

PANJANG PENGANGKURAN DAN JARAK TEPI PADA KUAT TARIK ANGKUR ADHESIF

Daniel Christianto¹, Patrick², dan Yenny Untari Liucius³

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia
patrick.325190096@stu.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia
danielc@ft.untar.ac.id

³Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia
yenny@ft.untar.ac.id

Masuk: 13-07-2023, revisi: 21-07-2023, diterima untuk diterbitkan: 29-07-2023

ABSTRACT

Anchors are used to transfer structural loads in tension, shear, or a combination of both. One example of an anchor type is the post-installed adhesive anchor. Post-installed adhesive anchors are installed after the concrete has hardened. The main advantage of post-installed anchors is the flexibility of installation time, which makes it easier to schedule construction activities. One of the factors that determine the tensile strength of an anchor is the embedment depth and edge distance of the anchor in the concrete. Typically, the embedment depth and edge distance used are obtained from the anchor manufacturer's brochure or catalog and are also regulated in SNI 2847:2019. With the advancement of technology and new products from manufacturers, it is necessary to conduct tensile strength tests to compare the results of different embedment depths and edge distances. In this research, tensile tests were conducted on post-installed adhesive anchors with embedment depths of 35 mm, 105 mm, and 150 mm, with edge distances of 75 mm, 130 mm, and 250 mm at each depth. From the test results, it can be concluded that the embedment length of the anchor affects the tensile strength, as deeper embedment results in greater tensile strength for the anchor.

Keywords: Anchor; Post-installed Anchor; Adhesive Anchor; Tensile Strength

ABSTRAK

Angkur digunakan untuk menyalurkan beban struktural dalam tarik, geser atau kombinasi antara tarik dan geser. Salah satu contoh jenis ankur adalah ankur pasca pasang adhesif. Ankur pasca pasang adhesif adalah jenis ankur yang di pasang setelah beton mengeras. Keunggulan utama ankur pasca pasang adalah adalah fleksibilitas waktu pemasangan sehingga memudahkan mengatur jadwal konstruksi. Salah satu faktor yang menentukan kuat tarik pada ankur adalah kedalaman penanaman ankur dan juga jarak tepi ankur pada beton. Umumnya kedalaman penanaman ankur dan jarak tepi yang digunakan didapatkan dari brosur atau katalog pabrik ankur itu sendiri dan juga diatur dalam SNI 2847:2019 dengan berkembangnya teknologi dan produk-produk baru dari manufaktur perlu adanya uji kekuatan tarik untuk membandingkan hasil kekuatan tarik yang diperoleh dengan kedalaman penanaman dan jarak tepi yang berbeda-beda. Pada penelitian ini dilakukan pengujian tarik pada ankur pasca pasang adhesif dengan kedalaman penanaman sebesar 35 mm, 105 mm dan 150 mm dengan jarak tepi 75 mm, 130 mm dan 250 mm pada masing-masing kedalaman. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kedalaman penanaman ankur mempengaruhi hasil kuat tarik, semakin dalam penanaman ankur maka semakin besar kuat tarik dari ankur tersebut.

Kata Kunci: Ankur; Ankur Pasca Pasang; Ankur Adhesif; Kuat Tarik

1. PENDAHULUAN

Peningkatan pelaksanaan konstruksi di Indonesia terus bertambah, menyebabkan peningkatan penggunaan material beton dan baja. Oleh karena itu, penelitian mengenai elemen-elemen tersebut juga menjadi perlu. Salah satu elemen yang sering digunakan dalam bangunan adalah ankur.

Ankur adalah sebuah elemen baja yang ditanam pada beton dan digunakan untuk memindahkan beban struktural seperti tarik, geser, maupun kombinasi antara keduanya. Tujuan dari pemindahan beban tersebut adalah untuk menghubungkan elemen struktural ataupun non-struktural terkait keamanan (Badan Standardisasi Nasional, 2019).

Berdasarkan cara pemasangannya terdapat 2 jenis angkur yaitu cor di tempat dan pasca pasang. Angkur cor di tempat merupakan angkur yang dipasang sebelum beton di cor, sementara angkur pasca pasang dipasang setelah beton sudah mengeras (Eligehausen, Mallée, & Silva, 2006). Keunggulan utama angkur pasca pasang adalah waktu pemasangan yang fleksibel sehingga tidak perlu terikat dengan jadwal konstruksi. Angkur pasca-pasang dapat digunakan untuk beberapa tujuan seperti memberikan dukungan balok, instalasi railing atau kanopi dan lain-lain (Tarawneh, 2019).

Secara umum angkur pasca pasang dapat dibagi menjadi angkur mekanikal dan angkur adhesif. (Ananta & Apriyatno, 2022). Angkur adhesif dapat berupa batang ulir tidak berkepala atau tulangan baja ulir dimasukan ke dalam lubang yang telah dibor pada beton yang sudah mengeras, biasanya lubang 10 hingga 50 persen lebih besar dari diameter angkur. Angkur kemudian direkatkan dalam lubang menggunakan bahan adhesif yang mengandung resin dan agen pengeras untuk merekatkan tulangan dan beton. Angkur adhesif cukup banyak digunakan karena lebih efektif dalam sisi waktu dan biaya. Angkur adhesif umumnya digunakan untuk mengangkur elemen-elemen struktural pada beton (Cook & Konz, Factors Influencing Bond Strength of Adhesive Anchors, 2001).

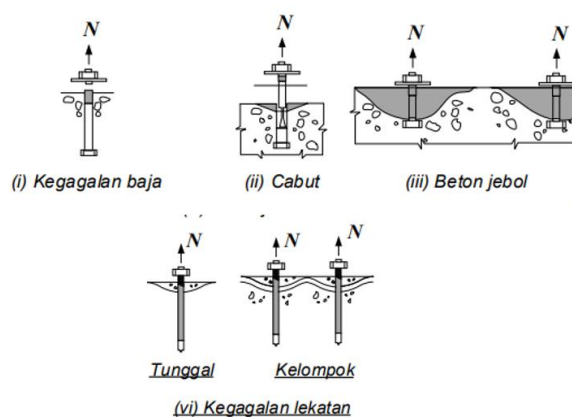
Salah satu faktor yang menentukan kuat tarik pada angkur adalah kedalaman penjangkaran angkur atau kedalaman penanaman. Selain kedalaman penanaman angkur, jarak tepi ke ujung beton juga mempengaruhi kuat tarik angkur. Untuk mencari kapasitas kuat tarik angkur dilakukan uji tarik angkur. Dalam uji tarik angkur, kegagalan-kegagalan yang terjadi ketika diberikan beban tarik dapat berupa jebolnya beton, lelehnya angkur dan tercabutnya angkur dari beton.

Umumnya kedalaman penanaman angkur dan jarak tepi yang digunakan didapatkan dari brosur atau katalog pabrik angkur itu sendiri dan juga dibatasi dalam SNI 2847-2019, sehingga perlu adanya uji kekuatan tarik untuk membandingkan hasil kekuatan tarik yang diperoleh dengan kedalaman penanaman dan jarak tepi yang berbeda-beda baik sesuai dengan katalog pabrik dan SNI, lebih pendek maupun lebih panjang.

Penelitian ini akan melakukan pengujian untuk mendapatkan pengaruh kedalaman penanaman angkur dan jarak tepi angkur terhadap kuat tarik pada angkur pasca pasang adhesif dan nantinya hasil pengujian akan dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis.

Jenis-jenis Kegagalan Angkur Terhadap Gaya Tarik

Mode kegagalan tarik pada angkur pasca-pasang termasuk kegagalan jebol, kegagalan cabut pada angkur mekanik pasca-pasang, atau kegagalan lekatan pada angkur adhesif. Selain itu mode kegagalan tarik pada angkur pasca-pasang juga dapat berupa kegagalan tarik pada baja angkur (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Jenis-jenis kegagalan pada angkur pasca-pasang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jenis-jenis kegagalan terhadap gaya tarik pada angkur pasca-pasang (Badan Standardisasi Nasional, 2019)

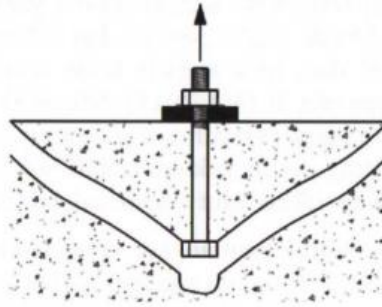
Kuat Baut Angkur Terhadap Tarik

Kuat tarik rencana baut angkur, ϕN_{sa} , dapat dihitung menggunakan persamaan 1 (Dewobroto, 2015):

$$\phi N_{sa} = \phi A_{se,N} f_{uta} \quad (1)$$

Dimana N_{sa} = kuat cabut nominal angkur, ϕ = faktor reduksi kuat angkur terhadap tarik, $A_{se,N}$ = luas penampang efektif terhadap tarik, f_{uta} = kuat tarik baut angkur yang disyaratkan.

Kuat Jebol Beton Terhadap Tarik



Gambar 2. Beton jebol terhadap tarik (Dewobroto, 2015)

Kuat jebol beton nominal ϕN_{cb} terhadap tarik dari baut angkur tunggal dapat dihitung menggunakan persamaan 2 (Dewobroto):

$$N_{cb} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b \quad (2)$$

Dimana ϕ = faktor reduksi kuat jebol beton, A_{Nc} = luas proyeksi kerusakan beton pada baut angkur tunggal memperhitungkan kuat tarik, A_{Nco} = luas proyeksi maksimum kerusakan angkur tunggal, $\psi_{ed,N}$ = faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur di bagian pinggir pondasi, $\psi_{c,N}$ = faktor modifikasi untuk memperhitungkan kondisi keretakan beton, $\psi_{cp,N}$ = faktor modifikasi untuk memperhitungkan *splitting* beton, N_b = Kuat dasar jebol beton terhadap tarik.

Kuat Lekat Angkur Adhesif Terhadap Tarik

Kuat lekat angkur adhesif terhadap tarik N_a , dapat dihitung menggunakan persamaan 3 (Dewobroto):

$$N_a = \frac{A_{Na}}{A_{Na0}} \psi_{ed,Na} \psi_{cp,Na} N_{ba} \quad (3)$$

Dimana ϕ = faktor reduksi kekuatan angkur pasca pasang, A_{Na0} = luas pengaruh angkur adhesif tunggal untuk jarak tepi, A_{Na} = luas proyeksi pengaruh angkur adhesif tunggal atau kelompok, untuk perhitungan kuat lekat terhadap tarik, $\psi_{ed,Na}$ = faktor modifikasi untuk pengaruh tepi yang dibebani dalam tarik, $\psi_{cp,Na}$ = faktor modifikasi untuk angkur adhesif untuk kontrol belah beton.

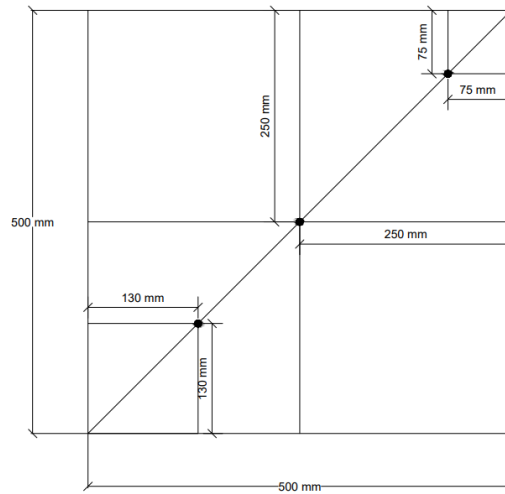
Persyaratan Kedalaman Penanaman Dan Jarak Tepi Angkur

Kedalaman penanaman angkur untuk angkur adhesif dibatasi pada SNI 2847:2019 pasal 17.3.2.3 dimana kedalaman penanaman angkur adhesif adalah $4d_a \leq h_{ef} \leq 20d_a$ sementara jarak tepi angkur terhadap ujung beton dibatasi pada pasal 17.7.3 dan 17.7.6 dimana jarak tepi minimum untuk angkur adhesif harus diambil tidak kurang dari $6d_a$ atau $2h_{ef}$.

2. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Penelitian ini disusun berdasarkan pengujian, pengujian di laboratorium dilakukan dengan uji tarik pada sampel angkur. Sampel angkur yang digunakan adalah besi beton berdiameter 10 mm dan panjang 50 cm dengan mutu $f_y = 420$ Mpa. Pelat beton dibuat menggunakan beton *ready mix* dengan mutu $f_c' = 25$ MPa, berukuran 50 cm x 50 cm x 40 cm dan umur beton >28 hari. Sampel angkur diinstal pada pelat beton menggunakan bahan adhesif / *chemical* Hilti HY 200-R V3 dengan kedalaman 35 mm, 105 mm dan 150 mm. Pada masing-masing kedalaman sampel angkur diinstal dengan jarak tepi yang berbeda-beda yaitu 75 mm, 130 mm dan 250 mm. Layout sampel angkur yang diinstal dapat dilihat pada *Gambar 3*.



Gambar 3. Layout instalasi sampel angkur

Instalasi Angkur

Instalasi angkur sangat mempengaruhi kuat tarik dari angkur adhesif, sehingga ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam instalasi angkur untuk mendapatkan hasil yang optimal. Angkur harus diinstal berdasarkan prosedur dari manufaktur (American Concrete Institute, 2011). Pada penelitian ini digunakan bahan adhesif Hilti HY 200-R V3. Angkur diinstal pada beton tidak retak berukuran 50 cm x 50 cm x 40 cm. Tahapan-tahapan instalasi sampel angkur dapat dilihat pada Gambar 4 hingga Gambar 7.

1. Pengeboran lubang menggunakan *rotary hammer drill* sesuai dengan kedalaman yang telah ditentukan.



Gambar 4. Proses pengeboran lubang

2. Pembersihan lubang menggunakan *blow-out pump* dan *round steel brush* dari debu sisa pengeboran.



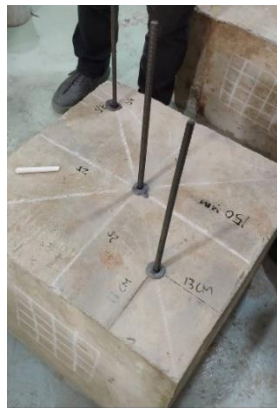
Gambar 5. Proses pembersihan lubang

- Memasukan bahan adhesif / *chemical* dengan adhesif dispenser hingga 2/3 dari lubang terpenuhi.



Gambar 6. Proses memasukan bahan adhesif ke dalam lubang

- Memasukan angkur ke dalam lubang yang sudah terisi dengan bahan adhesif.



Gambar 7. Sampel angkur yang telah selesai diinstal

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

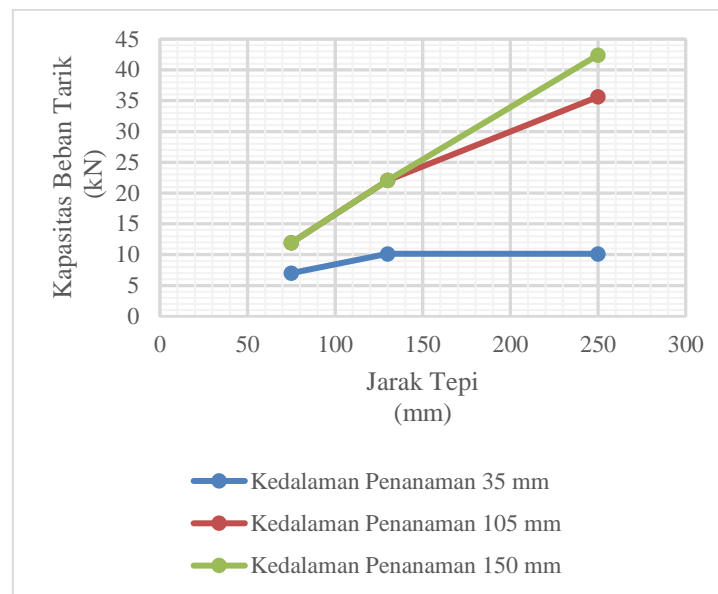
Hasil Perhitungan Teoritis Kuat Tarik Angkur

Perhitungan teoritis dilakukan untuk beberapa kedalaman penanaman angkur sesuai dengan pengujian di laboratorium yaitu 35 mm, 105 mm dan 150 mm serta jarak tepi 75 mm, 130 mm dan 250 mm pada masing-masing kedalaman penanaman angkur.

Tabel 1 Hasil perhitungan teoritis kuat tarik angkur

Kedalaman Penanaman (mm)	Jarak Tepi (mm)	Keruntuhan Angkur N_{sa} (kN)	Keruntuhan Beton N_{cb} (kN)	Keruntuhan <i>Chemical</i> N_a (kN)	Kuat Tarik Yang Digunakan (kN)	Jenis Keruntuhan Yang Digunakan
35	75	62.643	10.1461	7.0030	7.0030	<i>Chemical</i>
	130	62.643	10.1461	11.8752	10.1461	Beton
	250	62.643	10.1461	11.8752	10.1461	Beton
105	75	62.643	18.1560	11.9259	11.9259	<i>Chemical</i>
	130	62.643	31.2126	22.0540	22.0540	<i>Chemical</i>
	250	62.643	52.7206	35.6257	35.6257	<i>Chemical</i>
150	75	62.643	24.0050	11.9259	11.9259	<i>Chemical</i>
	130	62.643	36.6949	22.0540	22.0540	<i>Chemical</i>
	250	62.643	75.0156	42.4115	42.4115	<i>Chemical</i>

Pada masing-masing kedalaman penanaman dan jarak tepi dihitung kuat tarik berdasarkan keruntuhan angkur, beton dan *chemical* kemudian dari hasil perhitungan tersebut kuat tarik paling kecil digunakan untuk membuat grafik hasil perhitungan teoritis kuat tarik angkur pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik hasil perhitungan teoritis kuat tarik ankur

Hasil Uji Tarik Angkur

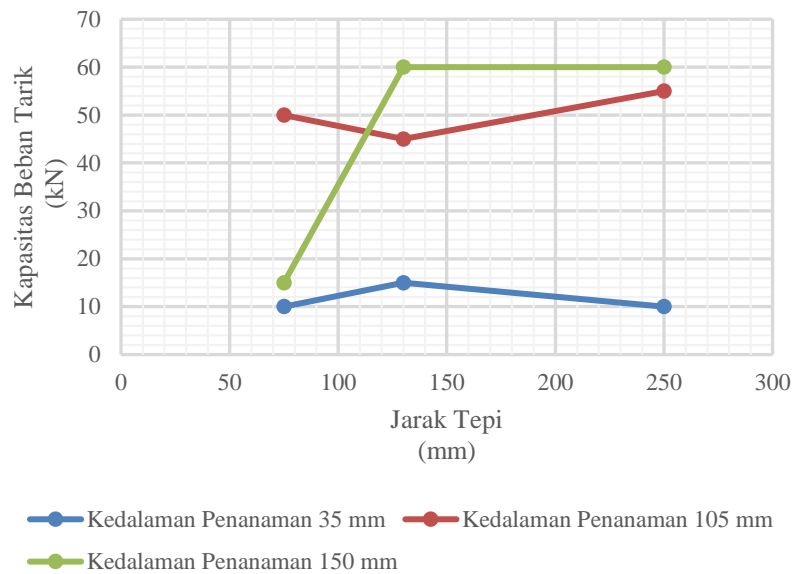
Pada pengujian tarik ankur, didapatkan kapasitas kuat tarik ankur dari pembacaan dial pada alat uji tarik setelah benda uji diberikan beban tarik hingga kapasitas maksimum ditandai dengan terjadinya keruntuhan pada salah satu elemen benda uji. Elemen benda uji yang mengalami keruntuhan dapat terjadi pada bagian beton, *chemical* atau ankur. **Error! Reference source not found.** menunjukkan hasil pengujian tarik ankur dengan kedalaman penanaman 35 mm, 105 mm dan 150 mm dan jarak tepi 75 mm, 130 mm dan 250 mm pada masing-masing kedalaman penanaman.

Tabel 2. Data hasil uji tarik ankur

No.	Diameter Angkur (mm)	Kedalaman Penanaman (mm)	Jarak Tepi (mm)	Kapasitas Beban (kN)	Bagian Keruntuhan
1	10	35	75	10	Beton
2			130	15	Beton
3			250	10	<i>Chemical</i>
1	105	105	75	50	Beton
2			130	45	Angkur <i>slip</i>
3			250	55	Beton
1	150	150	75	15	Angkur <i>slip</i>
2			130	60	Angkur
3			250	60	Angkur

Pada sampel ankur kedalaman penanaman 105 mm jarak tepi 130 mm dan kedalaman penanaman 150 mm jarak tepi 75 mm terjadi *slip* pada ankur dimana belum terjadi keruntuhan pada beton atau *chemical* dan ankur belum putus, namun ulir pada ankur sudah terkikis akibat gaya gesek yang diberikan oleh alat uji tarik ankur. Akibat dari terkikisnya ulir pada ankur alat uji tidak bisa menarik ankur hingga keruntuhan terjadi.

Dari data hasil pengujian pada Tabel 2 dapat dibuat grafik kuat tarik ankur berdasarkan pengujian pada masing-masing kedalaman penanaman dan jarak tepi beton yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik hasil uji tarik angkur

Perbandingan Hasil Uji Tarik Dan Perhitungan Teoritis

Dari hasil pengujian tarik angkur dan hasil perhitungan pada model keruntuhan yang sama dapat dibuat perbandingan antara keduanya, perbandingan hasil uji tarik angkur dan perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan hasil uji tarik dan perhitungan teoritis

No.	Diameter Angkur (mm)	Kedalaman Penanaman (mm)	Jarak Tepi (mm)	Kapasitas Beban Berdasarkan Hasil Uji (kN)	Kapasitas Beban Berdasarkan Perhitungan Teoritis (kN)	% Selisih
1	10	35	75	10	10.1461	1.4608%
2			130	15	10.1461	47.8404%
3			250	10	11.8752	18.7522%
1		105	75	50	18.1560	175.3911%
2			130	45	22.0540	104.0448%
3			250	55	52.7206	4.3236%
1		150	75	15	11.9259	25.7770%
2			130	60	62.6430	4.4050%
3			250	60	62.6430	4.4050%

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan penelitian yang dilakukan, adalah:

1. Dari hasil pengujian kuat tarik angkur adhesif, dapat disimpulkan bahwa secara umum kuat tarik angkur berbanding lurus dengan kedalaman penanaman angkur. Sehingga semakin dalam penanaman angkur, semakin kuat pula kapasitas tarik pada angkur. Namun pada kedalaman penanaman 150 mm dan jarak tepi 75 mm angkur mengalami *slip* sehingga kuat tarik yang diperoleh lebih rendah dibandingkan kedalaman penanaman 105 mm.
2. Berdasarkan hasil pengujian secara umum jarak tepi pada angkur adhesif tidak berpengaruh terhadap kuat tarik angkur. Namun pada kedalaman penanaman 150 mm dan jarak tepi 75 mm angkur mengalami *slip* sehingga kuat tarik yang diperoleh berbeda jauh dibandingkan jarak tepi 130 mm.

3. Berdasarkan pengujian, untuk kedalaman penanaman yang memenuhi ketentuan dari SNI 2847:2019 pasal 17.3.2.3 yaitu $4d_a \leq h_{ef} \leq 20d_a$, keruntuhan yang terjadi ditentukan oleh beton atau angkur dan tidak terjadi keruntuhan pada chemical.
4. Hasil kuat tarik angkur yang diperoleh pada pengujian selalu lebih besar atau sama dengan kajian teoritis dengan model keruntuhan yang sama.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian pada kuat tarik beton dengan kedalaman penanaman dan jarak tepi yang berbeda-beda, saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Pada penelitian ini jarak tepi yang digunakan adalah 75 mm, 130 mm dan 150 mm, untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan jarak tepi yang lebih bervariasi dan sampel yang lebih banyak.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian dengan diameter angkur dan mutu beton yang berbeda-beda sehingga pengaruh kedalaman dan jarak tepi angkur dapat dianalisis pada diameter angkur dan mutu beton yang berbeda-beda.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian pada jurnal ini disponsori oleh PT. Hilti Nusantara dengan menyediakan bahan *chemical* dan alat uji tarik angkur. Isi sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute. (2011). *Qualification of Post-Installed Adhesive Anchor in Concrete (ACI 355.4) and Commentary*. Michigan: American Concrete Institute.
- Ananta, B. D., & Apriyatno, H. (2022). Eksperimen Kuat Lekat Chemical Angkur Deform Kedalaman 110 mm Metode Cast-In-Place dan Post-Installed Drill Bit Extractor. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(3), 543-550.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Cook, R. A., & Konz, R. C. (2001). Factors Influencing Bond Strength of Adhesive Anchors. *Structural Journal*, 98, 76-86.
- Dewobroto, W. (2015). *Struktur Baja - Perilaku, Analisis & Design*. Jakarta: Jurusan Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
- Eligehausen, R., Mallée, R., & Silva, J. (2006). *Anchorage in Concrete Construction*. Ernst & Sohn.
- Tarawneh, A. N. (2019). *Behaviour And Design Of Post-Installed Anchors In Thin Concrete Members*. All Dissertations, 2353.