

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Beton

Beton didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen portland, dan air. Tetapi belakangan ini definisi dari beton sudah semakin luas, dimana beton adalah bahan yang terbuat dari berbagai macam tipe semen, agregat dan juga bahan pozzolan. (Sujatmiko, 2019.).

Menurut Sujatmiko, (2019) beton didefinisikan sebagai campuran semen portland atau sembarang semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat, kasar, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan. Macam dan jenis beton menurut bahan pembentuknya adalah beton normal, bertulang, pracetak, pratekan, beton ringan, beton tanpa tulangan, beton fiber dan lainnya. Ada beberapa pengertian dan definisi beton dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

- 1). Beton bertulang adalah beton yang menggunakan tulangan dengan jumlah dan luas tulangan tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan, dengan atau tanpa pratekan dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja sama dalam menahan gaya yang bekerja
- 2). Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat normal
- 3). Beton pracetak adalah beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak ditempat yang berbeda dari posisi akhir elemen dalam struktur.

- 4). Beton pratekan adalah beton bertulang dimana telah diberikan tegangan dalam untuk mengurangi (pratekan) tegangan tarik potensial dalam beton akibat pemberian beban yang bekerja.
- 5). Beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan yang memenuhi ketentuan dan struktural persyaratan dan mempunyai unit masa kering udara.

Beton memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain yaitu:

1. kelebihan beton

- a. Kuat dan sangat cocok dijadikan bahan konstruksi
- b. Tahan lama
- c. Tahan api
- d. Kekuatan dapat diperoleh dari waktu ke waktu
- e. Mempunyai umur panjang
- f. efisiensi energi

2. kekurangan beton

- a. Emisi karbon dioksida dan perubahan iklim
- b. Proses pengerasan yang cenderung cepat
- c. Tidak memiliki kuat tarik
- d. Lebih mahal
- e. Berat

2.2 Bahan Penyusun Beton.

2.2.1 Semen portland

Menurut Sujatmiko, (2019). Portland cement (PC) atau lebih dikenal dengan semen merupakan bahan yang mempunyai sifat hidrolis, semen membantu mengikat agregat halus dan agregat kasar apabila tercampur dengan air. Selain itu semen, semen juga mampu mengisi rongga-rongga antar agregat tersebut. Banyaknya kandungan semen dalam beton berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Jumlah semen yang terlalu sedikit, berarti banyaknya air juga sedikit mengakibatkan adukan beton sulit dipadatkan, sehingga kuat tekan beton menjadi rendah, kelebihan jumlah semen berarti banyaknya air juga berlebih sehingga beton menjadi banyak pori, dan akibatnya kuat tekan beton menjadi rendah.

Beberapa jenis semen dan tipe diatur dalam SNI, diantaranya SNI 15-2049-2004 menyangkut semen portland yang dibedakan menjadi 5 yaitu :

1. Tipe I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan
2. Tipe II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Tipe III yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikat terjadi
4. Tipe IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah

5. Tipe V yaitu semen portland yang dalam pengaplikasiannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Menurut Sujadmiko, (2019). semen portland juga memiliki sifat fisik berikut adalah sifat fisik semen beserta penjelasannya:

a. Kehalusan butiran

Semakin halus semen, maka permukaan butirannya akan semakin luas, sehingga persenyawanya dengan air akan semakin cepat dan membutuhkan air dalam jumlah yang besar pula. Kehalusan dari semen dapat ditentukan dengan berbagai cara, antara lain dengan analisa saringan, Semen pada umumnya mampu lolos saringan 44 mikron dalam jumlah 80% beratnya.

b. Berat jenis dan berat isi

Berat jenis semen pada umumnya berkisar 3.15 kg/liter. Berat jenis ini penting untuk diketahui karena semen dengan berat jenis yang rendah dan dicampur dengan bubuk batuan lain, pada pembakarannya menjadi titik sempurna. Berat isi semen bergantung pada cara pengisiannya ke dalam takaran. Cara pengisian gembur. berat isinya akan rendah sekitar 1.1 Kg/liter, sedangkan cara pengisian padat akan menghasilkan berat isi yang relatif tinggi sekitar 1.5 Kg/liter.

c. Waktu pengerasan semen

Pada pengerasan semen dikenal dengan adanya waktu pengikatan awal (initial setting) dan waktu pengikatan akhir (final setting). Waktu pengikatan awal dihitung sejak semen tercampur dengan air hingga

mengeras. Pengikatan awal untuk semua jenis semen harus diantara 60-120 menit. Pada percobaan untuk mengetahui pengikatan awal harus diperhatikan semen dan air yang digunakan, karena mempengaruhi pengerasan dari semen. Alat vicat dapat digunakan untuk mengetahui pengikatan awal.

d. Kekekalan bentuk

Bubur semen yang dibuat dalam bentuk tertentu dan bentuknya tidak berubah pada waktu mengeras, maka semen tersebut mempunyai sifat kekal bentuk. Demikian juga sebaliknya jika bubur semen tersebut mengeras dan menunjukkan adanya cacat (retak melengkung, membesar dan menyusut), berarti semen tersebut tidak mempunyai sifat kekal bentuk. Sifat kekal bentuk sangat dipengaruhi oleh kandungan senyawa C3A, karena kandungan CA dalam jumlah tinggi menyebabkan bubur semen mengembang pada saat proses pengerasan karena dilepaskannya panas oleh senyawa tersebut.

e. Kekuatan semen

Pengukuran kekuatan semen biasanya dilakukan menggunakan nilai kuat tekan semen yang dicampur dengan pasir. Kekuatan semen sangat berpengaruh terhadap kualitas beton, karena semen sebagai bahan pengikat material beton.

f. Pengaruh suhu

Pengikat semen sangat tergantung oleh suhu disekitarnya. Pengikat semen berlangsung dengan baik pada suhu 35°C.

2.2.2 Agregat

Menurut Sujadmiko, (2019). agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam beton seperti batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya. Kira-kira 60-70% volume beton diisi oleh agregat. Agregat berasal dari alam atau buatan sesuai dengan klasifikasi, agregat dibedakan menjadi dua yaitu:

1. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah mineral yang memiliki ukuran butiran yang tidak lolos ayakan 4.8 mm yang cenderung berupa kerikil, kerikak, dan batu pecah.

2. Agregat Halus

Agregat halus adalah mineral yang memiliki ukuran butiran yang lolos ayakan 4,8 mm agregat halus dalam beton berfungsi sebagai pengisi rongga antar agregat kasar yang cenderung berupa pasir.

2.2.3 Air

Air adalah bahan yang harus ada dalam pembuatan beton karena tanpa air semen tidak akan bereaksinair juga berfungsi sebagai pelumas agregat agar mudah dikerjakan, kualitas air sangat mempengaruhi kekuatan beton. Kualitas air tergantung bahan-bahan yang terkandung didalamnya, air diusahakan tidak membuat rongga pada beton yang membuat beton menjadi rapuh (SNI 03-2847-2002).

Hal yang bisa mempengaruhi penggunaan air, menurut (SNI 03-2847-2002) berikut hal-hal tersebut:

1. Air yang digunakan harus bersih dan bebas dari bahan yang merusak seperti oli, asam, alkali, garam, bahan organik, dan bahan yang dapat merugikan beton lainnya.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang dalamnya tertanam logam, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat tidak boleh mengandung Ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
3. Air yang tidak dapat dikonsumsi tidak dapat digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi
 - a. Menggunakan air dari sumber yang sama
 - b. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat dikonsumsi.
 - c. Harus mempunyai kekuatan sekurang kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dari air yang dapat dikonsumsi

2.2.4 Kaca

Menurut Simanullang, (2017). Kaca adalah benda yang bening dan mudah pecah jika terkena pukulan atau terjatuh, kaca sering digunakan sebagai jendela, botol minuman, dan gelas kaca. Kandungan zat dalam serbuk kaca memiliki beberapa unsur penyusun yang sama dengan kandungan semen. Dalam serbuk kaca terkandung SiO_2 (61,72%), Al_2O_3 (3,45%), Fe_2O_3 (0,18%) dan CaO (2,59%) sedangkan pada semen terkandung CaO (60-67%), SiO_2 (17-25%), Al_2O_3 (0,3-0,8%), MgO (0,3-0,8%) dan SO_3 (0,3-0,8%), keduanya memiliki

sifat pozzolan, maka serbuk kaca berkemungkinan dapat digunakan sebagai bahan campuran semen.

Kandungan kimia yang sama antara serbuk kaca dengan semen dapat di lihat di tabel berikut:

Tabel 2.1 Persaman kandungan kimia serbuk kaca dengan semen

Bahan	Unsur Kimia
Serbuk Kaca	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , CaO
Semen	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , CaO

(sumber: simanullang 2017)

2.2.5 Bahan tambahan

Menurut Sujatmiko, (2019). Admixture adalah bahan/material selain air, semen dan agregat yang ditambahkan ke dalam beton atau mortar sebelum atau selama pengadukan.

Admixture digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton Tujuan penggunaan admixture pada beton segar adalah:

- a. Memperbaiki workability beton
- b. Mengatur faktor air semen pada beton segar
- c. Mengurangi penggunaan semen
- d. Mencegah terjadinya segregasi dan bleeding
- e. Mengatur waktu pengikatan aduk beton
- f. Meningkatkan kekuatan beton keras.
- g. Meningkatkan sifat kedap air pada beton keras.

- h. Meningkatkan sifat tahan lama pada beton keras termasuk tahan terhadap zat-zat kimia, tahan terhadap gesekan, dll.

Dalam admixture itu sendiri secara umum dibagi menjadi 2 jenis bahan tambah yaitu bahan tambah yang berupa mineral (additive) dan bahan tambah kimiawi (chemical admixture) Bahan tambah admixture ditambahkan pada saat pengadukan atau pada saat pengecoran. Sedangkan bahan tambah additive ditambahkan pada saat pengadukan. Bahan tambah admixture biasanya dimaksudkan untuk mengubah perilaku beton pada saat pelaksanaan atau untuk meningkatkan kinerja beton pada saat pelaksanaan Untuk bahan tambah additive lebih banyak bersifat penyemenan sehingga digunakan dengan tujuan perbaikan kinerja kekuatannya. admixture dibedakan menjadi tujuh jenis, yaitu:

1). Tipe A: Campuran Penurunan Air (WRA)

Bahan tambahan yang berfungsi untuk mengurangi pemanfaatan campuran air untuk membuat beton dengan konsistensi tertentu. Dengan memanfaatkan bahan tambahan semacam ini, ia akan benar-benar ingin mencapai hal berikut:

- a. Menambah/meningkatkan kemudahan dalam pengerjaan
- b. Dengan menambahkan WRA ke beton maka fas (kadar air dan semen) yang sama akan dapatkan beton dengan nilai slump yang lebih tinggi Dengan slump yang lebih tinggi, maka beton segar akan lebih mudah dituang, diaduk dan dipadatkan. Karena jumlah semen dan air tidak dikurangi dan workability meningkat maka akan diperoleh kekuatan tekan beton keras yang lebih besar dibandingkan beton tanpa WRA.

- c. Tingkatkan kekuatan tekan semen
- d. Dengan mengurangi / mengurangi FAS (ukuran air yang berkurang, ukuran beton tetap) dan menambahkan WRA ke beton baru, substansial kekuatan yang lebih tinggi akan diperoleh. Dari beberapa hasil pengujian, ternyata dengan fas yang lebih rendah namun fungsionalitasnya tinggi, maka kuat tekannya bertambah besar.
- e. Mengurangi biaya (efisien).
- f. Dengan menambahkan WRA dan mengurangi ukuran beton dan air, Anda akan mendapatkan material yang memiliki fungsi serupa dengan beton tanpa WRA dan kuat tekannya juga setara dengan beton tanpa WRA. Dengan cara ini beton lebih praktis karena dengan kekuatan yang sama maka diperlukan ukuran beton yang lebih sederhana.

2) Campuran Peredam Tipe B.

Bahan tambahan yang berfungsi untuk menghalangi jalan menuju pembatasan semen biasanya digunakan selama kondisi iklim terik, memperluas peluang ideal untuk pemadatan beton dan proyeksi.

3) Tipe C: Mempercepat Campuran

Semacam bahan tambahan yang berfungsi untuk mempercepat interaksi penahanan dan kemajuan kekuatan dasar semen. Material ini digunakan untuk mempersingkat waktu pembatas beton guna mempercepat pencapaian kekuatan yang cukup besar. Yang termasuk jenis pedal gas adalah kalsium klorida, bromida, karbonat dan silikat. Di wilayah dengan alasan konsumsi

tinggi, tidak disarankan untuk menggunakan pedal gas jenis kalsium klorida.

Porsi terbesar yang bisa ditambahkan beton adalah 2% dari berat beton

4) Tipe D: Pencampuran Penurunan dan Penghambat Air

Jenis bahan tambahan yang memiliki kapasitas ganda adalah untuk mengurangi ukuran pencampuran air yang dibutuhkan dalam jumlah besar namun pada saat yang sama mendapatkan kombinasi konsistensi tertentu sekaligus menghambat holding yang mendasarinya dan pemadatan bahan tersebut. Dengan menambahkan material ini ke substansi maka ukuran beton dapat dikurangi sehubungan dengan ukuran air yang dikurangi. Bahan ini berstruktur fluida, sehingga dalam mengatur takaran air pencampur substansial, bobot campuran ini harus ditambahkan sebagai bobot air habis dari bahan tersebut.

5). Tipe E: Air Menurun dan Mempercepat Campuran

Semacam bahan tambahan yang memiliki kapasitas ganda, khusus untuk mengurangi ukuran pencampuran air yang dibutuhkan untuk bahan baku tetapi pada saat yang sama mendapatkan kombinasi konsistensi tertentu sambil mempercepat penahanan dan pemadatan bahan dasar. Beton yang ditambahkan dengan bahan tambahan semacam ini akan menghasilkan beton dengan waktu pembatasan yang cepat dan kadar air yang rendah namun sekaligus dapat digunakan. Dengan memanfaatkan material ini menarik bahwa substansial memiliki kuat tekan yang tinggi dengan waktu tahan yang lebih cepat (beton memiliki kekuatan awal yang tinggi).

6) Jenis F-Water Decreasing, High Reach Admixture

Jenis bahan tambahan yang mampu mengurangi ukuran pencampuran air diharapkan dapat menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebesar 12% atau lebih. Dengan menambahkan bahan ini ke substansi, adalah menarik untuk mengurangi ukuran pencampuran air dalam jumlah yang cukup tinggi sehingga adalah normal bahwa kekuatan substansial berikutnya tinggi dengan jumlah air yang sedikit. Bagaimanapun, tingkat kesederhanaan pekerjaan (kegunaan substansial) juga lebih tinggi. Bahan tambahan semacam ini adalah superplasticizer. Yang diingat untuk jenis superplasticizer adalah melamin formaldehyde sulfonate dengan zat klorida 0,005%, naphthaline formaldehyde sulfonate, penyesuaian lignosulfonat tanpa kandungan klorida. Jenis bahan ini dapat menurunkan ukuran air dalam campuran substansial dan meningkatkan penurunan substansial sebesar 208 mm. Porsi yang disarankan adalah 1% - 2% berat air mani.

7). Tipe G: Penurunan Air. Pencampuran Penghambat Jangkauan Tinggi

Jenis bahan tambahan yang mampu mengurangi ukuran pencampuran air diharapkan dapat menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebesar 12% atau lebih sambil menahan pembatas dan pemadatan substansial. Bahan ini merupakan perpaduan superplasticizer dengan menahan musim pembatas biasanya ditambahkan bahan tambah additive yang berbentuk butiran padat yang halus. Penambahan additive biasanya dilakukan pada beton kurus, dimana betonnya kekurangan agregat halus dan beton dengan kadar semen

yang biasa tetapi perlu dipompa pada jarak yang jauh. Yang termasuk jenis additive adalah: puzzollan fly ash, slag dan silica fume.

2.3 Workability

Menurut Nugraha, (2007) workability adalah kemudahan pengerjaan, kemudahan suatu campuran beton segar untuk dikerjakan atau didapat.

Unsur yang mempengaruhi workability sebagai berikut:

1. Jumlah air campuran, semakin banyak jumlah air yang digunakan maka semakin mudah pengerjaan beton
2. Kandungan semen, penambahan semen kedalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan beton, karena pasti diikuti dengan penambahan air campuran untuk mendapat nilai faktor air semen tetap.
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil, bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton akan lebih mudah dikerjakan.
4. Bentuk butiran agregat, agregat yang memiliki bentuk bulat, lebih mudah dikerjakan
5. Cara pemadatan dan alat pemadat, bila pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kecekan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang sedikit daripada dipadatkan menggunakan tangan

2.4 Faktor Air Semen

Menurut Sujadmiko, (2019). Secara keseluruhan, disadari bahwa semakin tinggi harga FAS, semakin rendah kekuatan substansial. Meskipun demikian,

harga FAS yang lebih rendah tidak benar-benar berarti bahwa kekuatan substansial semakin tinggi. Ada titik batas untuk ini. Nilai FAS yang rendah akan menimbulkan tantangan dalam penanganannya, khususnya kesulitan dalam pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan penurunan kualitas yang substansial. Pada umumnya nilai FAS dasar yang diberikan adalah sekitar 0,4 dan yang paling ekstrim adalah 0,65. Ketebalan normal dari lapisan yang mengisolasi partikel dalam substansial bergantung pada faktor air beton yang digunakan dan kehalusan butiran beton. Hubungan antara FAS dan kuat tekan semen dikomunikasikan dalam kondisi $f_c A / B$ dimana A dan B adalah kualitas yang konsisten, dan X adalah FAS (awalnya berkenaan dengan volume). Secara praktis, untuk mengatasi kesulitan bekerja karena rendahnya harga FAS ditambahkan material "Admixture Concrete" yang menambah melemahnya "Versatility atau Plasticizer Admixture Seperti yang diindikasikan oleh Talbot dan Richard (isley, 1942: 248) pada proporsi air yang konkret 0,2-0,5 Namun, hasil pemeriksaan Abrams (1920) menunjukkan bahwa perluasan WCR / FAS menjadi lebih dari 0,6 akan mengurangi kekuatan substansial mendekati nol pada FAS 4.0 untuk beton berumur 28 hari.

2.5 Slump

Menurut Sujatmiko, (2019). Slump yaitu pengukuran tinggi dari adukan dalam kerucut terhadap tingkat kelecakan suatu adukan beton, yang berpengaruh pada tingkat pengerjaan beton. Semakin besar nilai slump maka beton semakin encer dan semakin mudah untuk dikerjakan, begitupula sebaliknya semakin kecil nilai slump, maka beton semakin kental dan semakin sulit untuk dikerjakan. Nilai

slump diperoleh dari adukan dalam kerucut terpancung terhadap tinggi adukan setelah cetakan diangkat. Unsur-unsur yang mempengaruhi nilai slump antara lain:

1. Jumlah air pencampur Semakin banyak air semakin mudah dikerjakan
2. Kandungan Semen Jika FAS tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannya akan lebih tinggi
3. Gradasi Campuran pasir kerikil jika memenuhi syarat dan sesuai dengan standar, akan lebih mudah dikerjakan
4. Bentuk butiran agregat kasar Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah dikerjakan
5. Butir maksimum

2.6 Kuat Tekan Beton

Menurut Muryoto, Lie, dan Purwanto. (2018). Kuat tekan beton merupakan salah satu penopang material ini. Kekuatan adalah kapasitas suatu material untuk menahan tekanan hingga rusak. Secara konkret, interaksi breakdown digambarkan dengan peristiwa miniatur break. Kuat tekan semen jauh lebih tinggi dari pada elastisitasnya, oleh karena itu penggunaan semen terutama ditujukan pada sifat tekannya. Kuat tekan semen ditentukan secara konstan pada umur 28 tahun. Kita dapat menganggap bagian substansial sebagai material komposit yang terdiri dari tiga komponen, total, mortar dan daerah antarmuka antara total dan mortar. Ketiga bagian ini akan mempengaruhi kuat tekan material yang dibingkai.

2.7 Uji Kuat Tekan Beton

2.7.1 Standar Uji Kuat Tekan Beton

Menurut (SNI 1974:2011), Standar ini meliputi penetapan kuat tekan beton benda uji berbentuk silinder yang dicetak baik di laboratorium maupun di lapangan. Standar ini dibatasi untuk beton yang memiliki berat isi (unit weight) lebih besar dari 800kg/m^3 . adapun syarat benda uji sebagai berikut:

- a. Benda uji tidak diperbolehkan diuji jika salah satu diameternya mengalami perbedaan lebih dari 2% dengan diameter bagian lainya dari benda uji yang sama.
- b. Tak satu pun dari contoh yang dipadatkan akan kontras dari posisi berlawanan dengan hub lebih dari $0,5^\circ$ (kira-kira setara dengan 3 mm untuk setiap 300mm). Ujung contoh tekan miring 0,050 mm akan ditutup dengan penutup, dipotong atau dibersihkan, atau jika penutupnya memenuhi kebutuhan, lapisan neoprena yang dikendalikan baja dapat digunakan sebagai penutup. Lebar yang digunakan untuk penghitungan ruang penampang contoh akan ditentukan mendekati 0,25 mm dari jarak normal 2 (dua) jarak yang diperkirakan berlawanan dengan titik fokus.
- c. Jumlah ruang yang diperkirakan untuk menentukan jarak normal dapat dikurangi menjadi 1 untuk 10 contoh, 3 contoh setiap hari, mana yang lebih besar, jika contoh uji diketahui diproduksi dengan menggunakan sekumpulan cetakan yang dapat digunakan kembali atau cetakan yang dapat dibuang yang dapat diandalkan menghasilkan contoh dengan lebar normal dalam lingkup 0,5 mm. Apabila jarak normal melintang tidak

berada dalam lingkup 0,5 mm atau jika chamber tidak diproduksi menggunakan satu cluster cetakan, maka setiap chamber yang dicoba akan diestimasi dan nilainya dalam perhitungan kuat tekan contoh. . Jika luas diperkirakan pada pengulangan berkurang, luas penampang yang dicoba pada hari itu akan ditentukan dari jarak normal di 3 ruang atau lebih yang dianggap menggambarkan pertemuan yang dicoba hari itu..

- d. Panjangnya akan diperkirakan mendekati 0,05 D (luas penampang contoh) bila proporsi panjang terhadap jarak di bawah 1,8 atau lebih dari 2,2, atau bila substansi ruangan diselesaikan dari perkiraan pengukuran.
- e. Panjang lebar contoh bulat dan cekung mempunyai proporsi tertentu dimana contoh standar mempunyai proporsi $L / D \approx 1,8$ sampai 2,2 dengan faktor perubahan = 1.

2.7.2 Perhitungan Uji Kuat Tekan Beton

Menurut (SNI 1974:2011), hitung kuat tekan benda uji dengan membagi beban maksimum yang diterima benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang rata yang ditentukan sebagaimana yang diuraikan pada pasal 5 dan nyatakan hasilnya dengan dibulatkan ke 1 (satu) desimal dengan satuan 0,1 Mpa.

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (3)$$

Dengan pengertian:

Kuat tekan beton dengan benda uji silinder, dinyatakan dalam Mpa atau N/mm²,

P = gaya tekan aksial, dinyatakan dalam Newton (N)

A = luas penampang melintang benda uji, dinyatakan dalam mm^2 .

Jika perbandingan panjang (L) terhadap diameter (D) benda uji kurang dari 1,8, koreksi hasil yang diperoleh dengan mengalikan dengan faktor koreksi yang sesuai.

2.7.3 Hasil Analisa Kuat Tekan Beton

Menurut (SNI 1974:2011) berdasarkan hasil analisa maka beton yang di rendam selama hari yang ditentukan. Beton yang direndam yang paling mendekati nilai yang direncanakan untuk mutu beton yang diinginkan. Perilaku perawatan yang berbeda sangat mempengaruhi hasil uji kuat tekan beton, hasil uji yang berbeda pada setiap usia kemungkinan dipengaruhi oleh pemadatan yang tidak sama pada saat pencetakan sempel beton.

2.8 Penelitian Terdahulu

1. Penelitian yang dilakukan oleh Handy yohanes karwur (2013), dengan judul “kuat tekan beton dengan bahan tambahan serbuk kaca sebagai substitusi perisai semen” pada penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Volume berat beton umur 1 hari berkisar antara 2057-2149 kg. Bobot volume substansial yang muncul karena pengujian ini tergolong beton bobot semestinya seperti yang diindikasikan oleh ACI dan SNI. Semakin banyak penggantian serbuk kaca pada beton, bobot volume yang substansial berkurang. Nilai kuat tekan pada semen 28 hari untuk kaca 6%, kaca 8% dan kaca 10% telah berkembang menjadi kaca 0%, namun demikian nilai kuat tekan semen pada variasi berikut adalah 12% kaca dan 15 % gelas telah

berkurang. Nilai kuat tekan ideal beton diperoleh pada variasi kaca 10%, tepatnya 31,1 mpa.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Hendra purnomo (2014), dengan judul “pemanfaatan serbuk kaca sebagai substitusi perisal semen pada campuran beton ditinjau dari kekuatan tekan dan kekuatan tarik belah beton” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Tingkat ideal penambahan serbuk kaca pada kuat tekan beton adalah pada level 10% yaitu 21,41 mpa namun hasilnya belum sampai pada rencana kuat tekan 22,5 mpa namun masih diingat untuk substansi medium.kelas yang dapat digunakan untuk semen penunjang. Tingkat elastisitas belah beton berada pada level 10%, khususnya 2,78 mpa atau perluasan 9,02% dibandingkan dengan semen pada umumnya. Dari pengujian yang telah diselesaikan diperoleh nilai droop esteem yang paling tinggi pada pemuaiian 10% glass powder dari berat beton, yaitu 9,8 cm dan nilai droop paling kecil adalah pada pemuaiian glass powder 5% dari berat beton. beton yang berukuran 6,8 cm. sehingga perluasan bubuk kaca menjadi campuran substansial yang khas dapat membuat pekerjaan substansial lebih sederhana.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Ramot simanullang, dkk (2017) dengan judul “pengaruh pencampuran serbuk kaca sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton normal” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, pencampuran serbuk kaca secara substansial mempengaruhi harga slumo dan kuat tekan substansial. Bagian yang lebih penting dari campuran bubuk kaca dengan campuran umum, semakin menonjol

nilai slump dari substansial. Sedangkan pada kuat tekan, pencampuran serbuk kaca pada beton dengan varietas 0%, 6%, 8%, dan 10% dapat mencapai rencana kuat tekan (20 Mpa). Bahan utama khas menghasilkan kuat tekan 22,60 Mpa, kemudian beton yang dicampur dengan jenis serbuk kaca 6% dan 10% telah mengembang secara individual, khususnya 23,50 MPa dan 24,04 Mpa. Sedangkan varietas 8% memberikan kuat tekan yang lebih rendah, khususnya 20,60 Mpa, kuat tekan beton yang paling penting diperoleh pada variasi campuran 10%, tepatnya 24,04 Mpa.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Ananda welas asih (2018) dengan judul “pengaruh serbuk kaca sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus pada beton mutu tinggi” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar serbuk kaca yang paling ekstrim diperoleh pada variasi 5%, khususnya pada uji ulet terbelah, modulus kerusakan, dan kuat geser beton memiliki peningkatan normal sebesar 45,387%, 13,415% dan 12,59% secara terpisah. Meskipun dalam uji kuat tekan, tingkat paling ekstrim dari variasi 10% diperoleh dengan peningkatan 7,957% dari substansial tanpa penggantian bubuk kaca.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Amiwati (2019) dengan judul “analisa pengaruh serbuk kaca dan abu terbang sebagai bahan pengganti alternatif terhadap kuat tekan beton” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut,
 - a. Rencana besarnya kombinasi substansial dengan menggunakan strategi SNI-03-2834-2000 tercapai, mengingat kuat tekan normal semen biasa didapat

dari akibat konsentrasi fasilitas penelitian pada umur obyektif 28 hari. sampai pada efek samping yang diatur dari F_c '25 .57 MPa dan mengalami peningkatan kekuatan. setara dengan 2,28% dari kuat tekan pengaturan substansial, khususnya F_c '25 .00 MPa.

- b. Pemanfaatan glass powder dan fly debris dapat memperbaiki sifat-sifat semen khususnya kuat tekannya, hal ini ditunjukkan dengan peningkatan volume substansi glass powder dan fly debris pada batas kuat tekan semen squashing terhadap kuat tekan khas semen.
- c. Peningkatan volume substansi dari bagian yang dapat diabaikan dari bubuk kaca dan puing-puing terbang dalam campuran substansial, nilai droop akan berkurang. Hal ini dikarenakan serbuk kaca sebagai pengganti pasir dan serpihan terbang sebagai pengganti beton dapat mencegah perpecahan antara butiran total dan mortar beton sehingga campurannya ternyata lebih kuat dan kental.
- d. Sehingga dari hasil pengujian yang telah dilakukan yaitu pemuaian kombinasi volume bagian glass powder dan fly debris adalah (F_c '- SK 25% + AT 5%) pada umur 7, 14 dan 28 hari. nilai kekuatan tekan lebih tinggi dari dengan atau tanpa. perluasan volume campuran bagian dari bubuk kaca dan puing-puing terbang adalah (F_c '- SK 5%, 10%, 15% dan 20% + AT 5%).
- e. Dari hasil pemeriksaan dampak serbuk kaca dan serpihan terbang sebagai pengganti elektif kuat tekan beton diperoleh potongan ideal campuran (F_c '- SK 15% + AT 5%) dengan alasan bahwa pada umur 28 tahun kuat tekan

normal semen adalah 26,99 MPa dengan pencapaian ekspansi pada kekuatan substansial biasa sebesar 5,55%

6. Penelitian yang dilakukan oleh Yusuf Amran (2018) dengan judul “analisa penggunaan silicafume, superplasticizer serta penambahan serbuk kaca terhadap peningkatan mutu beton pada perencanaan beton mutu tinggi (k-600) menggunakan metode standar nasional Indonesia (SNI)” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Dampak Asap Silika dan bubuk kaca pada campuran substansial dapat memperluas habisnya substansi, hal ini dipengaruhi oleh keadaan partikel Asap Silika dan bubuk kaca halus (lolos saringan No. 200). Saat menggunakan 15% Silica Smoke, 1.5% Superplasticizer dan 15% Glass Powder pada beton 28 hari, diperoleh kuat tekan yang ideal dari semen, khususnya kekuatan yang paling penting yang terbaik dari yang lain, yaitu 659.590 kg / cm², hasil ini pasti melampaui sifat substansial yang tersusun (600 kg / cm²) namun belum sampai pada kuat tekan terbesar dari substansi, khususnya 706,60 kg / cm². Dengan semakin berkembangnya penggunaan Silica Smoke dan glass powder, sedikit penurunan harga yang diperoleh, hal ini dikarenakan glass powder bersifat permeabel air, selain dari pengorganisasian SF 20%, SP 2% dan SK 20%. Penggunaan Silica Smoke dan glass powder pada beton sebagai bahan tambahan untuk menggantikan beton dengan bahan > 15% berat beton dapat menurunkan sifat material tersebut, hal ini dikarenakan retensi air yang sangat besar oleh Silica Smoke dan glass powder sehingga air yang dibutuhkan untuk hidrasi kurang mencukupi. kekuatan substansial rendah. Penggunaan Superplasticizer dalam

kombinasi substansial adalah untuk membuat pekerjaan substansial lebih sederhana / membuat campuran substansial lebih ramping namun tidak terlalu mempengaruhi peningkatan sifat substansial yang akan dikirimkan.

7. Penelitian yang dilakukan oleh Yuliana andriyani (2014) dengan judul “pemanfaatan serbuk kaca sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Pemanfaatan serbuk kaca dalam balok sebagai bahan tambahan dengan mengganti sebagian beton menurut beratnya dapat meningkatkan nilai ingesti, kuat tekan dan elastisitas balok pada BSK10% dan BSK20%. Sesuai dengan SNI 03-0349-1989, BSK0% (tanpa serbuk kaca) diingat untuk kualitas blok level III dengan kuat tekan normal 58,16 kg / cm². Kemudian diingat BSK10%, BSK20% dan BSK30% untuk blok blok kualitas level II, dengan kuat tekan normal sebesar 74,41 kg / cm², 98,03 kg / cm² dan 80,51 kg / cm².
 - b. Mengingat informasi dari hasil tes visual dan uji kekakuan, itu tidak menunjukkan perbedaan kritis. Harga rigiditas terbaik adalah BSK20% yaitu 36,72 kg / cm².
 - c. Batako dengan kombinasi BSK0%, BSK10%, BSK20% dan BSK30% memiliki nilai retensi air normal sebesar 8,96%, 8,42%, 6,75% dan 8,20%. Balok tersebut telah memenuhi prasyarat retensi air untuk batako substansial kuat dengan kualitas I seperti yang ditunjukkan oleh pengaturan SNI 03-0349-1989 yang memiliki asimilasi air normal di bawah 25%.
 - d. Dari setiap efek samping dari penelitian di atas, cenderung dinyatakan bahwa serbuk kaca dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan bujur sangkar besar.

8. Penelitian yang dilakukan oleh Widarto sutrisno (2017) dengan judul “pengaruh bahan tambah serbuk kaca pada mortar” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Eksplorasi ini dapat menunjukkan bahwa ekspansi serbuk kaca ke mortar pada titik yang dikonsumsi hingga 700 ° C menunjukkan presentasi mortar yang unggul untuk menghindari penetrasi air ke dalam mortar, khususnya memperluas kekuatan faktor pengepresan dan kenyamanannya. Dengan perluasan bubuk kaca, ini akan menawarkan keuntungan moneter yang lebih menguntungkan daripada menggunakan Sika Top 144.
9. Penelitian yang dilakukan oleh Seska Nicolaas (2019) dengan judul “Pengaruh penambahan limbah kaca terhadap perilaku mekanis Beton” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Potongan material substansial untuk ukuran 1 m³ yang digunakan pada pengujian dengan sifat rencana 20 MPa adalah beton 409,09 kg, pasir 695,69 kg, batuan 941,22 kg, dan air 225 liter. Kreasi ini dialihkan dengan penambahan kaca untuk bobot beton yaitu 3% sebanyak 12,27 kg, 4% sebanyak 16,36 kg dan 5% sebanyak 20,45 kg. Kekuatan tekan semen tipikal (variasi kaca 0%) mencapai 20,873 MPa dan kuat tekan variasi kaca 3%, 4% dan 5% masing-masing menjadi 20,176 MPa, 22,351 MPa dan 25,348 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton jenis kaca 5% mengalami pemuaihan kuat tekan terbesar dibandingkan dengan jenis yang berbeda yaitu 21,440% terhadap semen tipikal. Kuat lentur tipikal kotak besar (varietas kaca 0%) mencapai 5.378 MPa dan kuat lentur jenis kaca 3%, 4% dan 5% masing-masing adalah 5.228 MPa,

5.914 MPa dan 5.919 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton jenis kaca 5% memiliki kuat lentur terbaik. Nilai asimilasi semen pada umumnya akan berkurang dengan meningkatnya penggunaan kaca dalam campuran yang cukup besar. Pada beton 28 hari retensi semen adalah 0%, 3%, 4% dan 5% masing-masing 1,46%, 1,62%, 1,40% dan 1,20%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa limbah kaca dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan untuk kombinasi substansial, dengan alasan bahwa pemanfaatan glass squander sebagai bahan tambahan dapat berpengaruh positif terhadap pelaksanaan substansial.

10. Penelitian yang dilakukan oleh Rosidawani (2019) dengan judul “pengaruh variasi serbuk kaca sebagai pengganti sebagian semen terhadap karakteristik flowability ssc” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Pemanfaatan serbuk kaca sebagai pengganti beton setengah jalan mempengaruhi kualitas flowability SCC yang ditunjukkan dengan nilai beberapa model evaluasi sebagai berikut: Nilai aliran droop berkurang dengan meluasnya serbuk kaca sebagai pengganti beton. Urutan kemampuan mengalir untuk semua contoh termasuk dalam model SF1 dan SF2. Berdasarkan norma (EFNARC 2005) aliran terkulai dari semua contoh memenuhi syarat sebagai SCC yang bergerak dari 550-800 mm. Memperluas tingkat penggunaan serbuk kaca sebagai pengganti beton akan membangun karakter konsistensi dan mengurangi daya alir dengan efek samping dari waktu perkiraan yang bertambah dengan kenaikan laju tertinggi hingga 16,50% pada SCC-4. Urutan ketebalan untuk semua contoh termasuk dalam standar VF2. Mengingat norma

(EFNARC 2005) waktu aliran droop dari uji coba V-Pipe dari semua contoh memenuhi syarat sebagai SCC, yang berada dalam lingkup 6-12 detik. Memperluas tingkat pemanfaatan serbuk kaca sebagai pengganti beton pada SCC, menurunkan nilai proporsi H2 / H1, yang berarti menurunkan kualitas kapasitas passing SCC. Karakterisasi kapasitas passing SCC untuk semua contoh berada di bawah model PA2. Dalam pandangan norma (EFNARC 2005) proporsi H2 / H1 dari semua contoh memenuhi syarat sebagai SCC, khususnya 0.8-1.0. Dampak penggunaan serbuk kaca memiliki pilihan untuk memperbesar kuat tekan SCC dengan nilai kuat tekan paling menonjol pada SCC 2 sebesar 55,108 MPa dengan penambahan kuat tekan sebesar 17,65% pada kombinasi serbuk kaca dengan kadar 7,5%

11. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmat, dkk (2020) dengan judul “analisa batako dengan campuran serbuk kaca sebagai pengganti pasir” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Batas konsumsi air dari blok dengan pemuai bubuk kaca menjadi kombinasi persegi substansial sebagai pengganti pasir, sebaliknya sesuai dengan penambahan dalam bubuk kaca. Dimana batas konsumsi air dari bubuk kaca 0% lebih menonjol dari 5,13% dari jenis bubuk kaca 25% dan 17,1% lebih penting daripada setengah jenis bubuk kaca. Kuat tekan balok dengan pemuai serbuk kaca sebagai pengganti pasir dalam kombinasi balok secara langsung relatif terhadap pemuai varietas dalam serbuk kaca. Dimana kekuatan tekan bubuk kaca 25% lebih disukai 11,11% dibandingkan bubuk kaca 0% dan kekuatan tekan bubuk kaca setengah lebih disukai 33,33% dibandingkan bubuk kaca 0%.

Berdasarkan SNI 03-0349-1989, batas konsumsi air pada blok dengan pemuai serbuk kaca sebagai pengganti pasir benar-benar memenuhi syarat dan tergantung kualitasnya, blok ini diingat untuk kelas III.

12. Penelitian yang dilakukan oleh Nursyamsi, dkk. (2016) dengan judul “pemanfaatan serbuk kaca sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Kuat tekan tipikal (0%) tanpa penggantian serbuk kaca adalah 95,289 kg / cm² dan merupakan pekerjaan batu bata tingkat I. pada urutan blok level II dan kuat tekan alas berada pada level 30% sebesar 54.844 kg / cm², termasuk pengelompokan blok level III. Kekuatan tekan terbesar untuk penggantian kaca \emptyset Passed Strainer no. 200 berada pada level 20% sebesar 91.822 kg / cm², mengingat untuk susunan blok level I dan kuat tekan alas berada pada level 10% sebesar 74.933 kg / cm² termasuk pengelompokan blok level II.
13. Penelitian yang dilakukan oleh Ni komang ayu agustini (2017) dengan judul “pengaruh penambahan abu sekam dan serbuk kaca terhadap kuat tekan dan berat jenis beton” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Kekuatan semen dipengaruhi oleh material penyusunnya. Perluasan puing-puing sekam dan serbuk kaca hingga berat beton mempengaruhi kuat tekan dan ketebalan substansial. Kuat tekan semen dengan pemuai serbuk kaca terbukti memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton sisa sekam. Kuat tekan terbesar semen adalah 23,22 MPa sedangkan kuat tekan paling ekstrim dengan serpihan sekam adalah 22,78 MPa. Selain mempengaruhi kuat tekan beton, ketebalan semen dengan

serpihan sekam lebih sederhana dibandingkan dengan semen dengan serbuk kaca. Ini karena gagasan puing-puing sekam yang menelan air selama pencampuran sehingga pertemuan substansial tidak adanya air dalam interaksi hidrasi dan menghasilkan pengurangan dalam kekuatan tekan dan ketebalan substansial. Variasi pemuaiian puing sekam dan serbuk kaca hingga berat beton memiliki nilai yang sama, khususnya 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Namun, untuk mendapatkan level yang ideal, masing-masing memiliki nilai yang berbeda. Kekuatan tekan yang paling ekstrim dari semen dengan bubuk kaca diperoleh saat menambahkan 10% sementara kotoran sekam diperoleh sambil menambahkan 5%. Selanjutnya, ketebalan semen memperoleh nilai ideal bila pemuaiian serbuk kaca dan beton masing-masing sebesar 20% dan 5%.

14. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad nur ikhsan (2016) dengan judul “Pengaruh Penambahan Pecahan Kaca Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus dan Penambahan Fiber Optik Terhadap Kuat Tekan Beton Serat” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Hasil yang diperoleh dengan perluasan 15% pecahan kaca sebesar 24,94 MPa dengan modulus keserbagunaan sebesar 23471,8 MPa, perluasan sebesar 20% mendapatkan kuat tekan sebesar 25,48 MPa dengan modulus fleksibilitas sebesar 23724,5 MPa, melalui pemuaiian kaca pecah adalah 23724,5 MPa. 25% diperoleh kuat tekan 25,77 MPa dengan modulus fleksibilitas 23859,2 MPa. Perluasan pecahan kaca menjadi fiber cement dapat memperluas kuat tekan yang cukup besar. Nilai kuat tekan semen pada pemuaiian kaca pecah 15%; 20% dan 25% masing-masing 24,94 MPa, 25,48 MPa dan 25,77 MPa. Laju

pemuaian kuat tekan pada pemuaian kaca dari 15% menjadi 20% adalah 2,17%, sedangkan pemuaian kaca pecah dari 20% menjadi 25% mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 1,14%.

15. Penelitian yang dilakukan oleh Meri aparsi punusingon (2019) dengan judul “uji eksperimental kuat tekan beton daur ulang dengan bahan tambah abu terbang (fly ash) dan serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Penggunaan jumlah paku dari limbah substansial yang rusak dalam campuran substansial menghasilkan nilai faktor air beton yang tinggi mulai dari 0.768 - 0.842 sehingga nilai kuat tekannya rendah, hal ini karena besarnya retensi (asimilasi) total untuk total kasar 8,52% dan 12,74% untuk total halus. Jumlah limbah substansial yang pecah memenuhi kebutuhan sebagai bahan rangka beton dengan total keausan kasar (scraped spot) sebesar 34,4%. Pengujian pemeriksaan saringan total halus paku diberi nama pasir kasar (tipe 1) dalam SNI 03-2834-2000. Bobot volume substansial yang memanfaatkan total paku (bagian dari limbah substansial) mulai tahun 2021,23 kg / m³ - 2061,57 kg / m³ didelegasikan klasifikasi substansial biasa dalam SNI 03-2847-2002. Menguji kekuatan tekan bahan substansial yang digunakan kembali menggunakan puing-puing terbang sebagai pengganti fraksional untuk beton memberikan harga kuat tekan yang ideal pada 20% puing-puing terbang sebesar 18,61 MPa. Dengan ekspansi serbuk kaca 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan 15%, maka kuat tekan bertambah besar sampai dengan perluasan serbuk kaca 5%. Meskipun demikian, seiring dengan perluasan serbuk kaca

7,5%, 10%, 12,5%, dan 15% hanya mengurangi nilai kekuatan tekan. Varietas C dengan 20% serpihan terbang dan 5% serbuk kaca sebagai pengganti beton yang tidak lengkap menghasilkan kuat tekan ideal sebesar 16,93 MPa dan kekuatan tekan yang paling berkurang dari varietas F (serpihan terbang 20%, serbuk kaca 12,5%).

16. Penelitian yang dilakukan oleh Kosim (2014) dengan judul “pemanfaatan serbuk kaca sebagai bahan tambah agregat halus untuk meningkatkan kuat tekan beton” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Penggunaan ideal kandungan serbuk kaca untuk campuran beton (beton konfigurasi campuran) adalah 25% dari takaran total halus yang diatur, dan membangun kuat tekan semen terbesar sebesar 318,52 Kg / cm². Secara tidak langsung, penggunaan serbuk kaca sebagai bahan tambahan pada total halus dapat mengurangi pemanfaatan aset normal sebesar 25%. Sementara dengan berkurangnya aset tetap, pemanfaatan serbuk kaca sebagai perluasan menjadi total denda dapat membantu otoritas publik dalam menanggulangi limbah yang ada, karena serbuk kaca yang digunakan merupakan serbuk kaca dari limbah keluarga.

17. Penelitian yang dilakukan oleh Sudjati, dkk. (2014) dengan judul “pengaruh penggunaan serbuk kaca sebagai bahan substitusi agregat halus terhadap sifat mekanik beton” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Beton dengan serbuk kaca 10% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 27,26% untuk fas 0,57 dan 15,88% untuk fas 0,46, penurunan modulus fleksibilitas sebesar 3,26% untuk fas 0,57 dan 9,33% untuk fas. fas 0.46,

pengurangan kekakuan split sebesar 0.15% untuk fas 0.57 dan 12.37% untuk fas 0.46, penurunan kuat lentur sebesar 21.60% untuk fas 0.57 dan 6.85% untuk fas 0.46. Beton dengan serbuk kaca 20% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 32,50% untuk 0,57 untuk fas dan 33,04% untuk 0,46 untuk fas, penurunan modulus fleksibilitas sebesar 12,10% untuk 0,57 untuk fas dan 16,84% untuk fas. fas 0.46, penurunan elastisitas split sebesar 11.14% untuk fas 0.57 dan 16.38% untuk fas 0.46, penurunan kuat lentur sebesar 26.51% untuk fas 0.57 dan 10.95% untuk fas 0.46. Beton dengan serbuk kaca 30% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 41,66% untuk fas 0,57 dan fas 42,20% untuk 0,46%, modulus fleksibilitas berkurang sebesar 18,41% untuk fas 0,57 dan fas 22,72%. fas 0.46, pengurangan elastisitas split sebesar 17.58% untuk fas 0.57 dan 17.33% untuk fas 0.46, penurunan kuat lentur sebesar 14.20% untuk fas 0.57 dan 12.26% untuk fas 0.46. Beton dengan serbuk kaca 10% dan 20% serta faktor air beton 0,46 masih memiliki kuat tekan lebih dari 20 MPa sehingga bagaimanapun juga dapat digunakan untuk struktur bangunan gedung. Beton dengan faktor air-beton 0,46 menunjukkan ekspansi normal pada kuat tekan 21,13%, peningkatan modulus keserbagunaan sebesar normal 9,09%, peningkatan elastisitas belah sebesar normal 14,02% dan peningkatan kuat lentur dari nilai normal 19,35% dikontraskan dengan beton dengan faktor air semen 0,57.

18. Penelitian yang dilakukan oleh Andilolo, J; Ambali, dian pranata putra; paembonan. (2019) dengan judul “karakterisasi serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen terhadap sifat fisis-mekanis campuran beton” dalam penelitian

tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Dari pengujian yang telah diselesaikan, harga penurunan terkecil ditemukan dalam kombinasi substansial biasa, sehingga perluasan bubuk kaca dalam campuran substansial dapat membuat pekerjaan substansial lebih sederhana. Dari hasil pengujian kuat tekan campuran substansial umur 28 tahun, nilai kuat tekan semen biasa adalah 175,2 kg / cm², pemuaiian serbuk kaca sebesar 10% sebesar 147,2 kg / cm², pemuaiian serbuk sebesar 15 % adalah 116,3 kg / cm², dan pemuaiian serbuk adalah 20% adalah 108,7 kg / cm². Harga kuat tekan terbesar ditemukan pada semen tipikal.

19. Penelitian yang dilakukan oleh Indah handayasari, dkk. (2016) dengan judul “studi penggunaan limbah serbuk kaca sebagai bahan substitusi semen pada pembuatan bata beton pejal” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Dilihat dari hasil uji kuat tekan dari variasi proporsi 0% serbuk kaca, kuat tekan 67,29 Kg/cm², variasi 20% serbuk kaca diperoleh kuat tekan 66,25 Kg/cm² dan serbuk kaca 30% dengan kuat tekan 64,17 Kg / cm² beton diingat untuk mutu tingkat III. Harga kuat tekan ideal ditemukan pada variasi proporsi 10% glass powder untuk memadat yang diperoleh nilai kuat tekan sebesar 73,33 Kg / cm² yang diingat untuk tingkat kualitas selanjutnya. Hal ini menunjukkan bahwa serbuk kaca dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam perakitan balok-balok substansial yang kuat sehingga cenderung digunakan sebagai pilihan dibandingkan bahan yang tidak berbahaya bagi pengembangan ekosistem.

20. Penelitian yang dilakukan oleh Fajar riski (2020) dengan judul “Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah Bondcrete Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah Beton Silinder” dalam penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan sebagai berikut, Berdasarkan informasi yang diperoleh, dampak dari penggantian separuh serbuk kaca untuk beton dan beton ikatan pada campuran substansial menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat serbuk kaca yang ditempatkan, semakin rendah nilai elastisitas belah berikutnya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai elastisitas semen dengan 4% glass powder dan 2% bondcrete (BK-4), khususnya 2,97 Mpa, nilai kekakuan semen dengan glass powder 6% dan bondcrete 2% (BK-6), khususnya 3., 23 Mpa, telah berkurang dibandingkan dengan elastisitas perpecahan substansial (BN) yang khas, yaitu 3,6 Mpa. Berdasarkan informasi dari uji kekakuan belah, cenderung terlihat bahwa untuk beton, varietas serbuk kaca 2% dan beton bond 2% (BK-2) telah berkembang menjadi semen biasa (BN), namun demikian elastisitas belahnya bernilai substansial dalam varietas berikut adalah bubuk kaca 4%. Terlebih lagi, 2% bondcrete (BK-4) dan 6% glass powder dan 2% bondcrete (BK-6) berkurang. Nilai elastisitas split yang ideal diperoleh pada variasi 2% glass powder dan 2% bondcrete (BK-2), khususnya 3,89 Mpa atau naik 7,45% dengan selisih 0,29 Mpa hingga 0% semen. Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan droop esteem yang paling tinggi pada 2% glass powder dan 2% bondcrete (BK-2), yaitu 50,5 mm, sedangkan nilai droop terkecil adalah 6% glass powder dan 2% bondcrete. (BK-6), yaitu 44 mm.

2.9 Posisi Penelitian

Dalam penelitian ini yang dilakukan sekarang dengan penelitian yang dilakukan dahulu memang memiliki tema yang sama yaitu tentang kaca, persamaan, perbedaan dan posisi penelitian dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 2.2 Posisi penelitian

Verifikasi	Teori utama	Metode penelitian	Capaian yang dihasilkan	Novelty (Kebaruan)
Persamaan	Karwur, 2013; Purnomo, 2014; simanullang, 2017; rosidawani, 2019; punusingon, 2019; andilolo, 2019; handayasari, 2016 dan riski 2020	Eksperimen : Karwur, 2013; Purnomo, 2014; simanullang, 2017; rosidawani, 2019; punusingon, 2019; andilolo, 2019; handayasari, 2016 dan riski 2020	Kebanyakan hanya menguji dari kuat tekan saja	Penelitian terdahulu secara umum mendapat kuat tekan optimal pada presentase penambahan serbuk kaca 10%. Penelitian ini mencoba menggunakan presentase berbeda guna mendapat kuat tekan yang diharapkan lebih optimal
Perbedaan	Asih, 2018; amiwati, 2019; amran, 2018; andriyani, 2014; sutrisno, 2017; nicolass, 2019; rahmat, 2020; nursyamsi, 2016; agustini, 2017; ikhsan, 2016; kosim, 2014 dan sudjati, 2014	Eksperimen : Asih, 2018; amiwati, 2019; amran, 2018; andriyani, 2014; sutrisno, 2017; nicolass, 2019; rahmat, 2020; nursyamsi, 2016; agustini, 2017; ikhsan, 2016; kosim, 2014 dan sudjati, 2014	Penelitian ini juga melihat serbuk kaca sebagai campuran mortar, beton, dll.	Penelitian ini ingin menggunakan presentase serbuk kaca 5%, 7%, 9%, dan 11% Guna mendapat kuat tekan yang lebih optimal dibanding penelitian terdahulu

Tabel 2.2 Lanjutan

Verifikasi	Teori utama	Metode penelitian	Capaian yang dihasilkan	Novelty (Kebaruan)
Posisi penelitian	Terdapat perbedaan yang cukup nyata terhadap teori utama dan pendukung yang digunakan dalam penelitian ini dibandingkan dengan penelitian terdahulu	Metode penelitian ini menggunakan model eksperimen atau melakukan pengujian secara langsung di laboratorium Teknik Universitas Islam Lamongan	Penelitian ini berusaha untuk mendapatkan suatu penelitian apakah beton dengan tambahan serbuk kaca mampu menambah kuat tekan beton	Menemukan kuat tekan yang optimal pada setiap penambahan presentase serbuk kaca

(sumber : rancangan penelitian, 2020)