

KAJIAN KUAT LEKAT SAMBUNGAN ANGKUR PADA BETON YANG DIPERKUAT BAHAN ADHESIVE (SIKA ANCHORFIX-2)

Dandy Prasetya¹, Dadang Iskandar², Chica Oktavia³

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro^{1,2,3}

Jl. KH. Dewantara No. 116 Iringmulyo Kota Metro

E-Mail : Prsaetiadandy@gmail.com¹, dadangiskandar@rocketmail.com²,
chicaoktavia04@gmail.com³,

ABSTRAK

Besi tulangan merupakan besi yang digunakan untuk konstruksi beton atau yang lebih dikenal dengan beton bertulang. Kuat lekat adalah kemampuan besi tulangan dan beton yang menyelimuti dalam menahan gaya dari luar. Tegangan lekat memegang peranan penting dalam mencegah beton tergelincir (*slip*). Dalam praktek, metode desain yang akan digunakan adalah metode eksperimental laboratorium. Dengan benda uji masing-masing berjumlah 4 buah dengan variasi setiap 5 sampel deteliti pada umur 28 hari. Dimana mutu beton yang digunakan f'c 20 MPa. sampel untuk kontrol mutu beton, Sampel uji kuat lekat beton tanpa kait dan kait 135° metode *cast in place*, dan tanpa kait metode *post installed*. Setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil pengujian pull-out test pada beton umur 28 hari metode (*post installed*) dengan lubang grouting 16 mm sedalam 150 mm yang diperkuat Sika Anchorfix-2 menggunakan besi tulangan D10 didapat nilai kuat lekat rata-rata sebesar 6.752 Mpa. Metode (*cast in place*) tanpa kait didapat nilai rata-rata sebesar 8.493 Mpa dan kait 135° didapat nilai rata-rata sebesar 8.747 Mpa. Pada metode (*post installed*) mengalami pengaruh pada lubang grouting yang halus sehingga tidak terjadi kerjasama antara bahan Sika Anchorfix-2 pada beton, kegagalan terjadi berupa tulangan tercabut beton utuh. Dari hasil pengujian metode (*cast in place*) menggunakan kait 135° mengalami kenaikan sebesar 3% terhadap kuat lekat besi tanpa kait.

Kata Kunci : Beton Bertulang, Kuat Lekat Beton, Sika Anchorfix-2, Grouting Beton.

PENDAHULUAN

Secara umum perkembangan teknologi semakin maju disegala bidang, termasuk dibidang konstruksi. Dalam bidang konstruksi yang paling disukai dan paling sering dipakai adalah beton. Penggunaan beton merupakan pilihan utama karena beton merupakan bahan dasar yang mudah dibentuk dengan harga yang relative murah dibandingkan konstruksi lainnya. Beton merupakan campuran antara semen Portland, agregat kasar, agregat halus dan air dan dengan tanpa tambahan (*admixture*) dengan perbandingan-perbandingan tertentu yang akan membentuk beton segar, pada (SNI_03-2847, 2002). Pengerasan beton akan segera terjadi karena adanya

peristiwa ikatan antara air dengan semen, dimana massa beton akan bertambah kuat seiring dengan bertambahnya umur beton (Permatasari, 2019).

Salah satu dasar anggapan yang digunakan dalam perancangan dan analisis struktur beton bertulang ialah bahwa ikatan antara besi tulangan dan beton yang mengelilinginya berlangsung sempurna tanpa terjadi penggelinciran atau pergeseran. Berdasarkan atas anggapan tersebut dan juga akibat lebih lanjut, pada waktu komponen struktur beton bertulang bekerja menahan beban akan timbul tegangan lekat yang berupa *shear interlock* pada permukaan

singgung antara batang tulangan dengan beton (Asroni, 2010).

Pemanfaatan besi atau baja tulangan pada material beton dalam upaya mengimbangi kelemahan beton terhadap tarik. Sifat yang terpenting adalah beton dan baja mempunyai tegangan lekat dan tegangan lentur yang cukup besar. Tegangan lekat timbul antara baja dan beton jika ingin berubah tempat terhadap beton. Gaya tarik dan tekan pada baja menimbulkan tegangan lekat di tempat kontak baja dan beton. Jika tegangan lekat melalui suatu nilai batas/baja berubah tempat atau bergeser, perubahan tempat ini menimbulkan tegangan luncur untuk menahan penggeseran.

Kuat lekat merupakan kombinasi kemampuan antara besi tulangan dan beton yang menyelimutinya dalam menahan gaya-gaya yang dapat menyebabkan lepasnya lekatan antara besi tulangan dan beton (A. Mulyono, Budi, & Gunawan, 2014).

Di lapangan ada dua metode untuk pemasangan ankur yakni pemasangan metode *cast in place* dan *post install*. Pemasangan (*cast in place*) adalah pemasangan ankur sebelum beton di cor, sedangkan (*post installed*) adalah pemasangan ankur setelah beton mengeras. Sistem ankur cor ditempat (*cast in place*) biasanya digunakan dalam konstruksi bangunan baru, sedangkan sistem ankur pasca pasang (*post installed*) banyak digunakan pada konstruksi bangunan baru dan rehabilitasi (Indryawan, & Apriyatno, 2020).

Untuk mempermudah pekerjaan di lapangan *chemical epoxy* adalah salah satu yang banyak digunakan dalam struktur. Oleh karena dari segi waktu dan biaya tentunya menggunakan cara ini lebih efisien. Pengalihan fungsi bangunan merupakan salah satu cara yang saat ini mulai banyak dilakukan oleh sebagian pemilik bangunan di daerah perkotaan demi mengikuti 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 perlu diperhatikan karna hal tersebut akan berdampak pada kekuatan struktur bangunan. Kekuatan ankur yang tertanam pada beton dipengaruhi mutu beton, mutu komponen ankur, dimensi ankur, dan jenis ankur. Dalam pemasangan ankur *post installed* membutuhkan *epoxy* sebagai bahan perekat ankur yang tertanam dalam beton yang bertujuan sebagai perekat atau pengikat untuk memperkuat ankur *deform* yang tertanam dalam beton. *Chemical Epoxy* adalah bahan kimia *adhesive* atau *resin* yang terkandung dalam bahan kimia yang membentuknya yang berfungsi dalam metode *post installed* sebagai bahan perekat antara ankur dan beton. *Epoxy* memiliki karakteristik *adhesive* yang sangat baik untuk banyak substrat kekuatan (tarik, tekan, dan lentur). Ada banyak jenis *epoxy*, dalam penelitian ini akan digunakan bahan *adhesive* merek Sika Anchorfix-2, dengan cara menyuntikkan bahan *adhesive* kedalam lubang ankur yang telah dibuat. Pengujian *pullout-test* dilakukan untuk mengetahui kapasitas lekatan antara ankur, bahan *adhesive*, dan beton. Kuat lekat ankur akan dibandingkan dengan ankur yang dicor ditempat, pengujian kuat lekat akan diuji sampai ankur yang ditanam terlepas dari beton menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*).

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Beton

Beton merupakan campuran antara agregat kasar, agregat halus, semen portland dan air. Pengertian beton akhir-akhir ini semakin meluas, dan beton merupakan suatu material yang terdiri dari berbagai jenis semen,

agregat, serta material pozzolan, *fly ash*, dan lain-lain.

Dalam perancangan campuran beton harus memenuhi karakteristik material yang berlaku. Adanya perancangan dimaksudkan untuk mendapat kualitas beton yang baik, yaitu harus memenuhi 2 kriteria kinerja yang utama adalah kuat tekan yang tinggi (minimum sesuai dengan mutu rencana), dan proses pengerjaan mudah (*workability*). Selain itu juga harus sesuai kriteria diantaranya tahan lama (*durability*), tidak mahal (*aspect economic cost*) dan tahan aus (Sujatmiko, 2019).

Pasta yang berfungsi sebagai bahan pengikat akan terbentuk dengan campuran antara semen dan air. Sebaliknya, pasir dan kerikil adalah bahan agregat yang dapat digunakan sebagai bahan pengisi dan bahan pasta semen. Ikatan dari semen pasta dengan agregat ini menjadi satu kesatuan yang kompak, dan banyak dengan berjalannya waktu akan menjadi keras dan padat yang disebut beton (Asroni, 2010).

Pada dasarnya, beton terbuat dari agregat, semen hidrolik, dan air yang mungkin mengandung bahan pengikat lain atau bahan tambahan kimia lainnya (SNI_7656, 2012). Nilai kuat tekan beton lebih tinggi dari pada kuat tariknya, dan beton merupakan bahan yang getas. Nilai kuat tarik hanya sekitar 9%-15% dari kuat tekan. Sifat-sifat beton perlu dipertimbangkan dalam kaitannya pada sifat-sifat yang diperlukan untuk tujuan konstruksi tertentu. Pendekatan praktis terbaik untuk memanfaatkan semua sifat beton adalah sia-sia dari sudut pandang ekonomi. Sifat yang diperlukan untuk beton pada bangunan teknis biasanya adalah tahan terhadap cuaca, dan kekuatannya sesuai dengan sifat desain yang menjadi dasar perhitungan. Misalnya, dalam konstruksi jalan, beton harus kuat dan tahan aus untuk menahan beratnya beban lalu lintas yang padat dan bergerak cepat, tetapi pada bangunan air seperti menara air dan

waduk harus kedap air (Romadhon & Marthasari, 2021).

Perencanaan Pemasangan Angkur

Di lapangan ada dua metode untuk pemasangan angkur atau besi tulangan yakni pemasangan metode cast in place dan post install (Indryawan, & Apriyatno, 2020).

a. Metode Cast In Place

Metode *cast in place* adalah pemasangan angkur sebelum beton di cor. Sebelum melakukan pengecoran beton, angkur atau besi tulangan dipasang pada posisi tertentu sesuai dengan perencanaan (Indryawan, & Apriyatno, 2020).

b. Metode Post Installed

Pada pemasangan angkur atau besi tulangan secara metode post installed berbeda dengan metode cast in place. Pada pemasangan angkur atau besi tulangan secara post installed adalah dimana beton sudah mengeras, tetapi angkur tersebut belum terpasang pada stuktur beton tersebut. Sehingga perlu diadakan pengeboran untuk pemasangan angkur atau besi tulangan (Indryawan, & Apriyatno, 2020).

Material Pembentuk Beton Semen

Semen portland adalah semen hidrolik yang diproduksi dengan menghancurkan klinker, dan terutama menggunakan silikat kalsium hidrolik dan gipsum sebagai bahan pembantu (Tjokrodinuljo, 2007).

Beton biasanya mengandung sekitar 1% hingga 2% rongga, sekitar 25% hingga 40% pasta semen (semen dan air), dan 60% hingga 75% agregat (agregat halus dan kasar). Semen dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu semen hidrolik dan semen non-hidrolik. Semen

non-hidrolik adalah semen yang tidak dapat mengeras dengan air, tetapi membutuhkan udara untuk mengeras. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur. Sedangkan untuk semen hidrolik memiliki kemampuan untuk mengikat dan mengeras air. Semen hidrolik meliputi Kapur hidrolik, semen pozzolan, semen terak, semen alam, semen portland, semen portland-pozolan, semen portland terak tanur tinggi, semen alumina, semen ekspansif, dan jenis lainnya, seperti, semen portland putih, semen warna, dan semen-semen untuk keperluan khusus (T. Mulyono, 2015).

Air

Air sangat berperan dalam campuran beton karena akan berkontribusi dalam reaksi kimia dengan semen (Shetty, 2005). Air pada pembentukan beton merupakan pemicu proses kimiawi semen, membasahi agregat, serta memberikan kemudahan pada pengerjaannya (beton). Pada pekerjaan beton, senyawa yang ada pada kandungan air dapat berpengaruh pada kualitas beton maka diperlukan standar untuk menentukan kualitas air. Selain hal tersebut dalam reaksi kimia air dan semen diperlukan rasio faktor air semen (FAS) yang berkualitas untuk menghasilkan kualitas beton yang baik. Air dapat bersumber air hujan, air tanah, air permukaan dan air laut (Amran, 2016). Air yang digunakan dalam pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam, zat organik dan bahan-bahan lain yang bersifat merusak baja tulangan dan beton itu sendiri. Dalam hal ini sebaiknya digunakan air bersih yang dapat diminum (Istimawan, 1994).

Agregat

Agregat merupakan bahan berbutir, seperti pasir, kerikil, batu pecah, dan slag tanur (blast-fumace slag), yang digunakan dengan media perangkat untuk

menghasilkan beton atau mortar semen hidrolis (SNI_2847, 2013). Menurut (Nugraha & Antoni, 2007) agregat menempati 70 – 75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat mudah dikerjakan (workability), kuat, tahan lama, dan ekonomis. Agregat dapat dibedakan menjadi 2 jenis berdasarkan sumbernya yaitu agregat alam dan agregat buatan (pecahan). Secara umum agregat dibedakan berdasarkan ukuran butir, dibedakan menjadi 2, yaitu:

1. Agregat Kasar

Menurut (SNI_1969, 2008) agregat kasar yaitu kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No. 4) sampai 40 mm (No. 1, 1/2 inci).

2. Agregat Halus

Berdasarkan (SNI_1970, 2008), agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 4,75 mm (No.4).

Chemical Epoxy

Chemical epoxy / kimia epoksi merupakan senyawa kimia yang memiliki tingkat daya adhesive yang sangat tinggi, senyawa vital yang terpadat dalam *epoxy* adalah senyawa *epoksi-alfa*, dimana posisi gugus *epoxy* pada posisi 1-2. kandungan zat senyawa ini adalah yang paling reaktif dan paling banyak digunakan dalam industri. ada tiga macam senyawa yang paling sering dipakai yaitu *epiklorohidrin*, *etilen oksida*, dan *propilen oksida*. epiklorohidrin sangat iritasi pada mata, kulit dan saluran pernapasan dan juga dapat membuat gangguan pada saluran pencernaan seperti muntah, sakit perut, mual. kerusakan jaringan liver, ginjal,

dan paru juga mungkin terjadi pada keracunan epiklorohidrin (LAIA, P. I. S, 2023). *Chemical epoxy* yakni bahan perekat kimia yang memiliki banyak jenis sesuai ikatan kimia yang membentuknya. Pada penelitian ini digunakan *chemical epoxy* sebagai bahan perekat antara ankur defom terhadap beton sehingga saling mengikat pada metode post installed (Ananta, 2022). Jenis *epoksi* ini ada 2 macam yaitu sika anchorfix-1 dan anchorfix-2.

1. Sika Anchorfix-1

Sika anchorfix-1 adalah salah satu merek berbasis polyester berbahan dasar *solvent* dan bebas *styrene* (bahan kimia beracun yang digunakan untuk membuat resin). Dimana polyester yang merupakan zat kimia alami dari kulit ari tumbuhan maupun zat kimia sintesis seperti polikarbonat dan polibutira. Polyester merupakan resin cair dengan viskositas relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti resin termoset lainnya, sehingga tidak memerlukan penekanan. Bahan polyester cenderung mengeras dengan cepat, terutama jika banyak katalis yang digunakan. reaksi kimia dalam kedua kasus adalah eksotermik. Jumlah besar dari campuran akan menghasilkan panas mereka sendiri dan lebih mempercepat reaksi, sehingga biasa untuk mencampur jumlah kecil yang dapat digunakan dengan cepat. Sifat polyester resin biasanya kekuatan rendah kecuali digunakan dengan bahan penguat seperti serat kaca, relatif rapuh kecuali diperkuat, dan memiliki adhesi rendah (Siregar, Setyawan, & Marasabessy, 2016). Solvent atau pelarut adalah senyawa kimia yang umumnya dalam bentuk cair digunakan untuk melarutkan, menanggukhan atau mengekstrak

bahan lain. Banyak pelarut yang berbeda digunakan dalam berbagai macam aplikasi produk sehari-hari mulai dari cat, produk perawatan pribadi dan obat-obatan, hingga pestisida, pembersih, dan tinta (Sa`adah, & Nurhasnawati, 2016). Sika anchorfix-1 digunakan khusus sebagai sistem jangkar dua komponen berkekuatan sedang. Berfungsi sebagai penahan baut, tulangan dan sistem pengikat pada beton, batu dan pasangan bata. Untuk aplikasi vertikal, horizontal, dan overhead. Memungkinkan perbaikan cepat retak pada beton (SIKA, 2018).

2. Sika Anchorfix-2

Sika anchorfix-2 adalah salah satu merek berbasis epoxy akrilat. Epoxy sendiri terbentuk dari dua bahan kimia yang berbeda ini disebut sebagai resin (bahan alami berupa cairan dari getah pohon yang kental dan dapat mengeras). Resin ini banyak digunakan untuk aplikasi rekayasa karena memiliki sifat-sifat yang lebih unggul dibandingkan dengan resin lainnya, antara lain kekuatan tarik serta kekuatan tekan yang tinggi, tahan terhadap bahan kimia, sedikit volatiles (Gas gas pengotor), stabilitas ukuran yang baik, ketahanan yang tinggi, dan mudah dibentuk tanpa dipanaskan terlebih dahulu. Aplikasi untuk bahan epoxy berbasis luas dan mencakup pelapis, perekat dan material komposit seperti menggunakan akrilat (Susanti, 2018). Akrilat merupakan bahan kimia yang banyak digunakan dalam produksi ester akrilat dan resin yang kemudian dipolimerisasi (mendaur ulang secara kimia). Proses penguraian senyawa organik menjadi dua molekul atau lebih, sehingga menjadi cat, pelapis, tekstil, perekat, polis, dan plastik, serta dapat juga digunakan dalam pembuatan vitamin B1 (Susanti, 2018). Sika anchorfix-2 telah diformulasikan khusus sebagai

sistem jangkar perekat dua komponen berkinerja tinggi untuk batang berulir pada beton yang tak retak. berfungsi sebagai perekat baja tulangan, batang berulir, angkur dan baut pada beton eksting (SIKA, 2018).

Jenis Baja Tulangan Baja Tulangan Polos

Baja tulangan beton polos (BjTP) Baja tulangan polos adalah baja tulangan beton berpenampang bundar dengan permukaan rata tidak bersirip/berulir. Baja tulangan polos (BjTP) terbuat dari billet baja tuang kontinu dengan komposisi karbon (C), silikon (Si), mangan (Mn), fosfor (P), belerang (S) dan karbon ekivalen (Ceq) (Prayogi, 2022).

Tabel 1 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos

No.	Penamaan	Diameter Nominal (d) (mm)	Luas penampang Nominal (L) (cm ²)	Berat nominal per meter (kg/m)
1.	P.6	6	0,2827	0,222
2.	P.8	8	0,5027	0,395
3.	P.10	10	0,7854	0,617
4.	P.12	12	1,131	0,888
6.	P.16	16	2,011	1,58

(SNI_07-2052, 2002)

Baja Tulangan Ulir

Baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS) Baja tulangan beton sirip/ulir adalah baja tulangan betong yang permukaannya memiliki sirip/ulir melintang dan memanjang yang dimaksud untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan membujur dari belakang secara relative terhadap beton. Bahan baku Baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS) terbuat dari billet baja tuang kontinu dengan komposisi karbon (C), silikon (Si), mangan (Mn), fosfor (P), belerang (S) dan karbon ekivalen (Ceq) (Prayogi, 2022).

Tabel 2. Ukuran Baja Tulangan Beton Ulir

Kode	Diameter nominal (d)	Luas Penampang nominal (cm ²)	Diameter dalam nominal (d _n)	Jinggi sirip melintang (maks)	Jarak sirip melintang (maks)	Lebar rusuk memanjang (maks)	Berat nominal (Kg/m)
S.6	6	0,2827	5,5	0,30,6	4,2	4,7	0,222
S.8	8	0,5027	7,3	0,40,8	5,6	6,3	0,395
S.10	10	0,7854	8,9	0,51,0	7,0	7,9	0,617
S.13	13	1,327	12,0	0,71,3	9,1	10,2	1,04
S.16	16	2,011	15,0	0,81,6	11,2	12,6	4,58
S.19	19	2,835	17,8	1,01,9	13,3	14,9	2,23
S.22	22	3,801	20,7	1,12,2	15,4	17,3	2,98
S.25	25	4,909	23,6	1,32,5	17,5	19,7	3,85
S.29	29	6,625	27,2	1,52,9	20,3	22,8	5,18
S.32	32	8,042	30,2	1,63,2	22,4	25,1	6,31
S.36	36	10,18	34,0	1,83,6	25,2	28,3	7,99
S.40	40	12,57	38,0	2,04,0	28,0	31,4	9,88
S.50	50	19,64	48,0	2,55,0	38,0	39,3	17,4

(SNI_07-2052, 2002)

Mix Design

Mengacu pada (SNI_7656, 2012) campuran beton merupakan perpaduan dari material penyusunnya, kareakteristik, dan sifat bahan akan mempengaruhi hasil rancangan Perancangan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan-bahan penyusun beton. Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton (mix design). Adapun langkah-langkah sebagai berikut:

- Rasio air-semen maksimum atau rasio air-bahan bersifat semen
- Kadar semen minimum
- Kadar udara
- Slump Rencana
- Ukuran besar butir agregat maksimum
- Persyaratan lain yang berkaitan dengan kekuatan yang berlebihan, bahan tambahan, semen tipe khusus, bahan bersifat semen lainnya, atau agregat.

Perawatan atau Pemeliharaan Beton

Perawatan beton dilakukan setelah beton mencapai final setting dengan arti perawatan Beton dilakukan saat beton sudah mulai mengeras yang bertujuan untuk menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga kelembaban/suhu beton sehingga beton dapat mencapai mutu beton yang diinginkan (SNI_03-2847, 2002). Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat (SNI_4817, 2008). Perawatan dilakukan minimal umur beton 7 (tujuh) hari dan beton berkekuatan awal tinggi minimal selama 3 (tiga) hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan perawatan dipercepat (SNI_03-2847, 2002). Perawatan ini tidak hanya untuk mendapatkan kekuatan beton saja, tetapi juga untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kekedapan terhadap air, ketahanan terhadap arus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

Kuat Tekan

Dalam prakteknya, kuat tekan beton tergantung pada beberapa faktor, antara lain rasio semen terhadap agregat (gradasi, bentuk, kekuatan, ukuran maksimum), tingkat pemadatan, tipe semen, umur, suhu, perawatan, jumlah serta jenis bahan tambahan yang dicampurkan dan mineral pembentuk agregat (Dewi & Purnomo, 2017). Kuat tekan beton adalah besarnya beban yang bekerja pada satuan luas beton, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tertentu oleh mesin tekan (Tjokrodinuljo, 2007).

Kuat Lekat Beton

Kuat lekat merupakan kombinasi kemampuan antara baja tulangan dan beton yang menyelimutinya dalam menahan gaya-gaya yang dapat

menyebabkan lepasnya lekatan antara batang tulangan dan beton (Majidi, 2009).

Percobaan pull-out dapat memberikan perbedaan yang baik antara efisien lekatan berbagai jenis permukaan tulangan dan panjang penanamannya (embedment length), akan tetapi hasilnya belum memberikan tegangan lekat sesungguhnya pada struktur rangka. Pada percobaan ini beton mengalami tekan dan baja mengalami tarik, dimana beton dan baja disekelilingnya mengalami tegangan yang sama (B. S. Ginting, 2019).

Pada penggunaan sebagai salah satu komponen bangunan, beton selalu diperkuat dengan batang baja tulangan yang diharapkan baja dapat bekerja sama dengan baik, sehingga hal ini akan menutup kelemahan yang ada pada beton yaitu kurang kuat dalam menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Metode desain yang akan digunakan adalah metode eksperimental laboratorium. Dengan menggunakan benda uji (sampel) silinder $\varnothing 15$ cm dan tinggi 30cm, benda uji masing-masing berjumlah 4 buah dengan variasi setiap 5 sampel deteliti pada umur 7 dan 28 hari. Dimana mutu beton yang digunakan $f'c$ 20 MPa. Pengujian kuat lekat (bond pull out test) dilakukan menggunakan Universal Testing Machine (UTM) terhadap benda uji yang telah berumur 7 dan 28 hari dengan cara menarik angkur atau besi tulangan D10 mm yang tertanam dalam silinder beton kemudian mencatat gaya yang dibutuhkan.

Tabel 3 Jumlah Total Sampel

Umu r	Panjang Penjangan (mm)	Kait	Juml ah Samp el	keteranga n
7 Hari	150	-	5	Beton Kontrol
	150	0	5	Uji Kuat Lekat
	150	135°	5	Uji Kuat Lekat
	150	sika Anchorfix-2	5	Uji Kuat Lekat
28 Hari	150	-	5	Beton Kontrol
	150	0	5	Uji Kuat Lekat
	150	135°	5	Uji Kuat Lekat
	150	sika Anchorfix-2	5	Uji Kuat Lekat
Jumlah Total			40	

(Dandy Prasty, 2023)

Tahapan Penelitian Teknik Sampling

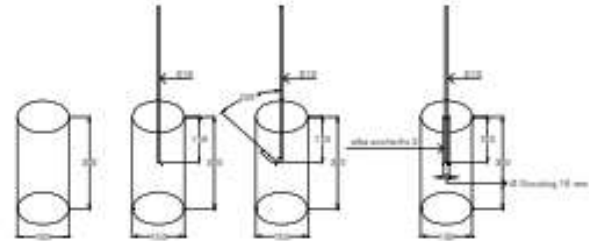
Metode pengambilan sampel adalah metode yang digunakan untuk menentukan pengambilan sampel. Oleh karena itu, penelitian yang baik memerlukan kehati-hatian dan menggunakan metode untuk menentukan spesimen mana yang akan dipelajari (Hidayat, 2017). Menurut (Sugiyono, 2013), sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel beton yang mempunyai dimensi $\phi 15$ cm dan tinggi 30cm. Pengujian kuat tekan pada penelitian ini menggunakan 4 sampel pada setiap variasinya dengan total 40 sampel.

Tahapan

Setelah metode pengambilan sampel diterapkan, maka langkah- langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengolah data yang diperoleh sehingga data yang diperoleh akurat. Langkah- langkah yang dilakukan untuk menganalisis sifat mekanik beton memerlukan pemahaman tentang berbagai data yang saling terkait. Untuk

itu perlu dilakukan evaluasi secara mendetail untuk memastikan bahwa semua data yang digunakan sangat efektif dan efisien untuk digunakan sebagai masukan untuk analisis selanjutnya.

Desain Penelitian



Gambar 1 Bentuk angkur atau besi tulangan (Sumber : Dandy Prasetya,2024)

Keterangan:

1. Sampel kontrol mutu beton
2. Sampel uji kuat lekat beton tanpa kait metode cast in place
3. Sampel uji kuat lekat beton dengan kait 135° metode cast in place
4. Sampel uji kuat lekat beton tanpa kait metode post installed

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang kajian kuat lekat sambungan angkur pada beton yang diperkuat bahan adhesive (sika anchorfix-2) dengan pengujian pull out test maka dapat disimpulkan bahwa hasil untuk agregat kasar yang berasal dari Pesawaran didapatkan ukuran butiran agregat kasar adalah 19 mm. Hasil pengujian analisa saringan dengan menggunakan mesinn sieve shaker didapat berat tertahan paling banyak pada saringan nomor 3/8" (9,50 mm) dengan berat tertahan sebesar 862,67 gram dan paling rendah pada saringan nomor 3/4" (19,00 mm) dengan berat tertahan 55,58 gram.

Pada agregat halus yang berasal dari pasir Gunung Sugih, didapat bahwa agregat tertahan paling banyak terdapat pada saringan nomor 30 (0,60 mm) dengan total berat tertahan 608,87 gram. Dan paling rendah pada saringan

nomor 4 (4,75 mm) dengan berat tertahan 5,87gram. Untuk nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang berasal dari Pesawaran adalah 2,301 gr/cm³ dan untuk agregat halus nilai berat jenisnya yaitu 2,572 gr/cm³.

Nilai berat volume pada agregat kasar adalah 1,403 gr/cm³ dan Untuk nilai berat volume agregat halus sendiri yaitu 1,556 gr/cm³. Pada pengujian kadar air, rata-rata kadar air agregat kasar adalah 3,285 gr/cm³, sedangkan pada kadar air agregat halus kadar air rata-rata agregat yaitu 3,778 gr/cm³.

Pengujian kadar lumpur pada agregat kasar didapat nilai kadar lumpur agregat kasar sebesar 0,979% yang berasal dari Pesawaran dapat digunakan memenuhi syarat kadar lumpur agregat kasar maksimum sebesar 1%. Kadar lumpur agregat halus menggunakan metode pengukuran menggunakan gelas ukur dan didapat nilai kadar lumpur sebesar 4,792%, sehingga agregat halus yang berasal dari pasir Gunung Sugih dapat digunakan sebagai bahan pembuatan beton karena memenuhi syarat maksimum kadar lumpur agregat halus sebesar 5%.

Pemeriksaan keausan menggunakan mesin *Los Angeles* memperoleh nilai sebesar 17,726% pada agregat kasar. Berdasarkan SNI 2417:2008, nilai maksimum keausan pada agregat adalah 40%, artinya agregat tersebut memenuhi syarat untuk campuran beton.

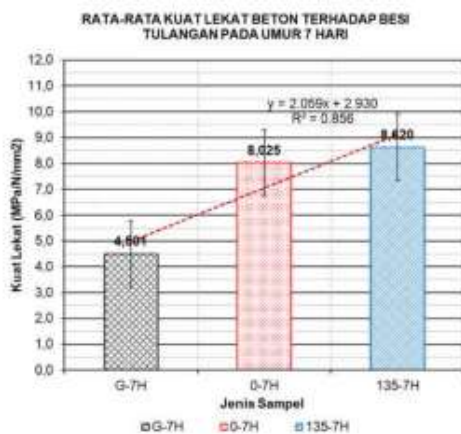
Dari hasil pengujian pull-out test Menggunakan metode (post installed) pemasangan angkur setelah beton mengeras dengan lubang grouting 16 mm sedalam 150 mm yang diperkuat Sika Anchorfix-2 dengan menggunakan besi tulangan D10 didapat nilai kuat lekat rata-rata sebesar 6.752 Mpa. Pada pengujian metode (cast in place) pemasangan angkur sebelum beton, menggunakan besi tulangan ulir D10 dengan panjang penyaluran 150 mm menggunakan kait 135° didapat nilai kuat lekat rata-rata sebesar 8.747 Mpa.

Berdasarkan tabel uji Summary pada umur beton 7 hari pada kuat lekat didapat nilai korelasi atau hubungan R yaitu sebesar 0,925 dan dijelaskan besarnya presentasi pengaruh variabel bebas X (Jenis pengujian) terhadap variabel terikat Y (Kuat lekat) yang disebut koefisien determinasi merupakan hasil dari penguadratan R. Dari output tersebut diperoleh koefisien determinasi bahwa pengaruh X (Jenis pengujian) terhadap Y (Kuat lekat) adalah sebesar 85,6% sedangkan 14,4% adalah kuat lekat beton dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak termasuk dalam model summary. Sedangkan pada standard error of the estimate (SEE) didapat nilai sebesar 1.196. Pada tabel uji Summary pada umur beton 28 hari pada kuat lekat didapat nilai korelasi atau hubungan R yaitu sebesar 0,844 dan dijelaskan besarnya presentasi pengaruh variabel bebas X (Jenis pengujian) terhadap variabel terikat Y (Kuat lekat) yang disebut koefisien determinasi merupakan hasil dari penguadratan R. Dari output tersebut diperoleh koefisien determinasi bahwa pengaruh X (Jenis pengujian) terhadap Y (Kuat lekat) adalah sebesar 84,4% sedangkan 15,6% adalah kuat lekat beton dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak termasuk dalam model summary. Sedangkan pada standard error of the estimate (SEE) didapat nilai sebesar 0.6070, semakin kecil nilai SEE akan menunjukkan model regresi semakin tepat nilai dependen.

Berdasarkan tabel ANOVA atau uji F pada uji kuat lekat pada beton umur 7 hari, Kriterianya dapat ditentukan berdasarkan uji F hitung = 5,933 atau uji nilai signifikansi (Sig.), dengan ketentuan, jika Nilai Sig. < 0,05, maka model regresi adalah linier, dan berdasarkan tabel diatas, diperoleh nilai Sig. = 0,248 yang berarti > kriteria signifikan (0,05), pada pada beton umur 28 hari, uji F hitung = 5.400, dan diperoleh nilai Sig. = 0,259 yang berarti

> kriteria signifikan (0,05) maka H_0 diterima dengan demikian model persamaan regresi berdasarkan data penelitian variabel X (Jenis pengujian) berpengaruh terhadap kuat lekat variabel Y (Kuat lekat).

Dari hasil analisis regresi linear sederhana yang diterapkan pada kuat lekat tulangan sebagai variabel Y, sedangkan jenis pengujian sebagai X didapat persamaan regresi pada beton terhadap tulangan umur 7 hari $Y = 2.059x + 2.930$, jika nilai constantsa positive, yaitu 2.930 artinya kuat lekat sebagai variabel Y mengalami kenaikan, nilai koefisien regresi variabel X yaitu sebesar 2.059 yang artinya jenis pengujian dapat berpengaruh terhadap kuat lekat beton. Pada beton terhadap tulangan umur 28 hari didapat $Y = 0.998x + 6.002$, jika nilai constantsa positive, yaitu 6.002 artinya kuat lekat sebagai variabel Y mengalami kenaikan, nilai koefisien regresi variabel X yaitu sebesar 0.998 yang artinya jenis pengujian dapat berpengaruh terhadap kuat lekat beton. Berikut grafik kuat lekat beton terhadap besi tulangan pada umur 7, dan 28 hari.



Gambar 2 Grafik Kuat Lekat Beton Terhadap Tulangan Umur 7 hari (Sumber : Dandy Prasetya,2024)



Gambar 3 Grafik Kuat Lekat Beton Terhadap Tulangan Umur 28 Hari (Sumber : Dandy Prasetya,2024)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan pada saat pengujian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian *pull-out test* yang dilakukan pada beton umur 28 hari untuk mendapatkan nilai kuat lekat besi tulangan pada mutu beton 20 MPa. Menggunakan metode (*post installed*) pemasangan ankur setelah beton mengeras dengan lubang grouting 16 mm sedalam 150 mm yang diperkuat Sika Anchorfix-2 dengan menggunakan besi tulangan D10 didapat nilai kuat lekat rata-rata sebesar 6.752 Mpa. Dan pada metode (*cast in place*) pemasangan ankur sebelum beton di cor menggunakan besi tulangan ulir D10 dengan panjang penyaluran 150 mm tanpa kait didapat nilai kuat lekat rata-rata sebesar 8.493 Mpa. Pada metode (*post installed*) menggunakan Sika Anchorfix-2 mengalami pengaruh pada lubang grouting yang halus sehingga tidak terjadi lekatan antara bahan Sika Anchorfix-2 pada beton.
2. Pada pengujian metode (*cast in place*) pemasangan ankur sebelum beton di cor pada umur 28 hari, menggunakan besi tulangan ulir D10 dengan panjang penyaluran 150 mm menggunakan kait 135° didapat nilai kuat lekat rata-rata sebesar 8.747

Mpa. Sedangkan pada besi tulangan ulir D10 tanpa kait didapat nilai kuat lekat rata-rata sebesar 8.493 Mpa. Dari hasil pengujian metode (cast in place) dimana besi tulangan ulir D10 dengan menggunakan kait 135° mengalami kenaikan sebesar 3% terhadap kuat lekat besi tanpa kait.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, Y. (2016). Pengaruh Sumber Bahan Baku Agregate Kasar Dan Halus Terhadap Kuat Tekan Beton (Studi Kasus Pada Beton Mutu K-225). TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil.
- 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*.
- Asroni, A. (2010). Balok dan Pelat Beton Bertulang. In: Graha Ilmu, Yogyakarta: Graha Ilmu, Yogyakarta.
- ASTM-C118. (2009). Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement. *Annual Book of ASTM Standards*.
- Dewi, S. U., & Purnomo, R. (2017). Pengaruh Tambahan Limbah Plastik HDPE (high density polyethylene) Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Mutu k. 125. TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil.
- DIFA, A. (2022). Pengaruh Variasi Panjang Kait Terhadap Kuat Lekat (Bond Strength) Tulangan Baja Ulir Pada Beton Normal, Beton Ringan Dan Beton Mutu Tinggi (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Ginting, A. (2010). Pengaruh Panjang Penyaluran Terhadap Kuat Cabut Tulangan Baja. Jurnal Teknik Sipil.
- Ginting, B. S. (2019). Kajian Experimental Kuat Tarik Beban Dengan Variasi Kedalaman Dan Diameter. *Universitas Quality*,
- Hamidi. (2004). Metode Penelitian Kualitatif: Aplikasi Praktis Pembuatan Proposal Dan Laporan Penelitian. In: Malang: UMM Press.
- Hidayat, A. (2017). Teknik Sampling Dalam Penelitian (Penjelasan Lengkap Serta Jenisnya). In: Statistikian. [https : // www.statistikian.com/2017/06/teknik-sampling-dalam-penelitian.html](https://www.statistikian.com/2017/06/teknik-sampling-dalam-penelitian.html). 27 agustus (2023) 17.00.
- Indryawan, H. K., & Apriyatno, H. (2020). Perilaku Kegagalan Breakout terhadap Gaya Geser pada Baut Angkur terhadap Perbandingan Kekuatan Metode Pemasangan Castin Place dan Post Installed. Seminar Nasional Teknik Sipil X 2020.
- Istimawan, D. (1994). Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Junaidi. (2014). Membaca dan Menggunakan Tabel Distribusi F dan Tabel Distribusi t. doi:10.13140/RG.2.1.3820.3047
- LAIA, P. I. S. (2023). Kajian Eksperimental Kuat Tarik Tulangan Sirip Menggunakan Chemical Epoxy Adhesive Beton Itewe Neol Dengan Variasi Diameter (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS QUALITY).

- Langi, W., Kumaat, E. J., & Manalip, H. (2018). Tegangan Lekat antara Baja dan Beton dengan Mutu Beton 40-70 MPa. *Jurnal Sipil Statik*, 6(11).
- Majidi, R. H. (2009). Kuat Lekat dan Panjang Penyaluran Baja Polos Pada Beton Dengan Campuran Metakaolin, Slag dan Kapur Padam Sebagai Pengganti Semen.
- Mulyono, A., Budi, A. S., & Gunawan, P. (2014). Kajian Kuat Lekat Tulangan Bambu Wulung Takikan Tipe V Sejajar dan Tidak Sejajar Dengan Jarak Takikan 40 Mm dan 50 Mm Pada Beton Normal. *Matriks Teknik Sipil*.
- Mulyono, T. (2015). *Teknologi Beton: Dari Teori Ke Praktek*. In: LPP UNJ Press.
- NASIONAL, Badan Standardisasi. SNI 07-2052-2002. *Baja Tulangan Beton*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, 2002.
- Nasional, B. S. (2000). Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. SK SNI, 3, 2834-2000.
- Nawy, E. G. (1985). *Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar*, Terjemahan Bambang Suryoatmono. Bandung: Pt. Refika Aditama.
- Ngudiyono, N., Merdana, I. N. M., Mahmud, F., & Fajrin, J. J. P. S. (2021). Kajian Eksperimental Kuat Lekat Tulangan Beton Memadat Sendiri (Self Compaction Concrete). 3, 328-338.
- Nugraha, P., & Antoni, C. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- PBI. (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971)*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Pd_T-07-2005-B. (2005). *Pelaksanaan Pekerjaan Beton Untuk Jalan Dan Jembatan, Pedoman Konstruksi dan Bangunan*. In: Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Permatasari, S. (2019). *Perencanaan Design Mix Formula Beton K-400 Menggunakan Agregat Kasar dan Agregat Halus Dari Desa Sungup Kabupaten Kotabaru*.
- Prayogi, Y. J. J. I. T. (2022). *Kebutuhan Besi Tulangan Balok dan Sengkang Pada Lantai 3 Gedung Direktorat Jendral Bea & Cukai Sumatera Bagian Barat*. 2(3).
- Putra, H. (2021). *Beton Sebagai Material Konstruksi*: Gre Publishing.
- Romadhon, E. S., & Marthasari, D. Y. (2021). Analisis Kekuatan Tekan Beton Dengan Aggregate Kasar Dari Beton Daur Ulang. *Jurnal Teknik Sipil-Arsitektur*.
- Sa'adah, H., & Nurhasnawati, H. (2015). Perbandingan Pelarut Etanol Dan Air Pada Pembuatan Ekstrak Umbi Bawang Tiwai (*Eleutherine americana Merr*) Menggunakan Metode Maserasi. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1(2), 149-153.
- Shetty, M. S. (2005). *Concrete Technology Theory and Practice*, Chand S. and Company LTD. In: College of Military Engineering (CME), Pune Ministry of Defense.
- SIKA, anchorfix (2018). <https://idn.sika.com/in/distributor-retail/repair/anchor/high-strength-m-epoxy/sika-anchorfix-2-plus-tropical.html>. 27 agustus (2023) 17.00.

- SK_SNI_S-04. (1989). SK SNI S-04-1989-F. Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan bangunan bukan logam). Bandung.
- SNI_03-1750. (1990). Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji. Departemen Pekerjaan Umum: Jakarta.
- SNI_03-2847. (2002). Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Badan Standar Nasional.
- SNI_07-2025. (2002) Baja Tulangan Beton. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- SNI_1969. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Badan Standardisasi Nasional: Jakarta.
- SNI_1970. (2008). Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus. BSN, Jakarta.
- SNI_1972. (2008). Tentang Cara Uji Slump Beton. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- SNI_1974. (2011). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- SNI_2049. (2015). Semen Portland. Badan Sertifikasi Nasional Indonesia: Jakarta, Indonesia.
- SNI_2847. (2013). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. BSN. Jakarta.
- SNI_4817. (2008). Spesifikasi Lembaran Bahan Penutup Untuk Perawatan Beton. Badan Standar Nasional.
- SNI_6369. (2008). Tata Cara Pembuatan Kaping Untuk Benda Uji Silinder Beton. In: Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Siregar, A. H., Setyawan, B. A., & Marasabessy, A. (2016). Komposit fiber reinforced plastic sebagai material bodi kapal berbasis fiberglass tahan api. *Bina Teknika*, 12(2), 261-266.
- Sudjono, A. S. J. C. E. D. (2005). Prediksi Waktu Layan Bangunan Beton Terhadap Kerusakan Akibat Korosi Baja Tulangan. 7(1), 6-15.
- Sugiyono. (2013). Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D. Bandung : Alfabeta.
- Sujatmiko, B. (2019). Teknologi Beton dan Bahan Bangunan: Media Sahabat Cendekia.
- Sukarmo, M. (2020). Faktor Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton.
- Susanti, D. N. (2018). Pengaruh Variasi Panjang Serat Nanas Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impact Komposit Polyester-Serat Nanas (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Semarang).
- WahyudinTjokrodinuljo, K. (2007). Teknologi Beton. Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Yogyakarta.