

## **PENGARUH PENAMBAHAN TULANGAN DENGAN MENGGUNAKAN CHEMICAL ANCHOR TERHADAP KAPASITAS LENTUR DAN GESER PADA PONDASI BETON BERTULANG**

**Thalia Simena Kandati**

**Ronny E. Pandaleke, Banu Dwi Handono**

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email : tfskandati@gmail.com

### **ABSTRAK**

*Pengalihan fungsi bangunan memiliki nilai positif yaitu dapat menekan biaya pembangunan suatu gedung daripada membuat kembali dari awal suatu bangunan. Akan tetapi umur bangunan yang akan dialihkan fungsinya haruslah diperhatikan karna hal tersebut sangat berdampak pada kekuatan struktur bangunan. Kegagalan struktur pondasi dalam memikul beban yang bekerja akan memicu terjadinya keruntuhan total struktur. Oleh karena itu struktur suatu pondasi serta kemampuannya memikul beban menjadi salah satu faktor yang sangat perlu diperhatikan dalam pengalihan fungsi bangunan. Chemical Anchor adalah salah penemuan yang saat ini mulai banyak digunakan dalam perkuatan struktur beton. Dari segi waktu dan biaya, penggunaan cara ini tentunya lebih efisien, terutama dalam masalah pengalihan fungsi bangunan.*

*Pada penelitian ini, benda uji adalah plat beton bertulang dengan ukuran masing-masing 500x300x120mm (Variasi 1), ukuran 800x300x120mm yang dimensi penampangnya akan dipertebal dengan menggunakan metode chemical anchor menjadi 800x300x150mm (Variasi 3), dan ukuran 800x300x150mm (Variasi 2) utuh tanpa chemical anchor. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kapasitas lentur dan geser struktur pondasi beton bertulang yang diperkuat dengan chemical anchor maupun yang tidak diperkuat dengan menggunakan chemical anchor.*

*Pada variasi 2 benda uji pondasi beton bertulang cor utuh memiliki nilai kapasitas beban aksial hasil analisis lebih kecil 16.27 MPa (3,66%) dari hasil uji lab terhadap sampel 3. Kemudian untuk variasi 3 benda uji pondasi beton bertulang yang telah dipertebal menggunakan Chemical Anchor, nilai kapasitas beban aksial hasil analisis lebih besar 10.79 MPa dari hasil uji lab. Selanjutnya untuk variasi 1 memiliki nilai kapasitas beban aksial hasil analisis yaitu 13.11MPa namun variasi 1 tak dapat dibandingkan dengan variasi lainnya.*

**Kata kunci :** *‘Pengalihan, fungsi bangunan, Chemical Anchor, Pondasi beton bertulang*

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, informasi dan komunikasi maka konstruksi bangunan-bangunan teknik sipil juga mengalami perkembangan dari segi teknik konstrusinya. Hal ini tentu dipengaruhi semakin tingginya permintaan pasar terhadap bangunan yang kuat, mudah dan cepat dikerjakan, berestetika biaya efisien, serta memenuhi fungsi dan kebutuhan bangunan.

Pengalihan fungsi bangunan merupakan salah satu cara yang saat ini mulai banyak lakukan oleh sebagian pemilik bangunan di daerah perkotaan demi mengikuti perkembangan tren yang ada. Pengalihan fungsi bangunan memiliki nilai positif yaitu dapat menekan biaya pembangunan suatu gedung dari pada membuat kembali dari awal suatu bangunan. Akan tetapi

umur bangunan yang akan dialihkan fungsinya haruslah diperhatikan karna hal tersebut akan sangat berdampak pada kekuatan struktur bangunan itu sendiri.

Elemen non struktur seperti pondasi memiliki peran penting dalam suatu struktur bangunan terutama dalam kemampuan memikul beban dari elemen–elemen struktur di atasnya. Kegagalan struktur suatu pondasi dalam memikul beban yang ada, akan memicu terjadinya keruntuhan total struktur. Oleh sebab itu struktur suatu pondasi serta kemampuannya memikul beban yang ada menjadi salah satu faktor yang paling sangat diperhatikan dalam pengalihan fungsi bangunan.

Seiring perkembangan jaman sistem perkuatan struktur pun mengalami kemajuan dengan adanya penemuan–penemuan seperti *chemical contruction* yaitu ilmu kimia yang menunjang disiplin ilmu sipil. Dari penemuan-

penemuan yang ada berbagai inovasi dalam perkuatan struktur pun muncul seperti memperpendek dan memperpanjang bentang suatu struktur dengan beton maupun baja, memperbesar dimensi beton, dan lain-lain.

Chemical Anchor adalah salah satu penemuan yang saat ini mulai banyak digunakan dalam perkuatan struktur beton. Oleh karena dari segi waktu dan biaya menggunakan cara ini tentunya lebih efisien, terutama dalam masalah pengalihan fungsi bangunan.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk mengetahui kapasitas lentur dan geser yang mampu dipikul struktur pondasi beton bertulang yang diperkuat dengan *chemical anchor* maupun yang tidak diperkuat dengan *chemical anchor*.

### Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar perbandingan nilai kapasitas lentur dan geser yang mampu di pikul struktur pondasi beton bertulang yang diperkuat menggunakan *chemical anchor* maupun yang tidak diperkuat dengan *chemical anchor* pada umur beton 28 hari.

### Batasan Penelitian

Untuk menghindari adanya kesalahan penelitian sesuai dengan tujuan penelitian, maka dalam penelitian ini diperlukan adanya batasan - batasan masalah sebagai berikut:

1. Bahan material pembentukan beton yang digunakan, yaitu :
  - Semen Portland Tonasa
  - Air yang ada di laboratorium Rekayasa Material Fakultas Teknik Unsrat
  - Agregat Kasar: Batu Pecah Lansot (Lolos saringan 1/2" tertahan 4")
  - Agregat Halus: Pasir Girian (Lolos saringan No. 4").
2. Benda Uji yang digunakan
  - Berbentuk plat beton bertulang dengan ukuran (500x300x120mm) untuk plat pondasi beton.
  - Berbentuk pondasi beton bertulang dengan dengan ukuran (800x300x120mm) untuk plat pondasi beton yang di pertebal dengan ukuran menjadi (800x300x150mm)
  - Berbentuk pondasi beton bertulang dengan ukuran (800x300x150mm) untuk plat pondasi beton

- Masing-masing variasi pondasi beton bertulang untuk pengujian kuat lentur dibuat dengan jumlah 3 buah.
  - Bentuk silinder dengan ukuran (100x200mm) untuk pengujian kuat tekan
3. Tulangan yang digunakan
    - Tulangan utama baja yang digunakan diameter 8mm
    - Tulangan baja yang digunakan untuk ankur adalah 8mm
  4. Zat kimia yang dipakai untuk perkuatan
    - SikaCim® Bonding Adhesive (PT.Sika Indonesia) digunakan sebagai bahan perekat beton lama dan beton baru.
    - Sika AnchorFix®-2 (PT.Sika Indonesia) digunakan sebagai bahan perekat untuk tulangan baja ankur.
  5. Metode pengujian
    - Pengujian ini kuat lentur dilakukan pada umur beton 28 hari
    - Pengujian kuat tekat dilakukan pada umur beton 7 hari dan 8 hari
  6. Tanah dianggap mampu menahan beban
  7. Penelitian ini hanya dilakukan pada skala laboratorium

### Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat bagi perkembangan teknologi beton, antara lain sebagai berikut :

1. Dapat memberikan informasi tentang *Chemical Anchor* sebagai bahan perkuatan tambahan struktur pada beton khusus dalam hal ini pada pondasi beton bertulang.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil berupa informasi mengenai pengalihan fungsi bangunan dengan Teknik perkuatan tulangan khususnya pada struktur pondasi beton bertulang.

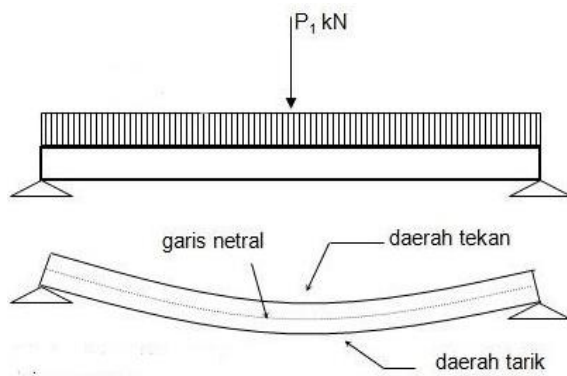
### LANDASAN TEORI

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan mencapai kekuatan rencana ( $f^c$ ) pada usia 28 hari. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton ini sangat dipengaruhi oleh faktor air semen dan suhu selama perawatan. Berat sendiri beton yang besar, sekitar  $2400 \text{ kg/m}^3$ .

Pada dasarnya beton bertulang merupakan gabungan logis dari dua jenis bahan/ material yaitu beton polos dan tulangan baja. Beton polos merupakan bahan yang memiliki kekuatan tekan yang tinggi akan tetapi memiliki kekuatan Tarik yang rendah. Sedangkan tulangan baja akan memberi kekuatan tarik yang besar sehingga tulangan baja akan memberi kekuatan tarik yang di perlukan. Dengan adanya kelebihan masing-masing elemen tersebut, maka konfigurasi antara beton dan tulangan baja diharapkan dapat saling bekerjasama dalam menahan gaya-gaya yang bekerja dalam struktur tersebut, dimana gaya tekan ditahan oleh beton, dan tarik ditahan oleh tulangan baja.

1. Lekatan (*bond*) yang merupakan interaksi antara tulangan baja dengan beton di sekelilingnya, yang akan mencegah slip dari baja relative terhadap beton.
2. Campuran beton yang memadai yang memberikan sifat anti resap yang cukup dari beton untuk mencegah karat.
3. Angka kecepatan muai yang relative serupa menimbulkan tegangan antara baja dan beton yang dapat diabaikan di bawah perubahan suhu udara.

### Teori Lentur Beton Bertulang



Gambar 1. Lentur Pada Balok

Teori lentur pada beton bertulang didasari pada asumsi-asumsi berikut (berdasarkan SNI Beton):

1. Bidang penampang yang tadinya tegak lurus terhadap sumbu lentur elemen, akan tetap tegak lurus setelah mengalami lentur akibat beban.
2. Regangan pada tulangan sama dengan regangan beton pada serat yang sama (tidak terjadi slip antara beton dan tulangan).
3. Tegangan pada beton atau baja dapat hitung dari kurva hubungan tegangan-regangan untuk beton atau baja.

4. Untuk perhitungan kekuatan lentur penampang, kekuatan tarik beton diabaikan.
5. Beton diasumsikan runtuh pada saat regangan tekannya mencapai regangan batas tekan, dapat diambil = 0,003
6. Hubungan tegangan-regangan beton dapat diasumsikan persegi, trapezium atau parabola atau lainnya, sepanjang cocok dengan hasil pengujian yang dapat dipertanggungjawabkan.

### Sistem Perkuatan Struktur dengan Menggunakan Chemical Anchor

*Chemical Anchor* adalah sistem angkur yang menggunakan zat kimia (adhesive/resin) sebagai bahan untuk melekatkan angkur ke beton agar tahan kondisi seperti air atau air laut dan lain-lain. Mekanisme angkur kimia ini bisa berbeda-beda. Umumnya terdiri dari dua komponen, dimana komponen utama adalah angkur besi dan kedua adalah bahan kimia sebagai bahan pengikatnya.

Bahan utama zat kimia (adhesive/resin) yang terkandung dalam *Chemical Anchor* adalah bahan epoksi (*epoxy*). Bahan kimia ini memiliki nama yang berbeda-beda sesuai dengan bentuk ikatan kimia yang membentuknya. Kandungan epoksinya juga berbeda-beda untuk masing-masing tipe.

Beberapa jenis adhesive yang banyak digunakan yaitu: epoxy mortar, polyester, urethane-methacrylate, epoxy acrylate, vinylester, methacrylic-acid, dll. Kandungan kadar epoxy yang berbeda akan berpengaruh pada daya lekat antara angkur dengan beton.

Perbedaan viskositas dari masing-masing tipe yaitu:

- Epoxy mortar sekitar 900 cps.
- Polyester sebesar 500 cps.
- Vinylester sebesar 200 cps. Vinylester adalah hasil reaksi campuran antara epoksi dengan asam karboksilat jenuh (*ethylenically unsaturated carboxylic acids*).

*Chemical anchor* berbahan epoxy mortar memiliki kelebihan untuk aplikasi yang terendam air. Sehingga banyak digunakan pada struktur bagian bawah (*basement*). Biasanya pada tahap ini di area basement masih mengeluarkan air tanah terutama dibagian dinding penahan (*retaining-wall*). Metodenya pengerjaannya, beton yang sudah mengeras terlebih dahulu dilubangi dengan ukuran diameter lubang yang lebih besar daripada baut angkurnya. Sebelum baut angkur dimasukkan ke dalam lubang, diberikan cairan perekat chemical anchor guna

memberi perekat antara baut dengan betonnya. Adanya perkuatan balok beton adalah tindakan untuk mengantisipasi dari kerusakan yang dapat terjadi, misalnya kesalahan dalam perencanaan, adanya perubahan fungsi bangunan dari rencana semula, akibat beban yang berlebihan dari kapasitas yang direncanakan, dan lain-lain.

**Kuat Tarik Lentur**

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03-4431-1997). Sebuah balok yang diberi beban akan mengalami deformasi, dan oleh sebab itu timbul momen-momen lentur sebagai perlawanan dari material yang membentuk balok tersebut terhadap beban luar. Tegangan yang timbul selama mengalami deformasi tidak boleh melebihi tegangan lentur ijin untuk bahan dari beton itu. Momen eksternal harus ditahan oleh bahan dari beton, dan harga maksimum yang dapat dicapai sebelum balok mengalami keruntuhan atau patah sama dengan momen menahan internal dari balok.

Menurut SNI 03-4145-1996 untuk sistem pembebanan satu titik dilakukan tepat 1/2 jarak dari titik perletakan untuk mendapatkan lentur murni. Bila akibat pengujian patahnya benda uji tepat berada dibawah beban (ditengah benda uji), maka kuat lentur beton dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma_1 = \frac{3Pl}{2bh^2}$$

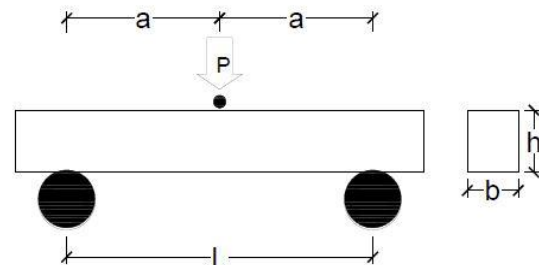
Bila akibat pengujian benda uji patah tidak tepat dibawah beban dibagian tarik beton, dan jarak antara titik patah dan titik beban kurang dari 10% jarak titik perletakan, maka kuat lentur beton dihitung dengan berikut:

$$\sigma_1 = \frac{3Pa}{b \cdot h^2}$$

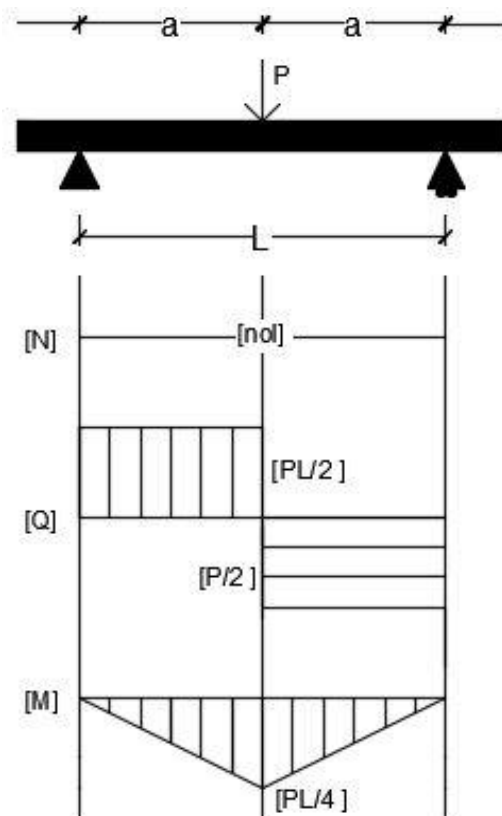
dimana:

- $\sigma_1$  = Kuat lentur benda uji (MPa)
- P = Beban maksimum (N)
- L = Panjang bentang pengujian (mm)
- b = Lebar benda uji (mm)
- h = Tinggi benda uji (mm)
- a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat (mm)

Untuk benda uji akibat pengujian patah tidak tepat dibawah beban pada bagian tarik beton dan jarak antara titik patah dan titik beban lebih dari 10% bentang, maka hasil pengujian tidak dipergunakan.



Gambar 2. Pengujian Kuat Tarik Lentur

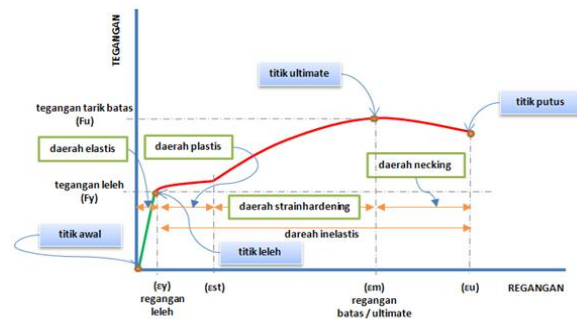


Gambar 3. Perencanaan Pembebanan Pengujian Kuat Tarik Lentur Beserta Gambar Bidang Gaya-gaya Dalam

**Kurva Tegangan Regangan**

Jika sebuah benda diberi gaya tarik atau tekan, maka benda tersebut akan meregang (memanjang atau memendek). Namun jika suatu ketika gaya dihilangkan, maka benda tersebut akan kembali seperti semula. Keadaan ini disebut

keadaan elastis. Namun ada suatu keadaan dimana jika gaya atau beban yang bekerja pada benda tersebut ditambah besarnya, benda tersebut tidak bisa kembali ke bentuk semula. Keadaan ini disebut sebagai keadaan plastis atau inelastis.



Gambar 4. Kurva Tegangan-Regangan

Pada kondisi awal dimana beban bekerja, perpanjangan akan hilang jika beban dihilangkan. Tapi jika beban terus ditingkatkan sehingga tegangan terus bertambah, maka pada suatu titik atau batas tertentu, perpanjangan tidak bisa dihilangkan seluruhnya atau terjadi regangan permanen. Titik dimana terjadi perpanjangan permanen adalah titik leleh, sedangkan regangan yang terjadi saat titik ini disebut sebagai regangan leleh dan tegangan yang mengakitkannya disebut tegangan leleh.

Saat benda sudah mencapai batas elatisnya (sudah mencapai titik leleh), benda tidak langsung putus, tetapi mengembangkan regangannya terlebih dahulu hingga mencapai titik batasnya. Titik saat deformasinya sudah mencapai batas disebut titik batas atau titik ultimate. Dimana saat titik ini tercapai, deformasi benda sudah mencapai puncaknya (tinggal menunggu saat untuk putus atau runtuh), tidak ada kenaikan tegangan yang berarti tapi deformasi (regangan) yang terjadi terus bertambah, ini ditunjukkan dengan garis kurva yang turun setelah titik batas tercapai, sehingga sampai suatu titik dimana deformasi (regangan) sudah mencapai putus (runtuhnya). Titik dimana regangan sudah mencapai runtuh (putus) disebut sebagai titik putus atau runtuh, dan regangan yang terjadi disebut sebagai regangan putus atau runtuh.

**Kuat Tekan Beton**

Menurut SNI 03-1974-1990 tentang metode pengujian kuat tekan beton, kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur, bila

dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Rumus kuat tekan beton, yaitu:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

**Tulangan Geser**

Semua elemen struktur balok, baik struktur beton maupun baja, tidak terlepas dari masalah gaya geser. Gaya geser umumnya tidak bekerja sendirian, tetapi berkombinasi dengan lentur, torsi atau gaya normal.

Percobaan-percobaan yang telah dipublikasikan menunjukkan bahwa sifat keruntuhan akibat gaya geser pada suatu elemen struktur beton bertulang adalah getas (*brittle*), tidak daktail, dan keruntuhannya terjadi secara tiba-tiba tanpa ada peringatan. Hal tersebut disebabkan kekuatan geser struktur beton bertulang terutama tergantung pada kekuatan tarik dan tekan beton. Keadaan ini sangat berbeda dengan tujuan perencanaan yang selalu menginginkan suatu struktur yang daktail. Sehingga meskipun prediksi keruntuhan geser cukup sulit, seorang perencana harus berupaya agar jenis keruntuhan geser tidak terjadi.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini adalah penelitian bersifat eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Rekayasa Material Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pekerjaan. Dimulai dari persiapan bahan, pemeriksaan bahan, perencanaan campuran dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dan pengujian benda uji. Semua pekerjaan dilakukan berpedoman pada peraturan/standar yang berlaku dengan penyesuaian terhadap kondisi dan fasilitas laboratorium yang ada. Penelitian ini dilakukan dari bulan Januari 2018 sampai Juli 2018. Adapun garis besar penelitian ini dapat dilihat pada langkah-langkah berikut:

1. Studi Literatur
2. Persiapan alat dan bahan yang digunakan
3. Pemeriksaan sifat - sifat material
4. Trial Mix
5. Membuat Proporsi Campuran Rencana
6. Membuat Benda Uji
7. Perawatan benda uji
8. Pengujian Modulus Elastisitas dan Kuat Tekan
9. Menganalisis data
10. Membuat Kesimpulan dan Saran

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Komposisi Campuran Beton**

Setelah berulang kali melakukan trial mix untuk mencari komposisi yang pas akhirnya di dapatkan komposisi campuran akhir beton berdasarkan prosedur perencanaan ACI 211.1-91 yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi Akhir Campuran Beton

Fc' Rencana (MPa)	Faktor Air Semen	Semen (kg)	Air	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (Kg)
30	0.47	436.17	198.31	741.13	828.42

Sumber: Hasil Penelitian

**Berat Volume Beton**

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton (berat benda uji) dengan volume beton (volume benda uji). Benda uji ditimbang pada saat permukaan benda uji mengering dari rendaman air. Hasil perhitungan berat volume rata-rata tiap benda uji pada umur 28 hari sebagai berikut :

Tabel 2. Berat Volume Beton Rata-Rata Silinder pada Umur 28 hari

f'c rencana	Berat Volume Beton			
	Berat Benda Uji	Berat Volume Benda Uji	Berat Volume Beton	Berat Volume Rata-rata
(MPa)	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )
30	3.43	0.0015708	2183.6058	2217.56
30	3.49	0.0015708	2221.803	
30	3.53	0.0015708	2247.2678	

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 3. Berat Volume Beton Rata-Rata Benda Uji Pondasi Beton Bertulang Umur 28 hari (uk. 50x20x12cm)

f'c rencana	Berat Volume Beton			
	Berat Benda Uji	Berat Volume Benda Uji	Berat Volume Beton	Berat Volume Rata-rata
(MPa)	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )
30	25.21	0.012	2100.8333	2106.67
30	25.3	0.012	2108.3333	
30	25.33	0.012	2110.8333	

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4. Berat Volume Beton Rata-Rata Benda Uji Pondasi Beton Bertulang Umur 28 hari (uk. 80x30x15cm)

f'c rencana	Berat Volume Beton			
	Berat Benda Uji	Berat Volume Benda Uji	Berat Volume Beton	Berat Volume Rata-rata
(MPa)	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )
30	81.6	0.036	2266.6667	2262.31
30	81.5	0.036	2263.8889	
30	81.23	0.036	2266.3889	

Sumber: Hasil Penelitian

**Kuat Tekan Beton**

Tabel 5. Berat Volume Beton Rata-Rata Silinder Pada Umur 28 hari

f'c rencana	Uji Kuat Tekan Beton Silinder			
	Berat Benda Uji	Beban Mesin (P)	f'c	f'c Rata-rata
(Mpa)	(Kg)	kN	MPa	Mpa
30	3.43	267	34.69	32.6967
30	3.49	218.9	28.12	
30	3.53	277.1	35.28	

Sumber: Hasil Penelitian

**Kuat Tarik Lentur**

Pengujian kuat lentur dari balok beton bertulang menggunakan mesin tes merek ELE LTD ENGLAND. Dari mesin tersebut diperoleh nilai P pada saat balok mengalami retak awal (beban retak) dan nilai P saat balok mencapai batas kekuatan (beban maksimum).

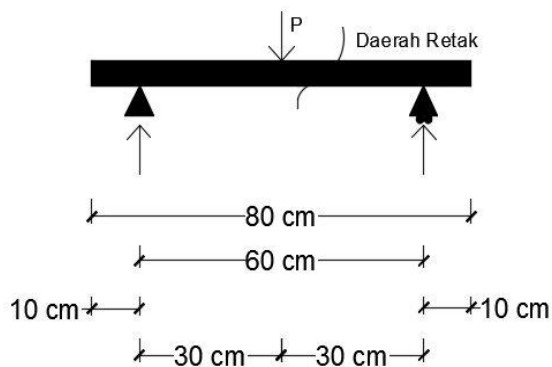
Pada penelitian ini dilakukan pengujian menggunakan metode sistem pembebanan satu titik. Dan pada pengujian ini semua benda uji juga mengalami patah benda uji tepat berada dibawah beban (ditengah benda uji).

Tabel 6. Kuat tarik Lentur

Benda Uji	P (kN)					
	Variasi 1 (kN)	Variasi 1 (Mpa)	Variasi 2 (kN)	Variasi 2 (Mpa)	Variasi 3 (kN)	Variasi 3 (Mpa)
1	64.28	12.55	77.14	10.29	77.14	10.29
2	71.43	13.95	81.43	10.86	81.43	10.86
3	65.71	12.83	75.71	10.09	84.29	11.24
Rata-rata	67.14	13.11	78.09	10.41	80.95	10.79

Sumber: Hasil Penelitian

### Momen Retak



Gambar 5. Pengujian Kuat Tarik Lentur Variasi 3

Beban P yang diberikan pada uji laboratorium, sebesar 84,29 kN. Retak terjadi di 1.5 cm dari perletakan.

$$R_b = P / 2 = 84.29 / 2 \text{ kN} = 42.145 \text{ kN}$$

$$\text{Momen sebesar} = R_b * 0.3 \text{m} = 42.145 * 0.3 = 12.64 \text{ kNm}$$

Momen yang dihitung diatas adalah momen pada bagian retak benda uji yang menggunakan chemical anchor.

### PENUTUP

#### Kesimpulan

Pada penelitian ini yang menjadi benda uji adalah Berbentuk plat beton bertulang dengan ukuran ukuran 500x300x120mm (Variasi 1), ukuran 800x300x120mm yang dimensi penampangnya akan dipertebal dengan menggunakan metode chemical anchor menjadi

800x300x150mm (Variasi 3), dan ukuran 800x300x150mm (Variasi 2) utuh tanpa chemical anchor. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kapasitas lentur dan geser yang mampu di pikul struktur pondasi beton bertulang yang diperkuat dengan chemical anchor maupun yang tidak diperkuat dengan menggunakan chemical anchor.

Pada variasi 2 benda uji pondasi beton bertulang cor utuh memiliki nilai kapasitas beban aksial hasil analitis lebih kecil 16.27 MPa (3,66%) dari hasil uji lab terhadap sampel 3. Kemudian untuk variasi 3 benda uji pondasi beton bertulang yang telah di Chemical Anchor nilai kapasitas beban aksial hasil analitis lebih besar 10.79 MPa dari hasil uji lab. Selanjutnya untuk variasi 1 memiliki nilai kapasitas beban aksial hasil analitis yaitu 13.11MPa namun variasi 1 tak dapat di dibandingkan dengan variasi lainnya.

Dan untuk kapasitas momen pada daerah retak benda uji yang menggunakan *chemical anchor* didapat sebesar 12.64 kNm.

#### Saran

1. Untuk penelitian kuat tarik lentur selanjutnya yang berkaitan dengan menggunakan metode *chemical anchor* sebaiknya di perhatikan kedalaman lubang bor untuk di *chemical anchor*.
2. Untuk penelitian kuat tarik lentur selanjutnya sebaiknya diperhatikan dimensi penampang yang akan di buat untuk di uji lentur, karna kapasitas alat uji kuat lentur yang terbatas

### DAFTAR PUSTAKA

- ACI 318M-11, *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08) and Commentary*  
 American Society For Testing and Material, ASTM 1898 78-02  
 Badan Standardisasi Nasional, SNI 07-2052-2002 tentang *Baja Tulang Beton*  
 Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-1974-1990 tentang *Metode Pengujian Kuat Tekan*.  
 Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-2834-2000 tentang *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.  
 Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-2847-2013 tentang *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*.

Murdock, L. J., Brook, K. M., 1991. *Bahan dan Praktek Beton*, Penerbit Erlangga, Jakarta

Papulele, Fernando W. G., S. E. Wallah, R. E. Pandaleke, 2017. *Perbandingan Nilai Kapasitas Beban Maksimum Beton Bertulang Kolom Yang Diperkuat Menggunakan Chemical Anchor*. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.8 Oktober 2017 (519-532) ISSN: 2337-6732

Porajow Regina D. G., M. D. J. Sumajouw, R. E. Pandaleke 2017, *Perbandingan Kuat Tarik Lentur Beton Bertulang Balok Utuh Dengan Balok Yang Diperkuat Menggunakan Chemical Anchor*. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.7 September 2017 (393-399) ISSN: 2337-6732

PT Sika Indonesia, *Product Data Sheet Sika AnchorFix-2*, PT Sika Indonesia, Bogor

PT Sika Indonesia, *Product Data Sheet SikaCim Bonding Adhessive*, PT Sika Indonesia, Bogor

SK SNI T-15-1991-03 *Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan Gedung*.

Tjokrodinuljo, K., 2003, *Teknologi Bahan Konstruksi*, Buku Ajar. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.