

BAB II

STUDI LITERATUR

2.1 Beton

Beton adalah bahan bangunan yang sering digunakan dalam konstruksi pada jembatan, bangunan gedung, bangunan air, dan lain-lain. Ini disebabkan karena beton merupakan bahan yang mudah dicetak serta relatif murah dibandingkan dengan penggunaan bahan konstruksi lainnya (Tjokrodimuljo, 1996).



Gambar 2.1 Penggunaan Struktur Beton

(Sumber : <https://www.adhyaksapersada.co.id/apa-itu-struktur-beton/>)

Beton memiliki kelebihan dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya seperti baja dan kayu, diantaranya adalah :

- Harga pembuatan relative murah
- Tidak perlu memakan biaya perawatan
- Tahan lama karena beton tidak membusuk
- Beton tidak berkarat

- Beton konstruksi yang mudah dibentuk sesuai keinginan pembuat atau kebutuhannya.

Beton memiliki kuat tahan yang besar dan kuat tekan yang tinggi, hal ini yang perlu diperhatikan dalam pembuatan beton adalah penggunaan material yang baik dan benar, karena menggunakan material yang baik mampu memperkuat kuat tekan yang dihasilkan (Sagel, 1993)

Pengaruh karakteristik yang berlainan dari agregat halus akan mempengaruhi kualitas beton normal yang dihasilkan seperti kuat tekan, kadar udara berat dan penyusutannya. Pengaruh tersebut bisa saja disebabkan karena banyak sifat – sifat yang langsung berpengaruh terhadap proses pengikatan beton antara agregat dan semen, misalnya kadar lumpur, kadar bahan padat, kadar organik dan lain – lain (Rachmat, 2010)

2.2 Sifat Umum Beton

Beton dengan penyusunan bahannya yang terdiri dari bahan semen hidrolis, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (Mulyono, 2006). Pada umumnya kandungan dari beton yang memiliki kadar semen 15%, 8% air, 3% udara sisanya adalah agregat halus dan agregat kasar. Jika keseluruhan campuran mengeras maka beton akan memiliki sifat berbeda – beda sesuai dengan cara pembuatan, perbandingan campuran, cara mencampur beton, cara mencetak, cara memadatkan dan merawat akan mempengaruhi sifat beton itu sendiri.

Pada umumnya sifat beton dipengaruhi oleh kualitas bahan, cara pengerjaan dan cara perawatannya. Karakteristik semen mempengaruhi kualitas beton dan kecepatan pengerasannya. Gradasi agregat kasar mempengaruhi

kekuatan, gradasi agregat halus mempengaruhi pengerjaannya. Kualitas dan kuantitas air mempengaruhi pengerasan dan kekuatan (Murdock, 1999).



Gambar 2. 1 Campuran beton

(Sumber: <https://indoprecast.com/pemahaman-ready-mix-concrete-sebagai-pertimbangan-pengecoran/>)

Sebagai keperluan perencanaan, perancangan dan pelaksanaan struktur beton, maka perlu untuk diketahui mengenai sifat mekanik beton, yaitu :

1. Durability (Tahan Lama)

Salah satu sifat yang dimiliki oleh beton adalah tahan lama, hal ini sudah dijelaskan oleh Tjokrodimuljo pada tahun 2006 adalah salah satu keunggulan beton adalah tahan lama. Pengertian tahan lama disini adalah kemampuan beton dalam bertahap tanpa menjadi korosi dalam jangka waktu yang direncanakan sebelumnya, sifat Durability pada beton dibedakan dalam beberapa aspek, yaitu :

- Tahan Terhadap Cuaca

Pengaruh cuaca yang dimaksud adalah pengaruh dari kejadian cuaca seperti hujan dan suhu ketika terjadi pada musim panas ataupun dingin.

Karena jika kedua hal tersebut terjadi mampu mengakibatkan pengembangan dan penyusutan terhadap beton.

- Tahan Terhadap Zat Kimia

Zat – zat kimia seperti air laut, zat kimia industry, air limbah serta buangan air kotor (Septic Tank) dapat mempengaruhi keawetan terhadap beton itu sendiri.

- Tahan Terhadap Erosi

Beton juga dapat mengalami pengikisan, hal tersebut diakibatkan karena adanya pergerakan orang atau lalu lintas di atasnya (beton yang dipakai untuk jalan), gerakan ombak laut, atau partikel yang terbawa oleh angin dan air laut.

2. Kuat tekan

Kuat tekan ditentukan oleh berdasarkan pembebanan uniaxial bend uni silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan satuan Mpa (N/mm^2) untuk SK-SNI 1991.

3. Kuat Tarik

Kuat tarik beton lebih kecil dibandingkan kuat tekannya yaitu sebesar 10% 15% dari kuat tekannya. Kuat Tarik beton merupakan sifat yang penting untuk memprediksi retak atau defleksinya suatu balok.

1. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas beton merupakan perbandingan antara kuat tekan beton terhadap regangan beton. Nilai perbandingan tersebut biasanya kisaran angka 25%-50% dari kuat tekan beton.

2. Creep

Rangak atau *creep* merupakan kejadian dimana beton mengalami deformasi secara terus menerus menurut waktu akibat beban yang dipikul.

3. Susut (*shrinkage*)

Susut atau *shrinkage* merupakan perubahan volume yang dialami beton yang tidak berkaitan dengan beban yang dipikul.

4. *Workability*

Setelah beton diaduk bersama, menghasilkan adukan yang memiliki sifat mudah diangkut, dituang, dicetak ataupun dipadatkan menurut tujuan pekerjaannya tanpa terjadinya perubahan yang menimbulkan kesukaran atau penurunan mutu. Sifat mampu dikerjakan ini tentunya sangat tergantung pada bahan, perbandingan campuran dan cara pengadukan serta jumlah seluruh air bebas. Dengan kata lain adalah sifat dapat mudah dikerjakan oleh suatu adukan beton dipengaruhi oleh:

- Konsistensi normal PC.
- Kohesi ataupun perlawanan terhadap pemisahan bahan-bahan.
- Mobilitas setelah aliran dimulai.
- Sifat saling lekat antar agregat.

2.3 Material Penyusun Beton

Beton merupakan bahan dari campuran antara *Portland cement*, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dengan tambahan adanya rongga-rongga udara. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis.

2.4 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Pada beton biasanya terdapat sekitar 60% - 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat yang berukuran besar. Sifat terpenting dari agregat adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang mempunyai pengaruh terhadap ikatan dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan pada musim dingin, dan ketahanan terhadap penyusutan.

Berdasarkan ukuran butiran, agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

2.4.1 Agregat Halus

Menurut (SNI 03-6820-2002 2002: 171), agregat halus adalah agregat isi yang berupa pasir alam hasil disintegrasi alami dari batu-batuan (*natural sand*)

atau berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat-alat pemecah batuan (*artificial sand*) dengan ukuran kecil (0,15-5 mm). Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 200, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton.

Agregat yang dipakai untuk campuran adukan atau mortar harus memenuhi syarat yang ditetapkan oleh ASTM dengan batasan ukuran agregat halus yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.1. Gradasi saringan agregat halus.

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)
9,5 mm	100
4,75 mm	95 – 100
2,36 mm	80 – 100
1,18 mm	50 – 85
0,6 mm	25 – 60
0,3 mm	5 – 30
0,15 mm	0 – 10

(Sumber: ASTM C 33/03)

2.4.2 Agregat Kasar

Langkah awal untuk mempersiapkan agregat kasar berupa batu pecah adalah dengan memisahkan butiran agregat berdasarkan ukuran butiran, dilakukan dengan pengayakan dengan menggunakan saringan. Setelah pemisahan butiran agregat kasar selesai, batu pecah dicuci untuk membuang kotoran yang melekat pada agregat agar dapat meningkatkan kualitas agregat.

Adapun kualitas agregat yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi adalah:

- Agregat kasar harus merupakan butiran keras dan tidak berpori. Agregat kasar tidak boleh hancur karena adanya pengaruh cuaca. Sifat keras diperlukan agar diperoleh beton yang keras pula, sifat tidak berpori untuk menghasilkan beton yang tidak mudah tembus oleh air.
- Agregat kasar harus bersih dari unsur organik.
- Agregat tidak mengandung lumpur lebih dari 10% berat kering. Lumpur yang dimaksud adalah agregat yang melalui ayakan diameter 0,063 mm, bila melebihi 1% berat kering maka kerikil harus dicuci terlebih dahulu.
- Agregat mempunyai bentuk yang tajam. Dengan bentuk yang tajam maka timbul gesekan yang lebih besar pula yang menyebabkan ikatan yang lebih baik, selain itu dengan bentuk tajam akan memerlukan pasta semen sehingga akan mengikat dengan lebih baik

Tabel 2.2 Batas Gradasi Agregat Kasar

Sumber : SNI 03-2834-1993)

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan		
	4,8-38	4,8-19	4,8-9,6
38	95-100	100	100
19	35-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

2.5 Air

Karena pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air, makasangat diperlukan agar memeriksa apakah air yang akan digunakan memenuhi syarat – syarat tertentu. Air tawar yang dapat diminum, tanpa diragukan boleh dipakai. Air minum tidak selalu ada dan bila tidak ada disarankan untuk mengamati apakah air tersebut tidak mengandung bahan – bahan yang merusak beton.

Pertama – tama yan harus diperhatikan kejernihan air tawar. Apabila ada beberapa kotoran yang terapung, maka air tidak boleh dipakai. Disamping pemeriksaan visual, harus juga diamati apakah air itu tidak mengandung bahan – bahan perusak. Contohnya fosfat, minyak, asam, alkali, bahan-bahan organis atau garam. Penelitian semacam ini harus dilakukan di laboratorium. Selain air dibutuhkan untuk reaksi pengikatan, dipakai pula sebagai perawatan sesudah beton dituang, suatu metode perawatan selanjutnya yaitu secara membasahi terus-menerus atau beton yang baru dituang direndam air.

Air ini pun harus memenuhi syarat yang lebih tinggi daripada air untuk pembuatan beton. Misalkan air untuk perawatan selanjutnya keasaman tidak boleh pHnya >6, juga tidak boleh terlalu sedikit mengandung kapur.

2.6 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang lazim digunakan berbentuk silinder. Dimensi benda uji standar adalah tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standar ASTM C39-86. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi (f_c') yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan.

Rumus yang digunakan pada persamaan (2-1) untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton berdasarkan percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut (Anton, 1995) :

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

f_c' = Kuat Tekan (MPa)

p = Beban Tekan (N)

A = Luas Penampang Benda Uji (mm²)

2.7 Kekentalan Adukan

Kekentalan adukan beton segar dapat diketahui dengan melalui percobaan slump yaitu suatu cara untuk mengetahui kelecakan adukan beton, hal ini penting untuk menghindari beton yang kurang baik akibat kelebihan atau kekurangan air sehingga pemadatan kurang sempurna dan untuk kemudahan dalam pengerjaan baik di laboratorium maupun di lapangan (Setyarto, 2017).

2.8 Beton Polimer

2.8.1 Definisi Beton Polimer

Beton polimer adalah material komposit, yang matriksnya terdiri atas polimer sintesis organik atau dikenal sebagai beton resin. Beton resin dengan matriks polimer seperti polimer *epoxy* dan mineral fillernya dapat berupa agregat halus dan agregat kasar. (Nugrahani *et al*, 2014)

2.7.2 Perilaku Beton Polimer

Menurut (Nugrahani *et al*, 2014), perilaku beton polimer sifat matriks polimer seperti polimer thermoset dan mineral fillernya. Beton polimer sifatnya berkekuatan tinggi, tahan terhadap kimia dan korosi, penyerapan air rendah dan stabilitas pemadatan tinggi dibanding beton portland konvensional. Proses pengerasan pada beton semen portland untuk menghasilkan kondisi terbaik biasanya 28 hari, sedangkan dengan beton polimer dapat dipersingkat hanya beberapa jam saja. Penambahan polimer pada beton tanpa semen adalah untuk

meningkatkan sifat-sifat beton, memperpendek waktu proses fabrikasinya, dan memperkecil biaya operasional.

2.9 Resin Epoxy

Resin epoksi atau secara umum dikenal dengan bahan epoksi adalah salah satu jenis polimer yang berasal dari thermoset. Resin termoset adalah polimer cair yang diubah menjadi bahan padat secara polimerisasi jaringan silang dan juga secara kimia, Sifat mekanisnya tergantung pada unit molekuler yang membentuk jaringan rapat dan panjang jaringan silang. Proses pembuatannya dapat dilakukan pada suhu kamar dengan memperhatikan zat-zat kimia yang digunakan sebagai pengontrol polimerisasi jaringan silang agar didapat sifat optimum bahan. Thermoset memiliki sifat isotropos dan peka terhadap suhu, mempunyai sifat tidak bisa meleleh, tidak bisa mengalami pegeseran rantai.



Gambar 2.3 Resin Epoxy 500 Gram

(Sumber PT.Sika Indonesia)

Bentuk resin epoksi sebelum pengerasan berupa cairan seperti madu dan setelah pengerasan akan membentuk padatan yang sangat getas.

Epoksi secara umum mempunyai karakteristik yang baik, yaitu :

1. Kemampuan meningkat paduan metalik yang baik

Kemampuan ini disebabkan oleh adanya gugus hidrolis yang memiliki kemampuan membentuk ikatan via ikatan hydrogen. Gugus hidrosil ini juga dimiliki oleh oksida metal, dimana pada kondisi normal menyebar pada permukaan metal. Keadaan ini menunjang terjadinya ikatan antar atom pada epoksi dengan atom yang berada pada material metal.

2. Ketangguhan

Ketangguhan epoksi sebagai bahan matrik dibatasi oleh ketangguhan yang rendah dan cenderung rapuh. Oleh sebab itu saat ini terus dilakukan penelitian untuk meningkatkan ketangguhan bahan matrik epoksi.

Industri teknik sipil dan struktur makin banyak menggunakan perekat epoksi karena

- a. Kuat ikatan lebih besar dari pada kuat kohesif beton konstruksi penahan beban. Kuat Tarik beton 1,75-5 MPa bahkan sampai 56 MPa
- b. Penghematan waktu pengerjaan. Laju terbentuknya kekuatan lebih cepat daripada beton.

Sasaran penggunaan perekat epoksi meliputi :

- a. Kerja remedial (Perbaikan), beton retak, beton lama, beton baru.

- b. Kerja baru, dirancang secara tahap desain. Berbagai zat pengubah dimanfaatkan untuk makin memperbaiki sifat sesuai maksud pemakai.

Resin ini juga dipakai sebagai bahan campuran pembuatan kemasan, bahan cetakan (moulding compound) dan perekat. Resin epoksi sangat baik digunakan sebagai matriks pada komposit dengan penguat serat gelas. Pada beton penggunaan resin epoksi dapat mempercepat proses pengerasan, karena resin epoksi menimbulkan panas sehingga membantu percepatan pengerasan.

2.10 Definisi Mortar

Mortar (sering disebut juga mortel atau spesi) adalah campuran yang terdiri dari pasir, bahan perekat serta air, dan diaduk sampai homogen. Pasir sebagai bahan bangunan dasar harus direkatkan dengan bahan perekat. Bahan perekat yang digunakan dapat bermacam-macam, yaitu dapat berupa tanah liat, kapur, semen merah (bata merah yang dihaluskan), maupun semen portland.

2.10.1 Mortar Semen

Mortar semen merupakan campuran semen, pasir dan air yang pada proporsi yang sesuai. Perbandingan volume semen dan pasir berkisar pada 1 : 2 sampai dengan 1 : 6 atau lebih tergantung penggunaannya. Mortar semen lebih kuat dari jenis mortar lain, sehingga mortar semen sering digunakan untuk tembok, pilar, kolom atau bagian – bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini rapat air, maka juga sering digunakan untuk bagian luar dan yang berada di bawah tanah. Dalam adukan beton atau mortar, air dan semen

membentuk pasta yang disebut pasta semen. Pasta semen ini selain mengisi pori-pori diantara butir – butir agregat halus, juga bersifat sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengeraan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang kompak atau padat.

2.10.2 Mortar Polimer

Mortar polimer terdiri dari perekat polimer bisa saja termoplastik tetapi thermosetting lebih sering dipakai. Pemakaian polimer untuk pengganti semen Portland menyebabkan peningkatan biaya, untuk itu penambahan polimer akan efektif dan sepadan dengan kenaikan biaya pada aplikasi yang sesuai dimana biaya tinggi dapat setara dengan *properties* yang superior yang dituntut, terkompensasi dengan rendahnya biaya pekerja atau pemakaian energy yang rendah selama proses dan pemeliharaan.

Pemakaian mortar pada kondisi bangunan tertentu disyaratkan untuk memenuhi mutu adukan yang tertentu pula. Sebagai contoh, untuk bangunan gedung bertingkat banyak diisyaratkan menggunakan mortar yang kuat tekan minimumnya 3,0 MPa.

2.11 Studi Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh (Joksan, 2015) pada beton normal yang ditambahkan resin epoksi dengan proporsi penambahan sebesar 20%, 25%, 30%, 35%, 40% (dengan % berat dari total agregat Pasir). Dari beberapa proporsi yang digunakan, hasil pengamatan menunjukkan bahwa kondisi optimum diperoleh pada perbandingan 65:35% didapatkan kuat tekan 6,80 MPa, dan kuat tarik belah sebesar 1,75 MPa. Percobaan dilakukan dengan menggunakan beton berumur 24 jam atau 1 hari.

Penelitian yang dilakukan oleh (Yulius, 2015) pada beton normal yang ditambahkan resin epoksi dan abu vulkanik Gunung Sinabung, dimana resin

epoksi sebagai material polimer. Benda uji dibuat sebanyak 5 sampel untuk beton polimer dan untuk beton normal 5 sampel dengan variasi: (5% abu + 5% epoksi), (12% abu+ 7% epoksi), (25% abu + 10% epoksi) dengan mutu beton normal rencana sebesar 17,50 MPa. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa besarnya kuat tekan yang dihasilkan untuk masing-masing variasi diatas secara berurutan adalah: 14,83 MPa, 22,53 MPa, 25,36 MPa, sedangkan beton normal memiliki kuat tekan sebesar 18,74 MPa. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan kuat tekan beton dapat dicapai dengan menggunakan epoksi lebih dari 5%.

Penelitian yang dilakukan oleh (Nugrahani, et al 2014) pada beton polimer yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah yang telah banyak dikembangkan, salah satunya dengan limbah cangkang kerang dan lumpur sidoarjo. Cangkang kerrang dan lumpur sidoarjo dipakai sebagai nanokalsit dan nanosilika yang dipakai sebagai filler pada beton polimer. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa beton polimer dengan komposisi 10% kalsit + 10% silika mendapatkan kuat tekan yang paling besar yaitu 218,39 MPa, kuat tarik 3,32 MPa, kuat patah 8,04 MPa.

Pemanfaatan Kulit kerang dan Resin Epoxy terhadap Karakteristik Beton Polimer (Siregar, S 2009) menggunakan variabel dalam penelitian antara pasir dan serbuk kulit kerang 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4, dan 1 : 5 dalam % Volume Variasi penambahan aditif resin epoksi 5; 10; 15 dan 20 % dari total volume agregat dengan netodologi penelitian terdiri dari 4 tahapan penelitian yaitu : (1) studi literature , (2) job mix formula, (3) pembuatan dan pengujian beton di laboratorium , (4) analisis hasil data laboratorium.

Dengan memiliki hasil sebagai berikut :

1. Beton telah dibuat yang berbasis 66,67 – 83,33 % (volume) serbuk kulit kerang, pasir dan 5 – 20 % (volume) resin epoksi yang dikeringkan selama 8 jam pada suhu 60oC. Kualitas beton yang optimum diperoleh pada komposisi 80 % (volume) serbuk kulit kerang dan 20 % (volume) resin epoksi dengan waktu pengeringan selama 8 jam pada suhu 60oC
2. Karakteristik dari beton yang dihasilkan pada kondisi tersebut adalah densitas = 2,716 g/cm³, penyerapan air = 0,4 %, penyusutan = 1,29 %, konduktivitas termal = 0,339 w/moK, kuat tekan = 56,9 MPa, kuat patah = 34 MPa dan kuat tarik = 7,46 MPa. Analisis ketahanan api dari beton mengalami degradasi sebesar 22,67 % atau kekuatan tekannya sebelum pembakaran sebesar 56,9 MPa dan setelah dibakar turun menjadi 44 MPa. Berdasarkan analisa ketahanan asam dari beton setelah perendaman dengan 5 % Na₂SO₄ selama 7 - 56 hari terjadi perubahan massa sebesar 0,15 -1,35 % dan kuat tekan meningkat sekitar 7 – 8 %. Sedangkan perendaman dengan 10 % H₂SO₄ selama 7 - 56 hari terjadi perubahan massa sebesar 0,25 -1,60 % dan kuat tekan terdegradasi sekitar 10 – 11 %. Analisa struktur mikro dengan SEM menunjukkan bahwa rongga-rongga di dalam beton terdistribusi tidak merata dengan ukuran sekitar 5 - 40 µm dan gumpalan resin epoksi sekitar 20 µm. Sedangkan bentuk partikel pasir dan serbuk kulit kerang tidak terlihat batas butirnya

Kajian Beton Polimer Menggunakan Bahan Campuran Perekat Resin Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Pengujian Kuat Tekan Beton (Zaid Zabbar, 2019) dengan menggunakan variable resin epoksi dan Polimer Polygrout yang merupakan jenis polyethylene thereptalate resin (hasil daur ulang plastic bekas) dengan melalui metodologi penelitian Penelitian yang telah dilakukan adalah pembuatan benda uji dan pengujian mutu beton diperoleh nilai kuat tekan *Epoxy Resin* $f_c' = 57,2$ Mpa dengan komposisi *Epoxy* + Kerikil, $f_c' = 45,7$ Mpa dengan komposisi *Epoxy* + 75% kerikil + 25% pasir dan $f_c' = 49,0$ Mpa dengan komposisi *Epoxy* + 50% kerikil + 50% pasir. Penelitian pada *Polymer Polygrout* diperoleh nilai kuat tekan $f_c' = 29,5$ Mpa dengan komposisi *Polygrout* + kerikil, $f_c' = 36,6$ Mpa dengan komposisi *Polygrout* + 75% kerikil + 25% pasir dan $f_c' = 39,0$ dengan komposisi *Polygrout* + 50% kerikil + 50% pasir.

Kajian Biaya dan Sifat Fisis Beton Berdasarkan Variasi Penggunaan Material dan Mix Design (A Dharmady, 2018) dalam variabelnya yang ditinjau yaitu semen, pasir dan metode pencampuran beton.

Metode penelitian yang dibandingkan adalah SNI 7656:2012 yang dikoreksi dengan ACI 221.7R-2015 dan metode perbandingan volume. Dari hasil penelitian, didapat bahwa material tidak berpengaruh terhadap hasil kuat tekan, namun metode pencampuran beton berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Pengecoran dengan metode SNI menghasilkan beton dengan kuat tekan lebih baik daripada metode perbandingan volume.

Sifat Mekanik Beton Polimer Epoksi dengan Pengisi Partikel Nanokalsit-silika (Putri, 2016) variabelnya hanya resin epoxy dengan menggunakan partikel nanokalsit-silika dengan melalui metodologi Sebelum dilakukan sintesis, cangkang kerang bulu yang diambil dari Pantai Kenjeran Surabaya terlebih dahulu dibersihkan dengan HCl (97%) 2M dan akuades kemudian dikeringkan. Setelah itu cangkang kerang bulu dihaluskan dan diayak dengan ayakan 200 mesh sehingga diperoleh ukuran butir yang homogen. Kemudian dilakukan proses kalsinasi pada suhu 900°C selama 5 jam. Hasil dari kalsinasi (yaitu serbuk) dilarutkan dengan 10 ml HCl 10M dan akuades hingga volume larutan sebesar 50 ml (terbentuk larutan CaCl₂). Untuk sintesis nanokalsit, 50 ml larutan CaCl₂ ditambahkan NH₄OH (95%) 2M hingga mencapai pH 10, dan ditambahkan aquades hingga volume larutan sebesar 100 ml. Setelah itu dilakukan proses karbonasi dengan mengalirkan gas CO₂ ke dalam larutan. Proses ini dilakukan selama 10 menit dengan kecepatan aliran gas CO₂ sebesar 2,8 liter/menit. Larutan hasil karbonasi diendapkan selama 36 jam untuk masing-masing kecepatan aliran gas CO₂. Setelah proses pengendapan, dilakukan penyaringan dan dikeringkan pada suhu 90°C selama 24 jam.

Dengan hasil Dari pembuatan beton polimer berbasis resin epoksi dengan *filler* nanokalsit yang berasal dari cangkang kerang dan nanosilika yang berasal dari lumpur sidoarjo, dapat disimpulkan bahwa, beton polimer dengan *filler* nanokalsit dan nanosilika mempunyai sifat fisik dan mekanik yang cukup baik. Karakteristik terbaik diperoleh pada sampel dengan 10%

kalsit + 10% silica, yaitu kuat tekan 218,39 MPa, kuat tarik 3,32 MPa, kuat patah 8,04 MPa. Nilai kekerasan berkisar antara 16,08–18,3 HVN, densitas berkisar antara 6–93 gram/cm³. Pengaruh penambahan *filler* pada karakteristik beton polimer, dengan bertambahnya *filler* bertambah baik pula sifat fisik dan mekanik dari beton polimer.

Potensi Penggunaan Abu dan Kapur untuk Mengurangi Jumlah Semen dalam Campuran Beton (Setyarto, 2017) Penelitian berikut ini memaparkan bahwa abu dan kapur dapat digunakan untuk mengurangi jumlah semen dalam campuran beton. Penelitian dilakukan dengan membuat variasi kandungan abu dan kapur dalam semen sebanyak 0%, 5%, 10%, 20% dan 25%.

Penelitian eksperimental ini dibagi atas beberapa tahap sebagai berikut:

- a. Pengujian karakteristik semen, abu dan adukan kapur.
- b. Pengujian karakteristik abu dan adukan kapur tanpa menggunakan semen.
- c. Pengujian agregat.
- d. Mix Desain dan Uji Slump VII.38
- e. Uji Kuat Tekan

Abu yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sekam padi, yang banyak ditemukan di daerah Lembang dan sekitarnya. Sedangkan kapur yang digunakan adalah jenis kapur padam yang diperoleh dari toko material. Jumlah benda uji dibuat sebanyak 45 buah dengan variasi umur beton adalah 3, 14, dan 21 hari.

Hasil uji kuat tekan beton menunjukkan bahwa kandungan 10% abu dan kapur dalam campuran beton masih memiliki nilai kuat tekan beton lebih besar dibandingkan dengan nilai kuat tekan beton tanpa abu dan kapur.