

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pengertian Beton

Beton adalah Salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan dan lain lain. Beton juga terdiri dari campuran beberapa material (komposit) yang sudah di standarisasi dengan menggunakan standarisasi tertentu yang yang secara umum terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan atau tanpa bahan tambahan lain sesuai dengan perbandingan tertentu. Dikarenakan beton merupakan campuran dari beberapa material (komposit) maka kualitas dari beton sangat tergantung pada kualitas dari masing – masing material pembentuk.

2.1.2 Sifat dan Karakteristik Beton

Sifat dan karakteristik beton:

1. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah
2. Beton tidak dapat dipergunakan pada elemen konstruksi yang memikul momen lengkung atau tarikan
3. Beton sangat lemah dalam menerima gaya tarik, sehingga akan terjadi retak yang makin – lama makin besar
4. Proses kimia pengikatan semen dengan air menghasilkan panas dan dikenal dengan proses hidrasi

5. Air berfungsi juga sebagai pelumas untuk mengurangi gesekan antar butiran sehingga beton dapat dipadatkan dengan mudah
6. Kelebihan air dari jumlah yang dibutuhkan akan menyebabkan butiran semen berjarak semakin jauh sehingga kekuatan beton akan berkurang
7. Dengan perkiraan komposisi (mix desain) dibuat rekayasa untuk memeriksa dan mengetahui perbandingan campuran agar dihasilkan kekuatan beton yang tinggi
8. Selama proses pengerasan campuran beton, kelembaban beton harus dipertahankan untuk mendapatkan hasil yang direncanakan
9. Setelah 28 hari, beton akan mencapai kekuatan penuh dan elemen konstruksi akan mampu memikul beban luar yang bekerja padanya
10. Untuk menjaga keretakan yang lebih lanjut pada suatu penampang balok, maka dipasang tulangan baja pada daerah yang tertarik
11. Pada beton bertulang memanfaatkan sifat beton yang kuat dalam menerima gaya tekan serta tulangan baja yang kuat menerima gaya tarik
12. Dari segi biaya, beton menawarkan kemampuan tinggi dan harga yang relative rendah
13. Beton hampir tidak memerlukan perawatan dan masa konstruksinya mencapai 50 tahun serta elemen konstruksinya yang mempunyai kekakuan tinggi serta aman terhadap bahaya kebakaran
14. Salah satu kekurangan yang besar adalah berat sendiri konstruksi dan

15. Kelemahan lainnya adalah perubahan volume sebagai fungsi waktu berupa susut dan rangkak.

2.1.3 Jenis – Jenis Beton

2.1.3.1 Beton Keras

Sifat-sifat beton keras yang penting adalah kekuatan karakteristik, kekuatan tekan, tegangan dan regangan, susut dan rangkak, reaksi terhadap temperatur, keawetan dan kedekatan terhadap air . Dari semua sifat tersebut yang terpenting adalah kekuatan tekan beton karena merupakan gambaran dari mutu beton yang ada kaitannya dengan struktur beton. Berbagai test uji kekuatan dilakukan pada beton keras ini antara lain:

1. Uji kekuatan tekan (*compression test*)
2. Uji kekuatan tarik belah (*splitting tensile test*)
3. Uji kekuatan lentur
4. Uji lekatan antara beton dan tulangan dan
5. Uji Modulus Elastisitas dan lain sebagainya.

2.1.3.2 Beton Segar

Sifat – sifat beton segar hanya penting sejauh mana mempengaruhi pemilihan peralatan yang dibutuhkan untuk pengerjaan dan pemadatan serta kemungkinan mempengaruhi sifat – sifat beton pada saat mengeras. Ada 2 (dua) hal yang harus diperhatikan ketika membuat beton :

1. Sifat-sifat yang harus dipenuhi dalam jangka waktu lama oleh beton yang mengeras, seperti kekuatan, keawetan, dan kestabilan volume, dan

2. Sifat-sifat yang harus dipenuhi dalam jangka waktu pendek ketika beton dalam kondisi plastis (*workability*) atau kemudahan pengerjaan tanpa adanya bleeding dan segregation.

Walaupun begitu adalah penting untuk mendapatkan beberapa dari sifat workabilitas karena penting untuk kontrol kualitas. Pengukuran workabilitas yang telah dikembangkan antara lain:

1. *Slump test*
2. *Compaction test*
3. *Flow test*
4. *Remoulding test*
5. *Penetration test dan*
6. *Mixer test.*

2.1.4 Kelebihan Dan Kekurangan Beton

2.1.4.1 Kelebihan Beton

Kelebihan dari beton antara lain:

1. Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen Portland.
2. Beton termasuk tahan aus dan tahan kebakaran, sehingga biaya perawatan termasuk rendah
3. Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan/pembusukan oleh kondisi lingkungan.

4. Ukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan beton tak bertulang atau pasangan batu.
5. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran sebarang tergantung keinginan.

2.1.4.2 Kekurangan Beton

Kekurangan daripada beton antara lain:

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan, atau tulangan kasa.
2. Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang jika basah sehingga dilatasi (*contraction joint*) perlu diadakan pada beton yang panjang/lebar untuk memberi tempat bagi susut pengerasan dan pengembangan beton.
3. Beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu sehingga perlu dibuat dilatasi (*expansion joint*) untuk mencegah terjadinya retak-retak akibat perubahan suhu.
4. Beton sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusakkan beton.
5. Beton bersifat getas (tidak daktail) sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikombinasikan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa.

2.2 Beton Sebagai Elemen Struktur

2.2.1 Beton Non Struktural

Beton non struktural adalah beton yang tidak menerima beban struktural. Fungsinya hanya sebagai penguat biasa, dan biasanya tidak menerima beban vertikal yang terlalu berat. Beton ini biasa diposisi sebagai kolom praktis, balok lintel, balok kanopy dan lain-lain.

Lingkup pekerjaan beton non struktural adalah menyediakan tenaga kerja, bahan-bahan, peralatan dan alat-alat bantu lainnya untuk melaksanakan pekerjaan seperti dinyatakan dalam gambar, dengan hasil yang baik dan sempurna. Adapun posisi pekerjaan beton non struktural ini meliputi beton kolom praktis, beton ring balok untuk bangunan yang dimaksudkan termasuk pekerjaan besi beton dan pekerjaan bekisting/acuan, dan semua pekerjaan beton yang bukan struktural.

2.2.2 Beton Struktural

beton yang digunakan untuk menahan beban atau untuk membentuk suatu bagian integral dari suatu struktur. Fungsinya berlawanan dengan beton insulasi (*insulating concrete*).

2.3 Bahan Penyusun Beton

2.3.1 Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral lain menjadi suatu massa yang padat. Pengertian ini dapat diterapkan untuk banyak jenis bahan semen yang biasa digunakan untuk konstruksi beton untuk bangunan. Secara

kimia semen dicampur dengan air untuk dapat membentuk massa yang mengeras, semen semacam ini disebut semen hidrolis atau sering disebut juga semen portland.

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150, 1985, semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Perbandingan bahan-bahan utama penyusun semen portland adalah kapur (CaO) sekitar 60%-65%, silika (SiO₂) sekitar 20%-25%, dan oksida besi serta alumina (Fe₂O₃ dan Al₂O₃) sekitar 7%-12%. (Tri Mulyono, 2004).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 15-2049-2004, semen Portland adalah semen hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (Clinker) portland terutama yang terdiri dari kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama – sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat (CaSO₄.xH₂O) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (Mineral in component). Hidrolis berarti sangat senang bereaksi dengan air, senyawa yang bersifat hidrolis akan bereaksi dengan air secara cepat. Semen portland bersifat hidrolis karena di dalamnya terkandung kalsium silikat dan kalsium sulfat (CaSO₄.xH₂O) yang bersifat hidrolis dan sangat cepat

bereaksi dengan air. Reaksi semen dengan air berlangsung secara irreversibel, artinya hanya dapat terjadi satu kali dan tidak bisa kembali lagi ke kondisi semula.

Sedangkan dalam pengertian secara umum semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan – bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat.



Gambar 2.1 *Semen*

a. Fungsi Semen

Fungsi semen ialah bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk melekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu kesatuan massa yang kompak/padat. Selain itu pasta semen mengisi rongga-rongga antara butir-butir agregat. Walaupun volume semen hanya kira-kira 10% saja dari volume beton, Namun karena merupakan bahan perekat yang aktif dan mempunyai harga yang mahal dari pada bahan dasar beton yang lain.

b. Tipe dan Jenis – Jenis Semen

Ada lima tipe semen sebagai berikut :

1. Tipe I (*Ordinary Portland Cement*)

Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang dipersyaratkan pada tipe-tipe lain. Tipe semen ini paling banyak diproduksi dan banyak dipasarkan

2. Tipe II (*Moderate Sulfat Resistance*)

Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang. Tipe II ini mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah dibanding semen Portland Tipe I. Pada daerah - daerah tertentu dimana suhu agak tinggi, maka untuk mengurangi penggunaan air selama pengeringan agar tidak terjadi *Srinkage* (penyusutan) yang besar perlu ditambahkan sifat moderat "*Heat of hydration*". Semen Portland tipe II ini disarankan untuk dipakai pada bangunan seperti bendungan, dermaga dan landasan berat yang ditandai adanya kolom-kolom dan dimana proses hidrasi rendah juga merupakan pertimbangan utama.

3. Tipe III (*High Early Strength*)

Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan yang tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi. Semen tipe III ini dibuat dengan kehalusan yang tinggi blaine biasa mencapai $5000 \text{ cm}^2/\text{gr}$ dengan nilai C3S nya juga tinggi. Beton yang dibuat dengan menggunakan semen Portland tipe III ini dalam waktu 24 jam dapat mencapai kekuatan yang sama dengan kekuatan yang

dicapai semen Portland tipe I pada umur 3 hari, dan dalam umur 7 hari semen Portland tipe III ini kekuatannya menyamai beton dengan menggunakan semen portlan tipe I pada umur 28 hari.

4. Tipe IV (*Low Heat Of Hydration*)

Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah. Penggunaan semen ini banyak ditujukan untuk struktur Concrete (beton) yang massive dan dengan volume yang besar, seperti bendungan, dam, lapangan udara. Dimana kenaikan temperatur dari panas yang dihasilkan selama periode pengerasan diusahakan seminimal mungkin sehingga tidak terjadi pengembangan volume beton yang bisa menimbulkan cracking (retak). Pengembangan kuat tekan (strength) dari semen jenis ini juga sangat lambat jika dibanding semen portland tipe I.

5. Tipe V (*Sulfat Resistance Cement*)

Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat. Semen jenis ini cocok digunakan untuk pembuatan beton pada daerah yang tanah dan airnya mempunyai kandungan garam sulfat tinggi seperti : air laut, daerah tambang, air payau dan sebagainya.

Sesuai dengan kebutuhan pemakai, maka para pengusaha industri semen berusaha untuk memenuhinya dengan berbagai penelitian, sehingga ditemukan berbagai jenis semen. Menurut SNI 17064 – 2004.

a) *Water proofed cement*

Water proofed cement adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan “*Water proofing agent*”, dalam jumlah yang kecil seperti : Calcium, Aluminium, atau logam stearat lainnya. Semen ini banyak dipakai untuk konstruksi beton yang berfungsi menahan tekanan hidrostatik, misalnya tangki penyimpanan cairan kimia.

b) *White cement (semen putih)*

Semen putih dibuat untuk tujuan dekoratif, bukan untuk tujuan konstruktif. Pembuatan semen ini membutuhkan persyaratan bahan baku dan proses pembuatan yang khusus, seperti misalnya bahan mentahnya mengandung oksida besi dan oksida mangan yang sangat rendah (dibawah 1 %).

c) *High alumina cement*

High Alumina cement dapat menghasilkan beton dengan kecepatan pengerasan yang cepat dan tahan terhadap serangan sulfat, asam akan tetapi tidak tahan terhadap serangan alkali. Semen tahan api juga dibuat dari High Alumina Cement, semen ini juga mempunyai kecepatan pengerasan awal yang lebih baik dari semen Portland tipe III. Bahan baku semen ini terbuat dari *batu kapur* dan *bauxite*.

d) *Anti bacterial cement*

Semen anti bakteri adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan “*anti bacterial agent*” seperti *germicide*. Bahan tersebut akan ditambahkan pada semen Portland untuk “*Self Desinfectant*” beton terhadap serangan bakteri dan jamur yang tumbuh. Sedangkan sifat-sifat kimia dan fisiknya hampir sama dengan semen Portland tipe I. Penggunaan semen anti bakteri antara lain :

- Kamar mandi
- Kolam-kolam
- Lantai industri makanan
- Keramik
- Bangunan dimana terdapat jamur pathogenic dan bakteri

e) *Oil well cement*

Oil well cement adalah semen Portland semen yang dicampur dengan bahan retarder khusus seperti *asam borat, casein, lignin, gula* atau *organic hidroxid acid*. Fungsi dari retarder disini adalah untuk mengurangi kecepatan pengerasan semen, sehingga adukan dapat dipompakan kedalam sumur minyak atau gas. Pada kedalaman 1800 sampai dengan 4900 meter tekanan dan suhu didasar sumur minyak atau adalah tinggi. Karena pengentalan dan pengerasan semen itu dipercepat oleh kenaikan temperature dan tekanan.

2.3.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa

sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai satu kesatuan yang utuh, homogen, rapat dan variasi dalam perilaku (Nawy, 1998). Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70 % - 75 % dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang penting dalam pembuatan beton. Berdasarkan ukuran besar butirannya, agregat yang dipakai dalam adukan beton dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami atau buatan.

Untuk menghasilkan beton dengan kepadatan yang baik, diperlukan gradasi agregat yang baik pula. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm, dan 40 mm untuk kerikil. Untuk pasir lubang ayakan 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, dan 0,15 mm.

2.3.2.1 Agregat Halus

Agregat halus adalah semua butiran lolos saringan 4,75 mm. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir Lumajang maupun pasir dari Mojokerto. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %, serta tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton. Kegunannya adalah untuk mengisi ruangan antara butir agregat kasar dan memberikan kelecakan.

Menurut SNI 02-6820-2002 Agregat halus adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,75 mm. Menurut (Nevil,1997), agregat halus merupakan

agregat yang besarnya tidak lebih dari 5 mm, sehingga pasir dapat berupa pasir alam ini di masukkan dalam syarat agregat halus.



(A)



(B)

Gambar 2.2 Agregat Halus Gambar (A) Pasir Mojokerto

Gambar (B) Pasir Lumajang

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut:

- a. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
- b. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat. Sedangkan jika dipakai magnesium sulfat
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus di cuci.

Karakteristik yang akan di uji pada pasir Lumajang dan Mojokerto dalam penelitian kali ini adalah :

1. Gradasi
2. Kelembapan

3. Berat jenis
4. Air resapan
5. Berat volume

2.3.2.2 Agregat Kasar

Agregat Kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5-40 mm. Agregat Kasar, adalah agregat dengan ukuran butiran butiran lebih lebih besar dari dari saringan saringan No.8 (2,36 mm).



Gambar 2.3 *Agregat Kasar*

Kerikil dalam penggunaannya harus memenuhi syarat- syarat sebagai berikut (SNI-03-2834-2000) :

- a) Butir-butir keras yang tidak berpori serta bersifat kekal yang artinya tidak pecah karena pengaruh cuaca seperti sinar matahari dan hujan.
- b) Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila melebihi maka harus dicuci lebih dahulu sebelum menggunakannya.
- c) Tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak batuan seperti zat –zat yang reaktif terhadap alkali.

- d) Agregat kasar yang berbutir pipih hanya dapat digunakan apabila jumlahnya tidak melebihi 20% dari berat keseluruhan.
- e) Mengontrol workability atau sifat dapat dikerjakan adukan beton. Dengan gradasi yang baik, akan diperoleh sifat beton yang mudah untuk dikerjakan.

Dalam penelitian ini penulis menggantikan kerikil dengan limbah timah. Limbah timah tetap harus dilakukan analisa seperti agregat kasar biasanya.

2.3.3 Air

Faktor air sangat mempengaruhi dalam pembuatan beton, karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan kekuatan beton itu sendiri. Selain itu, kelebihan air akan menurunkan mutu dan mengakibatkan beton mengalami bleding, yaitu air akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang.



Gambar 2.4 *Air*

Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan mengakibatkan beton menjadi lemah. Air pada campuran beton akan berpengaruh pada :

1. Mutu beton.
2. Sifat *workability* adukan beton.
3. Besar kecilnya nilai susut beton.
4. Kelangsungan reaksi hidrasi semen portland.
5. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.

Air adalah bahan untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penggunaan beton. Jumlah air yang digunakan tentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Pengaruh kotoran secara umum dapat menyebabkan :

1. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan.
2. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan.
3. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
4. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.
5. Bercak-bercak pada campuran beton.

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan

organik lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya. (Tata Cara Perhitungan Standar Beton Untuk Bangunan Gedung, (SNI 03-2847-2002).

2.4 Faktor Air Semen

Faktor Air Semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor Air Semen (fas) sangat mempengaruhi kekuatan beton, kenaikan faktor Air Semen (fas) mempunyai pengaruh yang sebaliknya terhadap sifat-sifat beton seperti permeabilitas ketahanan terhadap gaya dan pengaruh cuaca, ketahanan terhadap abrasi, kekuatan tarik, rayapan, penyusutan dan terutama kuat tekan (Murdock dan Brook, 1978)

Didalam campuran beton, fas mempunyai dua buah fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan dan yang kedua untuk pelicin campuran kerikil, pasir, dan semen agar memudahkan pencetakan. Adapun faktor yang mempengaruhi kecepatan pengikatan yaitu :

1. Kehalusan semen
2. Faktor air semen
3. Temperatur suhu

Kehalusan penggilingan semen akan mempengaruhi kecepatan pengikatan. Kehalusan penggilingan penampang spesifik adalah total diameter penampang semen. Jika penampang lebih besar maka akan memperluas bidang kontak dengan air yang semakin besar. Semakin besar bidang persinggungan semakin cepat

bereaksinya. Karena itu kekuatan awal dari semen yang lebih halus akan lebih tinggi, sehingga pengaruh akhinya berkurang

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan antara berat air dan semen yang dapat ditulis sebagai berikut (R. Sagel dkk, 1993) :

$$\text{Fas} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Semen}} \dots\dots\dots 2.1$$

Pada beton biasa, faktor air semen dipakai antara 0,5 - 0,6 yang akan menghasilkan kuat tekan rata-rata sekitar 45 MPa dan 25 MPa (tergantung pada faktor-faktor lain).

Tabel 2.1 Faktor Air Semen Maksimum

Kondisi Elemen	Nilai FAS
Beton di dalam ruang bangunan	
a. Keadaan keliling non korosif	0,6
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi	0,52
Beton diluar bangunan	
a. Tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	0,6
b. Terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	0,6
Beton yang masuk ke dalam tanah	

Tabel Lanjutan 2.2 Faktor Air Semen Maksimum

a. Mengalami keadaan basah dan kering	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	0,52
Beton yang kontinyu berhubungan dengan	
a. Air tawar	0,57
b. Air laut	0,52

Sumber : Buku Teknologi Beton, Kardiyono, 1992

2.5 Slump

Slump merupakan tinggi dalam adukan dalam kerucut terpancung terhadap tinggi adukan setelah cetakan diambil. Menurut SNI 03 – 1972 – 1990 Slump beton ialah besaran kekentalan (viscosity) / plastisitas dan kohesif dari beton segar. Workability beton segar pada umumnya diasosiasikan dengan :

1. Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (homogeneity).
2. Kelekatan adukan pasta semen (cohesiveness).
3. Kemampuan alir beton segar (flowability).
4. Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindah dengan alat angkut(mobility).
5. Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (plasticity).

Slump beton segar harus dilakukan sebelum beton dituangkan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun cukup banyak, untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak. Pengukuran slump

dilakukan dengan mengacu pada aturan yang ditetapkan dalam 2 peraturan standar yaitu PBI 1971 NI 2 (Peraturan Beton Bertulang Indonesia) dan SNI 1972-2008 (Cara Uji Slump Beton).

a. Berdasarkan PBI 1971 N1-2

Pengukuran slump berdasarkan peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut:

1. Kerucut Abrams :

- a) Kerucut terpancung, dengan bagian atas dan bawah terbuka.
- b) Diameter atas 10 cm.
- c) Diameter bawah 20 cm.
- d) Tinggi 30 cm.

2. Batang besi penusuk :

- a) Diameter 16 mm.
- b) Panjang 60 cm.
- c) Ujung dibulatkan.
- d) Alas rata tiadak menyerap air.

b. SNI 1972-2008

Pengukuran slump berdasarkan peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut:

1. Kerucut Ambras :

- a) Kerucut terpancung, dengan bagian atas dan bawah terbuka.
- b) Diameter atas 102 mm.

- c) Diameter bawah 203 mm.
 - d) Tinggi 305 mm.
 - e) Tebal plat min 1,5 mm.
2. Batang besi penusuk :
- a) Diameter 16 mm.
 - b) Panjang 60 cm.
 - c) Memiliki satu atau kedua ujung berbentuk bulat setengah bola dengan diameter 16 mm.
3. Alas datar, dalam kondisi lembab, tidak menyerap air dan kaku.

2.6 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan merupakan beban per-satuan luas yang bekerja pada benda uji, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya beban maksimum yang terjadi pada mortar dan material batako-kait akibat gaya normal. Menurut SNI 03-1974-1990, besarnya kuat tekan dapat dihitung dengan Persamaan 2.2.

$$f'c = P / A \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan:

$f'c$ = kuat tekan (Mpa),

P = beban maksimum (N), dan

A = luas permukaan benda uji (mm²).

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu mengenai studi perbandingan pasir Lumajang dengan pasir Mojokerto terhadap kuat tekan beton, dan juga tentang beton adalah sebagai berikut :

2.7.1 Eka Susanti (2014)

Penelitian di lakukan oleh Eka Susanti (2014) dengan Judul “ Studi Perbandingan Nilai Kuat Lentur Dan Daktilitas Beton Yang Menggunakan Pasir Merapi Dan Pasir Lumajang “ yang telah di terbitkan oleh library.itats.ac.id, Pasir gunung Merapi ini, merupakan pasir kualitas terbaik untuk bahan bangunan dengan kandungan silika (SiO) yang tinggi, kandungan besi (FeO) yang belum mengalami pelapukan dan memiliki kandungan lempung yang sangat sedikit. Pasir Lumajang banyak digunakan sebagai bahan bangunan yang ada di Jawa Timur. Karena Pasir Lumajang merupakan agregat halus dengan kwalitas terbaik.

Pasir Lumajang berasal dari erupsi gunung Semeru dengan kandungan zat besi yang tinggi. Pada penelitian sebelumnya diketahui pasir Merapi memiliki nilai kuat tekan beton lebih besar 5,1%, dan nilai modulus elastis lebih besar 9,5% terhadap beton dengan pasir Lumajang. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui nilai kuat lentur dan daktilitas beton yang menggunakan kedua pasir tersebut. Penelitian ini bersifat ekperimental dengan membuat benda uji balok 20x20x60, menggunakan mutu beton $f_c'25\text{Mpa}$ dan mutu baja $f_y=240\text{ Mpa}$. Hasil

penelitian menunjukkan benda uji dengan pasir Merapi menghasilkan peningkatan kuat lentur 29,09% dan peningkatan daktilitas 116,24% dibanding balok yang menggunakan pasir Lumajang.

2.7.2 Dewi Pertiwi,Dkk (2011)

Penelitian di lakukan oleh Dewi Pertiwi, Dkk (2011) dengan judul “Perbandingan Penggunaan Pasir Lumajang dengan Pasir Gunung Merapi terhadap Kuat Tekan Beton “ yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah, “Media komunikasi dan aplikasi tekniksipil terkini” ISSN: 1907-753X , Pasir gunung Merapi merupakan pasir dengan kualitas baik, dikarenakan partikelnya yang memiliki sudut. Pola partikel yang memiliki sudut itulah yang membuat ikatan pasir gunung merapi degan semen menjadi lebih kuat. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini mencoba untuk melakukan perbandingan pasir lumajang dengan pasir gunung merapi terhadap kuat tekan beton.

Metode pembuatan benda uji menggunakan beton silinder (\varnothing 15 cm, tinggi 30 cm) dengan kuat tekan rencana 30 Mpa, menggunakan variasi Faktor Air Semen (FAS) 0.6, 0.5, 0.4 dan 0.3 serta dicampurkan dengan Fly Ash 20%. Dari hasil penelitian didapatkan hasil pada FAS 0,6 kuat tekan beton untuk pasir Lumajang sebesar 273,964 dan pasir Gunung Merapi 270,094 ini semua tidak memenuhi kuat tekan rencana ,yang memenuhi kuat tekan beton rencana yakni pada FAS 0,5 pasir Lumajang mengalami peningkatan sebesar 27% yakni 411,499 kg/cm² , sedangkan pasir Gunung Merapi mengalami

peningkatan sebesar 22,9% yakni 389,351 kg/cm² . Pada FAS 0,4 pasir Lumajang mengalami peningkatan sebesar 32,6% yakni 445,728 kg/cm² , sedangkan pasir Gunung Merapi mengalami peningkatan sebesar 36,5% yakni 472,716 kg/cm² . Pada FAS 0,3 pasir Lumajang mengalami peningkatan sebesar 48,3% yakni 580,432 kg/cm² , sedangkan Pasir Gunung Merapi mengalami peningkatan sebesar 54,7% yakni 663,224 kg/cm² .

2.7.3 Handika Setya Wijaya, Blasius Tahik (2020)

Penelitian di lakukan oleh Handika Setya Wijaya, Blasius Tahik dengan judul “Uji Kelayakan Kualitas Pasir Sungai Maubesi Dengan Pasir Lumajang Terhadap Kuat Tekan Beton Dan Kuat Tarik Beton (MUTU f_c '25Mpa) yang telah di terbitkan jurnal ilmiah oleh Qua Teknika Vol.10 No.2 September 2020 ISSN 2527-3892 (Elektronik) Fakultas Teknik Universitas Islam Balitar, Blitar, Agregat Maubesi kabupaten Timor Tengah Utara dan agregat Lumajang secara umum memenuhi persyaratan pengujian karakteristik agregat.

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan, Pasir sungai memiliki modulus kehalusan 2,747 dan masuk zona 1. Hasil dari uji kuat tekan beton umur 7 hari, pasir Maubesi memiliki tegangan tekan beton sebesar 13,472, 20,727 MPa (umur beton 28 hari). Sedangkan berdasarkan hasil kuat Tarik belah beton dari agregat Maubesi Timor Tengah Utara memiliki kuat tarik sebesar 1,529 MPa (umur beton 7 hari), 2,352 MPa (umur beton 28 hari). Hasil berbeda didapatkan dari pengujian tekan dari pasir Lumajang. Hasil dari

uji kuat tekan beton umur 7 hari didapatkan data sebesar 18,072 MPa (umur beton 7 hari), 27,802 MPa (umur beton 28 hari). Sedangkan nilai kuat Tarik belah beton agregat Lumajang sebesar 2,143 MPa (umur beton 7 hari), 3,297 MPa (umur beton 28 hari). Modulus elastisitas agregat Maubesi Timor Tengah Utara 25677,1 N/mm² sedangkan untuk agregat Lumajang 25385,9141 N/mm²

2.7.4 Hakas Prayuda, As'at Pujianto (2018)

Penelitian dilakukan oleh Hakas Prayuda, As'at Pujianto dengan judul “Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Komparasi Agregat Gamalama, Agregat Merapi, Dan Agregat Kali Progo” Penelitian ini membahas perbandingan hasil kuat tekan beton dengan menggunakan variasi jenis asal agregat halus dan kasar dari tiga lokasi yang berbeda. Agregat halus dan kasar diambil dari Gunung Gamalama, Provinsi Maluku Utara, Agregat dari Gunung Merapi Kabupaten Sleman dan Agregat dari Kali Progo, Kabupaten Kulon Progo.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui penggunaan jenis agregat dari ketiga lokasi tersebut dalam aplikasi penggunaan beton mutu tinggi. Agregat terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan sifat fisik dan mekanis yang dibutuhkan. Beton yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder berukuran diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm sebanyak 27 benda uji. Pada saat beton masih segar, dilakukan pengujian slump untuk mengetahui nilai workability nya yang kemudian dilakukan pengujian kuat tekan beton pada

umur 7,14 dan 28 hari. Dari hasil pengujian ini, seluruh beton dari ketiga daerah ini dapat digunakan untuk beton mutu tinggi diatas 50 MPa dengan agregat asal kali progo merupakan agregat yang menghasilkan kuat tekan beton paling tinggi.

2.7.5 Muhamad Nasrulloh, Achendri M. Kurniawan (2018)

Penelitian di lakukan oleh Muhamad Nasrulloh, Achendri M.Kurniawan dengan judul “Perbandingan Variasi Agregat Halus Yang Berasal Dari Gunung Kelud, Kali Putih, Dan Sungai Brantas Terhadap Kuat Tekan Beton” Agregat halus (pasir) sebagai bahan dasar untuk pembuatan beton memegang peranan penting dalam menentukan mutu beton, karena agregat merupakan bahan pengisi yang diikat oleh semen dan air menjadi massa padat, sehingga kualitas agregat halus (pasir) mempengaruhi langsung terhadap mutu beton. Agregat halus (pasir) yang dibahas pada penelitian ini berasal dari 3 sampel di wilayah Blitar, yaitu sample 1 dari gunung Kelud, sampel 2 dari kali Putih, dan sampel 3 dari sungai Brantas. Lokasi penelitian di Laboratorium Struktur Teknik Sipil Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan eksperimen laboratorium dan berpanduan pada SNI 03-06912000. Setelah dilakukan penelitian agregat halus dari 3 sampel diBlitar mendapatkan hasil uji kuat tekan rata -rata yaitu, sample 1 agregat halus (pasir) gunung Kelud menghasilkan rata – rata uji kuat tekan beton sebesar 7,802 Mpa (tertinggi), sample 2 agregat halus (pasir) Kali Putih menghasilkan rata – rata uji kuat tekan beton sebesar 3,208 Mpa

(terendah), dan sample 3 agregat halus (pasir) sungai Brantas menghasilkan rata – rata uji kuat tekan beton sebesar 3,272 Mpa

2.7.6 Purnadi, Dkk (2016)

Penelitian ini dilakukan oleh Purnadi,Dkk (2016) dengan judul “Pengaruh Penggantian Pasir Lumajang Dengan Pasir Erupsi Gunung Kelud Terhadap Kualitas Mortar” Penelitian ini menggunakan metode pengujian untuk menganalisis mortar marshall kekuatan kompresif dengan variasi 0%, 50% dan 100%, usia 7 hari, 14 hari, dan 28 menggunakan komposisi 1pc:3PS, 1pc: 4Ps, dan 1pc: 6ps. Membuat objek uji ke komposisi objek uji 5 0% untuk pasir Lumajang, pasir 50% dan Kelud Lumajang, serta Kelud pasir 100%.Fase implementasi meliputi pengujian material, yaitu air, semen, dan pasir.

Komposisi mortar Pengujian 1pc: 3PS, 1pc: 4Ps, dan 1pc: 6 Ps usia 28 hari, nilai rata-rata yang diperoleh Lumajang pasir 307,20kg / cm², 257,60kg / cm² dan 96,80 kg /cm², pasir Lumajang dan kelud 338 , 40kg / cm², 124,80kg / cm², dan 60,80kg / cm², dan penggunaan kelud pasir 212,00 kg / cm², 151,20 kg / cm², dan 41,60 kg / cm². Sementara penyerapan air pada komposisi rata-rata 28 hari 1pc: 3pasir Lumajang sebesar 1,29%, pasir Lumajang dan kelud sebesar 1,85%, dan kelud pasir sebesar 1,64%. Komposisi 1pc: 4 dengan 1,62% pasir Lumajang, pasir dan pasir kelud Lumajang sebesar 3,44% dan berjumlah 3,15% pasir kelud. KomPsisi 1pc: 6 sebesar 2,96% pasir Lumajang, pasir Lumajang dan kelud sebesar 4,68% dan pasir kelud sebesar 5,49%.

2.7.7 Siti Aisyah Sari, Dkk (2017)

Penelitian ini dilakukan oleh Siti Aisyah Sari, Dkk (2017) dengan judul “Perbandingan Pengaruh Beberapa Jenis Pasir Terhadap Kuat Tekan, Kuat Lentur, Dan Kuat Tarik Belah Beton” Pasir yang digunakan pada penelitian ini ada tiga macam, yaitu pasir sisa tambang timah (pasir Bangka), pasir sungai (Pasir Cisadane) dan pasir gunung (Pasir Merapi).

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan pengaruh ketiga jenis pasir tersebut terhadap kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik belah. Penelitian ini menggunakan beton dengan mutu rencana 20 MPa, yang diuji pada umur 7, 14 dan 28 hari untuk pengujian kuat tekan, sedangkan untuk pengujian kuat lentur dan kuat tarik belah pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan pasir Merapi mempunyai nilai kuat tekan tertinggi yaitu 39,209 MPa, kemudian pasir Bangka sebesar 33,069 MPa dan nilai kuat tekan terkecil adalah pasir sungai sebesar 26,209 MPa. Hasil pengujian kuat lentur menunjukkan pasir Bangka mempunyai nilai kuat lentur tertinggi yaitu 13,334 MPa dan nilai kuat lentur terendah adalah pasir sungai sebesar 10,334 MPa. Hasil pengujian kuat tarik belah menunjukkan pasir Merapi mempunyai nilai kuat tarik belah tertinggi yaitu 11,916 MPa dan nilai kuat tarik belah terendah adalah pasir sungai sebesar 10,222 MPa.

2.7.8 Listia Ayu Ningrum (2020)

Penelitian ini dilakukan oleh Listia Ayu Ningrum (2020) dengan judul “Perbandingan Penggunaan Varian Pasir Eks Cirebon-Pemali Dan Varian Eks

Cirebon-Gung Sebagai Agregat Halus Pada Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton” Penelitian beton mutu tinggi ini dilakukan dengan membandingkan dua variasi agregat komposit pasir yaitu Eks Cirebon-Pemali dibandingkan dengan Eks Cirebon-Gung. Dua komponen tersebut dijadikan dalam beberapa varian agregat pasir yaitu Eks Cirebon-Gung dan Eks Cirebon-Pemali dengan proporsi masing-masing varian agregat pasir sebanyak 30%-70%, 40%-60%, 50%-50%, 60%-40%, dan 70%-30%.

Proporsi campuran yang berbeda bertujuan untuk mencari proporsi varian yang mampu menghasilkan nilai kuat tekan terbaik. Dari varian tersebut maka dihasilkan kuat tekan 25,46 Mpa di usia beton 7 hari dan 38,52 Mpa di usia beton 28 hari oleh pasir varian Eks Cirebon-Pemali 70%-Pemali 30%. Serta Hasil kuat tekan maksimum Varian Eks Cirebon-Gung ada pada varian 4 60%-40%, yaitu 21,17 Mpa pada beton umur 7 hari dan 32,05 Mpa pada beton umur 28 hari. Penggunaan varian Eks Cirebon-Pemali dibandingkan dengan Eks Cirebon-Gung untuk beton mutu tinggi tidak dapat mencapai mutu yang direncanakan sesuai dengan f_{cr} pada job mix beton.

2.7.9 Abdul Gaus, Dkk (2018)

Penelitian ini dilakukan oleh Abdul Gaus,Dkk (2018) dengan judul “Analisa Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Apung” . Pasir apung dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti pasir normal dalam campuran beton. Penelitian ini melakukan pengujian terhadap karakteristik fisik pasir apung yang meliputi, analisis saringan, berat jenis, absorpsi dan berat isi. Pengujian

SEM dan XRD dilakukan untuk mengetahui kandungan kimia dari pasir apung.

Campuran beton diuji menggunakan mesin UTM untuk mengetahui kuat tekan dan tarik belah. Hasil penelitian kuat tekan pasir normal pada BN adalah 252,351 Kg/cm² sedangkan hasil kuat tekan beton pasir apung pada BPA adalah 224, 281 Kg/cm². Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan mutu beton yang sama yaitu mutu K-250 perbedaan perbandingan kuat tekan beton pada pasir normal dan beton pasir apung menunjukkan hasil yang hampir sama. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam lagi mengenai penggunaan pasir apung sebagai pengganti pasir normal dalam campuran adukan beton.

2.7.10 Okma Yendri, Eko Sudaryanto (2019)

Penelitian ini dilakukan oleh Okma Yendri, Eko Sudaryanto (2019) dengan judul “Perbandingan Kuat Tekan Mortar Antara Material Dari Sungai Lakitan Dengan Sungai Rupit” Penelitian ini adalah Untuk membandingkan kuat tekan mortar dengan menggunakan komposisi material yang berbeda pada perbandingan semen dan pasir adukan 1:2, 1:3, 1: 4.

Mengetahui perbandingan kuat tekan mortar pasir sungai Rupit dan Sungai Lakitan sebagai agregat halus terhadap kuat tekan mortar pada umur 7, 14, dan 28 hari. Mengetahui mortar variasi pasir manakah yang memiliki kuat tekan yang tertinggi. Hasil penelitian ini : pertama, hasil kuat tekan rata-rata mortar yang mempunyai nilai paling tinggi pada umur 28 hari yaitu

menggunakan pasir sungai lakitan. Kedua diketahui kuat tekan rata-rata tertinggi pada hari ke-7 adalah pada sampel I dengan agregat pasir sungai rupit. Kuat tekan rata-rata ada hari ke-14 adalah pada sampel I dengan agregat pasir rupit. Kuat tekan rata-rata pada hari ke-28 adalah pada sampel I dengan agregat pasir sungai lakitan. Ketiga hasil analisis pengujian kuat tekan beton mortar tertinggi yaitu pada sample 1 dengan komposisi campuran 1 Pc : 2 Ps yang menggunakan bahan campuran pasir dari sungai lakitan dengan hasil kuat tekan sebesar 357,2 Kg/cm² .

2.7.11 Siti Choiriyah, Dewi Pertiwi (2016)

Penelitian ini dilakukan oleh Siti Choiriyah, Dewi Pertiwi (2016) dengan judul “Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Pasir Gunung Merapi Ditinjau Dari Manajemen Kualitas” Pada penelitian ini ,peneliti membuat campuran beton dengan menggunakan pasir Gunung Merapi dengan menggunakan faktor air semen 0,4 ; 0,5 ; 0,6 diuji kuat tekan beton pada umur 28 hari dan uji kualitas dari beton dengan menggunakan uji Statistik Distribusi Normal.Dari hasil penelitian awal diperoleh hasil Berat Jenis pasir Gunung Merapi 2,58 dengan kadar lumpur 5,4 % sehingga pasir harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan untuk campuran beton

.Pasir Gunung Merapi tidak mengandung kotoran organik dan pasir berada pada Zone 3.Hasil Uji Kuat tekan beton dengan menggunakan pasir gunung Merapi pada umur 28 hari diperoleh pada faktor air semen 0,4 kuat tekan beton 31,93 Mpa,faktor air semen 0,5 kuat tekan beton 31,44 Mpa,faktor air

semen 0,6 kuat tekan beton 30,71 Mpa. Dari uji statistik deviasi standar diperoleh hasil, dengan kontrol rata-rata dua dan rata-rata tiga pasir gunung Merapi yang digunakan untuk campuran beton dengan menggunakan faktor air semen 0,4 ; 0,5 dan 0,6 memiliki kualitas yang memuaskan dengan nilai kuat tekan beton diatas kuat tekan yang diharapkan 27,5 Mpa. Dengan demikian pasir gunung merapi dapat digunakan untuk campuran beton.

2.7.12 Lusman Sulaiman, Nurhidayah (2018)

Penelitian ini dilakukan oleh Lusman Sulaiman, Nurhidayah (2018) dengan judul “Analisis Perbandingan Kuat Tekan Mortar Dari Material Pasir Putih Dan Pasir Biasa Sungai Masamba” Perlu diketahui perbandingan sifat kekuatan material mortar dengan menggunakan campuran pasir putih (CPP) dan biasa (CPB) sungai masamba dan korelasi keduanya. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen laboratorium pada 72 benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 10 x 15 cm yang dibentuk secara manual sesuai proses pembuatannya di lapangan.

Benda uji diletakkan di area terbuka untuk proses pengeringan selama variasi waktu 7, 14, 21, 28 hari. Tiga kategori campuran benda uji dibuat yaitu 1PC : 3PS (A), 1PC: 4PS (B), dan 1PC : 5PS (C) pasir untuk dua jenis pasir dengan Faktor Air Semen (FAS) 0.45. Nilai rata-rata hasil pengujian terdiri dari 3 buah sampel uji dari pengujian menggunakan mesin uji kuat tekan. Mutu rencana penelitian ini merujuk pada SNI 03-0349-1989 tentang kategori bata beton untuk pasangan dinding. Hasil pengujian kuat tekan

memperlihatkan bahwa kuat tekan bata beton untuk material CPP mencapai maksimum 28 hari pada campuran A dengan nilai sebesar 151.77 kg/cm² sedangkan material CPB pada campuran A dengan nilai 161.10 kg/cm². Korelasi kedua material CPP dan CPB menggambarkan relasi tinggi sebesar $R^2=0.9738$ pada campuran A.

2.7.13 Siswadi, dkk (2007)

Penelitian oleh Siswadi, dkk. Dalam jurnal Teknik Sipil, Volume 07, No 02(144-151), Pebruari 2007. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta dengan judul "*Pengaruh penambahan serbuk kayu sisa penggergajian terhadap kuat tekan beton*". Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Pada setiap proyek konstruksi sering dijumpai pemakaian bekesting kayu untuk membentuk beton bertulang, baik untuk membentuk kolom, balok maupun pelat. Dengan pemakaian bekesting dari kayu, maka seringkali tidak dapat dihindarkan pemotongan kayu di lokasi. Pemotongan kayu untuk bekesting biasanya mengakibatkan bagian bekesting atau bagian sambungan beton menjadi kotor oleh sisa gergajian. Serbuk gergajian hasil pemotongan kayu tersebut tentunya akan mempengaruhi kualitas beton hasil pengecoran. Beton fiber merupakan beton dengan bahan penyusun berupa kerikil, pasir, semen, air serta fiber yang dapat berupa fiber alamiah maupun buatan. Sifat getas dan nilai kuat tarik beton yang rendah dapat diperbaiki dengan menambahkan serat pada beton. Serbuk kayu yang digunakan sebagai bahan

serat merupakan jenis kayu Bangkirai berasal dari sisa penggergajian di daerah Yogyakarta. Sisa penggergajian kayu yang digunakan berupa serat dengan ukuran yang relatif kecil (2 sampai dengan 5 mm). Variasi penambahan serbuk kayu pada campuran adukan beton sebesar 0 kg/m³, 0,5 kg/m³, dan 1 kg/m³. Adukan beton yang digunakan untuk pembuatan silinder beton, direncanakan sedemikian rupa kebutuhan bahan susunnya, sehingga dapat mencapai kuat desak yang direncanakan. Faktor air semen yang digunakan sebesar 0,45. Penambahan serat/fiber berupa serbuk kayu sebanyak 0,5 kg/m³ dan 1 kg/m³ ke dalam adukan beton, menurunkan tingkat workability. Hal ini tampak dari nilai slump yang menurun dan nilai VB-Time yang meningkat, meskipun memenuhi syarat bahwa beton masih dalam taraf mudah dikerjakan. Kuat desak tertinggi dicapai oleh beton dengan penambahan serbuk kayu sebesar 1 kg/m³, di mana dicapai nilai kuat desak sebesar 27,100 MPa atau terjadi peningkatan sebesar 3,10 % dibandingkan dengan beton normal, yang memiliki kuat desak 26,293 MPa.

2.7.14 Fepi Supriani (2013)

Penelitian oleh Fepi Supriani. Dalam jurnal *Inersia*, Volume 05, No 02(41-49), Oktober 2013. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Bengkulu dengan ISSN : 2086-9045 dengan judul “Pengaruh umur beton terhadap kuat tekan beton akibat penambahan abu cangkang lokan”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Cangkang kerang memiliki kandungan kalsium karbonat yang tinggi, jika dipanaskan pada suhu yang terkontrol mengandung kalsium yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti semen. Salah satu jenis kerang di Kota Bengkulu adalah kerang lokan yang isinya diambil untuk dimakan dan cangkangnya menjadi limbah. Penelitian ini akan memanfaatkan cangkang lokan yang dijadikan abu sebagai bahan tambah campuran beton untuk melihat perkembangan kekuatan beton pada umur awal dan umur setelah 28 hari. Beton rencana menggunakan fas 0,5 dan slump 60-100 cm. Jumlah sampel 140 buah, berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Persentase penambahan abu cangkang lokan yaitu 2,5%, 5%, dan 10% dari berat semen yang akan diuji terhadap kekuatan diumur awal beton dan perkembangan kekuatannya diumur setelah 28 hari yaitu umur pengujian 3, 7, 14, 28, 56 hari, 120 hari (3 bulan) dan 180 hari (6 bulan), hasil yang didapat pada umur awal tidak ada kontribusi peningkatan kuat tekan beton untuk penambahan 2,5% dan 10% abu cangkang lokan, sedangkan umur 3 hari penambahan 5% ACL memberikan nilai kuat tekan beton yang lebih besar dari beton normal. Penambahan 5% ACL dapat meningkatkan kekuatan tekan beton setelah 28 hari, dan mencapai nilai optimum pada usia 180 hari sebesar 49,42 Mpa.

2.7.15 Wahyudi, dkk (2017)

Penelitian oleh Wahyudi, dkk. Dalam jurnal *Inersia*, Volume 01, No 01, Maret 2017. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area

dengan *P-ISSN : 2549-6379 E-ISSN : 2549-6387* dengan judul “*Pengaruh pemadatan campuran beton terhadap kuat tekan K 175*”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui mutu beton yang terbaik dari berbagai proses pemadatan yang akan di coba dengan nilai FAS yang sama dengan mutu beton K-175. Perbandingan mutu beton K-175 menggunakan bahan-bahan seperti semen, kerikil, pasir dan air. Faktor Air Semen (FAS) yang dipakai 0,60 dan bahan-bahan yang akan digunakan berasal dari Kota Binjai ,provinsi Sumatera Utara. Sehingga dalam aplikasi di lapangan perlu diperhatikan proses pemadatan yang tepat dan memberikan kekuatan tekan yang paling maksimal terhadap beton. Proses pemadatan yang akan diuji adalah proses pemadatan dengan cara dituang (tanpa pemadatan), proses pemadatan beton dengan cara di rojok dan proses pemadatan beton dengan meja getar. Benda uji pada penelitian ini adalah silinder beton dengan ukuran $\varnothing 15\text{cm}$ dimensi 30cm berjumlah 30 sampel .Setelah pengujian dilakukan, didapat perbandingan kuat tekan yang berbeda pada setiap percobaan maka beton yang tanpa pemadatan mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar $9,96\text{N/mm}^2$, beton dengan pemadatan dirojok kuat tekan rata-rata $24,18\text{N/mm}^2$ dan beton dengan pemadatan dengan meja getar kuat tekan rata-rata $21,97\text{N/mm}^2$. pemadatan yang menghasilkan kuat tekan terbaik adalah pemadatan dengan dirojok.

2.7.16 Muhammad Ikhsan Saifuddin, dkk (2014)

Penelitian oleh Muhammad Ikhsan Saifuddin, dkk. Dalam jurnal ilmiah dimensi prartama teknik sipil, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.1, November 2014 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian dengan judul “pengaruh penambahan campuran serbuk kayu terhadap kuat tekan beton” Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Pada serbuk kayu terdapat kadar selulosa dan hemiselulosa yang apabila ditambahkan pada campuran semen dan pasir pembentuk beton, senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral/partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya. Dengan demikian dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat dipakai sebagai bahan konstruksi untuk tujuan-tujuan khusus Gargulak (2001). Serbuk kayu yang digunakan yaitu serbuk kayu Kulim yang diambil dari sisa penggergajian pabrik pengolahan kayu di daerah Desa Rambah dan Desa Rambah dan Tengah Hilir Kabupaten Rokan Hulu-Riau. Penambahan serbuk kayu pada campuran adukan beton sebesar sebanyak 0 gr/kubus dan 5 gr/kubus. Jumlah semen yang digunakan adalah 325 kg/m³ dengan faktor air semen (fas) 0,55 dan berat beton yang diambil 2380 Kg/m³. Dari pengujian yang dilakukan terjadi peningkatan kuat tekan beton setelah penambahan campuran serbuk kayu sebanyak 5 gr/kubus yaitu sebesar

138,90 Kg/cm², terjadi peningkatan kuat tekan sebanyak 1,08 % dibanding beton sebelum penambahan serbuk kayu yang mempunyai kuat tekan beton sebesar 127,78 Kg/cm².

2.7.17 Anwar Fauzi (2011).

Penelitian oleh Anwar Fauzi. Dalam jurnal Konstruksia, Volume 03, No 01, Desember 2011. *Dalam jurnal Kontruksia* Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Unversitas Muhammadiyah Jakarta *dengan P-ISSN : 2086-7352 E-ISSN : 2443- 308X dengan judul* “Pengaruh kadar silika pada agregat halus campuran beton terhadap peningkatan kuat tekan”. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Jika diperlukan, bahan tambah (admixture) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Dalam agregat terutama agregat halus memiliki sifat-sifat yang sangat mempengaruhi kuat tekan beton yaitu keras dan kuat, bersih, tahan lama, massa jenis tinggi, butir bulat, distribusi ukuran butir yang cocok. Selain itu, di dalam agregat halus terdapat kandungan senyawa SiO₂ yang memberikan kontribusi dalam proses pengerasan maupun

peningkatan kuat tekan pada beton. Salah satu upaya yang akan dilakukan untuk mengetahui korelasi antara besarnya kandungan senyawa SiO_2 dalam agregat halus terhadap peningkatan kuat tekan beton adalah dengan dilakukannya suatu penelitian beton dengan menggunakan 3 kategori pasir yang memiliki kandungan senyawa SiO_2 yang berbeda. Kategori pasir yang digunakan pada penelitian ini antara lain : pasir mundu ($\text{SiO}_2 > 40\%$), pasir cileungsi ($\text{SiO}_2 20\% - 40\%$), pasir cianjur ($\text{SiO}_2 < 20\%$). Selain itu, untuk mendapatkan optimalisasi kuat tekan dari beton, diperlukan juga standarisasi kuat tekan karakteristik yaitu K300 ($f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$). Hasil yang didapatkan pada pengujian kuat tekan beton yang dilakukan dengan menggunakan 3 kategori pasir yang berbeda pada umur 7, 14, 21, 28 hari menunjukkan adanya hubungan antara besarnya kandungan senyawa SiO_2 dalam pasir terhadap peningkatan kuat tekan beton. Walaupun demikian, hasil yang didapatkan pada pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan campuran pasir yang mengandung senyawa SiO_2 tidak begitu significant (pengaruhnya sangat kecil).

2.7.18 Yoppi Juli Priyono (2014)

Penelitian oleh Yoppi Juli Priyono. Dalam jurnal Kontruksia, Volume 05, No 02, Agustus 2014. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta *dengan P-ISSN : 2086-7352 E-ISSN : 2443- 308X dengan judul* “pengaruh penggunaan Styrofoam sebaga pengganti agregat

kasar terhadap kuat tekan beton“ Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Beton merupakan material yang umum digunakan untuk Struktur. Hal ini disebabkan karena Beton mempunyai banyak keunggulan jika dibandingkan dengan bahan bangunan lainnya. Namun demikian beton memiliki salah satu kelemahan yaitu berat jenisnya cukup tinggi sehingga beban mati pada suatu struktur menjadi besar. Beberapa metode dapat digunakan untuk mengurangi berat jenis beton ini, diantaranya adalah dengan memakai agregat ringan. Salah satu metode untuk menjadikan Beton ringan adalah dengan penambahan bahan limbah Styrofoam. Namun pengurangan berat jenis ini tidak diikuti dengan penambahan kuat tekan Beton, sehingga sampai saat ini beton ringan dengan menggunakan styrofoam hanya dipakai untuk bagian non Struktur. Untuk maksud tersebut, maka penelitian ini dibuat untuk mengetahui seberapa besar pengaruh Styrofoam sebagai pengganti agregat kasar pada Beton Normal dengan persentase penambahan Styrofoam sebesar 1%, 2% dan 3% dari berat campuran Beton Normal. Hasil penelitian yang dilakukan didapat bahwa pada penambahan 1% styrofoam akan menurunkan berat volume beton rata-rata sebesar 12% dengan rincian campuran 1% (turun 13%) , 2% (turun 22%) , 3% (turun 32%). Selain hal tersebut penambahan styrofoam pada beton menurunkan kuat tekan beton normal. Untuk penambahan Styrofoam sebesar 1% terjadi penurunan 54%, 2% sebesar 57% dan 3% sebesar 87%.

2.7.19 Bobby Damara, Zulkifli Lubis (2018)

Penelitian oleh Bobby Damara, Zulkifli Lubis. Dalam jurnal CIVILLA, Volume 03, No 01, Maret 2018. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta dengan ISSN : 2503- 2399 dengan judul “Pengaruh penambahan limbah B3 pada kuat beton mutu K-175” Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Inovasi beton berkembang cukup pesat sekarang dari penggunaan kembali dan pengurangan. bahan yang tidak terpakai atau penambahan zat aditif guna meningkatkan mutu beton antara lain penambahan limbah karbida (B3) merupakan upaya untuk meningkatkan unsur kalsium yang dibutuhkan dalam reaksi pozzolan bila dicampur dengan SiO₂ pada abu layang, reaksi pozzolan adalah a reaksi antara kalsium, silika atau alumina dengan air membentuk massa yang kuat dan kaku mirip dengan proses hidrasi semen. Proses pencampuran limbah karbida sebagai bahan beton dilakukan dengan pengujian laboratorium sesuai dengan data literatur Standar Indonesia SK SNI dan standar luar negeri yaitu ASTM dengan variasi komposisi ampas karbida 5% sebagai pengganti bahan semen dengan target mutu beton K -175. Dari hasil tersebut diperoleh komposisi penambahan ampas campuran ampas karbida 5% dengan kuat tekan rata-rata 249,69 kg / cm². Nilai tersebut lebih besar dari 1,77% dari beton normal 245,36 kg / cm²

2.7.20 Hamsyah, Jumardi Safri (2020)

Penelitian oleh Hamsyah, Jumardi Safri. Dalam jurnal Edukasi Nonformal, Volume 01, No 02, 2020. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare *dengan ISSN : 2715-264 dengan judul* “Pengaruh penambahan serbuk bentonit pada campuran beton terhadap kuat tekan beton“. Mendapatkan hasil dari sebagaimana dalam ringkasan abstrak penelitian sebagai berikut:

Penelitian ini bertujuan untuk. Menganalisa pengaruh penambahan serbuk bentonit pada campuran beton terhadap kuat tekan beton K 225, mengevaluasi perbandingan serbuk bentonit pada campuran beton terhadap kuat tekan beton K 225. Dari hasil analisa penelitian dapat ditarik sebuah kesimpulan yaitu penambahan bentonit pada campuran beton akan meningkatkan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada beton dengan kadar bentonit 10%, dengan hasil rata-rata sebesar 22,175MPa. Sedangkan pada kadar bentonit 25 % dan 50%, beton mulai mengalami penurunan kuat tekan sebesar 16,301 Mpa dan 9,979 Mpa. Kuat tekan beton dengan kadar penambahan bentonit sebesar 10 %, 25 %, 50 % dengan rata-rata kuat tekan sebesar 22,175 Mpa, 16,301 Mpa dan 9,979 Mpa tidak mencapai spesifikasi standar mutu beton K 225 (22,5 Mpa).

Verifikasi	Teori Utama	Metode Penelitian	Capaian yang Dihasilkan	Novelty (Kebaruan)
Persamaan	1. Perbandingan Penggunaan Pasir Lumajang Dengan Pasir Gunung Merapi Terhadap Kuat Tekan Beton (Dewi Pertiwi,dkk , 2011)	Menggunakan variasi Faktor Air Semen (FAS) 0,6, 0,5, 0,4 dan 0,3 serta dicampurkan dengan Fly Ash 20%.(Dewi Pertiwi,dkk , 2011)	<ul style="list-style-type: none"> • FAS 0,6 kuat tekan beton pasir Lumajang 273,964 dan pasir Gunung Merapi 270,094. • FAS 0,5 pasir Lumajang sebesar 27% yakni 411,499 kg/cm², pasir Gunung Merapi 22,9% yakni 389,351 kg/cm² • FAS 0,4 pasir Lumajang 32,6% yakni 445,728 kg/cm² , pasir Gunung Merapi 36,5% yakni 472,716 kg/cm² • FAS 0,3 pasir Lumajang 48,3% yakni 580,432 kg/cm² , Pasir Gunung Merapi 54,7% yakni 663,224 kg/cm² 	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian terdahulu menitik beratkan pada faktor air semen dan menggunakan agregat yang berbeda. sedangkan penelitian yang saya lakukan menggunakan agregat halus yang berbeda dan kuat tekan yang di rencanakan K-250.
	2. Uji Kelayakan Kualitas Pasir Sungai Maubesi Dengan Pasir Lumajang Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat	Menggunakan kuat tekan dan kuat Tarik (handika Setya Wijaya, Blasius Tahik,2020)	<ul style="list-style-type: none"> • Kuat tekan beton lumajang 7 hari 18,072 MPa • Kuat tekan beton lumajang 28 hari 27,802MPa • Kuat Tarik beton lumajang 7 hari 2,143 MPa • Kuat Tarik beton lumajang 28 hari 	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian terdahulu menggunakan agregat yang berbeda dan menggunakan penelitian kuat

	<p>Tarik Beton (Handika Setya Wijaya, Blasius Tahik, 2020)</p>		<p>3,297 MPa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kuat tekan beton maubesi 7 hari 13,472 MPa • Kuat tekan beton maubesi 28 hari 20,727 MPa • Kuat Tarik beton maubesi 7 hari 1,529 MPa • Kuat Tarik beton maubesi 28 hari 2,352 MPa 	<p>tekan dan kuat lentur sedangkan penelitian saat ini menggunakan kuat tekan.</p>
	<p>3. Studi Perbandingan Nilai Kuat Tekan Lentur Dan Daklitas Beton Yang Menggunakan Pasir Merapi Dan Pasir Lumajang (Eka Susanti, 2014)</p>	<p>Menggunakan kuat lentur dan daktilitas beton (Eka Susanti, 2014)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pasir Merapi menghasilkan peningkatan kuat lentur 29,09% dan peningkatan daktilitas 116,24% di banding pasir Lumajang 	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian terdahulu menggunakan kuat lentur dan daktilitas sebagai pengujian sedangkan penelitian saat ini menggunakan kuat tekan dan menggunakan agregat halus yang berbeda.

	<p>4. Kuat Tekan Beton Bermutu tinggi Menggunakan Komparasi Agregat Gamalama, Merapi, Kali Progo. (Hakas Prayuda, as'at Pujianto, 2018)</p>	<p>Menggunakan kuat tekan beton (Hakas Prayuda, as'at Pujianto, 2018)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dari hasil pengujian ini ,seluruh beton dari ketiga daerah ini dapat digunakan untuk beton bermutu tinggi diatas 50 MPa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian terdahulu menggunakan kuat tekan beton bermutu tinggi sedangkan pengujian kali ini hanya terbatas pada K-250
	<p>5. Perbandingan Variasi Agregat Halus Yang Berasal Dari Gunung Kelud, Kali Putih, dan Sungai Brantas Terhadap Kuat Tekan Beton. (Muhamad Nasrulloh, Achendri M.Kurniawan, 2018)</p>	<p>Menggunakan Eksperimen dan pengujian beton (Muhamad Nasrulloh, Achendri M.Kurniawan, 2018)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kelud : 7,802 MPa • Kali Putih : 3,208 MPa • Sungai Brantas : 3,272 MPa 	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian terdahulu menggunakan 3 agregat yang berbeda sedangkan penelitian kali ini menggunakan 2 agregat .
	<p>6. Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Pasir Terhadap</p>	<p>Menggunakan Eksperimen dan pengujian beton . (Siti Aisyah Sari,</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kuat tekan Pasir Merapi : 39,209 MPa • Kuat tekan Pasir Bangka :33,069 MPa • Kuat tekan Pasir Cisadane : 26,209 MPa 	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian terdahulu menggunakan 3 agregat yang

	Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Kuat lentur. (Siti Aisyah Sari, dkk, 2017)	dkk, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Kuat Lentur pasir Bangka :13,334 MPa • Kuat Lentur pasir Cisadane :10,334 MPa • Kuat Tarik belah Pasir Merapi : 11,916 MPa • Kuat Tarik Belah Pasir Cisadane : 10,222 MPa 	berbeda dan menggunakan 3 sampel pengujian beton, Sedangkan penilitan saat ini menggunakan 2 agregat halus dan pengujian terfokus pada kuat tekan beton.
	7. Perbandingan Penggunaan Varian Eks Cirebon-Pemali dan Varian Eks Cirebon-Gung Sebagai Agregat Halus Pada Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. (Listia Ayu Ningrum, 2020)	Menggunakan Eksperimen dan pengujian Kuat tekan beton (Listia Ayu Ningrum, 2020)	<ul style="list-style-type: none"> • Cirebon-Pemali 70%-30% :38,52 MPa • Cirebon-Gung 60%-40% :32,05 MPa 	<ul style="list-style-type: none"> • Penilitan terdahulu menguunakan penelitian dengan cara pencampuran agregat halus dari berbagai wilayah sedangkan penelitian kali ini hanya terfokus pada 2 agregat halus

2.8 Posisi Penelitian

Perbedaan dalam penelitian yang dilakukan sekarang dengan penelitian terdahulu hampir sama, Hanya saja penelitian ini mengarah pada pasir Mojokerto dan pasir Lumajang sebagai pengganti agregat halus terhadap kuat tekan beton dan sebagian dari penelitian terdahulu menggunakan pasir yang berbeda sebagai pengganti agregat halus terhadap kuat beton. tetapi disini penulis menggunakan pasir yang berbeda sebagai bahan pengganti agregat halus.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu ada sedikit persamaan yaitu tentang penelitian study perbandingan dan sama menggunakan kuat tekan beton. Perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang yaitu tentang varian penggunaan pasir yang akan di uji dengan kuat tekan K-250.