and thickness of 0.40 mm was 43.36 tons.

Keywords : *External Restraints, Steel Plates, Spacing, Width and Thickness, Compressive Force.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISANILITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Teknologi Beton	5
2.2.1 Pengertian Beton	5
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton	6
2.2.3 Bahan Penyusun Beton	7
2.2.4 Sifat-sifat Beton	14
2.3 Gaya Tekan Kolom Tulangan Persegi.....	15

2.3.1 Gaya Tekan Aksial Nominal (P_n).....	15
2.3.2 Gaya Tekan Aksial Rencana ($\Phi.P_n$).....	15
2.4 Teori Pengekangan	16
2.4.1 Perilaku Beton Terkekang	16
2.4.2 Metode Pengekangan	16
2.4.3 Mekanisme Keruntuhan Beton Terkekang	18
2.4.4 Pelat Baja Sebagai Pengekang Eksternal	19
2.4.5 Gaya Tekan Beton Terkekang	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Program Penelitian	21
3.2 Bahan dan Peralatan	21
3.2.1 Bahan	21
3.2.2 Peralatan	26
3.3 Benda Uji	30
3.4 Pembuatan Benda Uji.....	32
3.4.1 Tahap Persiapan.....	32
3.4.2 Tahap Pengujian Bahan Dasar Kolom Beton Persegi	33
3.4.3 Rencana Campuran Beton (<i>Concrete Mix Design</i>)	33
3.4.4 Tahap Pembuatan Benda Uji	33
3.4.5 Pengujian Tekan Beton Normal	34
3.5 Pemasangan Pengekangan Pelat Baja	35
3.6 Pengujian Tekan Beton Terkekang	35
3.7 Analisis Data	36
3.8 Diagram Alir Penelitian.....	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Deskripsi Umum	38

4.2 Hasil Pengujian Material.....	38
4.2.1 Pengujian Agregat Halus.....	39
4.2.2 Pengujian Agregat Kasar.....	39
4.2.3 Pengujian Tarik Baja Tulangan	40
4.2.4 Benda Uji Trial Mix	40
4.3 Kebutuhan Material.....	41
4.3.1 Perhitungan Kebutuhan Bahan Campuran Beton	41
4.3.2 Kebutuhan Material Untuk 1 Benda Uji Kolom Beton Persegi.....	41
4.4 Pembuatan Benda Uji Kolom Beton Persegi	42
4.5 Pengujian Gaya Tekan Benda Uji Kolom Beton Persegi.....	45
4.5.1 Mekanisme Keruntuhan Kolom Beton Persegi.....	46
4.5.2 Hasil Pengujian Gaya Tekan Beton Normal	47
4.5.3 Perhitungan Gaya Tekan Pnominal	47
4.5.4 Hasil Pengujian Gaya Tekan Benda Uji Kolom Beton Persegi Belum Dikekang	48
4.5.5 Mekanisme Keruntuhan Kolom Beton Persegi Yang Telah Rusak Dengan Pengekangan Eksternal Pelat Baja.....	50
4.5.6 Hasil Pengujian Gaya Tekan Kolom Beton Persegi Dengan Pengekangan Eksternal Pelat Baja	50
4.5.7 Perbandingan Gaya Tekan Beton Belum Dikekang dan Dengan Pengekangan Pelat Baja Dalam 1 Populasi.....	52
4.5.8 Perbandingan Nilai Tertinggi Gaya Tekan Beton Dengan Pengekangan Antar Populasi.....	56
4.5.9 Perbandingan Nilai Tertinggi Gaya Tekan Beton Dengan Pengekangan dan Beton Normal	57
4.5.10 Persentase Perbandingan Nilai Tertinggi Gaya Tekan Beton Normal, Belum Dikekang dan Dengan Pengekangan	58

4.6 Gaya Tekan Benda Uji Terkekang dan Terkekang Teoritis	59
4.6.1 Gaya Tekan Kolom Beton dengan Kekangan Pelat Baja Teoritis	59
4.6.2 Perbandingan Nilai Tertinggi Gaya Tekan Beton Terkekang antar Populasi Teoritis	64
4.7 Perbandingan Hasil Test dan Teoritis	65
4.8 Pembahasan Hasil Penelitian	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas-Batas Gradasi Agregat Kasar	9
Tabel 2. 2 Batas-Batas Gradasi Agregat Halus	10
Tabel 2. 3 Beton Menurut Kuat Tekannya (Tjokrodimuljo, 2007)	14
Tabel 2. 4 Berat Jenis Beton (Tjokrodimuljo, 2007).....	15
Tabel 3. 1 Jenis-Jenis Pemeriksaan Agregat Kasar	25
Tabel 3. 2 Jenis-Jenis Pemeriksaan Agregat Halus	25
Tabel 3. 3 Variabel Benda Uji Pengekangan Pelat Baja.....	30
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Material Agregat Halus	39
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Material Agregat Kasar	39
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Tarik Baja Tulangan	40
Tabel 4.4 Kuat Tekan Benda Uji Trial Mix	41
Tabel 4. 5 Kebutuhan Material untuk 1 m ³ Beton	41
Tabel 4. 6 Kebutuhan Material untuk 1 kolom persegi	42
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Gaya Tekan Beton Normal Populasi 1	47
Tabel 4. 8 Hasil Uji Gaya Tekan Benda Uji kolom beton persegi	48
Tabel 4. 9 Hasil Uji Gaya Tekan Benda Uji kolom beton persegi	49
Tabel 4. 10 Hasil Uji Gaya Tekan Benda Uji kolom beton persegi	49
Tabel 4. 11 Hasil Uji Gaya Tekan Benda Uji kolom beton persegi	51
Tabel 4. 12 Hasil Uji Gaya Tekan Benda Uji kolom beton persegi	51
Tabel 4. 13 Hasil Uji Gaya Tekan Benda Uji kolom beton persegi	52
Tabel 4. 14 Perbandingan Gaya Tekan Benda Uji Rata-rata belum.....	53
Tabel 4. 15 Perbandingan Gaya Tekan Benda Uji Rata-rata.....	54
Tabel 4. 16 Perbandingan Gaya Tekan Benda Uji Rata-rata.....	55
Tabel 4. 17 Perbandingan Nilai Tertinggi Gaya Tekan Beton	56
Tabel 4. 18 Hasil perbandingan nilai tertinggi gaya tekan beton	57
Tabel 4. 19 Persentase Perbandingan Nilai Tertinggi Gaya Tekan	58
Tabel 4. 20 Perhitungan Gaya Tekan Teoritis Populasi 2.....	60
Tabel 4. 21 Perbandingan Gaya Tekan Test dan	60
Tabel 4. 22 Perhitungan Gaya Tekan Teoritis Populasi 3.....	62
Tabel 4. 23 Perbandingan Gaya Tekan Test dan	62
Tabel 4. 24 Perhitungan Gaya Tekan Teoritis Populasi 4.....	64

Tabel 4. 25 Perbandingan Gaya Tekan Test dan	64
Tabel 4. 26 Perbandingan Nilai Tertinggi Gaya Tekan	65
Tabel 4. 27 Perbandingan Gaya Tekan Tertinggi Beton.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton	14
Gambar 2. 2 Mekanisme Kekangan Pada Beton Secara Detail	16
Gambar 2. 3 Ilustrasi Pengekangan Tulangan Persegi	17
Gambar 2. 4 Ilustrasi Steel Jacketing	18
Gambar 2. 5 Ilustrasi mekanisme keruntuhan beton	19
Gambar 3. 1 Pelat Baja Galvalum	22
Gambar 3. 2 Lem Epoxi Resin	22
Gambar 3. 3 Baut	23
Gambar 3. 4 Semen Portland Type 1	23
Gambar 3. 5 Agregat Kasar	23
Gambar 3. 6 Agregat Halus	24
Gambar 3. 7 Air	24
Gambar 3. 8 Compression Test Machine	26
Gambar 3. 9 Timbangan Digital	26
Gambar 3. 10 timbangan tripel beam	27
Gambar 3. 11 Mesin Pengaduk Beton	27
Gambar 3. 12 Wada Aluminium	27
Gambar 3. 13 Cetok	28
Gambar 3. 14 Sekop	28
Gambar 3. 15 Gunting	28
Gambar 3. 16 Kunci pas	29
Gambar 3. 17 Paku	29
Gambar 3. 18 Bekisting kolom	29
Gambar 3. 19 Variasi benda uji - 3D	31
Gambar 3. 20 Populasi variasi benda uji 2 dimensi	32
Gambar 3. 21 Uji gaya tekan beton sebelum pengekangan	35
Gambar 3. 22 Diagram Alir	37
Gambar 4. 1 Proses Pengikatan Tulangan	42
Gambar 4. 2 Proses Penempatan Tulangan	42
Gambar 4. 3 Proses Penimbangan Material	43

Gambar 4. 4 Memasukkan Material.....	43
Gambar 4. 5 Menuangkan Campuran Beton ke Wadah Aluminium.....	43
Gambar 4. 6 Uji Slump Test Campuran Beton.....	44
Gambar 4. 7 Memasukkan Beton Kedalam Bekisting.....	45
Gambar 4. 8 Perawatan Benda Uji.....	45
Gambar 4. 9 Pengujian Gaya Tekan Kolom Beton Persegi.....	46
Gambar 4. 10 Bentuk Kehancuran Silinder Pada Benda Uji.....	46
Gambar 4. 11 Mekanisme Keruntuhan Beton tidak Terkekang Pada Populasi 2..	46
Gambar 4. 12 Mekanisme Keruntuhan Beton dengan.....	50
Gambar 4. 13 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Benda Uji.....	53
Gambar 4. 14 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Benda Uji.....	54
Gambar 4. 15 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Benda Uji.....	55
Gambar 4. 16 Histogram Perbandingan Nilai Tertinggi.....	56
Gambar 4. 17 Histogram Perbandingan Gaya Tekan.....	57
Gambar 4. 18 Histogram Perbandingan Nilai Tertinggi Gaya.....	58
Gambar 4. 19 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Benda Uji dengan pengekangan Test dan Teoritis dalam Populasi 2.....	60
Gambar 4. 20 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Benda Uji dengan pengekangan Test dan Teoritis dalam Populasi 3.....	62
Gambar 4. 21 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Benda Uji.....	64
Gambar 4. 22 Histogram Perbandingan Nilai Tertinggi.....	65
Gambar 4. 23 Histogram Perbandingan Nilai Gaya Tekan.....	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Material Pasir Sebagai Agregat Halus	72
Lampiran 2 Pengujian Material Batu Pecah Sebagai Agregat Kasar	73
Lampiran 3 Mix Design	74
Lampiran 4 Perhitungan Bahan Campuran Beton Bertulang Per 1 m ³	75
Lampiran 5 Perhitungan Kebutuhan Campuran Beton	75
Lampiran 6 Perhitungan Kuat Tekan Trial Mix (Silinder)	75
Lampiran 7 Perhitungan Tulangan Kolom	76
Lampiran 8 Dokumentasi Penelitian	77
Lampiran 9 Hasil Pengujian Kolom Beton Persegi	80