

`BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Pemakaian beton yakni selaku bahan bangunan buat riset tentang beton yang ditemukan semacam pemakaian bahan kombinasi limbah yang di manfaatkan selaku kombinasi beton. Salah satunya limbah yang banya kita jumpai di Indonesia merupakan *fly ash*. *Fly ash* merupakan bagian dari pembakaran batubara yang memiliki kandungan yang tinngi serta dapat di pakai buat bahan kombinasi beton. *Fly ash* dikatakan selaku limbah, bila tidak diolah hingga dapat mencemari area dekat. Konsumsi fly ash yang banya dapat kurangi jumlah limbah dengan mamakai bahan *fly ash* tersebut manjadi kombinasi beton yang mempunyai kombinasi *fly ash* yang besar di sebut *High Volume Fly Ash Concrete* (Thangaraj serta Thenmozhi, 2012).

2.2 Landasan Teorik

2.2.1 Pengertian Beton

Beton merupaka komposit dari bahan yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen serta bahan *Fly ash* yang berperan mengikat hidrolis. Bahan- bahan tersebut setelah itu di gabungkan dengan komposisi tertentu sehingga dapat menciptakan beton yang awet, gampang dikerjakan, serta memiliki kekuatan yang lebih besar (Sari, dkk, 2015.)

Bagi SNI 03– 2834– 2000 beton merupakan memiliki kombinasi antara semen Portland ataupun semen Hidrolik yang lain, agregat halus, agregat agresif,

air serta bahan bonus *fly ash* Yang mempunyai berat isi (2200– 2500) kilogram/m³. Beton memiliki kombinasi dari agregat halus, agregat kasar serta material pengikat berbentuk semen yang di tambahkan air. Dalam materil yang penting dalam pembuatan beton yaitu semen. Semen merupakan bahan utama yang Menyusun beton yang berperan buat mengikat material serta bahan bonus lainnya. Dalam prosek penciptaan semen, dihasilkan pula CO₂ di atmosfer kala kalsium karbonat dipanaskan serta memproduksi kapur. Beton umumnya berisi semen dekat 12%, 8% menggabungkan ari, serta 80% agregat masa. Gas CO₂ dihasilkan pada pruduksi semen berakibat kurang baik terhadap area dekat, ialah dampak rumah kaca yang dapat tingkatkan pemanasan global. Semen butuh di ubah dengan material yg lebih ramah area yang memiliki keahlian semacam semen (Andri nanda pratama, 2016).

Beton merupak bahan salah satu kontruksi yang sangat universal di pakai buat bangunan Gedung, jalur, jembatan, serta lain- lain. Beton salah satu ialah kesatuan homogen. Beton bisa digunakan dengan metode menggabungkan agregat Halus(pasir), agregat kasar (kerikil), ataupun bahan bonus semacam abu terbang (*fly Ash*) serta Air, dengan semen hidrolik maupun semen Portland. Kombinasi tesebut hendak dapat membeku semacam batuan. Peristiwa ini terjalin sebab bahan kimia antara semen serta air di satukan. Beton yang suda mengerasa bisa pula di katakana selaku batuan tiruan, Dengan rongga- rongga yang besar (agregat halus maupun batu rusak), Serta dapat dikasih batuan kecil (agregat halus ataupun pasir), serta pori- pori wajib di gabungkan semen serta air (Prastyo, 2017).

Beton merupakan bahan dari penyusun yg terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cemen*), agregat kasar, agregat halus, air serta bahan tambah (*fly ash*). Untuk mengetahui serta meneliti elemen gabungan (bahan penyusun beton), kita memerlukan pengetahuan tiap- tiap komponen. Dalam usaha menguasai bahan penyusun kombinasi beton selaku dasar perencanaan beton. Agregat halus serta air dengan maupun tanpa kombinasi bahan berbentuk masa padat (SK. SNI T- 15- 19990- 03: 1). Dengan memandang besarnya volume yang dipakai bahan beton dalam industri konstruksi, paling utama yang di pakai pada pembangunan rumah, pabrik, transportasi, ataupun perkantoran serta fasilitas peralatan lainnya, pasti terdapat alasan kenapa konsumen menjatuhkan opsi kepada bahan ini selaku alternatif akhir apabila kita bandingkan dengan bangunan lainnya (Soumokil, 2015).

Beton diperoleh dengan metode mengombinasikan semen Portland, air, agregat, serta bahan kombinasi (*fly ash*). Pada perbandingan tertentu, Beton yang telah keras dapat di anggap selaku batu tiruan, yang mempunyai rongga- rongga diantaranya semacam butiran yang besar (agregat kasar, krikil ataupun pecahan batu) diisi oleh butiran yang lebih kecil semacam (agregat halus, pasir), Serta pori- pori antara agregat halus ini dapat di isi semen serta air (Yanuar, 2014).

Beton selaku sekumpulan interaksi mekanis serta kimiawi dari material pembuatan. Beton ialah guna penataan yg terdiri dari bahan semen Portland (Komputer) ataupun semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar serta air, dengan ataupun tanpa bahan bonus (*admixture* ataupun *additive*). Dalam proses pembuatan beton sangat dipengaruhi komposisi faktor pembuatan, penerapan serta

pemadatan, pemeliharaan sepanjang pengeringan, sehingga dihasilkan beton yang cocok rencana. Bahan pembuat beton

mayoritas mengenakan bahan local, kecuali Semen Portland serta bahan-bahan kimia. Nilai kuat tekan serta kuat tarik tidak sebanding lurus, dimana kuat tekan beton sangat besar di bandingkan kuat tarik yang mempunyai perbedaan 2-3% dari kuat tekanya tersebut, sehingga dalam perencanaan beton harus sepenuhnya diperhitungkan kuat tekanya (Mulyono, T 2005).

Beton material yang telah banyak digunakan selaku bahan kontruksi, secara universal beton terdiri dari 2 bagian utama. Bagian awal merupakan bahan matrik yang gunanya buat mengikat antar material (adhesive), tidak hanya selaku ppenyikat bahan matrks pula membagikan sumbangan kekuatan, apabila bahan yang dipakai bahan ini tidak muncul pada beton hingga beton tersebut tidak dapat mempunyai kekuatan sama sekali. Bagian yang kedua merupakan bahan inklusi yang dapat di sumbangkan sebagian besar kekuatan dari beton tersebut itu sendiri. Inklusi merupatakn agregat yg dapat terdiri dari matrial anorganik yang berbentuk mineral natural semacam krikil/ batu serta pasir. Terdapat sebagian jenis beton yang diketahui, beton semen merupakan beton yang terdiri dari pasta semen yang sebagian besar matriks serta agregat selaku inklusi. Beton semen sangat kokoh serta dapat menahan style tekan tetapi lemanya apabila diberikan style tarik. Dalam perihal semacam ini hendak mempengaruhi besar pada sifat- sifatnya, seperti kuat tarik, kokoh tekan, temperatur ikat, workabilitas, modulus elastisitas serta lainnya (Mulyono, T 2005).

- 1.

2. 2. 2. Beton Struktur

Beton wajar ialah bahan yang lumayan berat Dengan berat sendiri dapat menggapai 2400kg/ cm³. Buat kurangi beban mati sesuatu struktur beton makan banyak dipakai tipe beton ringan. Bagi Standar Nasional Indonesia 03- 2847 tahun 2002, beton digolongkan selaku tipe beton ringan yang memiliki berat kurang dari 1900 kilogram per m kubik. Beton ringan pula memiliki keunggulan dalam beratnya sendiri. Berat sendiri jauh lebih ringan dari pada beton biasa. Namun memiliki berat yang lebih ringan pula hingga kokoh tekan dari beton ringan jauh lebih kecil di bandingkan beton biasa.

2.2.3. Beton Non Stuktur

Beton non structural merupakan beton yang tidak bisa menerima beban structural. dan sehigga fungsinya hanya bisa sebagai penguat biasa, dan biasanya juga tidak bisa menerima beban vertika yang terlalu berat. Beton ini juga biasanya berkomposisi sebagai kolom praktis, balok,lintel,balok kanopy dan lainnya.

1. Beton K-200

Inisial dari Huruf “K” dari K 200 standar adalah dari kata “Karakteristik/Kualitas” dan angkat “200” itu menunjukkan kemampuan beton menahan beban sebesar 200 kg per meter persegi (m²). Dan biasanya kuat tekanya di peroleh dari beton yang berumur 28 hari atau istilah beton yang suda kering dari setting *Ready Mix* Beton K 200. Dan istilah kata “standar” menunjukkan jenis truk mixer yang dipakai dengan kapasitas 7m³. Ada dua tipe campuran *Ready Mix* Beton K 200 yaitu: campuran *Fly Ash* dan *Non Fly Ash* adalah bahan campuran yang bisa menjadikan lebih padat, tidak keropos dan tidak mudah retak.

2.2.4. Kelebihan dan Kekurangan Beton

1. Kelebihan Beton

Kelebihan Beton Menurut: (Soumokit,2015)

- a. Ketersediaan (*availability*) material dasar.
- b. Mudah untuk digunakan (*versatility*)
- c. Kemampuan beradaptasi (*adaptability*) atau mudah dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi.
- d. Mampu menahan beban berat.
- e. Tahan terhadap temperature tinggi
- f. Biaya pemeliharaan lebih murah.

2. Kekurangan beton

Kekurangan Beton Menurut: (Soumokit,2015)

- a. Berat sendiri yang besara, sekitar 2.400kg/m³.
- b. Kuat tarinknya renda meskipun kekuatan tekananya besar.
- c. Beton cenderung rentak karena Semenya hidraulis.
- d. Kualitasnya tergantung cara pelaksanaan dilapangan
- e. Struktur beton sangat sulit dipindahkan. Pemakaian kembali atau atur ulang sangat sulit.

2.2.5 Fly Ash

2.2.5.1. Pengertian Fly Ash

Fly Ash merupakan material yang mempunyai dimensi yang sangat halus serta bercorak keabu- abuan, serta diperoleh dari hasil pembakaran batubara (wardani, 2008). Pada pembakaran batubara dalam PLTU, ada limbah padat yaitu abu

terbang (*fly ash*). Partikel abu yang terbawa dengan gas buang diucap *fly ash*. Di Indonesia, penciptaan limbah abu terbang dari tahun ke tahun terus menjadi bertambah, dengan pemakaian konsumsi pemakaian batu bara selaku bahan baku diindustri PLTU (Harijono D, 2006, dalam Irwanto, 2010).

Bagi (Acosta, 2009) Abu terbang ialah limbah padat yang dihasilkan dari proses pembakaran di dalam furnace PLTU yang setelah itu terbawa keluar oleh sisa pembakaran, dan ditangkap dengan memakai elektrostatis precipitator. *Fly ash* ialah residu mineral yang butirannya halus serta di hasilkan dari pembakaran batubara yang dihaluskan pada sesuatu pusat pembangkit listrik. *Fly ash* ialah dari bahan inorganic yang didalamnya batu bara yang sudah hadapi fusi sepanjang pembakaran. Bahan ini meadat terletak di dalam gas- gas buangan serta dikumpulkan memakai presipitator elektrostatis. Sebab partikel ini memadat sepanjang tersuspensi didalam gas buangnya, hingga partikel fly ash biasanya berupa bundar. Partikel fly ash yang terkumpul pada presipitator elektrostatis serta umumnya memiliki dimensi (0. 074– 0. 005 milimeter). Bahan ini ialah silicon dioksida (SiO_2), alumunium oksida (Al_2O_3) serta besi oksida (Fe_2O_3).



Gambar 1. *Fly ash* (Wardani,2008)

Sumber: penelitian 2021

Saat ini umumnya *fly ash* digunakan dalam pabrik semen sebagai salah satu bahan campuran pembuatan beton. Selain itu abu terbang memiliki kegunaan yang beragam:

1. Penyusunan beton untuk jalan dan bendungan
2. Penimbun lahan bekas pertambangan
3. Irecovery magnetit, *cenosphere*, dan karbon
4. Bahan baku keramik, gelas, batu bara dan refraktori
5. Bahan penggosok (*polisher*)
6. Filler aspal, plastik, dan kertas
7. Pengganti dan bahan baku semen
8. Konversi menjadi zeolit dan adsorben

Konversi abu terbang menjadikan zeolite dan adsorben yang merupakan contoh dari pemanfaatan efektif dari abu terbang tersebut. Dan keuntungan adsorben berbahan baku *fly ash* adalah biayanya menjadi murah. Selain itu, adsorben ini dapat digunakan menjadi pengolahan limbah gas maupun limbah cair (Marinda p, 2008).

Abu terbang batu bara umumnya dibuang di *landfill* atau ditumpuk begitu saja di dalam area industry. Penumpukan abu terbang batu bara ini menimbulkan begitu banyak masalah bagi lingkungan. Hal ini yang bisa menimbulkan masalah pada lingkungan dan kesehatan, karena *fly ash* hasil dari tempat pembakaran batubara dibuang sebagai timbunan. *Fly ash* ini terdapa dalam jumlah yang begitu banyak dan besar, sehingga memerlukan pengolahan agak tidak menimbulkan

masalah pada lingkungan, seperti pencemaran udara, atau perairan, dan penurunan kualitas ekosistem.

Salah satu penanganan lingkungan yang bisa diterapkan adalah memanfaatkan limbah *fly ash* untuk adsorbs udara pembakaran dalam kendaraan bermotor belum bisa di manfaatkan secara optimal, karena menurut PP. No. 85 tahun 1999 tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), *fly ash* dikategorikan sebagai limbah B3 karena terdapat kandungan oksida logam yang bisa mencemari lingkungan. Yang dimaksud dengan bahan berbahaya dan beracun (B3) adalah sisa dari usaha dan kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang sifat atau konsentrasinya dan atau juga jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan merusak lingkungan hidup, dan kesehatan manusia.

Pasal 2 peraturan pemerintah Republik Indonesia No 18 tahun 1999 tentang pengelolaan limbah berbahaya dan beracun menyebutkan bahwa pengelolaan limbah B3 bertujuan untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran secara terus menerus, yang bisa mengakibatkan kesehatan lingkungan sekitar.

Berdasarkan kondisi tersebut di atas, untuk mengetahui tujuan melihat lebih jauh pengaruh pemanfaatan abu batu tersebut untuk kehidupan makhluk hidup dengan pendekatan secara biologi (Wardani, 2008).

2.2.5.2 Kandungan *Fly Ash*

Fly ash mengandung beberapa unsur kimia antara lain silika (SiO_2), Alumina (Al_2O_3), ferro oksida (Fe_2O_3) dan kalsium oksida (CaO), juga mengandung unsur tambahan lain seperti magnesium oksida (MgO), titanium

oksida (TiO_2), alkalin (Na_2O dan K_2O), Sulfur oksida (SO_3), Fosfor oksida (P_2O_5) dan karbon.

Faktor yang mempengaruhi sifat fisik dari kimia dan teknis dari *fly ash* adalah tipe batubara, kemudian batubara, tingkat penghancurannya, tipe pemanasannya dan operasinya, metode penyimpanan dan penimbunannya (Wardani, 2008)

Adapun komposisi kimia dan klarifikasi seperti yang terdapat pada

Tabel 1. Komposisi dan Klarifikasi *fly ash*

Komponen	Bituminus	Subbituminus	Lignit
SiO_2	20-60	40-60	15-45
Al_2O_3	5-35	20-30	20-25
Fe_2O_3	10-40	4-10	4-15
CaO	1-12	5-30	15-40
MgO	0-5	1-6	3-10
SO_3	0-4	0-2	0-10
Na_2O	0-4	0-2	0-6
K_2O	0-3	0-4	0-4

Sumber: Wardani, 2008

Pembakaran batubara lignit dan subbituminus menghasilkan *fly ash* dengan kalsium dan magnesium oksida yang lebih banyak daripada bituminous, namun memiliki kandungan silika, alumina, dan karbon yang lebih sedikit daripada bituminous. *Fly ash* terdiri dari butiran halus yang umumnya berbentuk bola atau berongga. Dan ukurannya memiliki ukuran 0,075 mm. Kerapatan *fly ash*

sekitar 2100-3000 kg/m³ dan luas areanya antara 170 – 1000 m²/kg (Marinda P,2008).

2.2.5.3 Proses Pembentukan *fly ash* (Abu Terbang)

Sistem pembakaran umumnya terbagi menjadi 2 yakni system unggun terfluidakan (*fluidized bed system*) dan unggun tetan (*fixed bed system* atau *grate system*). Dan disamping itu juga terdapat 3 system yakni *spouted bed sytem* atau yang biasanya dikenal dengan unggun pancar. *Fluidized bed system* adalah system dimana udara ditiup dari bawah menggunakan? Sehingga benda pada di atasnya menjadi mirip seperti fluida. Teknik fluidasi dalam pembakaran batu bara adalah Teknik yang efisien dalam menghasilkan energi. Pemanasan biasanya juga dilakukan dengan minyak bakar. Setelah suhu temperature mencapai (300°C) terus diumpankanlah batu bara. Abu tersebut disebut dengan *fly ash*. (Dacosta, 2009).

Komposisi *fly ash* yang terbentuk dalam perbandingan berat adalah (80-90%) berbanding (10-20%). *Fixed bed system* atau *Grate system* adalah Teknik pembakaran dimana batubara berada di atas *conveyor* yang berjalan atau *grate*. System ini kurang efisien karena batubara yang sudah terbakar kurang sempurna atau dengan kata lain masih ada karbon yang tersisa. Komposisi *fly ash* dan *bottom ash* yang terbentuk dalam perbandingan berat antara lain adalah: (15-25%) berbanding (75-85%) (Koesnadi, 2008).

2.2.5.4. Kemampuan Fly Ash

Fly Ash batubara memiliki kemampuan dapat menyerap air dan beberapa unsur lainnya sehingga dapat meningkatkan kualitas adsorbs dengan sangat baik (geology.com.cn, dala Rilham, 2012). Selain itu *fly ash* batubara dapat juga

digunakan sebagai adsorben berbagai macam zat polutan seperti Sox, CO, dan partikulat debu termasuk juga timbal (Pb). *Fly Ash* batu bara dapat juga digunakan untuk bahan cetakan pada industri pengecoran logam, karena memiliki ukuran butir jauh lebih kecil dibandingkan pasir, sehingga saat digunakan cetakan akan menghasilkan permukaan yang halus dan kuat (Prahasto Dan Sugiyanto,2007).

2.2.5.5 Manfaat Dan Kekurangan Fly ash

1. Manfaat Fly ash

Fly Ash dapat dijadikan pengganti semen Portland yang hemat biaya. *Fly ash* juga dikenal sebagai bahan yang sangat ramah lingkungan karena merupakan produk yang sampingan dan memiliki energi yang rendah. Ukuran beberapa banyak energi yang dikonsumsi dalam memproduksi dan bisa mengirimkan bahan bangunan. Sebaliknya, semen Portland memiliki energi yang kandungannya sangat tinggi karena produksinya bisa membutuhkan banyak pemanasan. Abu terbang juga membutuhkan lebih sedikit air daripada semen Portland dan mudah digunakan di cuaca dingin. Manfaat lain menurut (Blogger,2019):

- A. Menghasilkan berbagai waktu yang diterapkan
- B. Tahan terhadap cuaca yang dingin
- C. Keuntungan kekuatannya tinggi, tergantung pada penggunaannya
- D. Dapat digunakan sebagai campuran
- E. Dianggap sebagai bahan yang tidak bisa menyusut
- F. Menghasilkan beton yang sangat padat dan permukaan juga halus dan detail tajam
- G. Kemampuan kerja yang sangat bagus

- H. Mengurangi masalah pada keretakan
- I. Mengurangi terhadap panas hidrasi
- J. Mengurangi emisi CO₂

2. Kekurangan *Fly Ash*

Pembangunan kecil dan kontraktor perumahan mungkin juga tidak terbiasa menggunakan produk *fly ash*, yang dapat memiliki sifat yang sangat berbeda tergantung di mana dan bagaimana produk itu diperoleh. Dan selain itu juga aplikasi *fly ash* dapat menghadapi resistensi dari pembangunan tradisional karena cenderung berkembang seiring dengan kekhawatiran tentang kinerja pembekuan pencairan. Kekhawatiran lain juga tentang penggunaan *fly ash* dalam beton menurut (Blogger,2019):

- A. Penguatan kekuatannya lebih lambat
- B. Keterbatasan musim
- C. Meningkatkan kebutuhan untuk campuran udara- entraining
- D. Peningkatan persediaan garam yang bisa dihasilkan oleh proporsi abu terbang yang sangat tinggi.

2.3. Bahan Susun Beton

2.3.1. Semen

Semen merupakan bahan perekat yang jika dicampurkan dengan air maupun bahan tambahan seperti (*fly ash*) mampu untuk mengikat bahan-bahan padat seperti pasir dan batu menjadi satu. Sifat pengikat semen ditentukan oleh susunan kimia yang ada pada kandungannya. Adapun bahan utama yang dikandung pada semen

adalah kapur (CaO), silikat (SiO₂), alumina (Al₂O₃), ferro oksida (Fe₂O₃), magnesit (MgO), serta oksida lain pada jumlah yang kecil (Lea and Desch, 1940).

Semen portland adalah bahan yang paling banyak dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150, 1985, Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang bisa dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu maupun lebih kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama dengan bahan utamanya. Semen Portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII 0013-1981 atau Standar uji bahan bangunan Indonesia 1986, Dan harus memenuhi syarat yang diterapkan dalam standar tersebut (Wardoyo, Dkk, 2015).

Semen Portland adalah jenis semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat kalsium yang mempunyai sifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu. Fungsi dari semen yaitu untuk merekatkan butir agregat menjadi suatu masa yang kompak setelah bercampur dengan air, Volume semen kira-kira sebanyak 10% dari volume beton. Karena semen merupakan perekat aktif, maka harga semen yang paling mahal dalam pembuatan beton (Sujoko, Tanpa Tahun).

Semen merupakan hasil dari industry yang sangat kompleks dengan campurannya serta susunanya yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua yaitu semen non hidrolis dengan semen hidrolis. Semen non hidrolis ialah semen yang tidak bisa mengikat dan mengeras dengan air, tetapi dapat mengeras menggunakan udara. Contoh dari semen non hidrolis yaitu kapur, sedangkan semen hidrolis adalah semen yang dapat mengikat dan mengeras dengan campuran

air. Contoh semen hidrolik adalah kapur hidrolik, semen *pozzolan*, semen terak, semen alam, semen Portland, semen Portland *pozzolan*, semen Portland terak tanur tinggi, semen alumina dan semen ekspansif. Semen Portland adalah terdiri sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang mengandung kalsium silika hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambah yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya (Pratama, Dkk, tanpa tahun)

Fungsi utama semen ialah sebagai perekat. Bahan-bahan semen terdiri dari batu kapur (*gamping*) yang mengandung senyawa: Kalsium Oksida (CaO), Lempung tanah liat (*clay*) adalah bahan yang dari alam yang mengandung bahan senyawa: Silika Oksida (SiO_2), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3) dan Magnesium Oksida (MgO). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk klinker. Klinker kemudian dihancurkan dan ditambahi dengan gips (Yanuar, 2014).

Semen adalah material pengikat yang sering digunakan pada pembuatan beton konstruksi secara umum adalah semen. Namun sering juga ditambahkan dengan penggunaan material pengikat lain selain semen, Semen merupakan istilah yang sering digunakan untuk menggambarkan campuran bahan organik dan anorganik yang menyusun menjadi satu. Secara umum semen adalah material yang mempunyai sifat adhesif dan kohesif yang dapat mengikat butiran mineral menjadi satu kesatuan yang kompak. Dalam pengertian semen juga dikenal merupakan *Hydraulic Cement* atau Semen Hidrolik. Karena mempunyai reaksi dengan air dan bisa mengeras dalam kondisi tanpa udara. Kemampuan mengeras

dalam kondisi tanpa udara membedakannya dengan semen lainnya yang dapat bereaksi dengan air akan tetapi prosesnya tergantung pada karbon dioksida untuk mendapatkan peningkatan tegangan dalam proses pengerasannya (Afrizal, 2010).

1. Fungsi Jenis Semen

Jenis dan fungsi semen ada 2 yaitu:

a. Semen Hidrolik

Semen Hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeraskan di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik.

b. Semen Non Hidrolik

Semen non-hidrolik adalah semen yang tidak bisa mengikat atau mengeras didalam air, tetapi dapat mengeras diudara. Contoh dari semen non-hidrolik adalah kapur.

2. Tipe dan Jenis Semen

a. Sifat Semen

- Kehalusan butir (*fineness*); kehalusan butiran mempengaruhi proses hidrasi. Waktu pengikatan (*setting time*) menjadi semakin lama bila butiran semen lebih kasar. Semakin halus biran semen, prosesnya akan semakin cepat, sehingga kekuatan awal tinggi dan kekuatan akhir akan berkurang. Kehalusan butiran semen yang tinggi akan dapat mengurangi terjadinya *blending* atau kenaikan air kepermukaan, tetapi semen juga cenderung terjadinya penyusutan yang besar dan bisa mudah retak susut pada beton.
- Kepadatan (*density*): Berat jenis semen harus di syaratkan oleh ASTM adalah 3,15 Mg/m³. Berat jenis semen yang diproduksi sekitan antara 3,05

Mg/m³. Varian ini dapat mempengaruhi proporsi campuran semen dalam campuran tersebut.

- Waktu pengikatan: Waktu yang dibutuhkan untuk semen mengeras mulai dari semen bereaksi dengan air sampai pasta semen mengeras dan cukup kaku untuk menahan tekanan.
- Kekuatan semen: kuat tekan semen sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton. Kuat tekan beton ini merupakan gambaran yang di lihat dari kualitas semen itu.
- Pengikatan awal palsu: pengikatan awal semen hanya terjadi dengan kurung waktu selama kurang dari 60 menit, dimana setelah itu semen yang dicampur dengan air segera nampak menjadi kaku/ mengeras. Pengikatan ini hanya bersifat mengacau saja dan tidak mempengaruhi sifat semen yang lainnya.
- Panas Hidrasi: panas yang akan terjadi pada semen saat semen bereaksi dengan air, dan dinyatakan dalam kalori/gram. Panas hidrasi bervariasi mulai dari 37 kalori/gram pada temperature 5°C Hingga 80 kalori/gram pada temperature 40°C.

3. Jenis – jenis Semen

- Semen type 1, semen yang penggunaannya tidak secara khusus (pemakaian secara umum). Biasanya juga digunakan pada bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
- Semen type 2, mengandung kadar C₃A < 8%. Semen yang digunakan dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi

sedang. Semen ini hanya untuk digunakan pada bangunan dan konstruksi beton yang selalu berhubungan dengan air kotor, air tanah atau pondasi yang tertanam didalam tanah yang mengandung garam sulfat dan saluran air limbah atau bangunan yang berhubungan dengan air rawa.

- Semen type 3, memiliki kadar C_3S dan C_3A yang tinggi dan butirannya digiling sampai halus sehingga dapat cepat mengalami proses hidrasi. Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan diawal yang tinggi dalam fase peningkatan terjadi. Dan biasanya digunakan untuk bangunan didaerah bertemperatur rendah (musim dingin).
- Semen type 4, kadar C_3S maksimum 35% dan C_3A maksimum 5%. Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah. Digunakan pada pekerjaan beton Yang mempunyai volume besar (beton massa) dan massif, misalnya bendungan.
- Semen type 5, Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Dan biasanya digunakan pada bangunan yang selalu berhubungan dengan air laut, saluran limbah industry bangunan berpengaruh oleh uap kimia dan gas agresif serta untuk pondasi yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat tinggi.

4. Jenis Semen yang ada dipasaran

Meningkatkan permintaan material beton untuk digunakan sebagai elemen struktural pada berbagai konstruksi bangunan modern, sering kali tidak hanya tertuju pada tercapainya kinerja kekuatan, tetapi juga diperlukan kinerja – kinerja lain yang bisa memberikan nilai tambahan pada beton tersebut. Tercapainya kinerja

kekuatan beton yang diharapkan selalu harus dibarengi dengan tangka kemudahan pengerjaan dan pemompaan yang baik, namun dengan menggunakan jumlah air yang lebih sedikit serta memiliki keawetan dalam jangka Panjang. Beberapa diantaranya juga sekaligus membutuhkan panas hidrasi yang rendah dan penundaan waktu ikat akibat pengaruh cuaca yang sangat panas, jarak pengangkutan yang jauh, dan kondisi medan atau karena kondisi volume massa beton yang sangat besar.

Upaya untuk mencapai kinerja tersebut adalah dengan menggunakan tipe semen yang lambat mengeras atau dengan mensubstitusikan bahan tambah mineral yang bersifat pozzolonik pada semen dan bahan tambah yang dapat mereduksi penggunaan air (*water reducing*) namun memperbaiki *workability* campuran dan sekaligus dapat menunda waktu pengikatan (*retarding*) juga sering menjadi alternative. Beberapa tipe semen yang ada dipasaran, antara lain:

- Portland Pozoland Cement (PPC)
- Portland Composit Cement (PCC)
- Ordinaty Portland Cement (OPC)

Namun pada penelitian kali ini, Semen yang digunakan yaitu *Portland Composit Cement (PCC)*. Semen Portland kompasit adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan Bersama terak semen Portland dan gips dengan satu atau lebih bahan organik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen Portland dengan bubuk bahan anorganik lainnya. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozzolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahanya anorganik 6% - 35% dari massa semen Portland komposit tersebut.

Semen Portland komposit dapat juga digunakan untuk konstruksi umum seperti : pekerjaan beton, pemasangan bata, selokan jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khususnya seperti beton pracetak, panel beton, balok beton, (*paving block*) dan sebagainya.

Semen Portland komposit ini memiliki persyaratan mengenai sifat kimia dan fisiknya, adapun syarat kimia untuk semen Portland komposit adalah mempunyai kandungan SO_3 maksimum 4.0% (Bilqis, 2012).

5. Klasifikasi semen portland:

Berdasarkan tujuan pemakaiannya semen portland dapat diklasifikasikan menjadi:

- Semen portland tipe I, yaitu semen yang dapat digunakan secara umum tanpa ada persyaratan khusus lainnya.
- Semen portland tipe II, yaitu semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap senyawa sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
- Semen portland tipe III, yaitu semen yang pada penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi.
- Semen portland tipe IV, yaitu semen yang pada penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang lebih rendah.
- Semen portland tipe V, yaitu semen yang pada penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat yang tinggi.

2.3.2. Agregat

1. Pengertian Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir batu yang pecah, kerikil, pasir, maupun mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No: 1737 1989-F). Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidrolis atau adukan.

Agregat adalah merupakan bahan tambahan atau pengisi yang tidak ikut aktif didalam pengikat campuran beton. Ukuran maksimum yang lebih kecil pada umumnya itu akan memberikan kekuatan yang lebih besar kepada beton. Hal ini karena proses pemecahan, agregat akan sangat cenderung pecah melalui daerah yang lebih lemah, sehingga pengurangan ukuran maksimum agregat berarti memperkecil daerah yang lemah pada agregat (Wardoyo, Dkk, 2015).

Agregat adalah butiran mineral alami yang fungsinya sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini bisa menempati sebanyak 70% volume beton. Walaupun namanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton (Yakin, 2011).

Agregat adalah butiran mineral yang fungsinya adalah sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat menempati 70% volume beton. Dari ukuran butiran agregat kasar dan ukuran butiran kecil atau disebut agregat halus (Tjokrodimulyo, 2007). Agregat harus dari kotoran yang terlihat oleh mata. Kandungan kadar lumpur pada agregat kasar tidak boleh lebih dari 1%. Pada agregat harus mempunyai

kandungan lumpur berlebih dari syarat yang ada, maka agregat harus dicuci terlebih dahulu sebelum dipakai. Pemilihan agregat yang digunakan yaitu agregat yang keadaanya jenuh kering muka (Pratama, dkk, Tanpa Tahun).

2. Jenis Agregat

a. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah bahan campuran beton yang dapat berupa kerikil maupun batu pecah. Kerikil merupakan bayuan alami yang biasanya mempunyai permukaan agak licin. Sedangkan batu pecah (kricak) didapatkan dari memecahkan batu-batu baik dengan manual maupun dengan mesin pemecah batu. Dan hasil pemecahan ini dapat mempunyai permukaan yang kasar dan tajam. Hal ini menimbulkan gesekan yang besar dan memerlukan mobilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kerikil memerlukan proses pembuatan beton. Namun dalam hal ini kricak justru menjamin ikatan yang lebih kokoh dengan pasta semen (Hartono, 2013).

Agregat kasar adalah agregat yang memiliki ukuran butiran kecil yang besarnya dari 5.0mm. Batu pecah merupakan hasil dari pengolahan batu dengan stoner crusher. Butiran yang dihasilkan berbentuk tajam sehingga dapat memperkuat beton. Batu pecah ini paling sering digunakan untuk pekerjaan struktural. Ukuran yang dikenal dalam pekerjaan beton adalah sekitar 10/20 dan 20/30 (Soumokil, 2015)

Sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat. Untuk berbagai mutu beton maka agregat kasar harus memenuhi beberapa syarat sebagai berikut :

- Modulus halus butiran 6.0 sampai 7.1.

- Kadar lumpur atau bagaian yang lebih kecil dari 70 micron (0.074 mm).
- Kadar bagaian yang lemah untuk di uji dengan goresan batang tembaga, maksimum 5%.
- Kekalan jika diuji dengan Na_2SO_4 bagaian yang hancur maksimum 12% dan jika dipakai MgSO_4 bagaian yang hancur maksimum 18%.
- Tidak mengandung butiran yang Panjang dan pipih lebih dari 20%.
- Kekerasan agregat harus memenuhi syarat.

Agregat kasar adalah agregat dengan besaran butiran dari 5mm atau agregat yang semuabutirannya dapat tertanam di ayakan 4,75mm. Agregat kasar untuk beton bisa berupa krikil sebagai hasil disintegrasikan alami dari batu ataupun berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan manual ataupun mesin. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras, permukaan yang kasar, dan kekal agregat harus memenuhi syarat kebersihan yaitu, tidak mengandung lumpur lebih dari 1%. Dan tidak mengandung zat organik yang dapat merusak kandungan beton (Yakin, 2011).

b. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang butirannya kecil yang ukurannya maksimum 4,75 mm yang berasal dari alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pemecahan butiran dengan cara penyaringan ataupun cara lain dari bahan bantuan terak tanur tinggi (Soumoki, 2015).

Sesuai syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton maka agregat halus harus memenuhi syarat menurut SNI .0052 sebagai berikut :

- Modulus halus butiran 1.5 sampai 3.8.

- Kadar lumpur bagaian yang lebih kecil dari 70micron (0.074 mm) maksimum 5%.
- Kadar zat organic yang mengandung dengan campuran agregat halus dengan larutan natrum sulfat (NaSO_4) 3%. Jika dibandingkan dengan warna standar/perbandingan tidak lebih tua dari pada warna standarnya.
- Kekerasan butiran jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir perbandingannya yang berasal dari pasir kuarsa bangka yang memberikan angka tidak lebih dari 2.20.
- Kekekalan (jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10% dan jika memakai magnesium sulfat, maksimum 15%).

Agregat halus adalah semua butiran lolos saringan 4,75 mm. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami, hasil pecahan dari batuan secara alami. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, serta tidak mengandung zat organic yang bisa merusak beton (Yakin, 2011).

2.3.3. Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton yang paling murah. Dan fungsi air dalam pembuatan beton adalah untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butiran agregat. Untuk membuat semen bereaksi membutuhkan air sekitar 25-30% dari berat semen. Tetapi pada kenyataanya di lapangan apabila factor air semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 maka adukanya sulit untuk dikerjakan, sehingga umumnya factor air semen lebih dari 0,40 yang mana terdapat kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen (Sutrino, Dkk, Tanpa Tahun).

Air adalah bahan dasar dari pembuatan beton yang paling murah. Fungsi air juga dalam pembuatan beton adalah untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butiran agregat. Untuk membuat semen bereaksi hanya membutuhkan air sekitar 25-30% dari berat semen. Tetapi pada kenyataannya dilapangan factor ini air semen (berat air di bagi berat semen) kurang dari 0,35% maka adukanya sulit dikerjakan, sehingga factor air semen lebih dari 0,40 yang mana bila terdapat kelebihan air pada semen yang bereaksi. Kelebihan air inilah yang berfungsi sebagai pelumas agregat, sehingga membuat adukan semakin mudah dikerjakan. Tetapi seiring dengan porous atau terdapat banyak rongga maka kekuatan beton itu akan menurun (Sujoko, Tanpa Tahun).

Air merupakan bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia, dengan semen untuk perentukan pasta semen. Air mudah digunakan untuk pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan mudah dipadatkan. Air dalam campuran beton juga bisa menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton. Namun air yang terlalu sedikit akan membuat proses hidrasi tidak akan merata. Penggunaan air harus memenuhi syarat yang telah ditentukan tidak ada mengandung lumpur (Yuanda, 2011).

Proporsi air yang lebih sedikit pada beton akan memberikan kekuatan yang tinggi pada beton, namun sebaliknya kadar air yang lebih berlebihan akan mengurangi kekuatan beton. Namun Faktor ini kadar air akan sangat berpengaruh dalam pekerjaan beton. Semakin encer beton akan semakin sukar dikerjakan. Sifat ini digambarkan oleh workabilitas. Proporsi air dinyatakan dalam rasio air semen

(*water cement rasio*), yaitu angka dinyatakan perbandingan antara berat air (kg) dibagi berat semen (kg) dalam campuran pembuatan beton. Kualitas air yang digunakan juga harus baik, yaitu terlepas dari kadmium yang tinggi, dan material organik yang dapat merusak kandungan beton seperti alkali. Dalam beton air sangat berfungsi sebagai campuran untuk membuat bahan pengikat, yaitu melalui reaksi dengan semen (Afrizal, 2010).

1. Peresapan Air Sebagai Bahan Susun Beton

Air diperlukan dalam pekerjaan pembuatan beton agar menjadi reaksi kimia dengan semen untuk membasahi agregat dan menjadi pelumas campuran agar mudah dikerjakan. Air yang berlebihan juga akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah dalam proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan membuat proses hidrasi tidak seluruhnya akan selesai. Oleh karena itu persyaratan air sebagai bahan bangunan harus sesuai dengan syarat sebagai: (Bilqis, 2012).

- A. Air harus bersih
- B. Tidak mengandung lumpur, minyak, benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
- C. Tidak mengandung benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
- D. Tidak mengandung garam yang dapat larut dan bisa merusak beton (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- E. Bila air meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi sesuai mutunya menurut pemakaian.

2. Fungsi Guna Air Sebagai Bahan Susun Beton

Fungsi air didalam adukan beton adalah untuk memicunya proses kimiawi semen sebagai bahan perekat dan sebagai pelumas agregat agar mudah dikerjakan.

Kualitas air yang digunakan untuk mencampur adukan beton sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Air yang mengandung zat kimia berbahaya, mengandung garam, minyak, dll akan menyebabkan kekuatan beton itu menurun.

2.4 Pengertian 3 Jenis Semen

2.4.1 Semen Gresik

PT. Semen Gresik (Persero) Tbk adalah pabrik semen terbesar di Indonesia. Saat ini kapasitas terpasang Semen Gresik Group (SGG) sebesar 16,692 Juta Tton semen per tahunnya, dan menguasai sekitar 46% pangsa pasar semen domestik. PT. Semen Gresik (Persero) Tbk memiliki anak perusahaan PT. Semen Padang Persero dan PT. Semen Tonasa (persero). Semen Gresik Group (SGG) mampu memasok kebutuhan semen diseluruh tanah air yang didukung oleh ribuan distributor, sub distributor dan toko-toko.

Semen Gresik memiliki 3 pabrik dengan kapasitas 8,2 juta ton semen pertahunnya yang berlokasi di Tuban Jawa Timur. Semen Gresik Memiliki 2 pelabuhan Yaitu: Pelabuhan khusus Semen Gresik di Tuban Dan Gresik.

Perseroan ini memproduksi berbagai jenis semen. Semen utama yang di produksi adalah semen Portland tipe 1 (OPC). Disamping itu juga memproduksi berbagai tipe dan semen campuran (mixer cement), untuk penggunaan yang terbatas dan dalam jumlah yang lebih dari kecil dari pada (OPC) (<https://ptsemengresik.wordpress.com/2007/12/17/profile-pt-semen-gresik-persero-tbk-2/>).

2.4.2. Semen Bima

PT. Sinar Tambang Arthalestari (PT. STAR) adalah pemilik dan produsen Semen bima. Pabrik Semen Bima yang dibangun diatas lahan seluas 43 Hektar, dimana pellet akan batu pertama (ground breaking) dilakukan oleh Gubernur Jawa Tengah H. Bibit Waluyo yang didampingi oleh Bupati Banyumas Madjoko yang berlokasi di Desa Tipar Kidul Kecamatan Ajibarang, Banyumas pada tanggal 8 Oktober 2012, berkomitmen untuk memenuhi kebutuhan semen secara merata (sumber <http://www.semenbima.com/history>)

Jenis dari semen bima adalah semen Portland pozzolan (PPC) adalah bahan pengikat hidrolis yang dibuat dengan menggiling terak,*gypsum* dan bahan *pozzolan*. Digunakan untuk pembangunan umum dan bangunan yang memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang, seperti : jembatan,jalan raya.perumahan, dermaga, beton massa, bendungan, bangunan irigrasi dan pondasi pelat penuh. Dipasaran semen bima yang ukuran kemasanya 40kg dijual dengan harga Rp. 47.000.00 – Rp. 50.000.00 Berikut adalah gambar dari semen bima

2.4.3 Semen Tiga Roda

Semen tiga Roda merupakan produk semen yang diproduksi oleh PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk (“Indocement”) Dengan mengedepankan Rodadi produksi guna memenuhi kebutuhan pembangunan di dalam dan luar negeri. Produksi Semen Tiga Roda bermula sejak Indocement mengoperasikan pabrik pertamanya secara resmi pada Agustus 1975. Perseroan atas nama Indocement secara resmi didirikan pada tanggal 16 Januari 1985, melalui penggabungan enam perusahaan semen yang pada saat itu memiliki delapan pabrik.

Seiring berjalanya pembangunan dan bertambahnya kebutuhan semen, Indocement terus menambah jumlah pabriknya hingga dua belas pabrik pada tanggal 22 Februari 2013, Perseroan telah memulai perluasan Komplek pabrik Citeureup dengan penambahan ini produksi yang disebut pabrik ke-14nya. Dengan penambahan pabrik yang ke-14 maka jumlah pabrik Indocement saat ini adalah 13 pabrik. Sebagian besar pabrik berada di Pulau Jawa, 10 diantaranya berlokasi di Citeureup, Bogor, Jawa Barat yang menjadi salah satu kompleks pabrik semen terintegrasi ter besar di Dunia. Sementara dua pabrik lainnya ada di palimanan, Cirebon, Jawa Barat dan satu lagi di Tarjun, Kotabaru, Kalimantan selatan. Dengan Merk dagang “Tiga Roda”, Indocement menjual 18,7 juta ton semen di tahun 2014, yang menjadikannya perusahaan entitas tunggal penjual semen terbanyak di Indonesia. Produk semen Perseroan adalah *Portland Composite Cement* (PCC), *Portland Cement* (PC tipe I, II, Dan V), *Oil Well Cement* (OWC), Semen Putih, dan TR-30 Acian Putih, Melalui inovasinya, Indocemen menjadi satu-satunya produsen Semen Putih di Indonesia (sumber <http://www.sementigaroda.com>).

2.5 Penelitian Terdahulu

Rio Rahma Dhana (2019), melakukan penelitian “Analisis pengaruh pemakaian material kerikil gunung kecamatan mantup dan serat alami eceng gondok terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton” Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dimana kerikil dari Mantup menggantikan kerikil biasa dan penambahan serat eceng gondok dihitung dari proporsinya berat semen yang digunakan. Dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder maka dibuatlah 3 benda uji untuk masing-masing benda persentase sampel serat eceng gondok,

sehingga hasil kuat tekan beton dihasilkan yang didapat nanti bisa dibandingkan dengan hasil. Berdasarkan uji kuat tekan beton, nilai kuat tekan umur 7 hari yang kemudian dikorelasikan dengan umur 28 hari yaitu 0% (9,30 Mpa), 4% (6,61 Mpa), 6% (5,66 Mpa), dan 8% (3,77 Mpa).

Rio Rahma Dhana (2019), melakukan penelitian “alternatif penggunaan serateceng gondok (*eichhornia crossifesa*) sebagai bahan tambah padacampuran beton ditinjau terhadap kuat tekannya” penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis penambahan serat eceng gondok sebagai bahan campuran pada beton. Metode analisis data dimulai dengan penyelidikan material semen, agregat halus, agregat kasar, dan material eceng gondok. Beton ditambahkan serat eceng gondok dengan variasi penambahan 0%, 1%, 3% dan 5%. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan ukuran \varnothing 15 cm x 30 cm. Desain campuran beton menggunakan metode ASTM. Proses pembuatan serat eceng gondok diawali dengan pemotongan eceng gondok sebanyak 3-5 cm, kemudian digiling menjadi serat. Langkah selanjutnya adalah mengeringkan di bawah sinar matahari kemudian ke oven pada suhu 150°C. Dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan diperoleh hasil bahwa terjadi penurunan kekuatan pada variasi penambahan eceng gondok 1% dan 3% tetapi mengalami peningkatan pada variasi 5%. Diketahui bahwa korelasi kuat tekan beton pada 28 hari adalah 0% pada 86,27 Kg / cm², 1% pada 60,66 Kg / cm², 3% pada 55,27 Kg / cm² dan 5% pada 57,97 Kg / cm².

Ninik Paryati (2001), melakukan penelitian “Kuat tekan beton dengan penambahan serbuk besi dan baja” Penelitian ini menggunakan metode eksperimen

dengan benda uji berupa kubus 15cmx15cmx15cm yang ditekan pada umur 28 hari. Setiap variasi penambahan berjumlah 6 benda uji dengan perbandingan berat antara semen : agregat halus : agregat kasar adalah 1 : 3 : 5, sehingga keseluruhan benda uji berjumlah 24 buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan karakteristik beton pada variasi penambahan 0%, serbuk besi dan baja $\sigma_k = 125,4894 \text{ kg/cm}^2$, 25% serbuk besi dan baja $\sigma_k = 121,9823 \text{ kg/cm}^2$, 50% serbuk besi dan baja $\sigma_k = 118,063 \text{ kg/cm}^2$, 75% serbuk besi dan baja $\sigma_k = 80,3928 \text{ kg/cm}^2$.Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar penambahan, maka kuat tekan beton yang dicapai semakin menurun. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor, antara lain adalah adanya kesalahan pemilihan permukaan yang ditekan, adanya korosi antar butir, adanya segregasi dan timbulnya gelembung air serta proses pencampuran baha-bahan penyusun beton yang tidak sempurna.

S. A. Al-hasan, S. D. Hartantyo (2020), melakukan penelitian “Pengaruh Limbah Pabrik Gula Molase Sebagai Bahan Tambah (Admixture) Kuat Tekan Beton K-175 Dengan Menggunakan Pasir Lokal Pasir Jombang” Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah tetes tebu (molase) terhadap kuat tekan beton K175 menggunakan pasir lokal dengan metode yang digunakan yaitu metode eksperimental dan kajian teori penelitian terdahulu. Variasi persentase penambahan molase yang digunakan 0%, 0,4%, dan 0,5%, dari berat semen. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder sebanyak 12 benda uji. Pengujian kuat tekan dilaksanakan pada umur beton 7 hari. Hasil pengujian menunjukkan kuat tekan tertinggi diperoleh dengan prosentase penambahan molase

sebanyak 0.4% dengan nilai kuat tekan 18.50 Mpa dan mengalami penurunan kuat tekan pada penambahan 0.5%.

Jeri Radita Prihandani, melakukan penelitian "Pengaruh Limbah Keramik Dalam Proyek Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Pada Beton K250" Dalam penelitian ini dilakukan metode penelitian dengan memanfaatkan limbah keramik dengan analisis ayakan (sieve analysis), specific gravity dari limbah keramik dan agregat, setting time, dan slump test. Metode penelitian ini dilakukan dengan cara pengujian di Laboratorium sesuai dengan data-data dari studi pustaka menggunakan standart SNI beton. Dari hasil uji kuat tekan beton normal dengan umur 7 hari di konversikan ke 28 hari dapat nilai rata-rata dari 3 sampel sebesar 22,22 Mpa. Dari hasil uji kuat tekan beton limbah keramik dengan umur 7 hari di konversikan ke 28 hari dapat nilai rata-rata dari 3 sampel sebesar 19,15 Mpa. Jadi limbah keramik tidak memenuhi persyaratan untuk dijadikan agregat kasar pada beton.

Bagas Dwi Septianto, melakukan penelitian "Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Jati Terhadap Kuat Tekan Beton – 175. Penelitian ini menggunakan bahan tambah Serbuk Kayu Jati yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan Serbuk Kayu Jati terhadap kuat tekan beton dengan variasi persentase 5% 10% dan 15% dari berat pasir. Hasil data serbuk kayu jati pada campuran beton dengan variasi penambahan 5% (21.138 Mpa), 10% (19.63 Mpa), dan 15% (12.206 Mpa), dimana nilai kuat tekan tertinggi Mpa. didapat pada penambahan serbuk Kayu Jati 5% yaitu 21,138 Mpa, sedangkan nilai terendah didapat terdapat pada penambahan serbuk kayu jati 15% yaitu 12.206 Mpa.

Wiwit Nurul Rochmah, melakukan penelitian tentang “Pemanfaatan Abu Terbang Ampas Tebu Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton” Proses pencampuran beton normal dan campuran abu terbang ampas tebu menggunakan proses sesuai dengan standart ASTM, masukkan semua bahan pembuatan beton dalam molen termasuk bahan tambah abu terbang ampas tebu terkecuali air dikarenakan harus memasukannya dengan perlahan atau dengan tahapan presentase pembuatan Normal, 8%, 10% dan 12% tiga benda uji untuk masing-masing presentasi. Nilai kuat tekan yang diperoleh dari uji kuat tekan mutu sedang (K-175) untuk mengetahui sejauh mana pengaruh pengantian semen dengan abu terbang ampas tebu sebagai bahan tambah semen sebanyak Normal, 8%; 10% dan 12% pada setiap tiga benda uji, semua benda uji berbentuk tabung dengan diameter 30 x 15 cm dengan mutu beton yang direncanakan pada umur 7 hari, sampel di uji pada umur 7 hari 18.17 Mpa untuk rata-rata beton normal, 15.04 Mpa campuran 8%, 10.03 Mpa untuk campuran 10%, 8.62 Mpa untuk campuran 12%, data diatas menunjukkan beton campuran abu terbang ampas tebu cenderung menurun.

Miftakhul Nur Hidayat, melakukan penelitian tentang “Studi Pengaruh Penambahn Serbuk Halus Batu Bata Pada Campuran Beton” Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah serbuk batu bata merah yang dapat diasumsikan sebagai bahan pengikat dapat mengurangi penyusutan semen dan memiliki kuat tekan yang baik serta memenuhi syarat untuk campuran beton penelitian ini dirancang dengan menggunakan benda uji yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 9 benda uji benda uji yang digunakan adalah silinder beton dengan ukuran 15 x 30 cm. masing-masing campuran serbuk batu bata sebesar 0%

9%, 12% dan 15% dibuat sebanyak 3 benda uji untuk masing-masing sample metode yang disarangka adalah metode ASTM uji kuat tekan beton dilaksanakan setelah beton mencapai umur 7 hari masing-masing 0%, 9%,12% dan 15%. yaitu sebesar 17,989 mpa, 13.830 mpa , 12,447 mpa dan 18.144 mpa. tidak dari pembahasan tersebut dapat digunakan sebagai campuran beton.

Achmad Riyanto, yang berjudul Pengaruh Penambahan Serat pelepah Pisang Terhadap Kuat Tekan Beton Non-Struktural K-150. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan serat pelepah pisang sebagai bahan tambah beton non struktural serta untuk mengetahui pengaruh penambahan serat pelepah pisang terhadap kuat tekan beton non struktural dengan menggunakan metode eksperimen. Hasil dari tersebut adalah semakin banyak penambahan serat pelepah pisang maka semakin menurun kuat tekannya.

Kartisya Wulandari, melakukan penelitian tentang “Studi Pencampuran Serat Alami Enceng Gondok (*Eichhornia Crossifes*) Pada Campuran Beton Dengan Penggunaan Agregat Kasar Dari Kecamatan Mantup”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik agregat kasar Mantup dan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat alami enceng gondok dari penggunaan agregat kasar Mantup terhadap kuat tekan beton. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mix design SNI 03-2434-2000. Dari hasil konvesi ke 28 hari di dapatkan hasil kuat tekan untuk variasi 0% menghasilkan kuat tekan $94,36\text{kg/cm}^2$ untuk variasi serat 4% menghasilkan kuat tekan $40,44\text{ kg/cm}^2$, variasi serat 6% menghasilkan kuat tekan $48,53\text{ kg/cm}^2$, dan variasi serat 8% menghasilkan kuat tekan $47,18\text{ kg/cm}^2$.

Ida Bagus ral Adnyana (2010), melakukan penelitian tentang “Perbedaan kuat tekan beton menggunakan Dua jenis semen”, melihat hasil pembahasan di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut. Kualitas semen Portland tipe 1, merek semen Gresik lebih baik dari pada semen merek semen padang. Untuk komposisi campuran 1 PC: 2 Pasir : 3 Kerikil, dengan factor air semen 0,6 diperoleh kekuatan tekan beton karakteristik menggunakan semen Gresik Semen lebih besar 14% dari pada menggunakan semen merk semen padang. Untuk mencapai K 175 yang sering disyaratkan dalam pelaksanaan Konstruksi bangunan, Kedua merk semen tersebut dapat digunakan dengan komposisi volume campuran 1 PC: 2 pasir: 3 kerikil (agregat halus dan kasar ek klungkung).

Mirza Firdaus, melakukan penelitian tentang “Pemanfaatan Abu Terbang Ampas Tebu Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Lentur Beton”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan ampas tebu terhadap kuat lentur beton dengan variasi presentase 5%, 10%, dan 15% dari berat semen. Hasil data pada campuran beton dengan variasi penambahan 5% (21,138 Mpa), 10% (19,63 Mpa), dan 15% (12,206 Mpa), dimana nilai kuat lentur tertinggi didapat pada penambahan ampas tebu 5% yaitu 21,138 Mpa, sedangkan nilai terendah didapat pada penambahan ampas tebu 15% yaitu 12,206 Mpa.

Asyfa'iyah, Penelitian ini membahas tentang “Pemanfaatan Abu Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K-175”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan serta memanfaatkan limbah serbuk kayu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semua jenis kayu. Serbuk kayu harus melalui proses pembakaran

sampai menjadi abu, sebelum dicampur dalam campuran beton. Hasil dari penelitian ini adalah beton umur 28 hari pada penambahan abu serbuk kayu sebesar 0%, 5%, 7%, 10% berturut-turut adalah 19,85 Mpa, 16,54 Mpa, 15,36 Mpa, 13,23 Mpa. Penurunan nilai kuat tekan sejalan dengan peningkatan kadar serbuk kayu. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan mengalami penurunan dengan bertambahnya presentase serbuk kayu yang di tambahkan pada campuran beton.

Marthin D. J. Sumajouw (2014), Penelitian ini membahas tentang “Pengujian Kuat tekan beton mutu tinggi” Penelitian dilaksanakan untuk mendapatkan sifat karakteristik dari material pembentuk beton mutu tinggi yang nantinya komposisi (mixdesign) beton mutu tinggi. Setelah komposisi campuran beton mutu tinggi diperoleh, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap nilai kuat tekan beton mutu tinggi. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan menghasilkan grafik hubungan antara variasi umur beton terhadap nilai kuat tekan beton. tren menunjukkan bahwa semakin lama umur beton mutu tinggi terjadi peningkatan kuat tekan beton, dimana kuat tekan maksimum terjadi pada umur beton 28 hari. Kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 62.64 MPa. Kuat tekan pada umur 3 hari mencapai 58%, 7 hari mencapai 78%, umur 14 hari mencapai 88% dan umur 21 hari mencapai 93% dibandingkan dengan kuat teknan pada umur 28 hari.

Dewi Rara Wiyati Syaka (2013), Penelitian ini membahas tentang “Pembuatan Beton Normal dengan Fly Ash Menggunakan Mix Desain yang Dimodifikasi” Penelitian ini dilakukan dengan mengadakan percobaan menggunakan mix desain yang dimodifikasi dengan fly ash dalam pembuatan betonnya. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari dengan benda

uji berbentuk kubus. Dari penelitian ini diketahui bahwa dengan prosentase penambahan fly ash, beton akan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi dibandingkan dengan beton normal. Nilai kuat tekan beton yang paling tinggi didapat dari komposisi campuran 5% penambahan fly ash yang mencapai nilai 27, 30 Mpa dengan kuat tekan rencana sebesar 20 Mpa.

Mangerongkonda (2007), melakukan penelitian pengaruh penggunaan pasir laut Bangka terhadap kualitas beton dari penelitian ini beton yang dibuat dengan memakai pasir laut yang dicuci dengan air tawar (treatment type II), pada umur 28 hari memiliki nilai rata-rata kuat tekan 20,9% lebih besar jika dibandingkan dengan beton pada treatment type / (pasir laut digunakan dalam keadaan aslinya) dan 20,0% lebih besar jika dibandingkan dengan beton pada treatment type 1 (pasir laut direndam dengan air hangat)

Stevia (2009), melakukan penelitian tentang penggunaan pasir laut sebagai agregat halus terhadap kuat tekan beton. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa campuran beton menggunakan pasir laut tanpa perlakuan menghasilkan kuat tekan beton sebesar 15,2106 MPa, Perlakuan dicuci sebesar 18,0418 MPa, perlakuan disiram sebesar 14,6555 MPa.

Amalia, R. (2006), melakukan penelitian mengenai pemanfaatan penggunaan pasir Pantai Sendang Biru dengan pasir Sungai Brantas Tulungagung pada pencampuran mortar umur 14 dan 28 hari dengan perbandingan Ism: IPsp. Ism. 2Psp. Ism: 4Psp. Ism: 5Psp. dan untuk perbandingan Ism: 3(Psp & Pss) komposisinya adalah sebagai berikut Ism: 3Psp, Ism: 20%Psp : 80%Pss, 1sm : 40%Psp : 60%Pss, Ism: 60%Psp 40%Pss, Ism: 80%Psp 20%Pss, dan Ism: 100%Pss

dengan menggunakan semen PC dan PPC, dimana kuat tekan mortar yang menggunakan semen PC lebih besar dibandingkan kuat tekan mortar yang menggunakan semen PPC dan kuat tekan mortar pada umur 28 hari lebih besar dibanding dengan umur 14 hari.