



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No.29/TA/S.Tr-TKG/2021

TUGAS AKHIR

Pemodelan Kapasitas Tarik *Chemical Anchor* dengan Variasi Kedalaman dan Mutu Beton



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV

Politeknik Negeri Jakarta

Disusun Oleh :

Jasun Widiana Putra
NIM. 4017010006

Pembimbing :

Anis Rosvidah, S.Pd., S.ST., M.T.
NIP 19730318 199802 2 004

Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.
NIP 199111222019031010

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2021**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul :

PEMODELAN KAPASITAS TARIK *CHEMICAL ANCHOR* DENGAN VARIASI KEDALAMAN DAN MUTU BETON yang disusun oleh **Jasun Widiana Putra (407010006)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Proyek Akhir Tahap II**



Pembimbing 1:

Anis Rosyidah, S.Pd., S.ST., M.T.

NIP 19730318 199802 2 004

Pembimbing 2:

Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.

NIP 199111222019031010



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir berjudul :

PEMODELAN KAPASITAS TARIK *CHEMICAL ANCHOR* DENGAN VARIASI KEDALAMAN DAN MUTU BETON yang disusun oleh **Jasun Widiana Putra (407010006)**

Telah dipertahankan dalam Sidang Proyek Akhir Tahap 2 di depan Tim Penguji pada hari

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Andi Indianto, Drs, S.T., M.T. NIP : 1961092819870310002	
Anggota	Yanuar Setiawan, S.T., M.T. NIP : 199001012019031015	
Anggota	Rinawati, S.T., M.T. NIP : 1970051020050120001	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta



Dyah Nurwidyaningrum S.T.,MM,M.Ars.

NIP 197407061999032001



LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : JASUN WIDIANA PUTRA
NIM : 4017010006
Prodi : D4 Teknik Konstruksi Gedung (TKG)
Alamat email : jasun.widianaputra.ts17@mhsw.pnj.ac.id
Judul Naskah : Pemodelan Kapasitas Tarik *Chemical Anchor* dengan Variasi Kedalaman dan Mutu Beton

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2020/2021 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikuti dalam segala bentuk kegiatan akademis/perlombaan.

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Depok, 27 Agustus 2021

Yang Menyatakan

Jasun Widiana Putra

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim Alhamdulillahirabbil 'alamin. Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah Tugas Akhir yang berjudul **Pemodelan Kapasitas Tarik Chemical Anchor dengan Variasi Kedalaman dan Mutu Beton** ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Sholawat serta salam tak lupa penulis haturkan kepada baginda nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan umatnya. Semoga kita mendapatkan syafaatnya di hari akhir nanti, Aamiin. Penyusunan naskah Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan jenjang pendidikan Program Diploma IV pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta. Dalam penulisan naskah Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan dan doanya selama penyusunan naskah Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, ST,MM,M Ars selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
3. Ibu Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T. dan Bapak Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing penulis yang telah bersedia meluangkan waktu dan pikirannya dari awal hingga akhir untuk memberikan bimbingannya kepada penulis dengan sabar dan teliti.
4. Bapak Afrizal Nursin, S.T, M.T selaku Pembimbing Akademik yang amat sangat banyak berjasa dalam berkontribusi memberikan masukan dan motivasi selama menjalani perkuliahan terutama tugas akhir ini kepada kelas 4 Teknik Konstruksi Gedung 2.
5. Para dosen yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuannya serta karyawan dan staff dari Administrasi Jurusan Politeknik Negeri Jakarta.
6. Teman-teman sesama KBK struktur yang selalu bekerja sama dalam mengatasi masalah-masalah yang dihadapi dan memberi dukungan tiap saat.
7. Kelas 4 Teknik Konstruksi Gedung 2 yang selalu mendukung dan membantu penulis selama ini.
8. Witi, laptop milik penulis yang sudah sangat berjasa dalam pelaksanaan penelitian ini dan bersedia tidak dimatikan sehari-hari demi kelancaran penelitian ini terutama pada *progress solving* model uji.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

9. Keluarga besar GEDUS terutama Kak Falaq, Kak Indri, Kak Elma, Kak Suci, Kak Rezki yang memberikan motivasi dan bersedia memberikan banyak jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang sering diajukan penulis.
10. Teman – teman Studi Mahasiswa HMS 2017 yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
11. Orang-orang terdekat penulis yang setiap hari memberikan semangat serta dukungan berupa moril dan material kepada penulis, yaitu Wanda Kurniawan, Kimildo Subha, Ulil Amri, Bella Ramadhanty dan Anindita Chairunnisa.
12. Serta untuk semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis juga menyadari bahwa naskah Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan naskah Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini memenuhi maksud dan tujuan agar naskah Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi kita semua. Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah dan berharap ridho-Nya, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 2 Agustus 2021
Jasun Widiana Putra



Pemodelan Kapasitas Tarik *Chemical Anchor* dengan Variasi Kedalaman dan Mutu Beton

Jasun Widiana Putra¹, Anis Rosyidah², Jonathan Saputra²

Program Studi Teknik Konstruksi Gedung, Politeknik Negeri Jakarta

Jl. Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI Depok, 16424

E-mail: jasun.widianaputra.ts17@mhs.wpnj.ac.id¹,

anis.rosyidah@sipil.pnj.ac.id², jonathan.saputra@sipil.pnj.ac.id³

ABSTRACT

The depth length affected the tensile's and bond's strengths between the anchor steel material and the concrete. This research is conducted to obtain maximum axial force and optimum anchor's depth from the variation of concrete's. Anchors are modeled as rod types with its diameter. The depths are used 5D, 10D, and 15D, while the strength of concrete used ranges from 20, 30, 40, 50, and 60 MPa. This research utilized an ANSYS Workbench 19.2 program that based on finite elements. From the obtained results, the maximum axial force for all concrete strengths is the anchor with a depth of 15D with the values at the quality of 20 MPa, 30 MPa, 40 MPa, 50 MPa, and 60 MPa respectively are 27,011 kN, 53,536 kN, 68,657 kN, 68,970 kN, and 84,407 kN. The obtained pattern of failure is firstly the failure of the concrete's cone, then the failure of steel that occurred in all concrete's strengths. This research used some non-parametric tests. The Kruskal Wallis' test showed the chi-square score for 20, 40, 50, and 60 MPa is 9.486 and the score is 9.881 for 30 MPa. The hypothesis testing used U-Mann Whitney test that gave a significant score below 0.05. Thus, it can be stated that the maximum tensile force is significantly affected by the depth's length and 15D is the optimum depth value for all concrete strengths.

Keywords: maximum axial force, depth length, concrete strength, finite element

ABSTRAK

Panjang kedalaman memengaruhi kekuatan tarik dan lekat antara material besi angkur dan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gaya aksial maksimum dan kedalaman angkur optimum dari variasi mutu beton. Angkur dimodelkan bertipe rod dan berdiameter 16 mm. Kedalaman yang digunakan adalah 5D, 10D, dan 15D, sedangkan mutu beton yang digunakan adalah 20, 30, 40, 50 dan 60 MPa. Penelitian ini menggunakan program ANSYS Workbench 19.2 yang menggunakan basis finite element. Dari hasil yang didapatkan, gaya aksial maksimum untuk semua mutu beton ada pada angkur dengan kedalaman 15D, pada mutu 20 MPa nilainya adalah 27.011 kN, pada 30 MPa adalah 53.536 kN, pada 40 MPa, adalah 68.657 kN, pada 50 MPa adalah 68.970 kN, dan pada mutu beton 60 MPa adalah 84.407 kN. Pola kegagalan yang didapatkan adalah kegagalan kerucut beton terlebih dahulu kemudian baja angkur terputus (steel failure) yang terjadi pada semua mutu beton. Penelitian ini menggunakan beberapa uji non parametrik. Uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa nilai chi-square untuk mutu 20, 40, 50, dan 60 MPa adalah 9,486 dan untuk mutu 30 MPa adalah 9,881. Uji U-Mann Whitney digunakan dengan perolehan nilai signifikansi di bawah 0,05.. Dengan demikian, bisa dinyatakan bahwa gaya tarik maksimum dipengaruhi secara signifikan dari panjang kedalaman dan 15D adalah nilai kedalaman optimum untuk semua mutu beton.

Kata kunci : gaya aksial maksimum, panjang kedalaman, mutu beton, *finite element*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Pembatasan Masalah	4
1.6 Penjelasan Judul	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Umum	6
2.2 Penelitian Terdahulu	6
2.3 Jenis – Jenis Mutu Beton	10
2.3.1 Model Hubungan Tegangan dan Regangan Beton Popovics	11
2.4 Pengangkur	13
2.4.1 Penggunaan Baut Angkur	14
2.4.2 Klasifikasi Baut Angkur pada Beton	14
2.4.3 Kekuatan Baut Angkur pada Beton	16
2.4.4 Analisa Keruntuhan Angkur terhadap Gaya Tarik	18
2.5 Lekatan	20
2.5.1 Penyaluran Tegangan Lekatan	22
2.5.2 Pengujian Tarik (<i>Pull Out Test</i>)	24
2.6 Mekanisme Keruntuhan Baut Angkur Terhadap Gaya Tarik	26
2.7 Metode Elemen Hingga dengan <i>Software ANSYS</i>	28
2.7.1 <i>Finite Element</i>	29



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.8	Uji Hipotesis Non Parametrik Menggunakan Metode <i>Kruskal Wallis</i> dan <i>U Mann Whitney</i>	30
BAB III METODE PENELITIAN		31
3.1	Gambaran Umum	31
3.2	Lokasi Penelitian	31
3.3	Alat dan <i>Software</i> Penelitian	32
3.4	Objek Penelitian	32
3.3.1	Spesifikasi Objek.....	34
3.5	Rancangan Penelitian	35
3.6	Tahapan Penelitian	36
3.6.1	Diagram Alir Secara Umum.....	36
3.6.2	Peraturan yang Digunakan	39
3.7	Prosedur Penyelesaian.....	39
3.7.1	Data Material (<i>Engineering Data</i>)	41
3.7.2	Geometri dan <i>Mesh</i>	42
3.7.3	Pemberian <i>contact pair</i>	43
3.7.4	Pemberian beban dan tumpuan	44
3.7.5	Solusi (<i>Solution</i>) dan Hasil.....	45
3.8	Uji Validasi Data	46
3.8.1	Pemodelan Benda Uji.....	46
3.8.2	<i>Setting</i> Pemodelan dalam ANSYS	47
3.9	Analisis Data	49
3.9.1	Uji Statistik.....	49
3.10	Luaran Yang Diharapkan	50
BAB IV DATA		51
4.1	Data Spesifikasi Material	51
4.1.1	Spesifikasi Baut Angkur.....	51
4.1.2	Spesifikasi Epoksi	51
4.1.3	Spesifikasi Beton.....	52
4.2	Data Perhitungan Kekuatan Material	56
4.2.1	Kekuatan Tarik Berdasarkan Tegangan Lekat	56
4.2.2	Tegangan Lekatan per Beban Tarik	58
4.3	Data Spesifikasi Material Uji Validasi.....	58
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		61
5.1	Uji Validasi Data	61
5.1.1	Perbandingan Tegangan Tulangan	61



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.1.2	Perbandingan Tegangan Lekatan	62
5.1.3	Perbandingan Slip / Deformasi	62
5.1.4	Hubungan Gaya Tarik dan Slip	63
5.1.5	Hubungan Tegangan Lekat dan Slip	64
5.2	Hubungan Gaya Tarik dengan Slip	64
5.3	Hubungan Tegangan Lekat dengan Slip	67
5.4	Pola Kegagalan dan Nilai Gaya Tarik Maksimum.....	71
5.4.1	Pola Kegagalan dan Nilai Gaya tarik maksimum pada Mutu Beton 20 MPa	72
5.4.2	Pola Kegagalan dan Nilai Gaya tarik maksimum pada Mutu Beton 30 MPa	73
5.4.3	Pola Kegagalan dan Nilai Gaya tarik maksimum pada Mutu Beton 40 MPa	74
5.4.4	Pola Kegagalan dan Nilai Gaya tarik maksimum pada Mutu Beton 50 MPa	76
5.4.5	Pola Kegagalan dan Nilai Gaya tarik maksimum pada Mutu Beton 60 MPa	77
5.5	Rekapitulasi Gaya Tarik Maksimum dan Pola Kegagalan.....	79
5.6	Analisis Statistik Hasil Gaya Tarik Maksimum	82
5.6.1	Pengujian Hipotesis Metode <i>Kruskal Wallis</i>	82
5.6.2	Pengujian Hipotesis Metode <i>U Mann Whitney</i>	83
5.6.3	Pembahasan Uji Hipotesis.....	83
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		85
6.1	Kesimpulan.....	85
6.2	Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA		87
LAMPIRAN.....		91

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Mode kegagalan yang dapat terjadi pada angkur dengan perekat.....	27
Tabel 3. 1	Kegiatan Penelitian.....	31
Tabel 3. 2	Kelompok dan Dimensi Model benda uji	33
Tabel 3. 3	Spesifikasi material model benda uji.....	34
Tabel 3. 4	Pemodelan <i>Contact Pair</i>	43
Tabel 3. 5	Pemodelan <i>Contact Pair</i> Model Validasi.....	47
Tabel 4. 1	Tabel Tegangan dan Regangan Beton Mutu 20 MPa	53
Tabel 4. 2	Tabel Tegangan dan Regangan Beton Mutu 20 MPa	53
Tabel 4. 3	Tabel Tegangan dan Regangan Beton Mutu 20 MPa	54
Tabel 4. 4	Tabel Tegangan dan Regangan Beton Mutu 20 MPa	55
Tabel 4. 5	Tabel Tegangan dan Regangan Beton Mutu 20 MPa	55
Tabel 4. 6	Tabel Tegangan Lekat dan Gaya tarik maksimum per Kedalaman	58
Tabel 5. 1	Besar Penyimpangan Tegangan Tulangan D13	61
Tabel 5. 2	Besar Penyimpangan Tegangan Lekatan	62
Tabel 5. 3	Besar Penyimpangan Slip/Deformasi.....	62
Tabel 5. 4	Tabel Rekapitulasi Nilai Gaya tarik maksimum dan Pola Kegagalan	71
Tabel 5. 5	Tabel Rekapitulasi Nilai Gaya tarik maksimum dan Pola Kegagalan	79
Tabel 5. 6	Tabel Kruskal Wallis Setiap Variasi Mutu Beton	82
Tabel 5. 7	Tabel U Mann Whitney Setiap Variasi Mutu Beton	83

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Model konstitutif beton : (a) pengaruh f'_c terhadap bentuk kurva dasar; (b) tegangan puncak dan regangan puncak yang sesuai pada beton tertekan; (c) model tegangan-regangan tekan untuk beton tertekan; (d) peningkatan rasio poisson mendekati ultimate; (e) pengurangan kekuatan pada beton retak; dan (f) tegangan kaku. Sumber:(R.G.Selby & F.J.Vecchio, 1997).....	13
Gambar 2. 2 Tipe – Tipe Angkur	15
Gambar 2. 3 Expantion Anchor. a) Torque expantion anchor; b) Deformation controlled) Sumber. (Henrikus, 2015)	16
Gambar 2. 4 Undercut Anchor	16
Gambar 2. 5 . (a) Kelompok baut angkur tunggal; (b) Kelompok baut angkur pada rangkaian seri; (c) Kelompok baut angkur pada rangkaian paralel	17
Gambar 2. 6 Bentuk keruntuhan angkur karena beban tarik. (A) Kegagalan baja angkur, (B) Kerusakan kerucut beton, (C) Pencabutan besi angkur, (D) Kegagalan pemisahan, (E) Kegagalan pada tepi, (F) Kegagalan jarak untuk angkur grup.	18
Gambar 2. 7 Luas penampang beton retak dari angkur tunggal yang diakibatkan beban tarik ; a) Keruntuhan beton yang ideal dari angkur tunggal; b) Angkur tunggal pada sudut penampang beton	19
Gambar 2. 8 Luas penampang beton pecah dari angkur double akibat beban tarik ; a) Keruntuhan beton yang ideal dari angkur double di tepi beton b) Kelompok 4 angkur pada sudut penampang beton	19
Gambar 2. 9 Mekanisme slip yang terjadi pada baja yang tertanam di beton (Sumber. Henrikus, 2015)	21
Gambar 2. 10 Panjang penyaluran pada baja tertanam dalam beton.....	23
Gambar 2. 11 Slip baja tulangan dalam beton.....	25
Gambar 3. 1 Pemodelan Uji Tarik pada Model Besi Angkur dan Beton	33
Gambar 3. 2 Konfigurasi pemasangan angkur tampak atas	33
Gambar 3. 3 Detail Pemasangan angkur	33
Gambar 3. 4 Variabel X dan Y dalam penelitian.	35
Gambar 3. 5 Rancangan Penelitian.....	36
Gambar 3. 6 Diagram alir penelitian	38
Gambar 3. 7 Gambar 3D Model Angkur.....	39

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 8	Gambar 3D Model Epoksi	40
Gambar 3. 9	Gambar 3D Model Beton.....	40
Gambar 3. 10	Gambar 3D Assembly Model Benda Uji.....	40
Gambar 3. 11	Input data material di ANSYS	42
Gambar 3. 12	Geometri dan Mesh ANSYS	43
Gambar 3. 13	Pemberian contact dari beton ke epoksi	44
Gambar 3. 14	Pemberian contact dari angkur ke epoksi	44
Gambar 3. 15	Pemberian gaya tarik berupa displacement ke setiap angkur	45
Gambar 3. 16	Pemberian tumpuan pada bagian atas permukaan beton.	45
Gambar 3. 17	Pengujian Eksperimental Model Uji.....	46
Gambar 3. 18	Pengujian Eksperimental Model Uji.....	47
Gambar 3. 19	Gambar Kerja dan Dimensi Model Uji.....	47
Gambar 3. 20	Pemberian berupa tumpuan frictionless pada bagian selongsong baja	48
Gambar 3. 21	Pemberian Gaya Tarik pada Kedua Ujung Tulangan D13	49
Gambar 4. 1	Grafik Tegangan-Regangan Material Epoksi	59
Gambar 4. 2	Grafik Tegangan-Regangan Material Selongsong Baja	59
Gambar 4. 3	Grafik Tegangan-Regangan Material Baja Tulangan.....	60
Gambar 5. 1	Grafik Hubungan Gaya Tarik dan Slip.....	63
Gambar 5. 2	Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Slip	64
Gambar 5. 3	Grafik Hubungan Gaya Tarik dan Slip pada Mutu Beton 20 MPa.....	65
Gambar 5. 4	Grafik Hubungan Gaya Tarik dan Slip pada Mutu Beton 30 MPa.....	65
Gambar 5. 5	Grafik Hubungan Gaya Tarik dan Slip pada Mutu Beton 40 MPa.....	66
Gambar 5. 6	Grafik Hubungan Gaya Tarik dan Slip pada Mutu Beton 50 MPa.....	66
Gambar 5. 7	Grafik Hubungan Gaya Tarik dan Slip pada Mutu Beton 60 MPa.....	66
Gambar 5. 8	Grafik Hubungan Beban dengan Slip dari Penelitian De Nardin dkk., (2005)	67
Gambar 5. 9	Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Slip pada Mutu Beton 20 MPa	68
Gambar 5. 10	Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Slip pada Mutu Beton 30 MPa	68



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 5. 11 Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Slip pada Mutu Beton 40 MPa	69
Gambar 5. 12 Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Slip pada Mutu Beton 50 MPa	69
Gambar 5. 13 Grafik Hubungan Tegangan Lekat dan Slip pada Mutu Beton 60 MPa	70
Gambar 5. 14 Grafik Hubungan Kuat Lekat Beton dengan Panjang Kedalaman. (Sumber : Riani,2018)	71
Gambar 5. 15 Diagram Nilai Gaya tarik maksimum per Angkur pada Mutu Beton 20 MPa	72
Gambar 5. 16 Pola kegagalan beton mutu 20 MPa melalui distribusi tegangan (a)Kedalaman 5D; (b)Kedalaman 10D; (c)Kedalaman 15D.....	73
Gambar 5. 17 Diagram Nilai Gaya tarik maksimum per Angkur pada Mutu Beton 30 MPa	74
Gambar 5. 18 Pola kegagalan beton mutu 30 MPa melalui distribusi tegangan (a)Kedalaman 5D; (b)Kedalaman 10D; (c)Kedalaman 15D.....	74
Gambar 5. 19 Diagram Nilai Gaya tarik maksimum per Angkur pada Mutu Beton 40 MPa	75
Gambar 5. 20 Pola kegagalan beton mutu 40 MPa melalui distribusi tegangan (a)Kedalaman 5D; (b)Kedalaman 10D; (c)Kedalaman 15D.....	75
Gambar 5. 21 Diagram Nilai Gaya tarik maksimum per Angkur pada Mutu Beton 50 MPa	76
Gambar 5. 22 Pola kegagalan beton mutu 50 MPa melalui distribusi tegangan (a)Kedalaman 5D; (b)Kedalaman 10D; (c)Kedalaman 15D.....	77
Gambar 5. 23 Diagram Nilai Gaya tarik maksimum per Angkur pada Mutu Beton 60 MPa	78
Gambar 5. 24 Pola kegagalan beton mutu 60 MPa melalui distribusi tegangan (a)Kedalaman 5D; (b)Kedalaman 10D; (c)Kedalaman 15D.....	79
Gambar 5. 25 Kerusakan Benda Uji Post Installed (Wiguntoro, 2020)	81
Gambar 5. 26 Distribusi Tegangan pada Gaya Maksimum (Sumber: Khalaf, 2020)	81
Gambar 5. 27 Pola Keruntuhan pada Beton dengan Diameter Tulangan 16 mm (Sumber : Ngudiyono,dkk, 2020).....	82



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Hubungan Beban dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 20 MPa	91
Lampiran 2 Tabel Hubungan Tegangan Lekat dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 20 MPa.....	93
Lampiran 3 Tabel Hubungan Beban dengan Tegangan Beton yang Terjadi pada Mutu Beton 20 MPa	94
Lampiran 4 Tabel Hubungan Beban dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 30 MPa	95
Lampiran 5 Tabel Hubungan Tegangan Lekat dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 30 MPa.....	97
Lampiran 6 Tabel Hubungan Beban dengan Tegangan Beton yang Terjadi pada Mutu Beton 30 MPa	98
Lampiran 7 Tabel Hubungan Beban dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 40 MPa	99
Lampiran 8 Tabel Hubungan Tegangan Lekat dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 40 MPa.....	101
Lampiran 9 Tabel Hubungan Beban dengan Tegangan Beton yang Terjadi pada Mutu Beton 40 MPa	102
Lampiran 10 Tabel Hubungan Beban dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 50 MPa	103
Lampiran 11 Tabel Hubungan Tegangan Lekat dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 50 MPa.....	105
Lampiran 12 Tabel Hubungan Beban dengan Tegangan Beton yang Terjadi pada Mutu Beton 60 MPa	106
Lampiran 13 Tabel Hubungan Beban dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 60 MPa	107
Lampiran 14 Tabel Hubungan Tegangan Lekat dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 60 MPa.....	109
Lampiran 15 Tabel Hubungan Beban dengan Tegangan Beton yang Terjadi pada Mutu Beton 60 MPa	110
Lampiran 16 Hasil pengujian Kruskal Wallis pada Mutu Beton 20 MPa.....	111
Lampiran 17 Hasil pengujian Kruskal Wallis pada Mutu Beton 30 MPa.....	111

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 18 Hasil pengujian Kruskal Wallis pada Mutu Beton 40 MPa..... 112
Lampiran 19 Hasil pengujian Kruskal Wallis pada Mutu Beton 50 MPa..... 112
Lampiran 20 Hasil pengujian Kruskal Wallis pada Mutu Beton 60 MPa..... 112
Lampiran 21 Hasil pengujian U Mann Whitney pada Mutu Beton 20 MPa..... 113
Lampiran 22 Hasil pengujian U Mann Whitney pada Mutu Beton 30 MPa..... 113
Lampiran 23 Hasil pengujian U Mann Whitney pada Mutu Beton 40 MPa..... 114
Lampiran 24 Hasil pengujian U Mann Whitney pada Mutu Beton 50 MPa..... 115
Lampiran 25 Hasil pengujian U Mann Whitney pada Mutu Beton 60 MPa..... 116
Lampiran 26 Tabel chi-square Kruskal Wallis 117



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR NOTASI

ϵ_c	: Regangan beton
f_c	: Tegangan beton
f'_c	: Kuat tekan beton
ϵ'_c	: Regangan beton pada saat mencapai kuat tekannya
E_c	: <i>tangent modulus</i> (ketika $\epsilon_c = 0$)
C1	: Jarak baut/angkur ke tepi samping samping (mm)
C2	: Jarak baut/angkur ke ujung bawah beton (mm)
S1	: Jarak horizontal baut/angkur (mm)
S2	: Jarak baut / angkur vertikal beton (mm)
Scr,N	: Jumlah jarak baut/angkur ke permukaan luar beton pecah (mm)
h_{ef}	: Kedalaman efektif pengankuran
$d\Delta$: Perpindahan relative baja terhadap beton
δ_s	: Variasi deformasi baja
δ_c	: Variasi deformasi beton
E_s	: Modulus Young besi
S(x)	: Perpindahan/slip yang terjadi
P	: Gaya tarik keluar (kg, N)
A_s	: Penampang tulangan (mm ²)
f_y	: Batas elastis baja (MPa, Pa)
d	: Diameter tulangan baja (mm)
Ld	: Panjang kedalaman (mm)
u	: Kuat lekat / tegangan lekat. (N/mm ²)
Δ_c	: Slip/perpindahan pada beton (mm)
Δ	: Pertambahan panjang lokal (mm)
ΔL	: Kenaikan panjang baja (mm)
σ	: Tegangan normal (N/mm ²)
ANc	: Luas prediksi kerusakan dari beton dari suatu grup angkur (mm ²)
ANco	: Luas prediksi kegagalan maksimum pada breakout beton (mm ²)
Kc	: Konstanta 7 (untuk post installed)
λ_a	: Konstanta 1 (Untuk beton normal) Konstanta 0.75 (Untuk beton ringan)
Nb	: Kuat dasar jebol beton angkur terhadap tarik (N)
Ncbg	: Kuat jebol beton nominal terhadap tarik dari grup angkur (N)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

N_s : Gaya tarik maksimum nominal baut angkur (N)

$A_{se,N}$: Luas penampang efektif terhadap tarik (mm²)

d_a : Diameter angkur (mm)

f_u : Tegangan ultimate angkur (MPa)

H_0 : Variabel terikat tidak berpengaruh terhadap variabel bebas

H_1 : Variabel terikat berpengaruh terhadap variabel bebas

df : Derajat kebebasan

α : Nilai signifikansi





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem struktur dapat diperkuat dengan memanfaatkan kemajuan di bidang-bidang di luar teknik sipil, seperti *chemical construction* yang memanfaatkan konsep ilmu kimia di bidang konstruksi sipil. Salah satu komponen bangunan yang dapat dimodifikasi dengan penemuan ini adalah angkur. Modifikasi *chemical construction* pada angkur telah sering digunakan dalam perkuatan struktur beton. Cara ini pastinya lebih efektif terutama dilihat dari sisi waktu dan biaya, serta bila terdapat alih fungsi suatu bangunan (Sibagariang dkk., 2020). *Chemical anchor* banyak digunakan dalam konstruksi baru serta untuk rehabilitasi struktur karena efektivitas biaya dan kecepatan pengeringannya.

Kriteria desain dasar adalah untuk memastikan bahwa lapisan perekat memiliki kekuatan yang cukup efisien sehingga dapat menopang beban servis (Upadhyaya & Kumar, 2015). Pada beberapa kasus diketahui bahwa ikatan dengan perekat lebih kuat dari bahan dasarnya. Ini dikarenakan pengaruh dari adhesi kimiawi yang membuat tidak ada tegangan tambahan ke bahan dasar seperti pada angkur bertipe ekspansi (Dudek dan Kadela, 2016). Adhesi kimiawi (epoksi) terdiri dari dua bagian yaitu bahan pengikat dan senyawa pengawet. Ketika dikombinasikan, senyawa pengawet tersebut membuat epoksi mengeras dan membentuk ikatan antara angkur dengan betonnya (Mazumder dkk., 2020).

Di proyek konstruksi, metode *chemical anchor* dipraktikkan dengan cara melubangi beton yang tidak perlu sebesar teknik lain seperti *grouting*. Setelah dibor, lubang dibersihkan dari sisa-sisa pengeboran, kemudian epoksi dimasukkan ke dalam lubang tersebut. Terakhir, angkur dimasukkan ke dalam lubang bor. Dengan proses tersebut, metode *chemical anchor* berpengaruh terhadap kedalaman pemasangan angkur guna mengatasi kendala keterbatasan dalam kedalaman pemasangan angkur (Abel, 2018).

Kedalaman penjangkaran adalah salah satu faktor yang memengaruhi nilai tegangan lekat antara material besi dan beton. Penjangkaran besi tulangan atau angkur akan berlangsung dengan baik jika batang besi tersebut tertancap dengan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kuat di dalam betonnya pada panjang penjangkaran tertentu yang biasa didefinisikan dengan panjang penyaluran besi tulangan (Riani, 2018). Namun, penentuan jarak kedalaman ankur (khususnya yang menggunakan zat perekat) belum banyak dilakukan dengan analisa perhitungan. Faktor kepraktisan dalam menentukan jarak penjangkaran lebih diutamakan pada saat pelaksanaan proyek, yakni dengan menggunakan jarak standar dari pabrik ankur. Pada penelitian terdahulu, sebagian besar kedalaman ankur berperekat dibahas penggunaannya di mutu beton normal, dan belum banyak yang membandingkan secara bersamaan pada mutu beton yang berbeda-beda (Yilmaz dkk., 2013). Melalui penelitian ini, diharapkan akan memberikan informasi pemakaian panjang penjangkaran yang optimum pada mutu beton yang berbeda-beda. Dengan begitu, pemakaian jarak kedalaman yang efektif akan berdampak langsung dalam efisiensi penggunaan material serta biaya konstruksi.

Ada beberapa cara untuk menguji sebuah ankur, salah satunya dengan menggunakan *software* ANSYS. ANSYS adalah perangkat lunak berdasarkan metode elemen hingga. Metode elemen hingga adalah metode penggabungan elemen struktur yang dapat dianalisis dengan terlebih dahulu menguraikannya menjadi rumus struktur keseimbangan global (Dill, 2011). Metode elemen hingga mengubah variabel yang tidak diketahui menjadi variabel hingga dengan membagi penyelesaian menjadi bagian-bagian yang lebih kecil (elemen) dan mendeklarasikannya sebagai variabel medan yang tidak diketahui.

Sederhananya, metode berbasis elemen ini didefinisikan sebagai pengubah sebuah permasalahan dengan sejumlah derajat kebebasan tak berhingga menjadi permasalahan dengan derajat kebebasan tertentu. Dalam sejumlah kasus, cara ini adalah sebuah metode pendekatan komputasi yang harus didukung dengan *software-software* yang kompatibel, dimana dalam penelitian ini dipakai aplikasi ANSYS versi 19.2.

Pada penelitian berbasis *software* ini menggunakan variasi kedalaman dan mutu beton yang berbeda – beda, penanaman ankur akan dimodelkan bersama dengan model dari kubus beton. Pada uji-uji eksperimen sebelumnya didapatkan bahwa semakin dalam penjangkaran akan memperbesar nilai gaya tarik maksimum



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

yang dapat ditahan sebuah angkur, namun dalam penelitian lain ditemukan bahwa selain kedalaman penjangkaran, perbedaan mutu beton juga memengaruhi nilai dari gaya tarik maksimum angkur dengan beragam perilaku. Sehingga dengan adanya perbedaan mutu beton yang dipakai, diharapkan penelitian ini bisa menunjukkan pengaruh dari mutu beton tersebut terhadap gaya tarik maksimum masing-masing benda uji yang kemudian dapat digunakan sebagai informasi maupun referensi dalam pemakaian panjang kedalaman *chemical anchor* yang optimum di berbagai mutu beton.

1.2 Perumusan Masalah

Topik-topik yang dipertimbangkan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana gaya tarik maksimum yang dapat ditahan dari masing-masing variasi angkur berdasarkan analisis numerik ?
2. Bagaimana pola kegagalan pada model benda uji ketika mencapai gaya tarik maksimum berdasarkan analisis numerik?
3. Berapa panjang kedalaman optimum angkur dalam menahan beban tarik di masing-masing mutu beton berdasarkan analisis numerik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan diadakannya penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan nilai gaya tarik maksimum yang dapat ditahan dari setiap variasi angkur berdasarkan analisis numerik.
2. Mendapatkan pola kegagalan yang terjadi pada tiap model benda uji ketika mencapai gaya tarik maksimum berdasarkan analisis numerik.
3. Menentukan nilai panjang kedalaman optimum angkur dalam menahan beban tarik di masing-masing mutu beton berdasarkan analisis numerik.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat antara lain berupa gambaran mengenai pengaruh jarak kedalaman dan mutu beton yang divariasikan terhadap nilai gaya tarik maksimum dari masing-masing angkur. Dengan adanya pemodelan ini, dapat diketahui sejauh mana perbedaan hasil beban tarik dari penanaman angkur di mutu beton yang berbeda-beda dan jarak kedalaman yang optimum angkur tersebut dalam menahan beban tarik di tiap mutu beton.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini bertujuan untuk memberikan arahan dan upaya agar masalah tidak menjadi meluas. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Jenis angkur yang digunakan adalah tipe rod berdiameter 16 mm.
2. Jarak antar angkur disusun bervariasi di keempat sudut sisi berbentuk segiempat dengan jarak $>6d$ (SNI 2847-2019).
3. Jarak angkur ke tepi beton adalah 100 mm.
4. Kedalaman yang digunakan adalah 5d, 10d, 15d.
5. Mutu beton yang digunakan antara lain; $f'c$ 20 MPa, $f'c$ 30 MPa, $f'c$ 40 MPa, $f'c$ 50 MPa dan $f'c$ 60 MPa.
6. Epoksi dimodelkan menyesuaikan kedalaman dari angkur.
7. Untuk pemodelan struktur menggunakan *software* ANSYS 19.2 .
8. Pemodelan hanya untuk mencari nilai dari beban tarik tiap angkur.

1.6 Penjelasan Judul

Untuk menghindari kesalahpahaman dalam pembahasan Tugas Akhir yang berjudul “Pemodelan Perilaku Tarik *Chemical Anchor* dengan Variasi Kedalaman dan Mutu Beton”. Peneliti akan memberikan penjelasan dan pembahasan istilah, yaitu :

1. Pemodelan

Menurut istilah, pemodelan adalah bentuk perencanaan, representasi, atau deskripsi yang menjelaskan suatu benda atau metode, yang sering kali disederhanakan menjadi sebuah model. Metode penelitian ini bersifat pemodelan karena bentuk struktur dibuat dan diuji dalam bentuk model di *software*.

2. Gaya Tarik Maksimal

Gaya tarik maksimal yang dimaksud pada penelitian ini adalah bagaimana mekanisme yang diterima oleh baut angkur dan beton terhadap gaya tarik maksimal yang diberikan, sehingga akan didapatkan beberapa pola keruntuhan yang terjadi antara beton dan angkur.

3. *Chemical Anchor*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Chemical anchor merupakan angkur yang memanfaatkan zat adiktif dalam penanamannya untuk keperluan menambah kekuatan.

4. Variasi

Secara bahasa, variasi diartikan keragaman dari bentuk atau karakteristik suatu objek yang menjadi dasar pembeda antar objek. Dalam penelitian kali ini *chemical anchor* yang dipakai divariasikan atas kedalaman dan mutu betonnya.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistem penulisan yang digunakan penulis untuk menyusun tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan konteks yang dipilih, masalah penelitian, definisi masalah, rumusan masalah, dan tujuan penelitian,, manfaat penelitian dan penulisan yang sistematis.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan teori – teori yang terkait dengan masalah yang dikaji.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan hal-hal yang berhubungan dengan rancangan penelitan, penetapan model, bahan penelitan yang menguraikan parameter model yang digunakan dan alur penelitan.

BAB IV DATA

Bab ini berisi tentang data-data yang berkaitan dengan topik pembahasan.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi kajian dan analisis dari data yang telah didapatkan serta pembahasan dari hasil pengujian yang didapat dari hasil simulasi ANSYS.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diambil dari hasil analisis penelitian dan berisi saran untuk penelitian sejenis kedepannya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan di bab sebelumnya, maka beberapa kesimpulan dapat diambil, diantaranya :

1. Pada pengujian ini, hasil gaya aksial maksimum dipilih saat pertama kali terjadi kerusakan, yakni pada saat material beton mengalami kerusakan atau ketika tegangan yang terjadi pada beton melebihi dari gaya tarik maksimumnya sendiri. Untuk rata-rata kelompok A (20 MPa) di kedalaman 5D nilainya adalah 13.808 kN, kedalaman 10D adalah 15.406 kN, dan kedalaman 15D adalah 27.011 kN. Untuk rata-rata kelompok B (30 MPa) di kedalaman 5D nilainya adalah 13.865 kN, kedalaman 10D adalah 32.772 kN, dan kedalaman 15D adalah 53.536 kN. Untuk rata-rata kelompok C (40 MPa) di kedalaman 5D nilainya adalah 16.840 kN, kedalaman 10D adalah 33.771 kN, dan kedalaman 15D adalah 68.657 kN. Untuk rata-rata kelompok D (50 MPa) di kedalaman 5D nilainya adalah 16.888 kN, kedalaman 10D adalah 34.683 kN, dan kedalaman 15D adalah 68.970 kN. Untuk rata-rata kelompok E (60 MPa) di kedalaman 5D nilainya adalah 24.300 kN, kedalaman 10D adalah 52.093 kN, dan kedalaman 15D adalah 84.407 kN. Berdasarkan nilai gaya aksial maksimum yang terjadi, maka semakin tinggi mutu beton, nilai gaya aksial maksimum yang dapat ditahan juga semakin tinggi.
2. Pola kegagalan yang terjadi pada pengujian ini umumnya dimulai dari kegagalan kerucut beton terlebih dahulu untuk semua mutu beton, lalu *steel failure* dan terakhir adalah kondisi *pull out failure*. Sebelum mencapai kondisi *pull out failure*, angkur terlebih dahulu leleh dan putus, ini ditandai dengan tegangan yang terjadi pada angkur melebihi nilai F_u tarik angkur itu sendiri.
3. Nilai optimum untuk semua mutu beton, adalah pada kedalaman 15 D, dimana berdasarkan uji analisis statistik *kruskal willis* menghasilkan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

angka *chi square* 9.846 untuk 20 MPa, 40 MPa, 50 MPa, 60 MPa, dan angka 9.881 untuk *chi square* mutu beton 30 MPa, dimana angka tersebut melebihi nilai tabel (5.991). Sedangkan untuk nilai dari uji *U Mann Whitney* didapatkan angka signifikansi 0.021 dimana nilai ini lebih dari 0.05, dengan demikian hipotesis bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari perbedaan kedalaman terhadap nilai gaya aksial maksimum serta 15D adalah kedalaman optimum untuk semua mutu beton.

4. Berdasarkan hasil pengujian, nilai tegangan lekat pada setiap mutu beton cenderung menurun ketika panjang kedalamannya bertambah. Hal ini berhubungan dengan terjadinya *position effect*, yaitu semakin bertambahnya beban tarik seiring dengan kedalaman akan mengecilkan luas penampang akibat dari pemanjangan tulangan tersebut yang menyebabkan tegangan lekat menurun.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka untuk kedepannya dalam pengembangan penelitian saya sarankan beberapa hal, diantaranya :

1. Perlu ditambahkan variasi diameter dari besi angkur
2. Kedalaman dari epoksi dapat bervariasi, bisa dengan persentase tertentu dari panjang total kedalaman angkur
3. Perlu dilakukan kembali penelitian dengan menggunakan beton bertulang yang memakai sengkang



DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 363 (1997) *State-of-the-Art Report on High-Strength Concrete*, American Concrete Institute.
- Committee, A. C. I. (2019) *318-19 Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*. Michigan.
- Antoni dan Nugraha, Paul. 2007. *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, Ke Beton Kinerja Tinggi*. Penerbit Andi Publisher. Yogyakarta.
- A.M.Neville, & J.J.Brooks. (1987). *Concrete Technology (2 ed.)*. Longman Scientific & Technical.
- Abel, D. H. (2018). *Studi Eksperimental Pengaruh Kedalaman Dan Diameter Pada Kuat Lekat Angkur Dengan Beton Menggunakan Chemical Anchor*. Universitas Katolik Parahyangan.
- Assegaf, A., Mukid, M. A., & Hoyyi, A. (2019). *Analisis Kesehatan Bank Menggunakan Local Mean K-Nearest Neighbor dan Multi Local Means K-Harmonic Nearest Neighbor*. *Jurnal Gaussian*, 8(3), 343–355. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v8i3.26679>
- Badan Standardisasi Nasional (2019) *SNI 03-2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia 2847 : 2013*, Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (2000) *“Sni 03-6468-2000 Tata cara perencanaan campuran tinggi dengan semen portland dengan abu terbang.”*
- Badan Standardisasi Nasional (1998) *“Metode Pengujian Untuk Membandingkan Berbagai Beton Berdasarkan Kuat Lekat Yang Timbul Terhadap Tulangan”*.
- Bhavikatti. (2005). *Finite Element Analysis*. New Age International Publishers.
- Breitenbücher, R., Meschke, G., Song, F., & Zhan, Y. (2014). *Experimental, analytical and numerical analysis of the pullout behaviour of steel fibres considering different fibre types, inclinations and concrete strengths*. *Structural Concrete*, 15(2), 126–135.
- Canonsburg, T. D. (2013a). *ANSYS Mechanical APDL Material Reference* (Vol. 15317, Nomor November).
- Canonsburg, T. D. (2013b). *ANSYS Meshing User 's Guide* (Vol. 15317, Nomor November).
- Cattaneo, S. dan Muciaccia, G. (2016) *Adhesive anchors in high performance concrete*, *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, 49(7), hal.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



2689–2700. doi: 10.1617/s11527-015-0677-4.

- Chen, J., Chen, X., Ding, F. xing, Xiang, P., Yang, C. qian, Liu, Y., & Xu, F. (2020). *Mechanical performance of overlap connections with grout-filled anchor reinforcements in embedded metal corrugated pipe*. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 20(4). <https://doi.org/10.1007/s43452-020-00121-2>
- Cook, R. A. (2003). *Design guidelines and specifications for engineered grouts* (Nomor January 2003). University of Florida.
- Cook, R. A., & Burtz, J. L. (2003). *Design Guidelines and Specifications for Engineered Grouts*. February, 119.
- Darvishvand, H. R., Haj Seiyed Taghia, S. A., & Ebrahimi, M. (2021). *Utilizing the modified popovics model in study of effect of water to cement ratio, size and shape of aggregate in concrete behavior*. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 34(2), 393–402. <https://doi.org/10.5829/IJE.2021.34.02B.11>
- Dary, R. W. (2017) “*Pengaruh Variasi Jarak Pada Besi Beton Yang Berfungsi Sebagai Angkur Penghubung Geser,*” *Educational Building*, 3(2), hal. 8–11.
- De Nardin, S., Almeida Filho, F. M., Oliveira Filho, J., Haach, V. G., & El Debs, A. L. H. C. (2005). *Non-linear analisis of the bond strength behavior on the steel-concrete interface by numerical models and pull-out tests*. *Proceedings of the Structures Congress and Exposition*, 40753(April), 1077–1088. [https://doi.org/10.1061/40753\(171\)107](https://doi.org/10.1061/40753(171)107)
- Departemen Pekerjaan Umum. (2002). *SNI 03-3449-2002 Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan*. Yayasan LPMB. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Dere, Y. (2017). *Nonlinear FE Modeling of Reinforced Concrete*. *International Journal of Structural and Civil Engineering Research*, 6(1), 71–74. <https://doi.org/10.18178/ijscer.6.1.71-74>
- Dill, E. H. (2011). *The finite element method for mechanics of solids with ANSYS applications*. In *The Finite Element Method for Mechanics of Solids with ANSYS Applications*. <https://doi.org/10.1201/b11455>
- Eligenhausen, R., Cook, R. A., & Appl, J. (2007). *Behavior and design of adhesive bonded anchors*. *ACI Structural Journal*, 104(5), 645–646.
- EOTA (2010) *ETAG 001-C:2010 Metal Anchors for Use in Concrete - Annex C: Design Methods for Anchorages*. 1997 ed. Brussel: European Organisation for Technical Approvals Europäische.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Henrikus, E. (2015). *Kajian Eksperimental Perilaku Besi*. Universitas Sumatera Utara
- Jamco, Juan Charles, & Balami, Abdul Malik. (2020). *Analisis Kruskal-Wallis Untuk Mengetahui Konsentrasi Belajar Mahasiswa Berdasarkan Bidang Minat Program Studi Statistika Fmipa Unpatti*. *Jurnal Riset Matematika, Statistika, dan Terapannya*, 1(1), 39–44.
- Khalaf, R. D., Mohammed, A. H., Mohammedali, T. K., & Sammen, S. S. (2020). *Analytical Study on Effect of Bar Size on Pull-out force for Reinforcing Bar Embedded in Concrete Blocks*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 928(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/928/2/022085>
- Mazumder, M., Miah, K., Amin, A., & Hashem, R. (2020). *Comparison of Pull-Out Strength Behavior for Chemical Adhesive Anchors Installed in Concrete*. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*, 72, 81–89.
- Olii, M., Handono, B. D., & Pandaleke, R. (2018). *Studi Numerik Perilaku Sambungan Pelat Dasar Kolom (Column Base Plate)*. *Sipil Statik*, 6(12), 1065–1078.
- Ozturk, M. (2013). *Prediction of tensile capacity of adhesive anchors including edge and group effects using neural networks*. *Science and Engineering of Composite Materials*, 20(1), 95–104. <https://doi.org/10.1515/secm-2012-0059>
- Prayogo, G. M., Rosyidah, A., & Ketut Sucita, I. (2018). *Modeling of the Reinforcement Minimum Spacing of Precast Concrete Using Grouting*. *Proceedings - 2018 International Conference on Applied Science and Technology, iCAST 2018*, 674–679. <https://doi.org/10.1109/iCAST1.2018.8751522>
- Priyatno. (2013). *Analisis data dengan SPSS*. Media Kom.
- R.G.Selby, & F.J.Vecchio. (1997). *A constitutive model for analysis of reinforced concrete solids*. *Can J.Civ Engineering*, 24, 460–470.
- R.Park, & T.Paulay. (1975). *Design Concrete Structures*. In *Wiley Online Library (CONCRETE STRUCTURE)*. Wiley Interscience.
- Riani, E. (2018). *Pengaruh Variasi Kedalaman Penjangkaran Terhadap Kuat Lekat (Bond Strength) Tulangan Baja Ulir Pada Beton Normal, Beton Ringan Dan Beton Mutu Tinggi*. Universitas Mataram.
- Rosyidah, A., R., G. M., & Yasin, E. (2011). *Tinjauan Variasi Tebal Grouting Sikadur 31 CF Normal dan Panjang Penyaluran terhadap Daya Lekat Baja Tulangan pada Beton Mutu Normal*. *Politeknologi*, 10(1), 93–107. <http://jurnal.pnj.ac.id/index.php/politeknologi>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Santoso, S. (2010). *Statistik Nonparametrik*. Elex Media Komputindo.
- Sibagariang, Y., Halawa, S., Quality, D. U., & Quality, M. U. (2020). *Kajian eksperimental kuat tarik ankur dengan variasi jarak*. In *Juitech* (Vol. 4, Nomor 1). Universitas Quality.
- Sriwidadi, T. (2011). *Penggunaan Uji Mann-Whitney pada Analisis Pengaruh Pelatihan Wiraniaga dalam Penjualan Produk Baru*. *Binus Business Review*, 2(2), 751. <https://doi.org/10.21512/bbr.v2i2.1221>
- Suwarto, & Wasino. (2012). *Kajian Kuat Cabut Tulangan Pada Beton Yang Diperkuat Sika Grout-215*. *Wahana TEKNIK SIPIL*, 17(1).
- Tepfers, R. dan Lorenzis, L. De (2003) *“Optimal portfolio choice under a liability constraint,”* *Mechanics of Composite Materials*, 97(1–4), hal. 131–141.
- Topcu, I. B., Guler, M., Uysal, M., & Tanyildizi, H. (2016). *Prediction of Pull-Out Performance of Chemical Anchors Embedded into Concrete*. *ICENS*, 24–28, 440–457.
- Upadhyaya, P., & Kumar, S. (2015). *Pull-out capacity of adhesive anchors: An analytical solution*. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 60, 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2015.03.006>
- Yilmaz, S., Özen, M. A., & Yardim, Y. (2013). *Tensile behavior of post-installed chemical anchors embedded to low strength concrete*. *Construction and Building Materials*, 47, 861–866. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.05.032>
- Wang, C. K. dan Salmon, C. G. (1993) *Disain Beton Bertulang Edisi 4*. Jakarta: Erlangga.
- Wiguntoro dan Henry, A. (2020) *“Studi Eksperimental Perilaku Pull-Out Pada Angkur Mekanis Dengan Perbandingan Kekuatan Metode Pemasangan Cast-In-Place Dan Post-Installed,”* *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2020*, (2018), hal. 45–50.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Hubungan Beban dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton

20 MPa

1. Kedalaman 5D

Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)				
	A1	A2	A3	A4	Beban Rata-Rata
8.33E-02	2910.7	2910.7	2887.8	2909.5	2.905
0.16667	6918.7	6918.4	6866.4	6913.5	6.904
0.25	13835	13834	13740	13824	13.808
0.33333	23923	23921	23785	23906	23.884
0.41667	36236	36232	36056	36211	36.184
0.5	49590	49585	49370	49555	49.525
0.58333	62727	62731	62532	62692	62.671
0.66667	74337	74394	74236	74289	74.314
0.75	84387	84438	84366	84325	84.379
0.83333	88376	88376	88374	88373	88.375
0.91667	88497	88498	88495	88495	88.496
1	88613	88617	88614	88615	88.615
1.0833	88733	88735	88731	88732	88.733
1.1667	88846	88850	88845	88845	88.847
1.25	88959	88958	88957	88959	88.958
1.3333	89072	89074	89068	89069	89.071
1.4167	89182	89184	89177	89180	89.181
1.5	89292	89292	89286	89289	89.290
1.5833	89399	89399	89392	89396	89.397
1.6667	89506	89502	89499	89501	89.502
1.75	89611	89607	89603	89602	89.606
1.8333	89715	89709	89704	89706	89.709
1.9167	89817	89809	89806	89807	89.810
2	89917	89909	89906	89907	89.910
2.0833	90016	90006	90006	90004	90.008
2.1667	90114	90104	90104	90101	90.106
2.25	90211	90200	90200	90198	90.202
2.3333	90307	90296	90296	90294	90.298
2.4167	90403	90392	90391	90389	90.394
2.5	90498	90487	90486	90484	90.489

2. Kedalaman 10 D

Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)				
	A1	A2	A3	A4	Beban Rata-Rata
8.33E-02	15332	15329	15431	15415	15376.75
0.16667	30766	30775	30953	30933	30856.75



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

0.25	48198	48266	48432	48441	48334.25
0.33333	67359	67520	67640	67685	67551
0.41667	86686	86902	86919	86981	86872
0.5	88423	88423	88423	88422	88422.75
0.58333	88537	88544	88542	88546	88542.25
0.66667	88672	88673	88670	88672	88671.75
0.75	88792	88794	88790	88792	88792
0.83333	88911	88911	88909	88910	88910.25
0.91667	89027	89027	89025	89026	89026.25
1	89142	89141	89139	89140	89140.5
1.0833	89255	89253	89248	89252	89252
1.1667	89366	89359	89361	89360	89361.5
1.25	89474	89467	89467	89467	89468.75
1.3333	89580	89565	89573	89572	89572.5
1.4167	89685	89675	89677	89675	89678
1.5	89787	89777	89775	89777	89779
1.5833	89892	89879	89881	89878	89882.5
1.6667	89994	89980	89982	89979	89983.75
1.75	90095	90080	90083	90079	90084.25
1.8333	90195	90180	90182	90179	90184
1.9167	90295	90279	90282	90278	90283.5
2	90395	90378	90381	90376	90382.5
2.0833	90493	90476	90479	90474	90480.5
2.1667	90592	90573	90577	90571	90578.25
2.25	90689	90671	90674	90668	90675.5
2.3333	90787	90767	90771	90764	90772.25
2.4167	90884	90864	90867	90860	90868.75
2.5	90980	90960	90963	90956	90964.75

3. Kedalaman 15D

Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)				
	A1	A2	A3	A4	Beban Rata-Rata
8.33E-02	15332	15329	15431	15415	15376.75
0.16667	30766	30775	30953	30933	30856.75
0.25	48198	48266	48432	48441	48334.25
0.33333	67359	67520	67640	67685	67551
0.41667	86686	86902	86919	86981	86872
0.5	88423	88423	88423	88422	88422.75
0.58333	88537	88544	88542	88546	88542.25
0.66667	88672	88673	88670	88672	88671.75
0.75	88792	88794	88790	88792	88792
0.83333	88911	88911	88909	88910	88910.25
0.91667	89027	89027	89025	89026	89026.25



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1	89142	89141	89139	89140	89140.5
1.0833	89255	89253	89248	89252	89252
1.1667	89366	89359	89361	89360	89361.5
1.25	89474	89467	89467	89467	89468.75
1.3333	89580	89565	89573	89572	89572.5
1.4167	89685	89675	89677	89675	89678
1.5	89787	89777	89775	89777	89779
1.5833	89892	89879	89881	89878	89882.5
1.6667	89994	89980	89982	89979	89983.75
1.75	90095	90080	90083	90079	90084.25
1.8333	90195	90180	90182	90179	90184
1.9167	90295	90279	90282	90278	90283.5
2	90395	90378	90381	90376	90382.5
2.0833	90493	90476	90479	90474	90480.5
2.1667	90592	90573	90577	90571	90578.25
2.25	90689	90671	90674	90668	90675.5
2.3333	90787	90767	90771	90764	90772.25
2.4167	90884	90864	90867	90860	90868.75
2.5	90980	90960	90963	90956	90964.75

Lampiran 2 Tabel Hubungan Tegangan Lekat dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 20 MPa

Slip (mm)	Teg.Lekat Pada Angkur (N)		
	5D	10D	15D
8.33E-02	0.72531	0.51541	0.45694
0.16667	1.9615	1.21	0.93684
0.25	4.2408	2.3038	1.7852
0.33333	7.3539	3.6394	3.1697
0.41667	11.221	6.0465	5.2071
0.5	15.834	9.3235	8.0072
0.58333	17.467	13.348	11.885
0.66667	19.909	16.253	15.456
0.75	22.558	17.985	16.857
0.83333	23.766	18.027	16.886
0.91667	23.805	18.068	16.914
1	23.842	18.105	16.94
1.0833	23.879	17.646	16.964
1.1667	23.916	17.662	16.986
1.25	23.952	17.677	17.003
1.3333	23.987	17.692	17.012
1.4167	24.022	17.706	17.022
1.5	24.057	17.72	17.032

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5833	24.091	17.733	17.042
1.6667	24.125	17.746	17.053
1.75	24.159	17.758	17.062
1.8333	24.192	17.769	17.07
1.9167	24.224	17.78	17.074
2	24.256	17.791	17.075
2.0833	24.287	17.802	17.074
2.1667	24.317	17.812	17.074
2.25	24.346	17.822	17.074
2.3333	24.376	17.831	17.072
2.4167	24.405	17.838	17.071
2.5	24.435	17.844	17.07

Lampiran 3 Tabel Hubungan Beban dengan Tegangan Beton yang Terjadi pada Mutu Beton 20 MPa

Beban (N)	Tegangan Beton		
	5D	10D	15D
8.33E-02	0.84	2.8632	0.63414
0.16667	2.02	5.7121	1.2815
0.25	3.52	8.0132	1.9683
0.33333	5.25	9.695	2.5598
0.41667	7.36	10.781	3.0508
0.5	9.73	10.801	3.597
0.58333	12.09	10.808	4.1196
0.66667	14.28	10.814	5.0063
0.75	16.43	10.821	5.5893
0.83333	17.34	10.827	5.5992
0.91667	17.37	10.833	5.609
1	17.40	10.839	5.6192
1.0833	17.43	10.845	5.6299
1.1667	17.46	10.851	5.6417
1.25	17.49	10.856	5.6585
1.3333	17.51	10.86	5.6746
1.4167	17.54	10.865	5.6908
1.5	17.57	10.87	5.707
1.5833	17.59	10.875	5.7233
1.6667	17.62	10.88	5.7395
1.75	17.65	10.884	5.7555
1.8333	17.67	10.889	5.7717
1.9167	17.70	10.894	5.7885
2	17.72	10.898	5.8051
2.0833	17.75	10.903	5.8211

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1667	17.77	10.907	5.837
2.25	17.80	10.912	5.8527
2.3333	17.82	10.916	5.8683
2.4167	17.84	10.921	5.8836
2.5	17.87	10.925	5.8988

Lampiran 4 Tabel Hubungan Beban dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 30 MPa

1. Kedalaman 5D

Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)				
	B1	B2	B3	B4	Beban Rata-Rata
8.33E-02	2915.5	2915.5	2892.5	2914.3	2909.45
0.16667	6937.5	6937.3	6885	6932.5	6923.075
0.25	13891	13891	13796	13881	13864.75
0.33333	24055	24053	23915	24037	24015
0.41667	36483	36480	36300	36460	36430.75
0.5	50007	50002	49780	49977	49941.5
0.58333	63314	63311	63108	63289	63255.5
0.66667	75217	75221	75063	75210	75177.75
0.75	85522	85522	85383	85503	85482.5
0.83333	88396	88395	88392	88395	88394.5
0.91667	88516	88496	88509	88515	88509
1	88636	88637	88632	88636	88635.25
1.0833	88753	88754	88748	88752	88751.75
1.1667	88867	88869	88862	88867	88866.25
1.25	88979	88981	88974	88980	88978.5
1.3333	89091	89092	89085	89091	89089.75
1.4167	89202	89202	89191	89200	89198.75
1.5	89311	89308	89303	89309	89307.75
1.5833	89417	89412	89410	89413	89413
1.6667	89525	89513	89514	89521	89518.25
1.75	89630	89625	89617	89624	89624
1.8333	89726	89726	89720	89725	89724.25
1.9167	89835	89827	89823	89826	89827.75
2	89936	89926	89923	89926	89927.75
2.0833	90035	90024	90022	90024	90026.25
2.1667	90132	90121	90120	90121	90123.5
2.25	90229	90218	90216	90217	90220
2.3333	90326	90314	90312	90313	90316.25
2.4167	90421	90409	90408	90409	90411.75
2.5	90517	90504	90503	90503	90506.75

2. Kedalaman 10 D



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)				
	B1	B2	B3	B4	Beban Rata-Rata
8.33E-02	16405	16411	33007	16492	20578.75
0.16667	32817	32838	51085	32993	37433.25
0.25	50846	50925	70851	51100	55930.5
0.33333	70570	70729	88076	70903	75069.5
0.41667	88073	88071	88433	88103	88170
0.5	88439	88447	88572	88446	88476
0.58333	88573	88573	88694	88572	88603
0.66667	88695	88696	88812	88695	88724.5
0.75	88815	88815	88930	88815	88843.75
0.83333	88933	88930	89046	88932	88960.25
0.91667	89049	89049	89158	89048	89076
1	89164	89162	89272	89162	89190
1.0833	89276	89273	89381	89273	89300.75
1.1667	89387	89377	89487	89381	89408
1.25	89492	89483	89592	89484	89512.75
1.3333	89600	89590	89696	89590	89619
1.4167	89705	89694	89799	89694	89723
1.5	89806	89796	89900	89796	89824.5
1.5833	89912	89897	90001	89898	89927
1.6667	90013	89998	90101	89998	90027.5
1.75	90114	90098	90201	90098	90127.75
1.8333	90215	90198	90300	90198	90227.75
1.9167	90314	90297	90399	90297	90326.75
2	90414	90396	90497	90395	90425.5
2.0833	90512	90494	90595	90493	90523.5
2.1667	90611	90592	90692	90590	90621.25
2.25	90708	90689	90789	90686	90718
2.3333	90806	90785	90885	90783	90814.75
2.4167	90902	90882	90981	90879	90911
2.5	90999	90977	90584	90974	90883.5

3. Kedalaman 15D

Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)				
	B1	B2	B3	B4	Beban Rata-Rata
8.33E-02	4956	4955.9	4951.8	4948.4	4953.025
0.16667	9997.9	9997.6	9989.6	9981.7	9991.7
0.25	17475	17474	17459	17451	17464.75
0.33333	27486	27484	27463	27456	27472.25
0.41667	39691	39687	39659	39657	39673.5
0.5	53557	53551	53516	53518	53535.5
0.58333	68293	68280	68238	68243	68263.5

0.66667	83340	83308	83260	83272	83295
0.75	88392	88387	88386	88388	88388.25
0.83333	88515	88514	88512	88512	88513.25
0.91667	88633	88634	88630	88632	88632.25
1	88751	88751	88748	88750	88750
1.0833	88863	88866	88863	88862	88863.5
1.1667	88979	88977	88975	88976	88976.75
1.25	89088	89085	89084	89084	89085.25
1.3333	89196	89192	89190	89191	89192.25
1.4167	89301	89297	89296	89296	89297.5
1.5	89407	89397	89400	89401	89401.25
1.5833	89511	89501	89503	89488	89500.75
1.6667	89608	89605	89604	89603	89605
1.75	89716	89704	89703	89704	89706.75
1.8333	89817	89803	89806	89803	89807.25
1.9167	89916	89902	89904	89901	89905.75
2	90014	89999	90002	89998	90003.25
2.0833	90111	90096	90099	90095	90100.25
2.1667	90208	90193	90195	90191	90196.75
2.25	90304	90289	90291	90287	90292.75
2.3333	90400	90384	90387	90382	90388.25
2.4167	90495	90479	90482	90477	90483.25
2.5	90590	90573	90576	90571	90577.5

Lampiran 5 Tabel Hubungan Tegangan Lekat dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 30 MPa

Slip (mm)	Teg.Lekat Pada Angkur (N)		
	5D	10D	15D
8.33E-02	0.72673	0.51874	0.45749
0.16667	1.9697	1.2213	0.9372
0.25	4.2678	2.3327	1.7857
0.33333	7.4124	3.6923	3.1707
0.41667	11.29	6.0592	5.2099
0.5	15.92	9.3511	8.0159
0.58333	17.626	13.464	11.755
0.66667	20.005	16.431	15.595
0.75	22.52	17.916	16.802
0.83333	23.319	17.96	16.831
0.91667	23.353	17.999	16.859
1	23.387	18.037	16.887
1.0833	23.42	17.561	16.912
1.1667	23.453	17.576	16.935

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.25	23.485	17.592	16.951
1.3333	23.517	17.606	16.964
1.4167	23.548	17.62	16.977
1.5	23.579	17.633	16.989
1.5833	23.61	17.645	17
1.6667	23.64	17.658	17.011
1.75	23.67	17.67	17.02
1.8333	23.699	17.682	17.026
1.9167	23.727	17.693	17.031
2	23.755	17.704	17.034
2.0833	23.783	17.715	17.035
2.1667	23.809	17.725	17.037
2.25	23.835	17.735	17.038
2.3333	23.86	17.743	17.038
2.4167	23.886	17.75	17.036
2.5	23.911	17.757	17.035

Lampiran 6 Tabel Hubungan Beban dengan Tegangan Beton yang Terjadi pada Mutu Beton 30 MPa

Beban (N)	Tegangan Beton		
	5D	10D	15D
8.33E-02	0.83407	2.8632	0.63991
0.16667	2.0217	5.7121	1.2947
0.25	3.5219	8.0132	1.9894
0.33333	5.2781	9.695	2.5874
0.41667	7.4108	10.781	3.1067
0.5	9.7697	10.801	3.663
0.58333	12.133	10.808	4.1944
0.66667	14.261	10.814	4.8342
0.75	16.217	10.821	5.3217
0.83333	16.785	10.827	5.3283
0.91667	16.809	10.833	5.339
1	16.831	10.839	5.3496
1.0833	16.853	10.845	5.36
1.1667	16.875	10.851	5.3704
1.25	16.897	10.856	5.3802
1.3333	16.918	10.86	5.3899
1.4167	16.939	10.865	5.3996
1.5	16.96	10.87	5.4092
1.5833	16.98	10.875	5.4187
1.6667	17	10.88	5.4282
1.75	17.02	10.884	5.4376

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.8333	17.039	10.889	5.4468
1.9167	17.058	10.894	5.4557
2	17.077	10.898	5.4647
2.0833	17.095	10.903	5.4737
2.1667	17.112	10.907	5.4827
2.25	17.129	10.912	5.4917
2.3333	17.146	10.916	5.5008
2.4167	17.163	10.921	5.5099
2.5	17.18	10.925	5.519

Lampiran 7 Tabel Hubungan Beban dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 40 MPa

1. Kedalaman 5D

Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)				Beban Rata-Rata
	C1	C2	C3	C4	
8.33E-02	2.31E+03	2306	2302.6	2305.6	2305.15
0.16667	5208	5207.9	5196	5205.6	5204.375
0.25	9853.3	9852.9	9825	9847.4	9844.65
0.33333	16856	16855	16805	16844	16840
0.41667	26240	26239	26171	26223	26218.25
0.5	37313	37313	37230	37291	37286.75
0.58333	49820	49817	49728	49792	49789.25
0.66667	63066	63063	62989	63034	63038
0.75	75351	75353	75280	75320	75326
0.83333	8.56E+04	85602	85557	85575	85585.25
0.91667	88402	88404	88402	88404	88403
1	88536	88529	88528	88519	88528
1.0833	88660	88660	88658	88660	88659.5
1.1667	88780	88778	88777	88779	88778.5
1.25	88889	88894	88894	88893	88892.5
1.3333	89003	88995	89007	88990	88998.75
1.4167	89095	89108	89090	89118	89102.75
1.5	89222	89226	89219	89225	89223
1.5833	89340	89330	89330	89329	89332.25
1.6667	89446	89434	89434	89433	89436.75
1.75	89550	89537	89537	89535	89539.75
1.8333	89653	89639	89640	89637	89642.25
1.9167	89756	89741	89742	89739	89744.5
2	89857	89842	89843	89839	89845.25
2.0833	89959	89943	89944	89939	89946.25
2.1667	90060	90043	90044	90039	90046.5
2.25	90160	90143	90144	90138	90146.25
2.3333	90260	90242	90244	90236	90245.5



2.4167	90359	90341	90343	90334	90344.25
2.5	90458	90439	90441	90432	90442.5

2. Kedalaman 10 D

Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)				
	C1	C2	C3	C4	Beban Rata-Rata
8.33E-02	1.68E+04	16852	16937	16931	16890.5
0.16667	33673	33699	33862	33852	33771.5
0.25	51970	52052	52209	52228	52114.75
0.33333	71927	72087	72207	72265	72121.5
0.41667	88221	88202	88204	88228	88213.75
0.5	88444	88456	88439	88456	88448.75
0.58333	88582	88582	88581	88582	88581.75
0.66667	88704	88705	88702	88704	88703.75
0.75	88824	88821	88820	88823	88822
0.83333	8.89E+04	88940	88938	88939	88939.75
0.91667	89058	89057	89055	89056	89056.5
1	89172	89170	89164	89170	89169
1.0833	89285	89281	89280	89281	89281.75
1.1667	89394	89388	89389	89388	89389.75
1.25	89498	89493	89494	89489	89493.5
1.3333	89608	89594	89600	89599	89600.25
1.4167	89713	89701	89704	89702	89705
1.5	89817	89803	89806	89804	89807.5
1.5833	89919	89905	89908	89905	89909.25
1.6667	90021	90005	90008	90006	90010
1.75	90122	90106	90109	90106	90110.75
1.8333	90222	90205	90208	90205	90210
1.9167	90322	90304	90308	90304	90309.5
2	90421	90403	90406	90402	90408
2.0833	90520	90501	90504	90500	90506.25
2.1667	90618	90599	90602	90597	90604
2.25	90716	90696	90699	90694	90701.25
2.3333	90813	90792	90796	90790	90797.75
2.4167	90910	90889	90892	90886	90894.25
2.5	91006	90984	90988	90981	90989.75

3. Kedalaman 15D

Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)				
	C1	C2	C3	C4	Beban Rata-Rata
8.33E-02	4.97E+03	4968.6	4964.5	4961.1	4965.725
0.16667	10026	10026	10018	10010	10020
0.25	17540	17539	17525	17516	17530
0.33333	27609	27607	27586	27579	27595.25

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

0.41667	39891	39887	39859	39857	39873.5
0.5	53846	53841	53807	53808	53825.5
0.58333	68686	68675	68633	68637	68657.75
0.66667	83811	83782	83732	83747	83768
0.75	88396	88395	88394	88393	88394.5
0.83333	8.85E+04	88518	88517	88517	88517.75
0.91667	88638	88639	88636	88637	88637.5
1	88756	88755	88753	88754	88754.5
1.0833	88869	88871	88867	88865	88868
1.1667	88983	88981	88979	88980	88980.75
1.25	89091	89089	89088	89088	89089
1.3333	89199	89196	89194	89194	89195.75
1.4167	89306	89300	89299	89300	89301.25
1.5	89411	89405	89403	89404	89405.75
1.5833	89514	89502	89507	89507	89507.5
1.6667	89618	89608	89607	89606	89609.75
1.75	89719	89708	89705	89707	89709.75
1.8333	89820	89807	89809	89806	89810.5
1.9167	89919	89905	89907	89904	89908.75
2	90017	90003	90005	90002	90006.75
2.0833	90115	90100	90102	90099	90104
2.1667	90212	90196	90199	90195	90200.5
2.25	90308	90292	90295	90290	90296.25
2.3333	90404	90387	90390	90386	90391.75
2.4167	90499	90482	90485	90480	90486.5
2.5	90593	90577	90580	90574	90581

Lampiran 8 Tabel Hubungan Tegangan Lekat dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 40 MPa

Slip (mm)	Teg.Lekat Pada Angkur (N)		
	5D	10D	15D
8.33E-02	0.56	0.51951	0.45771
0.16667	1.32	1.2263	0.93748
0.25	2.76	2.3457	1.7854
0.33333	4.97	3.7163	3.1702
0.41667	7.52	6.0628	5.2093
0.5	10.53	9.3586	8.0155
0.58333	14.17	13.511	11.756
0.66667	17.17	16.506	15.63
0.75	19.20	17.878	16.712
0.83333	21.05	17.897	16.743
0.91667	21.63	17.962	16.771



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1	21.66	17.999	16.799
1.0833	21.68	17.519	16.825
1.1667	21.71	17.534	16.848
1.25	21.73	17.548	16.864
1.3333	21.75	17.562	16.877
1.4167	21.78	17.575	16.891
1.5	21.80	17.587	16.904
1.5833	21.82	17.599	16.916
1.6667	21.84	17.611	16.927
1.75	21.86	17.623	16.937
1.8333	21.88	17.634	16.943
1.9167	21.89	17.645	16.945
2	21.91	17.656	16.947
2.0833	21.93	17.667	16.951
2.1667	21.95	17.677	16.954
2.25	21.97	17.687	16.956
2.3333	21.99	17.695	16.957
2.4167	22.00	17.702	16.957
2.5	22.02	17.708	16.956

Lampiran 9 Tabel Hubungan Beban dengan Tegangan Beton yang Terjadi pada Mutu Beton 40 MPa

Beban (N)	Tegangan Beton		
	5D	10D	15D
8.33E-02	0.62713	2.8968	0.64167
0.16667	1.4312	5.7835	1.2981
0.25	2.7377	8.1722	1.9953
0.33333	4.3305	9.9236	2.5951
0.41667	6.1545	10.955	3.1275
0.5	8.038	10.969	3.6869
0.58333	9.9671	10.976	4.2204
0.66667	12.037	10.983	4.8797
0.75	14.211	10.989	5.3115
0.83333	16.19	10.996	5.322
0.91667	16.763	11.002	5.3325
1	16.791	11.009	5.3428
1.0833	16.816	11.014	5.353
1.1667	16.841	11.02	5.3631
1.25	16.866	11.025	5.3727
1.3333	16.89	11.03	5.3822
1.4167	16.913	11.035	5.3916
1.5	16.935	11.04	5.4009

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5833	16.957	11.045	5.4101
1.6667	16.979	11.05	5.4194
1.75	17	11.054	5.4286
1.8333	17.021	11.059	5.4374
1.9167	17.042	11.064	5.4461
2	17.063	11.068	5.4547
2.0833	17.083	11.073	5.4634
2.1667	17.104	11.078	5.4721
2.25	17.124	11.082	5.4809
2.3333	17.144	11.087	5.4896
2.4167	17.165	11.091	5.4985
2.5	17.185	11.096	5.5072

Lampiran 10 Tabel Hubungan Beban dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 50 MPa

1. Kedalaman 5D

Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)				
	D1	D2	D3	D4	Beban Rata-Rata
8.33E-02	2.31E+03	2308.1	2304.6	2307.5	2307.1
0.16667	5215.5	5215.3	5203.4	5213.1	5211.825
0.25	9873.5	9873.1	9845.2	9867.7	9864.875
0.33333	16904	16903	16853	16893	16888.25
0.41667	26320	26319	26249	26303	26297.75
0.5	37434	37434	37349	37411	37407
0.58333	49994	49991	49901	49966	49963
0.66667	63302	63298	63224	63271	63273.75
0.75	75580	75584	75513	75556	75558.25
0.83333	8.58E+04	85831	85784	85808	85814.75
0.91667	88406	88408	88404	88407	88406.25
1	88539	88536	88529	88538	88535.5
1.0833	88664	88663	88661	88664	88663
1.1667	88784	88782	88780	88783	88782.25
1.25	88898	88897	88897	88895	88896.75
1.3333	89005	89002	89010	88990	89001.75
1.4167	89094	89110	89103	89121	89107
1.5	89224	89229	89225	89228	89226.5
1.5833	89343	89333	89333	89332	89335.25
1.6667	89449	89437	89437	89436	89439.75
1.75	89553	89540	89540	89538	89542.75
1.8333	89656	89642	89643	89640	89645.25
1.9167	89758	89744	89745	89741	89747



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2	89860	89845	89846	89842	89848.25
2.0833	89962	89946	89947	89942	89949.25
2.1667	90062	90046	90047	90042	90049.25
2.25	90163	90146	90147	90141	90149.25
2.3333	90263	90245	90247	90239	90248.5
2.4167	90362	90343	90345	90337	90346.75
2.5	90461	90442	90444	90435	90445.5

2. Kedalaman 10 D

Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)					Beban Rata-Rata
	D1	D2	D3	D4		
8.33E-02	1.73E+04	17280	17359	17356	17315	
0.16667	34513	34543	34702	34695	34613.25	
0.25	53066	53149	53308	53328	53212.75	
0.33333	73228	73387	73512	73570	73424.25	
0.41667	88291	88276	88283	88290	88285	
0.5	88448	88464	88457	88464	88458.25	
0.58333	88590	88591	88589	88590	88590	
0.66667	88712	88713	88710	88712	88711.75	
0.75	88832	88831	88829	88829	88830.25	
0.83333	8.90E+04	88947	88947	88946	88947.5	
0.91667	89066	89065	89062	89064	89064.25	
1	89180	89178	89171	89177	89176.5	
1.0833	89292	89288	89286	89288	89288.5	
1.1667	89400	89395	89396	89396	89396.75	
1.25	89509	89501	89501	89493	89501	
1.3333	89615	89599	89607	89606	89606.75	
1.4167	89720	89708	89711	89709	89712	
1.5	89824	89810	89813	89810	89814.25	
1.5833	89926	89911	89914	89912	89915.75	
1.6667	90028	90012	90015	90012	90016.75	
1.75	90128	90112	90115	90112	90116.75	
1.8333	90229	90212	90215	90212	90217	
1.9167	90329	90311	90314	90310	90316	
2	90428	90410	90413	90409	90415	
2.0833	90526	90508	90511	90506	90512.75	
2.1667	90624	90605	90609	90603	90610.25	
2.25	90722	90702	90706	90700	90707.5	
2.3333	90819	90799	90803	90796	90804.25	
2.4167	90916	90895	90899	90892	90900.5	
2.5	91012	90991	90995	90987	90996.25	

3. Kedalaman 15D

Beban Pada Angkur (N)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Slip (mm)	D1	D2	D3	D4	Beban Rata-Rata
8.33E-02	4.98E+03	4978.6	4974.5	4971.2	4975.75
0.16667	10049	10048	10040	10032	10042.25
0.25	17592	17591	17577	17568	17582
0.33333	27708	27705	27684	27677	27693.5
0.41667	40050	40046	40018	40016	40032.5
0.5	54077	54072	54038	54040	54056.75
0.58333	68998	68987	68946	68949	68970
0.66667	84173	84148	84099	84113	84133.25
0.75	88399	88398	88397	88396	88397.5
0.83333	8.85E+04	88522	88521	88520	88521.25
0.91667	88641	88642	88639	88640	88640.5
1	88759	88759	88756	88757	88757.75
1.0833	88872	88874	88870	88872	88872
1.1667	88986	88983	88983	88984	88984
1.25	89094	89092	89091	89091	89092
1.3333	89202	89198	89197	89197	89198.5
1.4167	89309	89303	89302	89303	89304.25
1.5	89414	89408	89406	89407	89408.75
1.5833	89516	89503	89509	89510	89509.5
1.6667	89621	89611	89610	89609	89612.75
1.75	89720	89711	89707	89710	89712
1.8333	89823	89809	89812	89809	89813.25
1.9167	89922	89908	89910	89907	89911.75
2	90020	90005	90008	90004	90009.25
2.0833	90117	90102	90105	90101	90106.25
2.1667	90214	90199	90201	90197	90202.75
2.25	90310	90295	90297	90293	90298.75
2.3333	90406	90390	90393	90388	90394.25
2.4167	90501	90485	90488	90483	90489.25
2.5	90596	90579	90582	90577	90583.5

Lampiran 11 Tabel Hubungan Tegangan Lekat dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 50 MPa

Slip (mm)	Teg.Lekat Pada Angkur (N)		
	5D	10D	15D
8.33E-02	0.56	0.52113	0.4579
0.16667	1.32	1.2303	0.94166
0.25	2.76	2.3561	1.7855
0.33333	5.00	3.7356	3.1703
0.41667	7.47	6.0666	5.2097



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

0.5	10.41	9.3658	8.0171
0.58333	14.25	13.544	11.762
0.66667	17.24	16.557	15.635
0.75	19.26	17.845	16.644
0.83333	21.10	17.889	16.675
0.91667	21.63	17.929	16.704
1	21.66	17.966	16.732
1.0833	21.69	17.991	16.758
1.1667	21.71	17.5	16.78
1.25	21.74	17.514	16.796
1.3333	21.76	17.527	16.81
1.4167	21.78	17.539	16.823
1.5	21.80	17.551	16.837
1.5833	21.82	17.563	16.849
1.6667	21.84	17.574	16.86
1.75	21.86	17.585	16.871
1.8333	21.88	17.596	16.878
1.9167	21.90	17.607	16.88
2	21.92	17.618	16.88
2.0833	21.94	17.628	16.882
2.1667	21.95	17.639	16.886
2.25	21.97	17.648	16.888
2.3333	21.99	17.656	16.89
2.4167	22.01	17.663	16.891
2.5	22.02	17.669	16.892

Lampiran 12 Tabel Hubungan Beban dengan Tegangan Beton yang Terjadi pada Mutu Beton 60 MPa

Beban (N)	Tegangan Beton		
	5D	10D	15D
8.33E-02	0.62766	2.9145	0.6433
0.16667	1.4348	5.821	1.302
0.25	2.7468	8.2846	2.0016
0.33333	4.35	10.112	2.6034
0.41667	6.1644	11.094	3.1463
0.5	8.0392	11.104	3.7088
0.58333	9.9589	11.112	4.2448
0.66667	12.024	11.119	4.9231
0.75	14.206	11.126	5.3127
0.83333	16.179	11.133	5.3231
0.91667	16.706	11.139	5.3335
1	16.734	11.146	5.3437

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.0833	16.76	11.152	5.3538
1.1667	16.784	11.158	5.3637
1.25	16.809	11.163	5.3732
1.3333	16.833	11.168	5.3825
1.4167	16.856	11.173	5.3918
1.5	16.879	11.178	5.4011
1.5833	16.901	11.183	5.4102
1.6667	16.922	11.188	5.4193
1.75	16.944	11.193	5.4284
1.8333	16.965	11.198	5.4372
1.9167	16.986	11.203	5.4457
2	17.007	11.208	5.4543
2.0833	17.028	11.213	5.4628
2.1667	17.048	11.218	5.4714
2.25	17.069	11.222	5.48
2.3333	17.089	11.227	5.4887
2.4167	17.109	11.232	5.4973
2.5	17.129	11.237	5.5059

Lampiran 13 Tabel Hubungan Beban dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 60 MPa

1. Kedalaman 5D

Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)				
	E1	E2	E3	E4	Beban Rata-Rata
8.33E-02	2.93E+03	2926.2	2903	2924.9	2920.075
0.16667	6977.7	6977.5	6924.6	6972.7	6963.125
0.25	14013	14013	13916	14003	13986.25
0.33333	24338	24337	24196	24322	24298.25
0.41667	36985	36983	36800	36964	36933
0.5	50769	50766	50537	50743	50703.75
0.58333	64231	64229	64028	64210	64174.5
0.66667	76256	76257	76106	76242	76215.25
0.75	86450	86445	86296	86435	86406.5
0.83333	8.84E+04	88410	88406	88408	88408.25
0.91667	88518	88503	88513	88511	88511.25
1	88648	88650	88645	88649	88648
1.0833	88766	88767	88761	88764	88764.5
1.1667	88880	88879	88874	88879	88878
1.25	88992	88994	88986	88992	88991
1.3333	89103	89104	89097	89103	89101.75
1.4167	89214	89214	89205	89213	89211.5
1.5	89323	89322	89315	89321	89320.25
1.5833	89426	89429	89421	89420	89424



1.6667	89449	89437	89437	89436	89439.75
1.75	89553	89540	89540	89538	89542.75
1.8333	89656	89642	89643	89640	89645.25
1.9167	89758	89744	89745	89741	89747
2	89860	89845	89846	89842	89848.25
2.0833	89962	89946	89947	89942	89949.25
2.1667	90062	90046	90047	90042	90049.25
2.25	90163	90146	90147	90141	90149.25
2.3333	90263	90245	90247	90239	90248.5
2.4167	90362	90343	90345	90337	90346.75
2.5	90461	90442	90444	90435	90445.5

2. Kedalaman 10 D

Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)				
	E1	E2	E3	E4	Beban Rata-Rata
8.33E-02	1.76E+04	17625	17699	17698	17657
0.16667	35196	35233	35382	35380	35297.75
0.25	53961	54053	54203	54227	54111
0.33333	74287	74454	74569	74634	74486
0.41667	88324	88320	88324	88322	88322.5
0.5	88451	88441	88451	88445	88447
0.58333	88597	88597	88595	88597	88596.5
0.66667	88719	88719	88717	88719	88718.5
0.75	88838	88839	88836	88836	88837.25
0.83333	8.90E+04	88955	88953	88955	88954.75
0.91667	89072	89071	89068	89070	89070.25
1	89186	89184	89182	89183	89183.75
1.0833	89298	89293	89291	89293	89293.75
1.1667	89408	89401	89401	89400	89402.5
1.25	89515	89507	89507	89508	89509.25
1.3333	89621	89602	89612	89612	89611.75
1.4167	89726	89714	89714	89714	89717
1.5	89829	89816	89819	89816	89820
1.5833	89932	89917	89920	89917	89921.5
1.6667	90033	90018	90021	90018	90022.5
1.75	90134	90118	90121	90118	90122.75
1.8333	90234	90217	90220	90217	90222
1.9167	90334	90316	90320	90316	90321.5
2	90433	90415	90418	90414	90420
2.0833	90532	90513	90516	90512	90518.25
2.1667	90630	90610	90614	90609	90615.75
2.25	90727	90708	90711	90705	90712.75
2.3333	90825	90804	90808	90802	90809.75

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4167	90921	90900	90904	90897	90905.5
2.5	91018	90996	91000	90993	91001.75
3. Kedalaman 15D					
Slip (mm)	Beban Pada Angkur (N)				Beban Rata-Rata
	E1	E2	E3	E4	
8.33E-02	4.98E+03	4978.6	4974.5	4971.2	4975.75
0.16667	10049	10048	10040	10032	10042.25
0.25	17592	17591	17577	17568	17582
0.33333	27708	27705	27684	27677	27693.5
0.41667	40050	40046	40018	40016	40032.5
0.5	54077	54072	54038	54040	54056.75
0.58333	68998	68987	68946	68949	68970
0.66667	84173	84148	84099	84113	84133.25
0.75	88399	88398	88397	88396	88397.5
0.83333	8.85E+04	88522	88521	88520	88521.25
0.91667	88641	88642	88639	88640	88640.5
1	88759	88759	88756	88757	88757.75
1.0833	88872	88874	88870	88872	88872
1.1667	88986	88983	88983	88984	88984
1.25	89094	89092	89091	89091	89092
1.3333	89202	89198	89197	89197	89198.5
1.4167	89309	89303	89302	89303	89304.25
1.5	89414	89408	89406	89407	89408.75
1.5833	89516	89503	89509	89510	89509.5
1.6667	89621	89611	89610	89609	89612.75
1.75	89720	89711	89707	89710	89712
1.8333	89823	89809	89812	89809	89813.25
1.9167	89922	89908	89910	89907	89911.75
2	90020	90005	90008	90004	90009.25
2.0833	90117	90102	90105	90101	90106.25
2.1667	90214	90199	90201	90197	90202.75
2.25	90310	90295	90297	90293	90298.75
2.3333	90406	90390	90393	90388	90394.25
2.4167	90501	90485	90488	90483	90489.25
2.5	90596	90579	90582	90577	90583.5

Lampiran 14 Tabel Hubungan Tegangan Lekat dengan Slip yang Terjadi pada Mutu Beton 60 MPa

Slip (mm)	Teg.Lekat Pada Angkur (N)		
	5D	10D	15D
8.33E-02	0.73	0.52217	0.4579



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

0.16667	1.99	1.2334	0.94166
0.25	4.33	2.3642	1.7855
0.33333	7.54	3.7503	3.1703
0.41667	11.48	6.0695	5.2097
0.5	16.16	9.3712	8.0171
0.58333	17.77	13.569	11.762
0.66667	20.12	16.594	15.635
0.75	22.55	17.818	16.644
0.83333	23.07	17.863	16.675
0.91667	23.11	17.903	16.704
1	23.14	17.938	16.732
1.0833	23.17	17.967	16.758
1.1667	23.20	17.475	16.78
1.25	23.23	17.489	16.796
1.3333	23.26	17.502	16.81
1.4167	23.29	17.513	16.823
1.5	23.32	17.524	16.837
1.5833	23.35	17.535	16.849
1.6667	23.38	17.546	16.86
1.75	23.41	17.557	16.871
1.8333	23.44	17.568	16.878
1.9167	23.46	17.578	16.88
2	23.49	17.588	16.88
2.0833	23.51	17.598	16.882
2.1667	23.54	17.609	16.886
2.25	23.56	17.618	16.888
2.3333	23.59	17.626	16.89
2.4167	23.61	17.632	16.891
2.5	23.64	17.638	16.892

Lampiran 15 Tabel Hubungan Beban dengan Tegangan Beton yang Terjadi pada Mutu Beton 60 MPa

Beban (N)	Tegangan Beton		
	5D	10D	15D
8.33E-02	0.83857	2.9222	0.6433
0.16667	2.0355	5.8371	1.302
0.25	3.5508	8.3549	2.0016
0.33333	5.3639	10.247	2.6034
0.41667	7.5484	11.186	3.1463
0.5	9.9758	11.195	3.7088
0.58333	12.343	11.203	4.2448
0.66667	14.468	11.21	4.9231



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

0.75	16.383	11.218	5.3127
0.83333	16.759	11.225	5.3231
0.91667	16.782	11.231	5.3335
1	16.804	11.238	5.3437
1.0833	16.826	11.245	5.3538
1.1667	16.847	11.25	5.3637
1.25	16.868	11.256	5.3732
1.3333	16.889	11.261	5.3825
1.4167	16.909	11.267	5.3918
1.5	16.929	11.272	5.4011
1.5833	16.949	11.277	5.4102
1.6667	16.969	11.282	5.4193
1.75	16.988	11.287	5.4284
1.8333	17.007	11.293	5.4372
1.9167	17.025	11.298	5.4457
2	17.043	11.303	5.4543
2.0833	17.06	11.308	5.4628
2.1667	17.077	11.313	5.4714
2.25	17.094	11.318	5.48
2.3333	17.111	11.323	5.4887
2.4167	17.127	11.327	5.4973
2.5	17.143	11.332	5.5059

Lampiran 16 Hasil pengujian *Kruskal Wallis* pada Mutu Beton 20 MPa

Ranks			
	Kedalaman	N	Mean Rank
Kuat Tarik	5D	4	2.50
	10D	4	6.50
	15D	4	10.50
	Total	12	

Test Statistics ^{a,b}	
	Kuat Tarik
Chi-Square	9.846
df	2
Asymp. Sig.	.007

- a. Kruskal Wallis Test
 b. Grouping Variable: Kedalaman

Lampiran 17 Hasil pengujian *Kruskal Wallis* pada Mutu Beton 30 MPa

Ranks			
	Kedalaman	N	Mean Rank
Kuat Tarik	5D	4	2.50
	10D	4	6.50
	15D	4	10.50
	Total	12	

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Test Statistics^{a,b}

	Kuat Tarik
Chi-Square	9.881
df	2
Asymp. Sig.	.007

- a. Kruskal Wallis Test
- b. Grouping Variable: Kedalaman

Lampiran 18 Hasil pengujian *Kruskal Wallis* pada Mutu Beton 40 MPa

Ranks

	Kedalaman	N	Mean Rank
Kuat Tarik	5D	4	2.50
	10D	4	6.50
	15D	4	10.50
Total		12	

Test Statistics^{a,b}

	Kuat Tarik
Chi-Square	9.846
df	2
Asymp. Sig.	.007

- a. Kruskal Wallis Test
- b. Grouping Variable: Kedalaman

Lampiran 19 Hasil pengujian *Kruskal Wallis* pada Mutu Beton 50 MPa

Ranks

	Kedalaman	N	Mean Rank
Kuat Tarik	5D	4	2.50
	10D	4	6.50
	15D	4	10.50
Total		12	

Test Statistics^{a,b}

	Kuat Tarik
Chi-Square	9.846
df	2
Asymp. Sig.	.007

- a. Kruskal Wallis Test
- b. Grouping Variable: Kedalaman

Lampiran 20 Hasil pengujian *Kruskal Wallis* pada Mutu Beton 60 MPa

Ranks

	Kedalaman	N	Mean Rank
Kuat Tarik	5D	4	2.50
	10D	4	6.50
	15D	4	10.50
Total		12	

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Test Statistics^{a,b}

	Kuat Tarik
Chi-Square	9.846
df	2
Asymp. Sig.	.007

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Kedalaman

Lampiran 21 Hasil pengujian *U Mann Whitney* pada Mutu Beton 20 MPa

Ranks

	Kedalaman	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kuat Tarik	5D	4	2.50	10.00
	10D	4	6.50	26.00
Total		8		

Test Statistics^a

	Kuat Tarik
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.309
Asymp. Sig. (2-tailed)	.021
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^b

a. Grouping Variable: Kedalaman

b. Not corrected for ties.

Ranks

	Kedalaman	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kuat Tarik	10D	4	2.50	10.00
	15D	4	6.50	26.00
Total		8		

Test Statistics^a

	Kuat Tarik
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.309
Asymp. Sig. (2-tailed)	.021
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^b

a. Grouping Variable: Kedalaman

b. Not corrected for ties.

Lampiran 22 Hasil pengujian *U Mann Whitney* pada Mutu Beton 30 MPa

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Ranks

	Kedalaman	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kuat Tarik	5D	4	2.50	10.00
	10D	4	6.50	26.00
	Total	8		

Test Statistics^a

	Kuat Tarik
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.309
Asymp. Sig. (2-tailed)	.021
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^b

a. Grouping Variable: Kedalaman

b. Not corrected for ties.

Ranks

	Kedalaman	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kuat Tarik	10D	4	2.50	10.00
	15D	4	6.50	26.00
	Total	8		

Test Statistics^a

	Kuat Tarik
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.309
Asymp. Sig. (2-tailed)	.021
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^b

a. Grouping Variable: Kedalaman

b. Not corrected for ties.

Lampiran 23 Hasil pengujian *U Mann Whitney* pada Mutu Beton 40 MPa

Ranks

	Kedalaman	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kuat Tarik	5D	4	2.50	10.00
	10D	4	6.50	26.00
	Total	8		

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Test Statistics^a

	Kuat Tarik
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.309
Asymp. Sig. (2-tailed)	.021
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^b

a. Grouping Variable: Kedalaman

b. Not corrected for ties.

Ranks

	Kedalaman	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kuat Tarik	10D	4	2.50	10.00
	15D	4	6.50	26.00
Total		8		

Test Statistics^a

	Kuat Tarik
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.309
Asymp. Sig. (2-tailed)	.021
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^b

a. Grouping Variable: Kedalaman

b. Not corrected for ties.

Lampiran 24 Hasil pengujian *U Mann Whitney* pada Mutu Beton 50 MPa

Ranks

	Kedalaman	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kuat Tarik	5D	4	2.50	10.00
	10D	4	6.50	26.00
Total		8		

Test Statistics^a

	Kuat Tarik
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.309
Asymp. Sig. (2-tailed)	.021
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^b

a. Grouping Variable: Kedalaman

b. Not corrected for ties.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Ranks

	Kedalaman	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kuat Tarik	10D	4	2.50	10.00
	15D	4	6.50	26.00
	Total	8		

Test Statistics^a

	Kuat Tarik
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.309
Asymp. Sig. (2-tailed)	.021
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^b

- a. Grouping Variable: Kedalaman
b. Not corrected for ties.

Lampiran 25 Hasil pengujian *U Mann Whitney* pada Mutu Beton 60 MPa

Ranks

	Kedalaman	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kuat Tarik	5D	4	2.50	10.00
	10D	4	6.50	26.00
	Total	8		

Test Statistics^a

	Kuat Tarik
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.309
Asymp. Sig. (2-tailed)	.021
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^b

- a. Grouping Variable: Kedalaman
b. Not corrected for ties.

Ranks

	Kedalaman	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kuat Tarik	10D	4	2.50	10.00
	15D	4	6.50	26.00
	Total	8		

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Test Statistics^a

	Kuat Tarik
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.309
Asymp. Sig. (2-tailed)	.021
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^b

a. Grouping Variable: Kedalaman

b. Not corrected for ties.

Lampiran 26 Tabel *chi-square* Kruskal Wallis

df	Chi-Square				
	0.5	0.1	0.05	0.01	0.005
1	0.4549	2.7055	3.8415	6.6349	3.8415
2	1.3863	4.6052	5.9915	9.2103	5.9915
3	2.3660	6.2514	7.8147	11.3449	7.8147
4	3.3567	7.7794	9.4877	13.2767	9.4877
5	4.3515	9.2364	11.0705	15.0863	11.0705
6	5.3481	10.6446	12.5916	16.8119	12.5916
7	6.3458	12.0170	14.0671	18.4753	14.0671
8	7.3441	13.3616	15.5073	20.0902	15.5073
9	8.3428	14.6837	16.9190	21.6660	16.9190
10	9.3418	15.9872	18.3070	23.2093	18.3070
11	10.3410	17.2750	19.6751	24.7250	19.6751
12	11.3403	18.5494	21.0261	26.2170	21.0261
13	12.3398	19.8119	22.3620	27.6883	22.3620
14	13.3393	21.0641	23.6848	29.1412	23.6848
15	14.3389	22.3071	24.9958	30.5779	24.9958
16	15.3385	23.5418	26.2962	31.9999	26.2962
17	16.3382	24.7690	27.5871	33.4087	27.5871
18	17.3379	25.9894	28.8693	34.8053	28.8693
19	18.3377	27.2036	30.1435	36.1909	30.1435
20	19.3374	28.4120	31.4104	37.5662	31.4104
21	20.3372	29.6151	32.6706	38.9322	32.6706
22	21.3370	30.8133	33.9244	40.2894	33.9244
23	22.3369	32.0069	35.1725	41.6384	35.1725
24	23.3367	33.1962	36.4150	42.9798	36.4150
25	24.3366	34.3816	37.6525	44.3141	37.6525
26	25.3365	35.5632	38.8851	45.6417	38.8851
27	26.3363	36.7412	40.1133	46.9629	40.1133
28	27.3362	37.9159	41.3371	48.2782	41.3371
29	28.3361	39.0875	42.5570	49.5879	42.5570
30	29.3360	40.2560	43.7730	50.8922	43.7730
31	30.3359	41.4217	44.9853	52.1914	44.9853



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

32	31.3359	42.5848	46.1943	53.4858	46.1943
33	32.3358	43.7452	47.3999	54.7755	47.3999
34	33.3357	44.9032	48.6024	56.0609	48.6024
35	34.3356	46.0588	49.8019	57.3421	49.8019
36	35.3356	47.2122	50.9985	58.6192	50.9985
37	36.3355	48.3634	52.1923	59.8925	52.1923
38	37.3355	49.5126	53.3835	61.1621	53.3835
39	38.3354	50.6598	54.5722	62.4281	54.5722
40	39.3353	51.8051	55.7585	63.6907	55.7585
41	40.3353	52.9485	56.9424	64.9501	56.9424
42	41.3353	54.0902	58.1240	66.2062	58.1240
43	42.3352	55.2302	59.3035	67.4594	59.3035
44	43.3352	56.3685	60.4809	68.7095	60.4809
45	44.3351	57.5053	61.6562	69.9568	61.6562
46	45.3351	58.6405	62.8296	71.2014	62.8296
47	46.3350	59.7743	64.0011	72.4433	64.0011
48	47.3350	60.9066	65.1708	73.6826	65.1708
49	48.3350	62.0375	66.3387	74.9195	66.3387
50	49.3349	63.1671	67.5048	76.1539	67.5048

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta