

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengujian Pembebanan (*Loading Test*)**

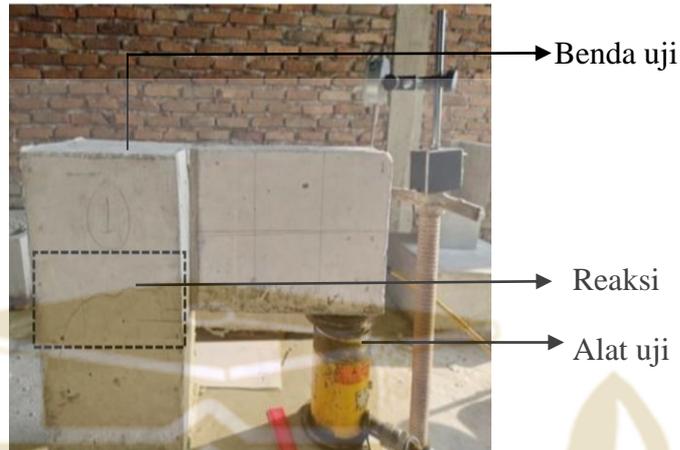
Pengujian pembebanan atau *loading test* merupakan salah satu jenis *performance testing* yang dapat mendukung respon sistem dalam berbagai *load condition*, hasil pengujian *load* dapat digunakan untuk membantu menentukan bagaimana sebuah sistem berperilaku ketika beberapa *user* mengakses sistem tersebut dalam waktu yang bersamaan. Sistem pengujian *load* sering digunakan dalam menguji integritas pondasi seperti pondasi bor pile dan pondasi tiang pancang, jembatan, balok, tulangan, angkur dan lain sebagainya.

##### **2.1.1 Contoh Pengujian Pembebanan**

Contoh pengujian pembebanan ini diambil dari beberapa jurnal dan dalam jurnal tersebut penulis mengutip beberapa hal penting dan menggabungkannya, hal tersebut bertujuan untuk menjadi dasar penulis untuk melaksanakan penelitian ini, adapun contoh pengujian pembebanan berdasarkan studi literatur dapat dilihat pada uraian berikut ini.

1. Pengujian pembebanan terhadap balok konsol yang telah diperkuat terhadap geser menggunakan *carbon fiber wrap* oleh “Panggabean IPT, Valentana AT (2020)”. Penelitian menggunakan perhitungan analitis untuk menentukan dimensi benda uji termasuk persiapan alat *Hydraulic Jack*, yang digunakan sebagai beban yang dapat dinaikkan besarnya secara bertahap. Berikut adalah bagan alir penelitian yang dilakukan :
  - a. Persiapan pembuatan model dengan analitis.
  - b. Penyediaan bahan material beton dan campuran beton.
  - c. Pembuatan benda uji silinder sebanyak dua buah dan model balok konsol sebanyak dua buah.
  - d. Benda uji silinder di uji untuk nilai  $f'c$  .
  - e. Dua mode balok konsol.
  - f. Periksa benda uji secara visual baik atau tidak.

- g. Pengujian benda uji silinder di laboratorium beton, model balok konsol di uji dengan *hydraulic jack*.
- h. Pembuatan laporan dan analisis.
- i. Hasil.



Gambar 2.1 Pengujian Pembebanan/*Loading Test* Terhadap Balok Konsol  
 Sumber : Panggabean IPT, Valentana AT 2020

Gambar 2.1 di atas adalah gambar balok konsol yang sudah terpasang alat uji *Hydraulic Jack* untuk memberikan beban terhadap balok tersebut dan terlihat jelas pada bagian kolom sudah mulai terjadi reaksi yaitu retakan akibat pembebanan yang dilakukan.

2. Pengujian pembebanan kuat tekan beton *self compacting concrete* hasil pengeboran inti variasi pengambilan arah vertikal dan horizontal oleh "Tarigan VA, Imanuel PTP 2020". Penelitian dilaksanakan dengan tahapan penjelasan sebagai berikut :
  - a. Persiapan pembentukan model benda uji beton mutu tinggi.
  - b. Penyediaan Bahan untuk pembentuk mutu beton tinggi *SCC*.
  - c. Benda Uji silinder sebanyak 3 buah disiapkan sebagai parameter  $f'c$ .
  - d. Model struktur untuk pengeboran inti 3 (tiga) buah arah horizontal dan 3 (tiga) buah arah vertikal.
  - e. Sebelum diuji pada usia beton 28 hari, maka benda uji diperhatikan terhadap syarat-syarat yang ditentukan oleh Standar Nasional Indonesia .
  - f. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk grafik dan dokumentasi.

- g. Analisis dilakukan terhadap hasil pengujian yang kemudian disimpulkan dalam bentuk laporan.



Gambar 2.2 Pengujian Pembebanan Terhadap Beton  
Sumber : Tarigan VA, Imanuel PTP 2019

Gambar 2.2 tersebut di atas adalah hasil pengoran inti beton *self compacting concret* (SCC), dimana beton tersebut sudah dimasukan dalam mesin *comperssion testing* dan beton sudah mengalami retakan akibat beban yang sudah diberikan.

### 2.1.2 Contoh Pengujian Pembebanan Terhadap Tulangan Dan *Anchor*

Berikut ini beberapa contoh pengujian pembebanan terhadap tulangan dan *anchor* berdasarkan studi literatur, dalam pengutipannya penulis mengutip bagian-bagian tertentu seperti langkah-langkah pengujian dan lain sebagainya, adapun kutipannya dapat dilihat pada uraian berikut ini.

1. Pengujian pembebanan *starter rebar* dengan *chemical epoxy* pada DPT oleh “Tarigan VA, Imanuel PTP 2019”

Langkah-langkah metode pengujian yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

- a. survey lokasi.
- b. pengambilan data tanah eksisting
- c. pengujian laboratorium
- d. menentukan parameter kekuatan tanah
- e. menghitung stabilitas guling dan geser
- f. pelaksanaan test tarik *rebar*.



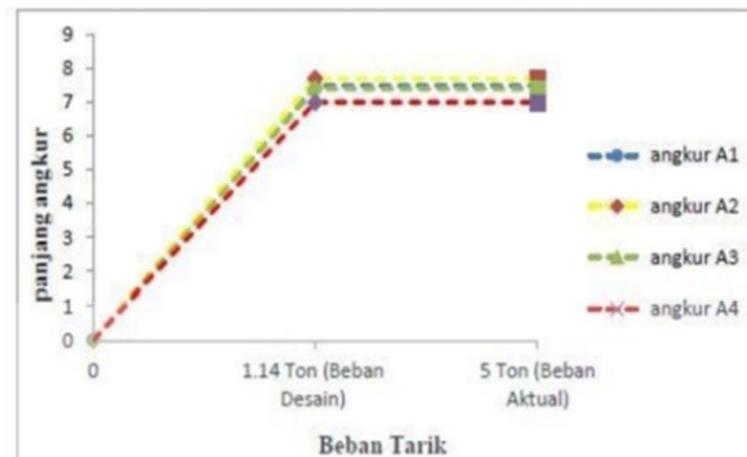
Gambar 2.3 Pengujian Pembebanan Terhadap Tulangan  
Sumber : Tarigan VA, Imanuel PTP 2019

Gambar 2.3 di atas adalah salah satu gambar yang penulis ambil dalam jurnal “Tarigan VA, Panggabean IPT 2019”, dimana gambar tersebut merupakan model pengujian pembebanan terhadap *stater rebar* yang telah di rekatkan dengan *chemical epoxy adhesive concrete*.

1. Pengujian kuat tarik *chemical anchor* oleh “Sibagariang Y, Sinaria Halawa 2020”

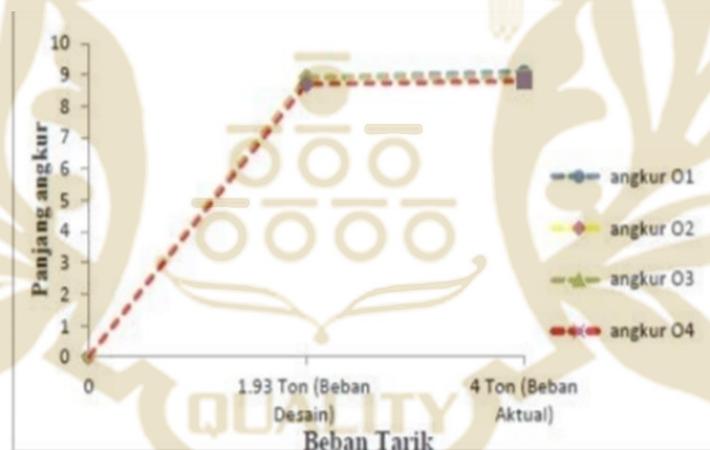
Tahap-tahap pengujian tarik *anchor* yang dilakukan dengan metode loading test yaitu sebagai berikut.

- a. Desain benda uji
- b. Penentuan spesifikasi benda uji
- c. Estimasi beban tarik (*desaign load*)
- d. *Anchor pull out test*



Gambar 2.4 Grafik Beban  
Sumber : Sibagariang Y, Sinaria Halawa 2020

Gambar 2.4 di atas merupakan grafik hasil pengujian beban tarik yang telah diberikan terhadap *anchor* berdasarkan beberapa variasi yang telah direncanakan dalam penelitian.



Gambar 2.5 Grafik Beban  
Sumber : Sibagariang Y, Sinaria Halawa 2020

Gambar 2.5 di atas sama halnya dengan gambar 2.4 sebelumnya yaitu grafik hasil dari pengujian pembebanan terhadap *anchor*, dimana dalam grafik tersebut menampilkan beban desain, beban aktual dan panjang perubahan *anchor*.

## 2.2 Kimia Konstruksi

Masyarakat kuno telah menggunakan teknologi yang akan menjadi dasar terbentuknya berbagai macam cabang ilmu kimia, seperti pembuatan fermentasi bir dan anggur, membuat pewarna kosmetik dan lukisan, ekstra logam dari bijihnya, membuat keramik dan kaca, membuat keju, pewarna pakaian, membuat

paduan logam seperti perunggu, mengekstraksi bahan kimia dari tumbuhan untuk obat-obatan dan parfum dan lain sebagainya. Namun mereka tidak melakukan penelitian untuk dijadikan dalam bentuk teori ilmiah sehingga pemahaman mereka tentang hakikat dan sifat materi yang mereka gunakan serta perubahannya tidak mengalami perkembangan dan penetapan. Sehingga pada zaman tersebut Ilmu Kimia belum lahir, sejarah Ilmu Kimia dapat dianggap dengan pembedaan Kimia dengan Alkimia oleh Robert Boyle (1627-1691) “melalui karyanya *The Sceptical Chymist* (1661)”. Baik Alkimia maupun Kimia mempelajari sifat materi dan perubahan-perubahannya tapi kebalikan dengan Alkimiawan, Kimiawan menerapkan metode ilmiah. “Chemistry 2023”

Terbentuknya ilmu kimia didunia dan berbagai cabang-cabang ilmu tentang kimia itu sendiri hingga masuk dalam ilmu kimia konstruksi, para ahli telah menciptakan berbagai macam teknologi yang membuat pekerjaan konstruksi lebih berintegritas (kuat dan kokoh), efisien dalam segi waktu dan lain sebagainya. Dengan demikian berikut ini beberapa sejarah dan kegunaan bahan-bahan kimia konstruksi yang biasa digunakan dalam bangunan atau konstruksi.

### 2.2.1 Semen

Semen merupakan salah satu senyawa kimia yang telah menjadi bahan vital dalam pembuatan beton, fungsi umum dari semen yaitu sebagai perekat agregat kasar, agregat halus/pasir, perekat batu bata dan material sejenis lainnya. Material semen telah banyak digunakan sejak zaman Yunani, Romawi dan Mesir kuno, sebagian monumen dan bangunan peninggalan sejarah yang sampai saat ini masih bisa kita saksikan merupakan bukti bahwa material semen telah digunakan sejak zaman dulu. Pada masa itu nenek moyang kita telah mampu merekatkan batu-batu raksasa hanya dengan mengandalkan bahan perekat berupa gypsum, batu kapur, gamping dan abu vulkanik atau pozolan. Dengan kemampuan tersebut sampai saat ini kita dapat melihat bukti dengan berdirinya bangunan fenomenal, seperti Candi Borobudur di Indonesia dan tembok besar di China (*Great Wall*) ataupun piramida di Mesir selain itu aspal juga kerap digunakan untuk merekatkan bahan bangunan seperti pada peradaban di Mahenjo dan Harappa di India atau bangunan kuno di Pulau Buton. “Syarif Hidayat (2009)”

Konon campuran semen pertama kali ditemukan di zaman Kerajaan Romawi, tepatnya di Pozzuoli, dekat Teluk Napoli, Italia. Campuran bahan perekat ini lantas dinamai pozzuolana namun sebelum mencapai bentuk yang seperti sekarang ini Semen awalnya merupakan hasil pencampuran batu kapur dan abu vulkanis, kedua bahan ini akan aktif setelah melalui proses pembakaran. Kata semen sendiri berasal dari bahasa latin yaitu *ceamentum*, yang artinya “memotong menjadi bagian-bagian kecil yang tidak beraturan”. Meski sempat populer dizamannya, campuran semen ini tidak berumur panjang, menyusun runtuhnya Kerajaan Romawi hingga abad pertengahan (1100 – 1500 M) resep ramuan pozzuolana sempat menghilang dari peredaran kemudian pada abad ke 18, John Smeaton seorang insinyur asal Inggris bereksperimen dan berhasil menciptakan kembali perekat yang luar biasa ini, Ia membuat adonan dengan memanfaatkan campuran batu kapur dan tanah liat saat membangun menara Suar *Eddystone* di lepas pantai *Cornwall* Inggris. Tapi pada proses perkembangannya penemuan ini dipatenkan oleh Joseph Aspdin, seorang insinyur berkebangsaan Inggris, pada tahun 1824, hasil temuannya dinamakan Semen Portland, dinamai “Semen Portland” karena warna hasil olahannya mirip dengan tanah liat yang sering dijumpai di Pulau Portland. “Syarif Hidayat (2009)”

Seiring dengan perkembangan zaman, Semen Portland mengalami kemajuan yang signifikan baik dalam kandungannya maupun fungsinya, sehingga Semen Portland dapat didefinisikan sebagai bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan *oxid* besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi. “Kardiyono Tjokrodimuljo (2012)”. Adapun

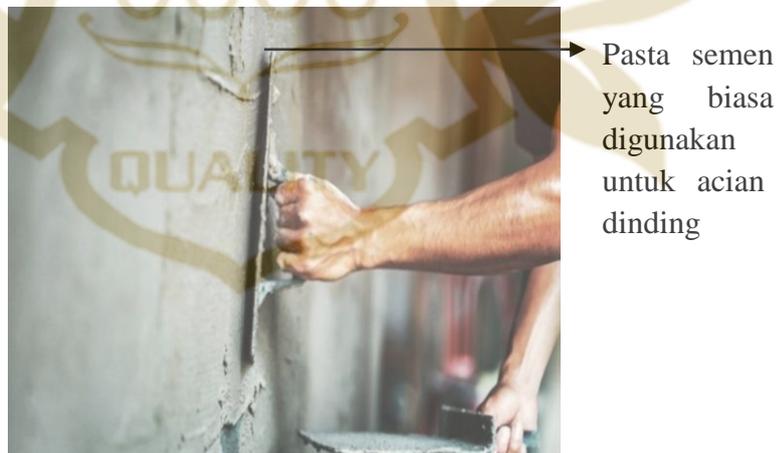
Komponen Semen Portland diantaranya sebagai berikut:

1. *Trikalsium Silikat* ( $C_3S$ )
2. *Dikalsium Silikat* ( $C_2S$ )
3. *Trikalsium Aluminat* ( $C,A$ )
4. *Tetrakalsium Aluminoforit* ( $C_4AF$ )



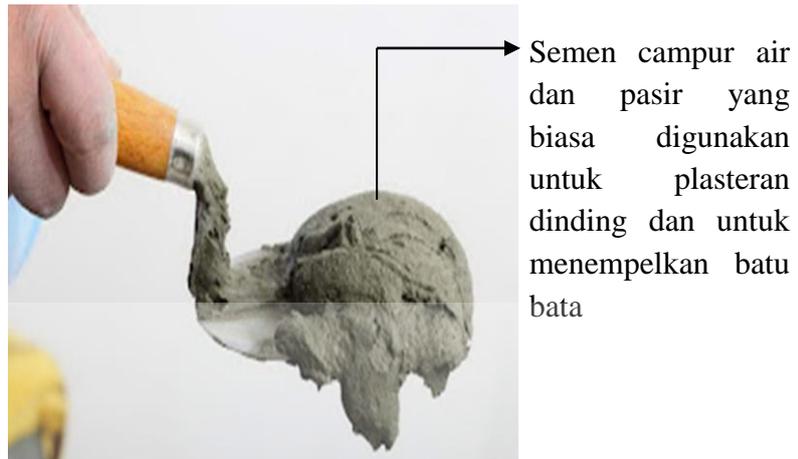
Gambar 2.6 Semen Portland  
Sumber : Google, Rumah.com 2022

Gambar 2.6 tersebut di atas merupakan salah satu contoh semen portland yang sudah diproduksi dan siap digunakan dalam pekerjaan konstruksi.



Gambar 2.7 Semen Campur Air/Pasta Semen  
Sumber : Google, Aquaproof 2022

Pasta semen atau yang sering disebut dengan acian seperti yang terlihat pada gambar 2.7 di atas merupakan campuran semen dengan air, salah satu fungsi dari pasta semen yaitu untuk membuat tampilan dinding terlihat halus setelah di pasang mortar.



Gambar 2.8 Semen Campur Air Dan Pasir/Mortar  
Sumber : Google, Wira.co.id 2022

Semen bila dicampur dengan air dan pasir disebut dengan mortar, adukan semen dalam bentuk seperti ini akan terlihat lebih padat dari pada adukan pasta semen, contohnya dapat dilihat pada gambar 2.8 di atas, secara umum mortar digunakan untuk meratakan permukaan dinding dan untuk menempelkan batu bata.



Gambar 2.9 Semen Campur Air, Pasir Dan Kerikil/beton  
Sumber : Google, Sentracon 2022

Gambar 2.9 di atas salah satu contoh dari adukan beton, pembuatan adukan beton harus dilakukan dengan benar berbeda dengan pasta semen dan mortar, karena penggunaan beton identik dengan keamanan struktur, sehingga pembuatan adukan beton yang tidak benar dapat mempengaruhi kekuatan struktur bangunan. komposisi oksida utama pembentuk semen dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Komposisi Oksida Utama Pembentuk Semen

Oksida	Komposisi (%)
CaO	60 – 65
SiO <sub>2</sub>	17 – 25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3 – 8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 – 6
MgO	0,5 – 4
SO <sub>3</sub>	1 – 2
K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O	0,5 – 1

Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo 2007

Tabel 2.1 tersebut di atas merupakan Komposisi oksida utama pembentuk semen, dimana arti dari setiap simbol tersebut di atas adalah : CaO (kalsium oksida), SiO<sub>2</sub> (silikon dioksida), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (aluminium oksida), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (besi (III) oksida), MgO (magnesium oksida), SO<sub>3</sub> (sulfur trioksida), K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O (kalium oksida dan sodium oksida). Semen Portland dibagi menjadi lima jenis kategori sesuai dengan tujuan pemakaiannya (SNI 15-2049-2004) yaitu :

1. Jenis I yaitu Semen Portland untuk penggunaan umum, yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II yaitu Semen Portland untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
3. Jenis III yaitu Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV yaitu Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V yaitu Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

### 2.2.2 Baja Tulangan

Sebelum mencapai bentuk tulangan baja, awal mulanya adalah besi, besi merupakan unsur kimia dengan simbol Fe (dari bahasa latin : ferrum). Seribu lima ratus tahun sebelum masehi (1500 SM) besi sudah mulai dikenal dan digunakan dimuka bumi ini, seiring perkembangan zaman karena besi memiliki tingkat kekerasan yang rendah sehingga besi semakin dikembangkan lalu munculah istilah baja, baja pertama kali dikembangkan oleh insinyur asal inggris bernama

Sir Henri Bessemer (lahir 19 januari 1813 di Charlton, Hertfordsire, Inggris meninggal 15 maret 1898). Seiring dengan perkembangannya baja yang digunakan sebagai tulangan pada struktur bangunan terdapat dalam bentuk tulangan polos (*plain bar*) dan tulangan ulir (*deformed bar*).

Dengan digunakannya baja sebagai tulangan dalam beton lantasi struktur komposit ini disebut sebagai struktur beton bertulang, dalam pembebanan struktur seratus persen (100%) gaya tarik dipikul oleh besi, namun baja memiliki keawetan dan ketahanan bakar yang rendah, Baja akan berkarat bila tidak terlindungi, dan baja bila terbakar dapat mengalami kehilangan kekuatan secara cepat pada temperatur tinggi, sehingga pada aksi kompositnya tulangan baja diselimuti dengan beton. Baja tulangan beton terbuat dari billet baja tuang kontinyu dengan komposisi kimia seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Billet Baja Tuang Kontinyu (*Ladle Analysis*)

Kelas baja Tulangan	Kandungan unsur maksimum (%)					
	C	Si	Mn	P	S	$C_{Eq*}$
BjTP 280	-	-	-	0,050	0,050	-
BjTS 280	-	-	-	0,050	0,050	-
BjTS 420A	0,32	0,55	1,65	0,050	0,050	0,60
BjTS 420B	0,32	0,55	1,65	0,050	0,050	0,60
BjTS 520	0,35	0,55	1,65	0,050	0,050	0,625
BjTS 550	0,35	0,55	1,65	0,050	0,050	0,625
BjTS 700**	0,35	0,55	1,65	0,050	0,050	0,625

Sumber : SNI 2052 : 2017

Tabel 2.2 tersebut di atas memuat tentang kelas baja tulangan dan kandungan unsur maksimum yang bersumber dari SNI 2052 : 2017. Adapun catatan dalam tabel tersebut yaitu sebagai berikut.

- Toleransi nilai karbon (c) pada produk baja tulangan beton diperbolehkan lebih besar 0,03%
- Karbon ekuivalen  $C_{Eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$
- BjTS 700 perlu ditambahkan unsur paduan lainnya sesuai kebutuhan selain pada tabel di atas dan termasuk kelompok baja paduan

Tabel 2.3 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos

No	Penamaan	Diameter nominal (d)	luas penampang nominal (A)	berat nominal per meter
0	-	Mm	$mm^2$	kg/m
1	p 6	6	28	0,222
2	p8	8	50	0,395
3	p10	10	79	0,617
4	p12	12	113	0,888
5	p14	14	154	1,208
6	p16	16	201	1,578
7	p19	19	284	2,226
8	p22	22	380	2,984
9	p25	25	491	3,853
10	p28	28	616	4,843
11	p 32	32	804	6,313
12	p36	36	1018	7,990
13	p 40	40	1257	9,865
14	p50	50	1964	15,413

Sumber : SNI 2052:2017

Tabel 2.3 di atas adalah tabel ukuran baja tulangan polos yang bersumber dari SNI 2052: 2017 dimana dalam tabel tersebut terdapat penamaan tulangan, *diameter* nominal, luas penampang nominal dan berat nominal per meter, cara menghitung luas penampang nominal, keliling nominal, berat nominal dan ukuran adalah sebagai berikut :

a) Luas penampang nominal (A)

$$A = 0,785 \times d^2 \quad (\text{mm})$$

d = diameter nominal (mm)

b) Berat nominal =  $\frac{0,785 \times 0,7854 \times d^2}{100}$  (kg/m)



Gambar 2.10 Tulangan Polos  
Sumber : Google, Indotrading 2022

Gambar 2.10 di atas adalah salah satu contoh gambar baja tulangan polos yang sudah diproduksi dan siap digunakan dalam konstruksi.

Tabel 2.4 Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip

NO	Penama-an	Dia	Luas	Tinggi sirip (H)		Jarak	Lebar	Berat nominal permeter
		Meter nominal (d)	penam Pang nominal (A)	Min	maks	sirip Melintang (p) Maks	sirip membujur (T) Maks	
		Mm	mm <sup>2</sup>	Mm	mm	mm		Kg/m
1	S 6	6	28	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2	S 8	8	50	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3	S 10	10	79	0,5	1,0	7,0	7,9	0,617
4	S 13	13	133	0,7	1,3	9,1	10,2	1,042
5	S 16	16	201	0,8	1,6	11,2	12,6	1,578
6	S 19	19	284	1,0	1,9	13,3	14,9	2,226
7	S 22	22	380	1,1	2,2	15,4	17,3	2,964
8	S 25	25	491	1,3	2,5	17,5	19,7	3,853
9	S 29	29	661	1,5	2,9	20,3	22,8	5,185
10	S 32	32	804	1,6	3,2	22,4	25,1	6,313
11	S 36	36	1018	1,8	3,6	25,2	28,3	7,990
12	S 40	40	1257	2,0	4,0	28,0	31,4	9,865
13	S 50	50	1964	2,5	5,0	35,0	39,3	15,413
14	S 54	54	2290	2,7	5,4	37,8	42,3	17,978
15	S 57	57	2552	2,9	5,7	39,9	46,6	20,031

Sumber : SNI 2052:2017

Tabel 2.4 tersebut di atas adalah tabel baja tulangan sirip, beberapa catatan tabel tersebut berdasarkan sumber dari SNI 2052:2017 dapat dilihat pada uraian berikut ini:

- a. luas penampang nominal, keliling nominal, berat nominal dan ukuran sirip dapat dilihat pada uraian berikut ini:

$$A = 0,7854 \times d^2 (mm^2)$$

d = diameter nominal (mm)

b. Berat nominal =  $\frac{0,785 \times 0,7854 d^2}{100} 0,7$  (kg/m)

c. Jarak sirip melintang maksimum = 0,70 d

d. Tinggi sirip minimum = 0,05 d

e. Tinggi sirip maksimum = 0,10 d

f. jumlah 2 (dua) sirip membujur maksimum = 0,25k

Keliling nominal (k)

$$K = 0,3142 \times d (mm)$$

Salah satu contoh gambar tulangan sirip dapat dilihat pada gambar 2.11 berikut ini.



Gambar 2.11 Tulangan sirip

Sumber : Google, Blok Indonetnetwork 2022

### 2.3 Chemical Epoxy Adhesive Concrete

*Chemical epoxy adhesive concrete*/Kimia Epoksi adhesif beton merupakan senyawa kimia yang memiliki tingkat daya adhesif yang sangat tinggi, senyawa vital yang terpadat dalam epoksi adalah senyawa epoksi-alfa, dimana posisi gugus epoksi 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. “Soedjadi Keman”

Kimia epoksi ini sudah lama menjadi senjata handal dalam dunia konstruksi, hal ini karena kimia epoksi telah diciptakan dalam berbagai macam jenis fungsi, salah satunya adalah sebagai perekat baja tulangan terhadap beton eksisting. Jenis epoksi ini juga ada dalam bermacam macam merek, beberapa diantaranya adalah sebagai berikut.

### 2.3.1 Hilti

Hilti merupakan salah satu produk yang bergerak dalam penyediaan jasa kebutuhan konstruksi maupun industri, salah satu dari produk Hilti yaitu kimia epoksi yang berfungsi sebagai perekat tulangan pada beton eksisting dan lain sebagainya, Hilti group diciptakan oleh negara Jerman dan didirikan pada tahun 1941. “HILTI (2020)”



Gambar 2.12 *Chemical Epoxy*  
Sumber : Hilti 2020

Gambar 2.12 di atas merupakan salah satu contoh *chemical epoxy* Hilti dan *gun* (senjata) injeksi hilti.

Tabel 2.5 SOP Dalam Pengaplikasian Kimia Epoksi Hilti

Mata bor	TE-CD	HAS-U	HIS-N	Rebar	HIT-RB	HIT-SZ	HIT-DL	TE-YRT
$d_2$ (mm)	$d_0$ (mm)	D (mm)	D (mm)	d (mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
10	-	8	-	8	10	-	-	-
12	-	10	-	8/10	12	12	12	-
14	14*	12	8	10/12	14	14	14	-
16	16	-	-	12	16	16	16	-
18	18	16	10	14	18	18	18	18
20	20	-	-	16	20	20	20	20
22	22	20	12	18	22	22	20	22

<b>Mata bor</b> <b><math>d_2</math></b> <b>(mm)</b>	<b>TE-CD</b> <b>TE-CD</b> <b><math>d_0</math></b> <b>(mm)</b>	<b>HAS-U</b> <b>HIT-V</b> <b>D</b> <b>(mm)</b>	<b>HIS-N</b> <b>D</b> <b>(mm)</b>	<b>Rebar</b> <b>d</b> <b>(mm)</b>	<b>HIT-RB</b> <b>(mm)</b>	<b>HIT-SZ</b> <b>(mm)</b>	<b>HIT-DL</b> <b>(mm)</b>	<b>TE-YRT</b> <b>(mm)</b>
25	25	-	-	20	25	25	25	25
28	28	24	16	22	28	28	25	28
30	-	27	-	-	30	30	25	30
32	32	-	27	24/25	32	32	32	32
35	35	30	-	26/28	35	35	32	35
37	-	33	-	30	37	37	32	-
40	-	36	-	32	40	40	32	-
42	-	39	-	-	42	42	32	-
45	-	-	-	36	45	45	32	-
55	-	-	-	40	55	55	32	-

Sumber : *registered trademark of Hilti corporation, schaan liechtenstein 2020*

Tabel 2.5 di atas adalah Standar operasional prosedur dalam pengaplikasian kimia epoksi Hilti yang bersumber dari HILTI *registered trademark of Hilti corporation, schaan liechtenstein 2020*, dalam tabel tersebut dijelaskan tentang diameter mata bor yang digunakan berdasarkan tulangan yang direkomendasikan dalam suatu konstruksi.

Tabel 2.6 Jam Kerja Kimia Epoksi Hilti Berdasarkan Suhu Ruangan

<b>Suhu ruangan °c</b>	<b>Kerja</b>	<b>Penyembuhan awal</b>	<b>Penyembuhan penuh</b>	<b>°F</b>
-5...-1	2 jam	48 jam	168 jam	23...31
0...4	2 jam	24 jam	48 jam	32...40
5...9	2 jam	16 jam	24 jam	41...49
10...14	1.5 jam	12 jam	16 jam	50...58
15...19	1 jam	8 jam	16 jam	59...67
20...24	30 menit	4 jam	7 jam	66...76
25...29	20 menit	3,5 jam	6 jam	77...85
30...34	15 menit	3 jam	5 jam	86...94
35...39	12 menit	2 jam	4.5 jam	95...103
40	10 menit	2 jam	4 jam	104

Sumber : *registered trademark of Hilti corporation, schaan liechtenstein 2020*

Tabel 2.6 di atas menjelaskan tentang pengaruh suhu ruangan terhadap jam kerja kimia epoksi Hilti, mulai dari jam kerja, penyembuhan awal hingga ke penyembuhan penuh. yang bersumber dari HILTI *registered trademark of Hilti corporation, schaan liechtenstein 2020*.

### 2.3.2 Ramset

Ramset memiliki definisi yang sama seperti Hilti yaitu kimia epoksi yang dapat merekatkan tulangan baja pada beton eksisting. Salah satu perusahaan yang menjamin penyediaan produk Ramset dan dalam segi pelayanan di Negara Kesatuan Republik Indonesia, dijamin oleh PT. ITEWE SARANA KONSTRUKSI, perusahaan nasional bagian dari grup GIAS.

Langkah langkah/standar operasional prosedur pekerjaan, dalam pengaplikasian Ramset yaitu sebagai berikut.

1. Bor lubang dengan diameter dan kedalaman yang direkomendasikan
2. Bersihkan lubang dengan sikat dan pompa minimal dua kali
3. Pasangkan *nozzle pada cartridge*, keluarkan sejumlah bahan kimia hingga tercampur dengan baik. injeksi mulai dari dasar lubang sampai lubang terisi 50%
4. Masukkan angkur stud / rebar dengan gerakan memutar hingga menyentuh dasar lubang
5. Biarkan EPCON G5 mengering dalam waktu yang telah ditentukan sebelum pembebanan

Tabel 2.7 Beban Desain Indikasi Pada Beton - **chemset<sup>MT</sup>** Stud Angkur

Ulir $\emptyset$	Lubang $\emptyset$ [mm]	Kedalaman penanaman [mm]	Torsi (Nm)	Jarak antara angkur (mm)	Jarak ke tepi (mm)	Beban geser (Kn)*	Beban tarik (Kn)*
M8	10	80	10	160	80	9.5	13.2
M10	12	90	20	180	90	15.0	20.9
M12	14	110	30	220	110	21.9	30.3
M16	18	125	60	250	125	39.2	54.4
M20	25	170	120	340	170	61.2	84.9
M24	28	210	200	420	210	88.1	122.4
M30	35	280	400	560	280	130.5	181.2

Sumber : *chemical epoxy Ramset 2022*

Tabel 2.7 di atas merupakan Beban desain *anchor* indikasi (kN) dengan chemset<sup>MT</sup> Stud grade 5.8 pada beton 30N/mm<sup>2</sup> dalam tabel tersebut memuat penjelasan tentang penggunaan diameter mata bor, kedalaman penanaman, torsi, diameter tulangan, beban geser, dan beban tarik.

Tabel 2.8 Beban Desain Indikasi Pada Beton - Rebar (FE460)

Ulir D	Lubang Ø [mm]	Kedalaman Penanaman [mm]	Jarak antara tulangan [mm]	Jarak ke tepi [mm]	Beban geser [kn ]*	Beban tarik[Kn]*
T 8	12	80	160	80	11.1	15.4
T 10	13	100	180	90	17.3	24.1
T 12	15	120	220	110	25.0	34.7
T 13	16	130	220	110	29.3	40.7
T 16	20	160	250	170	44.4	61.7
T 20	25	200	350	170	69.4	96.4
T 25	30	250	420	210	108.4	150.6
T 28	35	280	540	270	136.0	188.9
T 32	40	320	600	300	177.6	246.7
T 40	50	400	800	400	277.5	385.4

Sumber : *chemical epoxy Ramset 2022*

Tabel 2.8 di atas merupakan Beban dasain *rebar* (tulangan) indikasi (kN) dengan chemset<sup>MT</sup> Stud grade 5.8 pada beton 30N/mm<sup>2</sup> dalam tabel tersebut memuat penjelasan tentang penggunaan diameter mata bor, kedalaman penanaman, torsi, diameter tulangan, beban geser, dan beban tarik.



Gambar 2.13 *Chemical Epoxy Ramset*  
Sumber : *chemical epoxy Ramset 2022*

Gambar 2.13 di atas merupakan salah satu contoh *chemical epoxy Ramset* dan *gun* atau senjata injeksi dalam mengaplikasikan *chemical epoxy Ramset*.

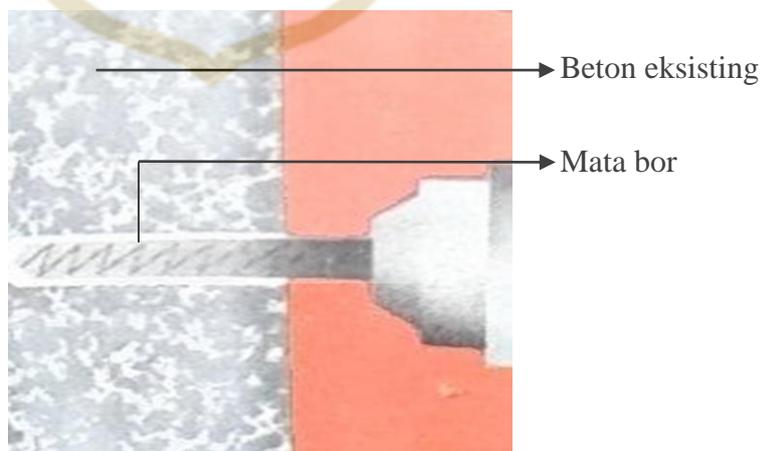
### 2.3.3 Itewe Neo1

Itewe Neo1 adalah salah satu merek dari kimia epoksi yang berfungsi sebagai perekat tulangan maupun angkur pada beton eksisting. Itewe Neo1 diproduksi oleh PT. ITEWE SARANA KONSTRUKSI. Berdasarkan berita resmi merek, yang dikeluarkan oleh direktorat merek dan indikasi geografis direktorat jenderal kekayaan intelektual kementerian hukum dan hak asasi manusia, seri-a nomor 17/P-M/III/A/2022, merek Itewe Neo1 resmi sebagai salah satu merek produk di Indonesia yang diumumkan pada tanggal 14 maret 2022 - 14 mei 2022, yang berada pada halaman 30 dari 792 dengan nomor permohonan DID2022017857, tanggal penerima 09/03/2022 dan berada pada kelas 1. “Berita resmi merek”

#### 1. Standar operasional prosedur *chemical epoxy* Itewe Neo1

Langkah langkah atau tutorial mengaplikasikan *chemical epoxy* (kimia epoksi) Itewe Neo1 dalam aksi komposit struktur beton bertulang yaitu sebagai berikut:

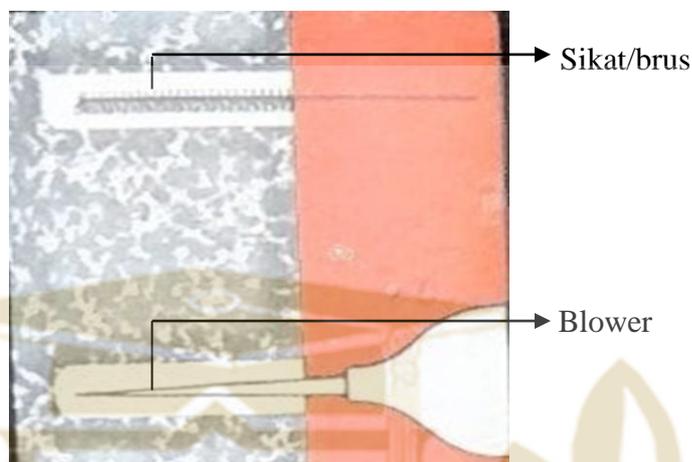
- a. Terlebih dahulu lakukan pengeboran pada beton eksisting dengan diameter yang dikoordinasikan
- b. Sikat lubang bor
- c. Blower lubang bor hingga benar benar bersih
- d. Injeksikan kimia epoksi Neo1 kedalam lubang bor
- e. masukan tulangan baja atau angkur berdasarkan dia meter yang dikoordinasikan



Gambar 2.14 Pengeboran Beton Eksisting

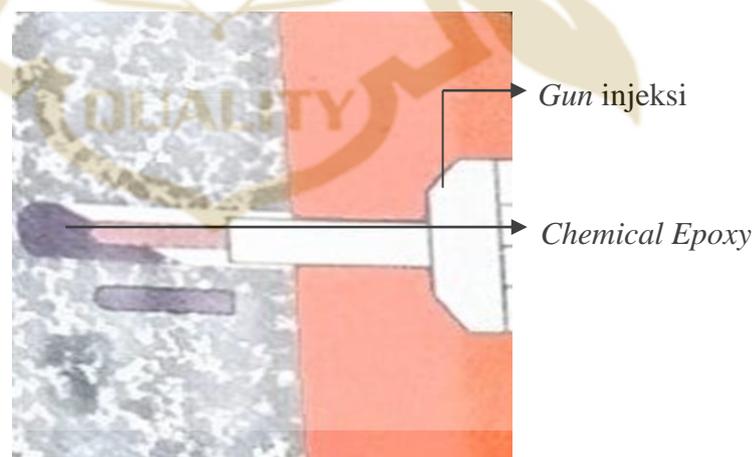
Sumber : ITEWE 2022

Gambar 2.14 tersebut di atas adalah langkah pertama dalam mengaplikasikan *chemical epoxy* Itewe Neo1 yaitu mengebor beton eksisting, dalam pengeboran beton eksisting mata bor harus sesuai dengan desain indikasi ITEWE itu sendiri.



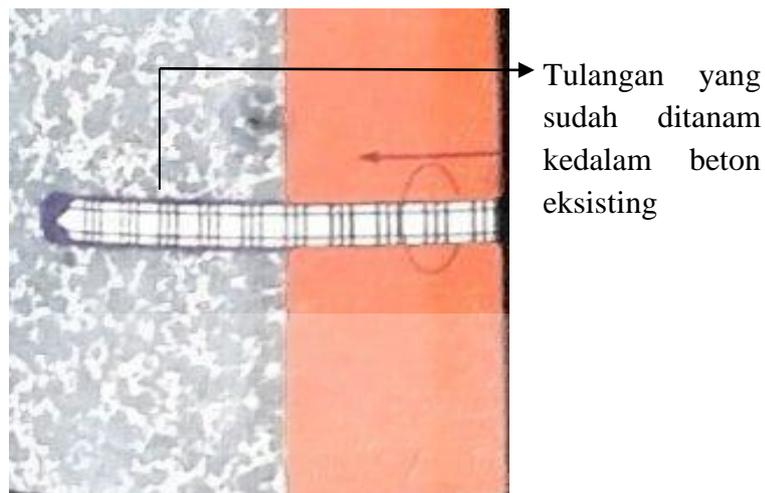
Gambar 2.15 Sikat Lubang Bor Dan Blower  
Sumber : ITEWE 2022

Gambar 2.15 tersebut di atas adalah langkah kedua dalam mengaplikasikan *chemical epoxy* Itewe Neo1 yaitu membersihkan lubang yang selesai dibor dengan menggunakan sikat/brus dan untuk menghilangkan kotoran dengan sempurna langkah berikutnya adalah menggunakan blower.



Gambar 2.16 Injeksi kimia epoksi/*chemical epoxy*  
Sumber : ITEWE 2022

Gambar 2.16 tersebut di atas adalah langkah ketiga dalam mengaplikasikan *chemical epoxy* Itewe Neo1 yaitu melakukan pekerjaan injeksi setelah langkah mengebor dan membersihkan lubang selesai.



Gambar 2.17 Tanam Tulangan  
Sumber : ITEWE 2022

Langkah terakhir dalam pengaplikasian *chemical epoxy* Itewe Neo1 adalah memasang tulangan seperti terlihat pada gambar 2.17 di atas, setiap produk *chemical epoxy* ini memiliki jam kerja dan jam penyembuhan total berdasarkan suhu ruangan, adapun jam kerja *chemical epoxy adhesive beton iewe Neo1* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.9 Jam Kerja *Chemical Epoxy* Itewe Neo1

Suhu ruangan (°c)	Kerja (menit)	Penyembuhan total (jam)
0	40	36
10	30	24
20	20	12
30	15	6
35	12	5
> 40°C	10	4

(Sumber : Itewe Neo1 2022)

Tabel 2.9 di atas adalah Jam kerja kimia epoksi Itewe Neo1 berdasarkan suhu ruangan baik jam kerja maupun penyembuhan total.

Tabel 2.10 Beban Desain Indikasi (Kn) Dengan Rebar

Ø Besi (mm)	Ø Lubang (mm)	Leleh besi (kN)	Kapasitas karakteristik (KN)		
10	12	31.4	23.1	28.9	
13	16	53.1	39.0	48.0	
16	20	80.4	59.1	66.5	70.2
19	25	113.4	79.0	87.8	96.5
			105.0		105.3

$\varnothing$ Besi (mm)	$\varnothing$ Lubang (mm)	Leleh besi (kN)	Kapasitas karakteristik (KN)												
22	28	152.0	111.8	121.9	132.1										
25	30	196.3				144.3	158.7	173.1	187.5						
29	35	264.1								200.5	217.9	234.9	250.9	275.9	
32	40	321.5									200.6	225.7	250.8	275.8	450.8
Kedalaman penanaman (mm)			10	13	16	18	19	20	22	25	27.5	290	300	320	360 400

Sumber : Itewe 2022

Tabel 2.10 di atas merupakan Beban desain indikasi (kN) dengan rebar FE 460 pada beton 30N/mm<sup>2</sup> menurut ITEWE, namun dalam tabel tersebut *chemical epoxy* yang digunakan adalah Ramset dengan tegangan leleh besi 400 MPa dan kuat tekan beton 30N/mm<sup>2</sup>.

