

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Beton

Beton merupakan bahan gabungan dari material – material pembentuknya. Bahan – bahan pembentuknya. Bahan – bahan beton secara garis besar dibagi menjadi dua macam, yaitu bahan dasar dan bahan tambahan. Bahan dasar pembentuk beton adalah semen yang diperlukan sebagai bahan pengikat, agregat halus dapat berupa pasir alam atau dapat berupa abu bata, dan agregat kasar dapat berupa batu yang ukurannya sesuai dengan standar atau berupa batu pecah (*split*) serta air yang apabila di campur dengan semen akan menyebabkan suatu ikatan dan pengerasan, dengan diikuti pelepasan panas (hidrasi). Juga dipakai bahan tambahan (*admixture*) yang dicampur pada saat pembuatan beton untuk mencapai tujuan tertentu.

Dalam memahami karakteristik bahan penyusun campuran beton sebagai dasar perencanaan beton, dapat merencanakan pekerjaan umum memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen hidrolis yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan ataupun tanpa bahan campuran tambahan membentuk massa padat (SK, SNI T – 1990-03:1).

Dalam penyusunan campuran pembuatan beton boleh menggunakan bahan campuran lain, dimana bahan campuran lain di gunakan untuk memenuhi syarat kebutuhan beton dengan kualitas baik, maupun untuk membuat beton yang ramah lingkungan. Dimana untuk memenuhi kebutuhannya harus ada penelitian yang

akurat agar mendapatkan beton dengan kualitas tinggi. Maka dari itu ada beberapa hasil dari penelitian yang menjadi suatu acuan untuk penelitian lebih lanjut, adapun hasil penelitiannya yaitu :

2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberikan bermacam-macam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membuat seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga dapat memberikan hasil yang bagus jika pengolahan akhirnya dengan cara khusus, umpamanya diekspose agregatnya (agregat yang mempunyai bentuk yang berstruktur seni tinggi diletakan dibagian luar, sehingga nampak jelas pada permukaannya betonnya. Selain tahan terhadap serangan korosi. Secara umum kelebihannya dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, maupun memikul beban yang berat tahan terhadap temperatur yang tinggi, biaya pemeliharaannya pun kecil adapun kekurngannya yaitu bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah.

2.3 Kinerja Beton

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur salain karna kemudahan dalam mendapatkan matrial penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah lapangan pekerjaan, selain dua kinerja utama telah disebut diatas yaitu kekuatan tekan yang tinggi dan kemudahan pekerjaannya. Pengadaan penggunaan beton pada proses produksinya juga menjadi salah satu hal yang dipertimbangkan.

Sifat-sifat dan karakteristik matrial penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton hal ini harus sesuai dengan katagori bangunan yang dibuat

ASTM membagi-bagi bangunan menjadi tiga kategori antara lain : rumah tinggal, perumahan, dan struktur yang memanfaatkan penggunaan beton mutu tinggi.

2.4 Semen

Semen merupakan bagian terpenting dari dalam pembuatan beton, semen mempersatukan pasir, koral, dan air menjadi satu kesatuan yang kita kenal dengan sebutannya portland semen.

2.4.1 Sejarah semen

Penggunaan material ini adalah dilakukan sejak zaman semen ditemukan orang-orang mesir kuno memakai gips yang mengandung kalsium dengan formulasi air, pasir, dan split untuk membuat piramid, orang roma dan yunani menggunakan batu kapur yang mengandung kalsium yang berfungsi sebagai semen (tetap karna bahan kapur tersebut tidak akan mengeras jika terendam air), maka untuk mengecor bangunan yang terendam air mereka menggunakan debu vulkanis (sebagai pondasi jembatan).

Debutan vulkanis mengandung silica aktif dan alumina, menyatu dengan kapur membentuk semen yang dinamakan pozzolanic cement, john smeaton (1756) menentukan bahwa morta (campuran semen + air) yang baik diperoleh jika pozzolanic cement dicampur dengan batuan kapur (limestone) yang banyak mengandung material-material tanah liat (clay material, joseph aspdin (1824) menentukan cara pembuatan portland cement (p.c) dengan jalan memesankan keras (hard limestone) dalam tungku pembakaran, sampai CO_2 hasil pembakan tersebut keluar dari campuran.

Temperatur yang diperlukan lebih rendah dari apa yang diperlukan untuk pembuatan klinker. Issac johnson (1845) memperbaiki cara josph dengan

membakar campuran tanah liat dengan kapur(chalk) sampai menjadi klinker sehingga yang diperlukan untuk ikatan matrial semen (comentitous compound) terjadi.

Penanaman portland cement sebenarnya berasal dari kesamaan warna dan kualitas semen tersebut terhadap portland stone yaitu batuan kapur (limestone) yang ditimbang di dorset.

2.4.2 Pembuatan portland cement

Proses pembuatan semen terdiri dari atas penghalusan (grinding) bahan baku pencampuran yang sudah halus dengan proporsi tertentu dan membakarnya dalam silinder yang berputar (dinamakan rotary kiln) pada temperatur kira-kira 1400°C sampai bahan tersebut membentuk klinker dan didinginkan sehingga terbentuk semen. Adapun proses lainnya dengan proses basah :

- a) Tanah liat dihancurkan dalam air pada tempat pencucian (wash mill) tanah liat yang sudah cair (dinamakan clay slury) dipompakan ketempat wash mill dan dimasukan kedalam tangki (slurry tank). Jika batuan kapur-kapur (lime stone) dipakai maka harus dibakar dulu.
- b) Tanah liat, yang sudah cair dinamakan clay dipompakan ketempa (wash mill) pada saat itu juga kapur digabungkan (dimasukan) dan diolah.
- c) Campuran (cement slurry) yang dimasukan kedalam tangki slurry. Jika batuan kapur (lime stone) dipakai maka harus dibakar dulu dihancurkan dan dimasukan kedalam tangki slurry (jika batuan kapur dipakai harus dibakar dulu dihancurkan dan dimasukan dalam ball mill) lihat proses saat kering bersama-sama dengan tanah liat yang cair.

- d) Dari slurry tank cement slurry diproses dalam rotary kiln berupa silinder diameter mencapai 7,5 meter dan panjang mencapai 230 meter yang berputar perlahan lahan. Sambil dilakukan pembakaran terhadap cement slurry mencapai temperatur 1400°C – 1500°C akan diperoleh klinker dengan diameter 3mm – 25 mm.
- e) Klinker didinginkan dengan sebuah alat sehingga membeku.
- f) Warna klinker hitam keras.
- g) Klinker digiling halus bersama gypsum dalam ball mill gypsum berguna untuk menghindari pengikatan yang lebih cepat.

2.4.3 Proses kering (dry process)

Batuan kapur (lime stone) dan lempung (shale) dihaluskan dicampur dengan perbandingan tertentu dalam grinding mill (disebut juga ball mill) menjadi bubuk halus yang disebut raw meal, dipompakan kedalam raw meal silo, lalu diputar dalam kiln pada temperatur 1400°C diperoleh klinker, klinker didinginkan oleh klinker dalam cooler, gipsum ditambahkan kemudian bersama sama. Digiling sampai halus dalam cooler, gipsum ditambahkan kemudian diperoleh bersama-sama. Digiling sampai halus dalam ball mill. Semen yang diperoleh dimasukan kedalam silo semen siap untuk dipasarkan.

2.4.4 Komposisi kimiawi portland cement

Bahan baku untuk pembuatan semen terdiri dari atas batuan kapur, (lime stone) silica, alumina Fe_2O_3 keempatnya bereaksi satu sama lain didalam klink membentuk klinker (setelah dipanaskan pada temperatur 1400°C, Klinker mengandung 4 senyawa kompleks seperti tercantum pada tabel dibawah ini nama senyawa sebagi berikut :

- a) Trikalsium silicate (C_3S)
- b) Twocalcium silicate (C_2S)
- c) Trikalsium almuninate (C_3A)
- d) Tetracalcium almuninate (C_4AF)

Tabel 2.1 Perhitungan % senyawa utama menurut persamaan bougue

% Oksida		% Senyawa utama menurut persamaan bougue	
CaO	63	C_3S	54,1
SiO ₂	20	C_2S	16,6
AL ₂ O ₃	6	C_2A	10,8
Fe ₂ O ₃	3	C_4AF	9,1
MgO	1,5	Lain-lain	0,4
K ₂ O	1		

Sumber : Diktat teori semen dan penyelesaian kontruksi beton I

2.4.5 Hydrasi dari semen (Hydrastion Of Cement)

Semen jika terkena air akan bereaksi membentuk suatu bahan yang lengket seperti lem (*bonding agent*) akhirnya mengeras membentuk suatu unsur pembekuan (C_3A) setelah itu proses fisiknya penguapan unsur kimiawi.

Reaksi tersebut bersifat oxotermis artinya menghasilkan panas yang disebut hydrasi pengikat semen (*flash seting*) menurut standar (BS 12:1979)

2.4.6 Jenis Semen

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks dengan campuran serta susunan yang berbeda semen dappat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu hidrolik dan non hidrolik

Semen non Hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras didalam air akan tetapi mengeras di udara contoh utamanya dari semen dari non hidrolik adalah kapur. Kapur dihasilkan oleh proses kimia dan mekanis dalam kapur telah digunakan setelah beberapa-abad sebagai bahan adukan dan plesteran untuk

bangunan. Hal ini terlihat pada piramida mesir kuno yang dibangun 4500 tahun sebelum masehi yang digunakan sejak zaman romawi dan yunani dengan cara pembentukan dengan mencampurkan kkapur dan abu gunung yang mereka peroleh dari dekat pozzuoli italia dan mereka menamakan pozollan.

Semen pozzolan adalah semen jenis bahan yang mengandung silisium atau alumunium yang tidak mempunyai sifat penyemenan butirannya halus dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu ruangan serta membentuk senyawa-senyawa yang mempunyai sifat-sifat semen.

Semen terak adalah semen hidrolis yang sebagian besar terdiri dari suatu campuran seragam serta kuat dari terak kapur tinggi dengan bobot besat 60% campuran ini biasanya tidak dibakar terdapat 2 jenis semen terek antara lain :

- 1) Bahan yang dapat digunakan sebagai kombinasi portland cement dalam pembuatan beton dan sebagai kombinasi portland cement dalam pembuatan beton dan sebagai kombinasi kapur dalam pembuatan adukan tembok.
- 2) Bahan yang mengandung bahan pembuatan berupa udara, yang digunakan seperti halnya jenis pertama.

Semen terek dibuat melalui proses tertentu yakni penggilingan bahan non metalik yang sehingga besar dari bentuk alumina silikat, didalam tanur tinggi, kalsium dan senyawa kimiawi. Semen alam dihasilkan melalui pembakaran kemudian dikeringkan sehingga menjadi suatu zat unsur untuk gypsum. Berikut 5 tipe semen yang beredar di indonesia sesuai dengan tujuan pemakaiannya.

Tabel 2.2 Jenis-Jenis Semen Portland

Jenis semen	Sifat pemakaian	Kadar senyawa (%)			
		C ₃ S	C ₂ S	C ₂ A	C ₄ AF
I	Normal	50	24	11	8
II	Modifikasi	42	33	5	13
III	Kekuatan awal tinggi	60	13	9	8
IV	Panas hidrasi rendah	26	50	5	12
V	Tahan sulfat	40	40	9	9

Sumber : Tjokrordimulyo

Keterangan :

- a) Jenis I adalah semua semen portland untuk tujuan umum dan memerlukan sifat-sifat khusus misalnya, gedung, trotoar, jembatan, dan lain-lain.
- b) Jenis II semen portland yang tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang dan ketahanan terhadap sulfat lebih baik, penggunaannya pada (tembok di dermaga), dinding tahan tanah tebal.
- c) Jenis III adalah semen portland dengan kekuatan walnya tinggi. Kekuatan dicapai umumnya dalam satu minggu dan dipakai ketika acuan harus dibongkar secepat mungkin (struktur harus cepat dipakai)
- d) Jenis IV adalah semen portland dengan panas hidrasi rendah. Dipakai untuk kondisi dimana kecepatan dan jumlah panas yang timbul harus minimum missalkannya pada bangunan masif seperti bendungan yang besar, pertumbuhan kekuatan lebih lambat dari pada kelas I.
- e) Jenis V adalah semen portland tahan sulfat, dipakai untuk beton dimana dapat menghadapi sulfat yang panas. Umumnya dimana tanah atau air tanah mengandung kandungan sulfat tinggi.

Sedangkan untuk susuna jumlah semen dan faktor air semen yang digunakan untuk pembentukan beton dalam ruang lingkup kondisi lingkungan dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 2.3 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Keterangan	Jumlah semen minimum per m^3 beton (kg)	Nilai faktor semen maksimum
Beton didalam ruangan bangunan	-	-
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,6
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif.	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan	-	-
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,6
Beton yang masuk kedalam tanah	-	-
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti – ganti	325	0,55
b. Mendapatkan pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		

Sumber : SK SNI –15–1990-03

2.5 Agregat

Agregat terdiri dari 2 jenis unsur antara lain agregat kasar dan agregat halus. Agregat terdiri dari beberapa ukuran butiran maksimum untuk agregat campuran beton ukurannya dari suatu detail struktur agregat kasar sangat mempengaruhi kekuatan

2.5.1 Agregat halus

Agregat halus adalah agregat yang semua butiran lolos dari saringan / ayakan berlubang 4,8 mm. Adapun syarat – syarat agregat halus berdasarkan SNI – 1990, antara lain :

1. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dihitung terhadap berat, apabila lumpurnya lebih dari 5% maka harus di cuci.
2. Pasir tidak boleh mengandung bahan organis (sisa – sisa hewan, dan tumbuhan) terlalu banyak, dapat dites dengan percobaan warna, jika hasil tersebut tak memenuhi standar maka pasir tersebut dapat asalkan kekuatan tekan hancurnya pada umur 7 hari atau 28 hari mencapai kuat tekan karakteristik yang telah di tentukan.
3. Pasir halus terdiri dari butira – butiran beraneka ragam.

Menurut SK SNI T-15-1990, kekerasan pasir dapat di bedakan menjadi empat kelompok menurut gradasinya yaitu :

- a) Zone I = pasir kasar
- b) Zone II = pasir agak kasar
- c) Zone III = pasir agak halus
- d) Zone IV = pasir halus

2.5.2 Agregat kasar

Agregat kasar adalah agregat yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan 4,8 mm. Adapun syarat – syarat agregat kasar berdasarkan (PBBO,1971, N.I. – 2) antara lain :

- a. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil (koral) sebagai hasil desintegrasi (pembentukan) alami dari batuan atau berupa batu pecah (split/koral) yang didapatkan dari pemecahan batu (stone).
- b. Agregat kasar tak boleh berpori dan terdiri dari atas batuan yang keras.
Agregat kasar yang mengandung butiran pipih dapat dipakai asalkan jumlahnya tidak melebihi 20% dari berat total agregat. Butiran – butiran

agregat kasar harus bersifat kekal artinya tak pecah atau hancur oleh terik matahari

- c. Agregat kasar tak boleh mengandung lumpur lebih dari, 1% (terdapat berat kering) kemudian tak boleh mengandung zat-zat yang akan merusak beton. Apabila kadar lumpur yang terkandung dalam agregat kasar lebih dari 1% maka agregat kasar harus dicuci.

2.6 Air

Pada pengerjaan beton, air merupakan salah satu bahan yang diperlukan dalam pencampuran beton, karena mampu membantu mempercepat terjadinya proses kimia antara air dengan semen. Selain itu air juga berfungsi memudahkan pekerjaan pembuatan beton agar sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Air di alam dapat diperoleh dari beberapa sumber seperti laut, sungai, dan sumur.

2.7 Rencana campuran beton (concrete mix design)

Perencanaan campuran beton merupakan suatu hal yang kompleks jika dilihat dari perbedaan sifat dan karakteristik bahan penyusunnya. Karena karakteristik masing-masing bahannya tersebut akan menyebabkan produksi beton yang cukup bervariasi. Tujuan menentukan sifat-sifat material atau bahan yang digunakan pembentuk adukan beton adalah agar kita dapat merencanakan campuran beton yang memenuhi syarat, ada empat faktor yang harus diperhatikan antara lain :

- a. Water cement ratio (W/C)

Water ratio amatlah penting dalam pembentukan beton dimana faktor air semen atau jumlah air (kg) yang dipakai dalam adukan jumlah semen (kg) yang dipakai. Maka dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 2.4 Perkiraan kadar air bebas (kg) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pekerjaan adukan beton.

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-100
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat				
10	Batutak di pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batutak di pecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
30	Batutak di pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber SK SNI-15-1990-03

b. Cement aggregate ratio.

Perbandingan pemakaian jumlah semen dan agregat (agregat halus + agregat kasar).

c. Gradasi (dari agregat).

d. Konsentrasi adukan.

Berguna agar penempatan adukan beton lebih mudah.

2.8 Kelas dan mutu beton

Beton dibagi dalam kelas dan mutu mutu sebagai berikut :

Tabel 2.5 Spesifikasi penjelasan untuk kelas dan mutu beton.

Kelas beton	Mutu	σ_{bk} (kg/cm^2)	σ_{bm} dgn $s=46kg/c$ m^2	Tujuan	Pengawasan terhadap	
					Mutu agregat	Kekuatan tekan
1	B_o	-	-	Non struktural	Ringan	Tanpa
2	B_1	--	-	Struktural	Sedang	Tanpa
	K125	125	200	"	Ketat	Kontinue
	K175	175	250	"	Ketat	"
	K225	225	300	"	"	"
3	$K>225$	>225	>300	struktural	Ketat	Kontinue

Sumber : Teori soal dan penyelesaian konstruksi beton I

Beton kelas satu adalah beton untuk pekerjaan non struktur bukan untuk bangunan gedung atau jembatan, pengawasan mutu beton agregat hanya di tekankan menurut persyaratan, beton kelas dua adalah beton untuk pekerjaan struktural (struktur nyata) untuk mutu B_1 pengawasan terhadap mutu agregat bersifat sebagai, beton kelas tiga memerlukan keahlian khusus pengawasan agregat, harus mencakup keseluruhan syarat-syarat agregat halus dan agregat kasar yang baik.

Pengertian kekuatan tekan karakteristik (notasi σ'_{bk}) adalah adalah kekuatan tekan dimana dari sejumlah besar hasil-hasil pemeriksaan benda uji (kubus dan silinder) kemungkinan adanya kekuatan tekan yang kurang akibat kurangnya kedetailan, batas ambang yang diizinkan 5% dari 100% kuat tekan beton K (karakteristik) 175 maksudnya beton dengan pengujian kuat tekan nya mencapai ambang maximum kuat tekan beton rata-rata dari keseluruhan jumlah benda uji yang dikonversikan kerata-rata keseluruhan dengan memakai rumus :

a. Rumus kuat tekan beton benda uji.

$$\sigma_{bi} = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

keterangan :

σ_{bi} = kuat tekan beton masing-masing benda uji (kg/cm²)

P= beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm²)

b. Rumus kuat tekan rata-rata.

$$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

σ_{bm} = kuat tekan beton rata-rata (kg/cm²)

σ_{bi} = kuat tekan beton (kg/cm²)

N = jumlah benda uji.

2.9 Deviasi standard

Apabila sejumlah benda uji diperiksa kekuatan tekannya maka hasilnya akan menyebabkan suatu nilai ketentuan penyebaran ini tergantung pada tingkatan kesempurnaan dari pelaksanaannya. Ukuran dari besar kecilnya penyebaran tersebut disebutkan notasi standar devisiasi.

- a. Rumus deviasi standar.

$$S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N-1}} \quad (2.3)$$

Keterangan:

S=devisiasi standart (kg/cm²)

σ_{bm} = kuat tekan beton rata-rata (kg/cm²)

σ_{bi} = kuat tekan beton (kg/cm²)

N = jumlah benda uji.

- b. kuat tekan beton karakteristik.

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \cdot S \quad (2.4)$$

Keterangan :

σ_{bk} = kuat tekan karakteristik (kg/cm²)

σ_{bm} = kuat tekan beton rata-rata (kg/cm²)

1,28 = konstanta

S = deviasi standar.

Tabel 2.6 besar kecilnya (batasan batasan) devisiasi standard

Volume pekerjaan		Devisiasi standard (S)kg/cm ²		
Keterangan	Jumlah beton(M ³)	Baik sekali	Baik dapat diterima	
Kecil	<1000	45<S≥55	45<S≥55	45<S≥55
Sedang	1000-3000	35<S≥45	45<S≥55	55<S≥75
Besar	>3000	25<S≥35	35<S≥45	45<S≥65

Sumber : Teori penyelesaian kontruksi beton I

Tabel 2.7 benda uji untuk test kekuatan tekanan beton.

Benda uji	Perbandingan kekuatan tekan
Kubus 15x15x15cm	1,00
Kubus 20x20x20cm	0,95
Silinder 15x30cm	0,83

Sumber : Teori penyelesaian kontruksi beton I

Tabel 2.8 perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur.

Umur beton(hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen portland biasa (PC)	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen portland dengan kekuatan awal tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

Sumber : Teori penyelesaian kontruksi beton I

2.10 Workability

Apakah adukan beton tersebut worlablity (dapat dikompaksi) atau tidak tergantung pada banyak faktor antara lain :

1. Jumlah air dalam adukan dengan notasi W/C (water cement ratio)
2. Perbandingan jumlah agregat (pasir+agregat kasar) terhadap semen (perbandingan dalam berat)
3. Ukuran maksimum agregat kasar

Makin tinggi harga W/C maka untuk mendapatkan adukan beton “workable”, memerlukan gradasi agregat yang lebih halus perkiraan jumlah air yang diperlukan untuk harga slump yang berbeda-beda ukurannya maximum agregat.

Tabel 2.9. Properties of concrete

Tingkat {workability}	Penggunaan adukan beton dan cara pemedatannya	Ukuran maksimum agregat (mm)	Slump (mm)	Faktor kompaksi
Tinggi	Tanpa digetar pada penulangan rapat	10mm	25-100mm	0,95
		20mm	50-125mm	0,95
		40mm	100-175mm	0,95
Sedang	Tak digetar jika jika dipakai pada konstruksi dimana penulangannya tak rapat dan digetar jika dipakai pada konstruksi dimana penulangannya rapat	10mm	5-25	0,90
		20mm	25-50	0,92
		40mm	50-100	0,92
Rendah	Digetar normal dipakai untuk konstruksi dimana penulangan nya tak begitu rapat	10mm	0-5	0,83
		20mm	10-25	0,85
		40mm	25-50	0,85
Lebih rendah	Digetar intensif	10mm	0	0,75
		20mm	0-10	0,78
		40mm	0-25	0,78
Sangat rendah	Digetar lama sekali dan disertai tekanan(pressure)	10mm	0	0,65
		20mm	0	0,68

Sumber : Teori penyelesaian konstruksi beton I

2.11 Bahan-bahan kimia tambahan (Admixture)

Menurut ASTM C494-79, admixture dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- a) Type A yaitu water reducing admixture

Berfungsi untuk mengurangi pemakaian air pada beton.

- b) Type B yaitu retarding admixture

berfungsi untuk memperpanjang waktu pengikatan awal beton.

- c) Type C yaitu acceleratng admixture

Berfungsi untuk mempercepat pengikatan awal beton.

- d) Type D yaitu water reducing + retarding admixture

Berfungsi untuk mengurangi pemakaian air dan sekaligus untuk memperlambat pengikatan awal beton.

- e) Type E yaitu water reducing + acceleratng admixture

Berfungsi untuk mengurangi pemakaian air dan mempercepat waktu pengikatan beto.

Bahan-bahan kimia yang beredar di indonesia antara lain pozzolith, tricosal, sikament, cormix, might, daratard dan lain-lain yang merupakan type sampai dengan type E.

2.12 Bahan tambah mineral (Additive)

Bahan tambah ini dimaksudkan untuk memperbaiki kineja beton, pada saat ini bahan tambah mineral lebih banyak menggunakan untuk memperbaiki kinerja beton, beberapa keuntungan penggunaan bahan tambah padat seperti berikut :

- a) Memperbaiki kinerja.
- b) mengurangi biaya pekerjaan beton.
- c) Mempertinggi daya tahan akibat serangan reaksi alkali dan silika.
- d) Mempertinggi usia beton.
- e) Mengurangi penyusutan.

2.13 Polyethylene Terephthalate (PET)

Polyethylene terephthalate (disingkat PET , PETE atau dulu PETP , PET-P) ialah suatu resin polimer plastik thermoplast dari kelompok poliester. PET ialah salah satu ragam plastik yang sangat sering ditemui.

PET memiliki warna yang bening, titik leleh yang relatif tinggi, kaku (*stiffness*), kestabilan dimensi yang baik, memiliki kekuatan yang tinggi, serapan air yang rendah, serta resistan pada bahan kimia serta kukuh terhadap panas. Dibandingkan dengan jenis plastik lain, seperti HDPE (High Density Polyethylene), PP (Polypropylene), atau LDPE (Low Density Polyethylene).

PET yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat halus pada pembuatan beton diharapkan mampu meningkatkan kuat tekan beton. Selain itu, PET juga memiliki kekuatan yang tinggi, kestabilan dimensi yang baik, tahan bahan kimia, dan serapan air rendah.

2.15 Penelitian terdahulu

Agregat Halus buatan plastik PET merupakan agregat yang dibuat menyerupai pasir. Dimana plastik PET diproses dengan cara didaur ulang kembali sehingga berbentuk biji plastik sesuai dengan ukuran 2-3 mm.

Dari beberapa penelitian ada yang mampu memenuhi mutu beton adapula yang tidak memenuhi mutu beton, dari beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

- a. Penggunaan Limbah Plastik Pet Pada Beton Normal Sebagai Pengganti Pasir.

Dari hasil penelitian dengan variasi campuran agregat halus buatan 1%, 2%, 3%, di dapat kuat tekan maksimum pada campuran agregat kasar buatan sebesar 2 % dimana kuat tekannya hanya mencapai 22,44 Mpa dan hasil kuat tarik 22 Kg/cm² (*Qomariah, Sunarto suryanto, Sugiharti, 2017*).

- b. Pemanfaatan Limbah Pet Sebagai Substitusi Agregat Halus Pada Paving Block.

Dari hasil penelitian dengan variasi campuran agregat halus buatan 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, di dapat kuat tekan maksimum pada campuran agregat kasar buatan sebesar 5 % dimana kuat tekannya hanya mencapai 22,44 Mpa. (*Indah Handaya Sari, 2020*).

- c. Studi Alternatif Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Kemasan Air Mineral Pada Campuran Beton.

Dari hasil penelitian dengan variasi campuran agregat halus buatan 0%, 0,30%, 0,40%, 0,50%, 0,60%, di dapat kuat tekan maksimum pada campuran agregat kasar buatan sebesar 0,50 % dimana kuat tekannya hanya mencapai 14,55 Mpa. (*Reni Sulistya, Pingin Broto Atmadi 2020*).

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di Laboraturium Beton PT Perkasa Adiguna Sembada Sampel penelitian adalah benda uji yang berupa kubus dengan ukuran 15cm x 15cm x 15cm, terdiri dari benda uji beton normal dan benda uji dengan pengganti sebagian agregat halus dengan cacahan plastic PET diameter 1 mm dan 2 mm. Masing- masing variasi terdiri 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5 % yang terdiri dari 5 sampel per variasi yang akan diuji pada umur 28 hari sehingga total benda uji sebanyak 30 buah. Kuat tekan rencana adalah K 225 Kg/cm².

3.2 Alat dan bahan yang digunakan

3.2.1 Alat-alat yang digunakan.

1. Timbangan

Alat ini digunakan untuk menentukan berat bahan (semen, agregat halus dan agregat kasar, maupun bahan tambah lainnya) dan bahan-bahan lainnya pada saat pengujian matrial. Timbangan yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah timbangan digital yang dapat menampung beban sampai 30 kg.



Gambar 3.1 Timbangan digital

2. Oven

Digunakan untuk memanaskan dan mengeringkan agregat halus dan agregat kasar yang digunakan pada saat pengujian material sehingga diperoleh agregat halus dan agregat kasar yang sudah tidak mengandung air. Temperatur oven dilengkapi dengan pengukur suhu yang sudah ditentukan yaitu (100-110°C).



Gambar 3.2 Oven

3. Ayakan atau saringan (*Sieve*)

Satu set saringan ASTM digunakan untuk menentukan gradasi atau ukuran agregat kasar dan agregat halus. Ukuran ayakan atau saringan yang digunakan dalam penelitian ini adalah No. 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", ¼", 4", 8", 16", 30", 100", 200", dan Pan



Gambar 3.3 Saringan

4. Alat pengguncang/getar (*Sieve Shaker*)

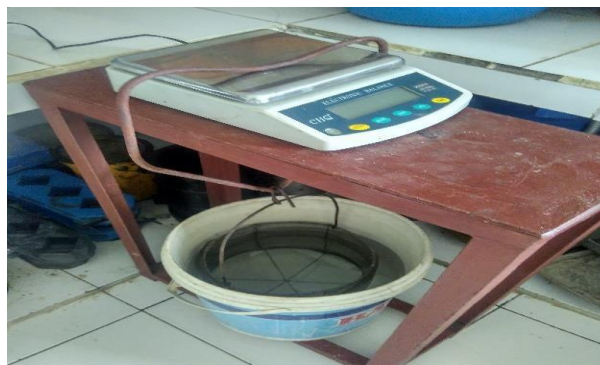
Alat yang digunakan untuk mempermudah pemisahan agregat atau bahan yang akan diayak sesuai dengan saringan yang ditentukan.



Gambar 3.4 Pengguncang

5. Specific gravity

Alat ini digunakan untuk mengetahui berat isi agregat kasar dan kemampuan dalam menyerap air. Alat ini terdiri dari wadah keranjang kawat untuk material dan bak perendam.



Gambar 3.5 *Specific Gravity*

6. Tabung ukur

Alat ini merupakan tabung ukur yang digunakan untuk mengetahui berat isi agregat halus dan penyerapan dari agregat halus.



Gambar 3.6 Tabung Ukur

7. Cetakan

Cetakan yang digunakan untuk mencetak benda uji dalam penelitian adalah cetakan yang berbentuk kubus.



Gambar 3.7 Cetakan Kubus

8. Bak perendam

Bak perendam ini digunakan untuk merendam beton yang sudah dicetak selama beberapa hari sampai umur perawatan yang sudah ditentukan. Perawatan benda uji ini bertujuan agar permukaan beton segar selalu lembab.



Gambar 3.8 Bak Perendam

9. Mesin pengaduk/molen

Alat yang digunakan untuk mengaduk atau menyatukan campuran adukan beton, urutan dari pencampuran yaitu yang pertama pasir yang batu kemudian semen dan terakhir air.



Gambar 3.9 Mixer Concrete

10. Alat Uji Slump

Alat ini digunakan untuk mengukur kelecakan (padat atau cair) adukan beton dan mengetahui nilai slump atau penurunan dari adukan

beton, corong baja yang berbentuk konus berlubang pada ujungnya, bagian bawah berdiameter 20 cm dan bagian atas 10 cm.



Gambar 3.10 Alat Uji Slump

11. Mesin Uji Kuat Tekan Beton

Mesin ini digunakan untuk mengetahui kuat tekan benda uji beton yang telah dibuat apakah sesuai dengan yang telah direncanakan. Kapasitas mesin ini ± 150 ton dengan ketelitian 1 ton.



Gambar 3.11 Mesin Kuat Tekan

3.2.2 Bahan-bahan yang digunakan.

1. Agregat kasar (batu pecah/split atau koral)

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini berupa batu pecah atau split dengan ukuran 10/20 yang berasal dari daerah bojonegoro.



Gambar 3.12 Split Merak Banten

2. Agregat halus (pasir)

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini berupa pasir yang berasal dari Tanjung Raja.



Gambar 3.13 Pasir Tanjung Raja

3. Semen (portland cement)

Jenis semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen *Portland* tipe I yang diproduksi oleh PT. Semen Baturaja.



Gambar 3.14 Semen Baturaja Tipe 1

4. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang berasal dari PDAM yang telah memenuhi ketentuan dan syarat – syarat air bersih untuk campuran beton.

5. Agregat Halus PET (Biji Plastik)

Agregat Halus Plastik PET digunakan sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus dengan variasi penggantian yaitu 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%.



Gambar 3.15 Agregat Halus Plastik PET

3.3 Pengujian Matrial

Sebelum merencanakan campuran, terlebih dahulu melakukan pengujian pada matrial agar dapat mengetahui karakteristik dan sifat matrial yang digunakan, sehingga dapat menentukan proporsi campuran beton

3.3.1 Pengujian Agregat Halus

3.3.1.1 Pengujian kadar lumpur (*Silt Content*)

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan persentase kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur harus sebesar 3% dari berat agregat halus (ASTM C-33-2003).

a. Alat-alat yang digunakan sebagai berikut :

- 1) Cawan
 - 2) Gelas ukur 1000 ml
- b. Bahan yang digunakan sebagai berikut :
- 1) Larutan NaCl
 - 2) Pasir
- c. Langkah Kerja
- 1) Siapkan pasir yang belum digunakan
 - 2) Masukkan 1 cawan pasir ke dalam botol yang sudah di sediakan
 - 3) Isi cairan NaCl didalam tabung, lalu shaking 90x
 - 4) Ratakan pasir yang ada pada botol
 - 5) Tunggu 30 menit
 - 6) Lalu catat hasil tinggi pasir (H1) dan tinggi lumpur + pasir (H2)
 - 7) Lakukan 3 kali pengujian untuk mencari nilai yang akurat

Adapun perhitungannya sebagai berikut :

- a) Silt content $\frac{h_1}{h_2} \times 100\%$
- Diket : H1 = Tinggi pasir
H2 = Tinggi lumpur + pasir

3.3.1.2 Pengujian Setara Pasir (*Sand Equivalent*)

Pengujian ini dilakukan sebagai acuan dan pegangan untuk mengetahui kualitas pasir atau agregat halus yang telah lolos saringan No.4 (4,76), dimana untuk mengetahui perbandingan skala pembacaan pasir terhadap skala pembacaan lumpur yang dinyatakan dalam persen.

- a. Alat-alat yang digunakan
- 1) Gelas ukur plastik

- 2) Beban pemberat atau piston
 - 3) Cawan
 - 4) Corong
- b. Bahan yang digunakan
- 1) Pasir
 - 2) Cairan Kimia CaCl_2
- c. Langkah kerja
- 1) Siapkan pasir yang belum digunakan
 - 2) Masukkan 1 cawan pasir ke dalam botol yang sudah di sediakan
 - 3) Isi cairan kimia send equivalen $\frac{1}{2}$ botol shaking, lalu guncang 90x, kemudian isi penuh
 - 4) Ratakan pasir yang ada pada botol
 - 5) Tunggu 30 menit
 - 6) Masukkan piston dengan perlahan, setelah itu baca kepingan skala yang ada pada piston

Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{a) S.Eby piston} \quad \frac{H_2}{H_1} \times 100\%$$

Diket : H_2 = Ketinggian lumpur
 H_1 = Ketinggian pasir oleh piston

33.13 Pengujian Kadar Warna (*Kotoran Organis Impurities*)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar zat organik pada agregat halus, serta membandingkan warna cairan diatas permukaan agregat halus dalam botol.

- a. Alat-alat yang digunakan

- 1) Botol
 - 2) Cawan
- b. Bahan yang digunakan
- 1) Pasir
 - 2) Cairan NaOH
- c. Langkah Kerja
- 1) Siapakah pasir yang belum digunakan
 - 2) Masukkan 1 cawan pasir ke dalam botol yang sudah di sediakan
 - 3) Isi cairan NaOH, shaking
 - 4) Ratakan pasir yang ada pada botol
 - 5) Tunggu 24 jam
 - 6) Lihat perubahan warna di dalam botol sesuaikan dengan warna yang telah di tentukan.

33.14 Pengujian Berat Jenis SSD (Spesific Grafity Fine Agregat) dan penyerapan air agregat halus.

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu (apparent), dan penyerapan dari agregat halus.

1. Berat jenis (bulk specific grafity) yaitu perbandingan antara agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
2. Berat jenis kering permukaan jenis (saturated surface dry, SSD) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat

air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

3. Berat jenis semu (apparent specific gravity) yaitu perbandingan agregat kering oven dan air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
4. Penyerapan air persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.
 - a. Alat-alat yang digunakan
 - 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
 - 2) Piknometer (labu ukur) dengan kapasitas 500 ml.
 - 3) Kerucut terpancang (kone), diameter atas (40+3) mm, diameter bawah (90+3) mm dan tingginya (75+3) mm terbuat dari logam tebal minimum 0,8 mm
 - 4) Batang penumbuk dengan permukaan rata, dan diameter penumbuk (25+3)mm, berat (340+15).
 - 5) Cawan
 - 6) Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk pemanasan sampai (110+5)°C.
 - 7) Bejana tempat air
 - 8) Air suling

- b. Bahan yang digunakan

Benda uji adalah agregat yang tertahan dari saringan no.4 hingga pan diperoleh dari analisa saringan yang telah direndam selama 24 jam ± 1000 gram.

c. Langkah kerja

- 1) Rendam pasir lolos saringan no. 4 selama 24 jam
- 2) Timbang piknometer + air sampai batas piknometer (B)
- 3) Lakukan pengeringan pasir kondisi SSD (Kering Permukaan Jenuh)
- 4) Lakukan pengetesan pasir kondisi SSD dengan cara memasukan pasir kedalam kerucut dengan 3 tahapan dan tumbuk 25x sampai penuh
 - a) Masukan $\frac{3}{4}$ pasir lalu tumbuk sebanyak 9x
 - b) Masukan lagi $\frac{3}{4}$ pasir tumbuk kembali sebanyak 9x
 - c) Masukan pasir hingga kerucut terisi penuh tumbuk sebanyak 7x
- 5) Angkat kerucut, pastikan kondisi pasir runtuh tegak setengah kerucut
- 6) Masukan pasir kondisi SSD kedalam piknometer sebanyak 500 gram
- 7) Keluarkan gelembung udara didalam piknometer, kemudian timbang (C)
- 8) Keluarkan pasir pada piknometer lalu keringkan dan timbang kembali (A)

Adapun perhitungannya sebagai berikut :

- a) Bulk Sp. Gravity $\frac{A}{\frac{B+500-C}{500}}$
- b) Bulk Sp.gr s.s.d basic $\frac{A}{B+500-C}$

- c) Apparent Sp. Gravitiy $\frac{A}{B+A-C}$
 d) Absorption $\frac{500-A}{A} \times 100$

Diket A= setelah dikeringkan
 B= piknometer + air
 C= piknometer + Agregat + air

33.15 Analisa ayakan pasir (Sieve Analysis)

Bertujuan untuk menentukan kadar persentasi kadar lumpur dalam agregat. Kandungan lumpur < 5% merupakan ketentuan dalam peraturan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton.

- a. Alat-alat yang digunakan
 - 1) Cawan, dan corong
 - 2) Labu ukur 500 ml
- b. Bahan yang digunakan
 - 1) Pasir sebanyak 200 gram
 - 2) Larutan NaCl
- c. Langkah Kerja
 - 1) Keringkan agregat, dinginkan dan kemudian timbang +- 2000 gram.
 - 2) Cuci / bersihkan agregat tidak ada yang tumpah / terbuang.
 - 3) Keringkan agregat sampai benar – benar kering.
 - 4) Tunggu agregat dingin kemudian masukan dalam ayakan yang telah tersusun sesuai ukurannya.
 - 5) Lalu guncang hingga pasir lolos di satu set saringan.

- 6) Setelah itu timbang pasir sesuai saringan atau yang tertahan di saringan.

33.1.6 Pengujian Kepadatan (Bulk Density)

Pengujian ini bertujuan untuk menguji berat volume agregat, dimana sebagai perbandingan antara berat agregat kering dengan volumenya.

a. Alat-alat yang digunakan :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- 2) Pan atau cawan
- 3) Tongkat pemadat berdiameter 15 mm dengan panjang 60 cm dengan ujung bulat
- 4) Mistar perata
- 5) Wadah baja berbentuk silinder dengan alat pemegang.

b. Bahan yang digunakan :

- 1) Agregat halus (pasir) yang berasal dari Tanjung Raja, dimasukkan kedalam ban atau container sebanyak kapasitas wadah, lalu keringkan dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.

c. Langkah kerja berat isi lepas

- 1) Timbang dan catat berat isi silinder (W_1)
- 2) Masukkan benda uji kedalam silinder sampai penuh dan padatkan lalu ratakan dengan mistar.
- 3) Timbang berat wadah dan isinya (W_2)
- 4) Hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_2$)

d. Langkah kerja berat isi padat :

- 1) Timbang dan catat berat isi silinder (W_1)
- 2) Isilah wadah dengan benda uji dalam 3 lapis, setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat dan tusukan sebanyak 25 kali secara merata
- 3) Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar
- 4) Timbang berat wadah dan isinya (W_2)
- 5) Hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$)

33.1.7 Pengujian Clay Lump (Kadar Lumpur)

- a. Alat-alat yang digunakan
 - 1) Baskom
 - 2) Oven
 - 3) Timbangan
- b. Bahan yang digunakan
 - 1) Pasir yang digunakan merupakan pasir yang masih asli
 - 2) Air suling
- c. Langkah kerja
 - 1) Siapkan +- 1500 gram agregat yang belum digunakan
 - 2) Rendam selama 24 jam
 - 3) Cuci dan bersihkan, tidak ada yang tumpah / terbuang
 - 4) Keringkan, kemudian timbang lalu catat hasilnya

33.1.8 Pengujian kadar air dalam pasir (*surface moisture content*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air pada agregat halus dimana untuk mengetahui perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering.

- a. Alat-alat yang digunakan
 - 1) Cawan
 - 2) Timbangan
 - 3) Oven
- b. Bahan yang digunakan
 - 1) Pasir
- c. Langkah kerja
 - 1) Siapkan cawan dan agregat yang belum digunakan
 - 2) Timbang berat cawan
 - 3) Isi cawan dengan agregat secukupnya kemudian timbang
 - 4) Keringkan agregatnya dan timbang

Adapun perhitungannya sebagai berikut :

a) Berat air $P = N - O$

b) Kadar air $R = O - Q$

c) Persentase kadar air $S = \frac{P}{R} \times 100$

Diket : $N = \text{Cawan} + \text{agregat basah}$ $P = \text{Berat air}$

$O = \text{Cawan} + \text{agregat kering}$ $R = \text{Kadar air}$

$Q = \text{Cawan}$

$S = \% \text{ Kadar air}$

3.3.2 Pengujian agregat kasar (krikil/koral ; batu pecah/split)

Syarat-syarat agregat kasar sebagai berikut :

- a) Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil (koral) sebagai hasil desintegrasi pembentukan alami dari batuan atau berupa batu pecah (split)

yang diperoleh dari pemecahan batu (stone crusher). Yang dimaksud agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butiran lebih besar 5 mm.

b) Agregat kasar tak boleh berpori dan terdiri dari atas batuan yang keras agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih dipakai asalkan jumlahnya tidak boleh mencapai 20% dari berat total agregat, butiran-butiran agregat kasar harus bersifat kekal artinya tak pecah atau hancur oleh pengaruh terik matahari atau hujan.

c) Agregat kasar tak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (terhadap berat kering) dan tak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, yang dimaksud dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063mm, apabila kadar lumpur lebih dari 1% maka agregat kasar harus dicuci.

d) Kekerasan dari butiran-butiran agregat diperiksa dengan bejana pengujian rudeloff dengan beban 20 ton dengan mana dipenuhi syarat sebagai berikut

- Tak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5-19mm lebih 24% berat
- Tak terjadi pembubukan sampai fraksi 19-30mm lebih dari 22% berat

Kekerasan dapat diketahui dengan mesin los angles machine dimana tak boleh kehilangan lebih dari 50%.

e) Agregat kasar harus terdiri dari butiran butiran yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan 31,5mm, 16 mm, 8mm, 4mm, 2mm, 1mm, 0.5mm,dan 0.25mm (ayakan ISO) harus memenuhi syarat-syarat :

Selisih sisa-sisa kumulatif diatas 2 ayakan yang berurutan adalah maksimal 60% berat 10% berat.

f) Berat butiran agregat maximum, tidak boleh lebih besar dari $1/5$ jarak terkecil bidang-bidang samping dari cetakan, $1/3$ tebal plat atau $3/4$ jarak bersih minimum tulangan-tulangan. Pengetesan agregat kasar meliputi antara lain : gradasi (sieve analysis), spesifikasi gravity dan penyerapan air. Daya tahan terhadap pembubukan (los angeles machine) berat isi agregat kasar (unit weight). Gradasi tujuan tes untuk mengetahui gradasi agregat kasar dan modulus kehalusan, alat-alat yang diperlukan 1 set ayakan terdiri dari $\text{Ø}38,1$ mm ($1\frac{1}{2}$ in), $\text{Ø}25$ mm (1 in), $\text{Ø}19$ mm ($3/4$ in), $\text{Ø}12,5$ mm ($1/2$ in), $\text{Ø}9,5$ mm ($3/8$ in), $\text{Ø}4,75$ mm, $\text{Ø}2,36$ mm, PAN, mesin pengayak, timbangan kapasitas 10kg, ketelitian 1gram.

3.3.2.1 Specific gravity (berat jenis) dan penyerapan air

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu (apparent), dan penyerapan dari agregat halus.

1. Berat jenis (bulk specific gravity) yaitu perbandingan antara agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan keadaan jenuh pada suhu tertentu.
2. Berat jenis kering permukaan jenis (saturated surface dry, SSD) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
3. Berat jenis semu (apparent specific gravity) yaitu perbandingan agregat kering oven dan air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

4. Penyerapan air persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.
 - a. Alat-alat yang digunakan
 - 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
 - 2) Alat penggantung keranjang
 - 3) Siapkan alat specific gravity (keranjang besi) dengan ukuran diameter 8" dan tinggi 2,5"
 - 4) Cawan
 - 5) Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk pemanasan sampai $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
 - 6) Handuk.
 - b. Bahan yang digunakan
 - 1) Ambil agregat kasar kurang lebih sebanyak 1000 gram dalam keadaan kering permukaan (saturated surface dry, SSD). Contoh diperoleh dari bahan yang diproses melalui alat pemisah. Untuk agregat lewat saringan no.4 tidak dapat digunakan sebagai benda uji.
 - c. Langkah kerja :
 - 1) Benda uji yang lulus saringan direndam selama 24 jam
 - 2) Setelah direndam selama 24 jam, keringkan benda uji dalam keadaan kering permukaan atau kondisi SSD dengan cara dikeringkan menggunakan haduk, setelah itu timbang beratnya
 - 3) Kemudian benda uji dimasukkan kedalam keranjang dan rendam kembali dalam air, lalu timbang berat benda uji didalam keranjang yang berada di dalam air

- 4) Angkat benda uji, lalu oven benda uji sampai kering dengan temperatur $110 \pm 5^\circ\text{C}$
- 5) Setelah benda uji sudah dalam keadaan kering, timbang kembali benda uji dalam kondisi kering.

Adapun rumus perhitungannya antara lain :

- a. Bulk spesifik gravity $= \frac{A}{B-C}$
- b. Bulk spesifik gravity (SSD) $= \frac{B}{B-C}$
- c. Apparent spesifik gravity $= \frac{A}{A-C}$
- d. % absorpsi $= \frac{B-A}{A} \times 100\%$

33.2.2 Analisa ayakan Agregat Kasar (*Sieve Analysis*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar persentasi kadar lumpur dalam agregat. Kandungan lumpur $< 5\%$ merupakan ketentuan dalam peraturan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton.

- a. Alat-alat yang digunakan
 - 1) Cawan, dan corong
 - 2) Labu ukur 500 ml
- b. Bahan yang digunakan
 - 1) Pasir sebanyak 200 gram
 - 2) Larutan NaCl
- c. Langkah Kerja
 - 1) Keringkan agregat, dinginkan dan kemudian timbang ± 2000 gram.
 - 2) Cuci / bersihkan agregat tidak ada yang tumpah / terbuang.

- 3) Keringkan agregat sampai benar – benar kering.
- 4) Tunggu agregat dingin kemudian masukan dalam ayakan yang telah tersusun sesuai ukurannya.
- 5) Lalu guncang hingga pasir lolos di satu set saringan.
- 6) Setelah itu timbang pasir sesuai saringan atau yang tertahan di saringan.

3.3.2.3 Pengujian Kepadatan (*Bulk Density*)

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat isi agregat kasar.

Berat isi merupakan perbandingan antara berat dan volume.

a. Alat-alat yang digunakan

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- 2) Pan dan cawan
- 3) Tongkat pemadat berdiameter 15 mm dengan panjang 60 cm dengan ujung bulat
- 4) Mistar perata
- 5) Wadah baja berbentuk silinder dengan alat pemegang.

b. Bahan yang digunakan

- 1) agregat kasar (split) yang berasal dari lahat, lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.

c. Langkah kerja berat isi lepas

- 1) Timbang dan catat berat isi silinder (W_1)
- 2) Masukkan benda uji kedalam silinder sampai penuh dan padatkan lalu ratakan dengan mistar.
- 3) Timbang berat wadah dan isinya (W_2)

- 4) Hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_2$)
- d. langkah kerja berat isi padat :
- 1) Timbang dan catat berat isi silinder (W_1)
 - 2) Isilah wadah dengan benda uji dalam 3 lapis, setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat dan tusukan sebanyak 25 kali secara merata
 - 3) Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar
 - 4) Timbang berat wadah dan isinya (W_2)
 - 5) Hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_2$)

33.24 Pengujian Mengukur Kelonjongan (*Elongation Index*) Dan Kepipihan (*Flakiness Index*)

Pengujian ini bertujuan untuk menilai secara kuantitatif distribusi agregat yang berbentuk *flaky* (pipih) dan *elongated* (lonjong) yang dinyatakan dengan indeks kepipihan dan kelonjongan.

- a. Alat-alat yang digunakan
 - 1) Alat pengukur kepipihan.
 - 2) Alat pengukur kelonjongan.
 - 3) Timbangan.
 - 4) Oven
 - 5) Satu set ayakan ukuran 50.8, 33, 25.4, 19, 12.7, 9.5, dan 4.75 mm.
- b. Bahan yang digunakan
 - 1) Agregat kasar yang telah di cuci dan dalam kondisi kering sebanyak 2000 gram.
- c. Langkah kerja kelonjongan agregat kasar

- 1) Siapkan alat dan keringkan batu +- 2000 gram
- 6) Saring dengan satu set ayakan ukuran 50.8, 33, 25.4, 19, 12.7, 9.5, dan 4.75 mm, kemudian timbang yang tertahan.
- 2) Ukur/ masukan batu kedalaman alat pengukur kelonjongan sesuai ukuran, timbang
- 3) Ukur/ masukan batu kedalaman alat pengukur kepipihan sesuai ukuran, timbang
- 4) Pilih batu sesuai ukuran dan kriteria panjang (lebar 20% dan panjang 80%)
- 5) Timbangan sesuai ukuran masing – masing

Adapun rumus perhitungannya sebagai berikut :

- a)
$$\frac{\text{berat tertahan saringan}}{\text{jumlah berat tertahan sebelumnya}} \times 100\%$$
- b) Indeks kepipihan (%) = $\frac{M3F}{M2} \times 100\%$
- c) Indeks Kelonjongan (%) = $\frac{M3E}{M2} \times 100\%$

Diketahui :

M3F = total berat sampel yang tertahan alat pengujian kepipihan (gram).

M3E = total berat sampel yang tertahan alat pengujian kelonjongan (gram).

M2 = total berat sampel yang memiliki persentase kelebihan besar atau sama dengan 5 % (gram)

3.3.2.5 Pengujian kadar air dalam batu (*Moisture Content*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air pada agregat halus dimana untuk mengetahui perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering.

d. Alat-alat yang digunakan

- 4) Cawan

- 5) Timbangan
- 6) Oven
- e. Bahan yang digunakan
 - 2) Pasir
- f. Langkah kerja
 - 5) Siapkan cawan dan agregat yang belum digunakan
 - 6) Timbang berat cawan
 - 7) Isi cawan dengan agregat secukupnya kemudian timbang
 - 8) Keringkan agregatnya dan timbang

Adapun perhitungannya sebagai berikut :

- d) Berat air $P = N - 1O$
- e) Kadar air $R = O - Q$
- f) Persentase kadar air $S = \frac{P}{R} \times 100$

Diket : N = Cawan + agregat basah	P = Berat air
O = Cawan + agregat kering	R = Kadar air
Q = Cawan	S = % Kadar air

3.4 Pembuatan Agregat Halus Plastik PET

Pelaksanaan pekerjaan ini dimaksud untuk membuat biji plastik menjadi bahan mineral berjenis pasir, adapun tata caran pembuatannya antara lain :

3.4.1 Alat-alat yang digunakan

- a) Mesin pencacah plastik

Mesin pencacah berguna untuk memotong plastik agar menjadi plastik dengan ukuran tertentu.

b) Mesin melting (mesin peleleh plastik)

Untuk melelehkan plastik menjadi material baru yang menyerupai bubur (jika dalam kondisi panas akan meleleh di saat meleleh plastik langsung di keluarkan dari mesin melting yang dimana saat plastik tersebut keluar akan berbentuk seperti lidi pada saat kondisi dingin.

c) Mesin cutting (mesin pemotong)

Mesin cutting berguna untuk memotong hasil keluaran mesin melting yang berbentuk lidi menjadi biji plastik yang berukuran 2-3 mm.

3.4.2 Bahan-bahan yang digunakan

- a) Plastik dengan tipe PET
- b) Air

3.4.3 Proses pembuatan agregat halus plastik PET

- a) Siapkan bahan yang akan digunakan seperti plastik yang sesuai dengan jenis yang di butuhkan
- b) Lalu sortir dan bersihkan plastik tersebut
- c) Potong menggunakan mesin pencacah agar menjadi plastik dengan ukuran tertentu.
- d) Lalu lakukan pencucian kembali dan keringkan hasil dari cacahan tersebut.
- e) Setelah itu masukan cacahan plastik yang sudah melalui proses penjemuran kedalam mesin melting atau peleleh plastik, dimana plastik tersebut menjadi material baru yang menyerupai bubur (jika dalam kondisi panas akan meleleh di saat meleleh plastik langsung di

keluarkan dari mesin melting yang dimana saat plastik tersebut keluar akan berbentuk seperti lidi pada saat kondisi dingin.

- f) Lalu plastik yang berbentuk lidi tersebut di masukan kedalam mesin cutting atau mesin pemotong biji plastik yang berukuran 2-3 mm.

3.5 Rancangan campuran beton

Untuk merencanakan campuran beton ada 4 faktor yang harus diperhatikan yaitu :

- a) Water cement ratio (W/C) yaitu jumlah air (liter) yang dipakai dalam adukan berbanding dengan semen (kg) yang dipakai.
- b) Cemen agregat ratio, perbandingan jumlah pemakaian semen dengan agregat pasir + agregat kasar.
- c) Gradasi dari agregat
- d) Konsistensi adukan berguna agar penempatan adukan beton lebih efisien.

Sedangkan metode mix design yang dipakai merupakan metode :

- a) SNI (Standar Nasional Indonesia)
- b) ACI (American Concrete Institute)

3.6 Slump Test

Pengujian ini dimaksud untuk mengetahui konsistensi (kekentalan adukan beton) dapat dipakai dilaboratorium beton atau dilapangan alat-alat yang digunakan antara lain :

- a. Berbentuk kerucut terpancung
- b. Plat baja ukuran 50 cm x 50 cm untuk tempat kerucut beton berdiri, dapat juga dipakai sebagai lantai kerja yang rata sebagai alas tempat kerucut berdiri

- c. Batang baja diameter 16mm panjang 600 mm salah satu ujungnya berbentuk bulat.
- d. Alat pengukur tinggi slump yang berskala
- e. Skop kecil untuk menuangkan adonan beton kedalam kerucut

Prosedur pelaksanaan :

- 1) Bersihkan conus slump dari kotoran, kemudian tempatkan diatas bidang datar, licin dan tidak menyerap air. Masukkan adukan beton kedalam kerucut sebanyak $\frac{1}{3}$ tinggi kerucut dan padatkan dengan tongkat baja sebanyak 25 tumbukan lalu masukan adukan kedua dan ketiga dengan cara seperti yang pertama. Ratakan permukaan beton sejajar dengan tinggi kerucut.
- 2) Angkat cetakan secara tegak lurus
- 3) Kemudian ukur penurunan

3.7 Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah beton mencapai umur yang di tentukan, pengujian ini menggunakan alat uji tekan beton. Fungsi dari pengujian kuat tekan beton ini yaitu mengukur kemampuan untuk beton menerima gaya tekan persatuan luas, pemberian gaya ini tegak lurus terhadap sumbunya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah dibuat sesuai dengan apa yang telah direncanakan.

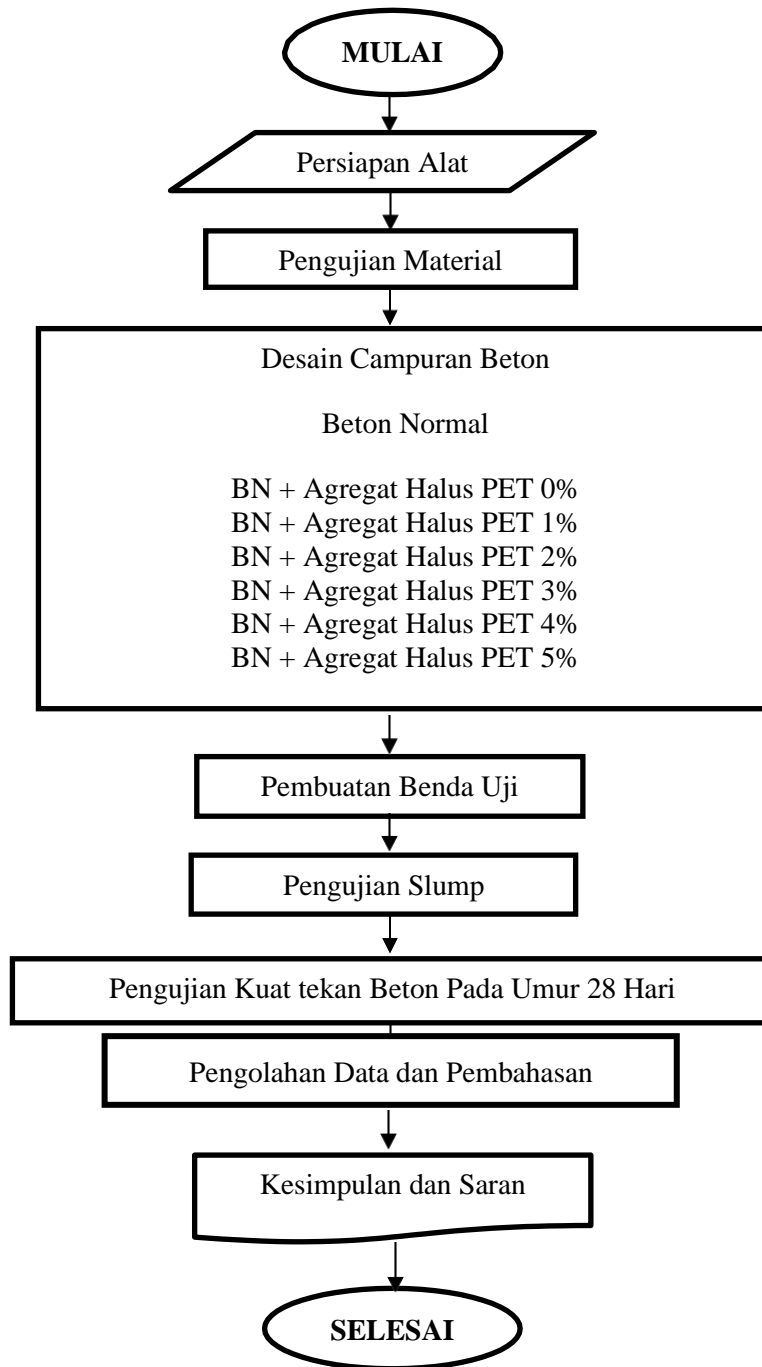
- a. Peralatan yang digunakan
 1. Mesin tekan hidrolis
 2. Timbangan kapasitas 100 kg
- b. Benda uji

Benda uji berbentuk kubus berukuran 15cm x 15cm x15cm

c. Langkah-langkah pengujian

1. Sehari sebelum pengujian keluarkan benda uji dari bak perendam
2. Sebelum diuji, benda uji dijemur atau di angin-anginkan guna mengeringkan benda uji
3. Benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat benda uji
4. Letakan benda uji kedalam media tekan dan atur hingga benda uji berada di tengah balok penekan, baik balok atas maupun balok bawah.
Pasang jarum petunjuk pada posisi nol
5. Mulai pengujian dengan menerapkan benda tekan mulai dari nol hingga mencapai beban maksimum (retak), kemudian catat hasilnya.
6. Kemudian dilakukan perhitungan atau pengolahan data.

3.8 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.16 bagan alir penelitian

BAB IV

PEMBAHASAN

Setelah melakukan pembuatan benda uji selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan perbedaan yang dimiliki setiap benda uji baik dari segi berat maupun kuat tekan beton, lalu dilakukan perhitungan dari hasil kuat tekan beton tersebut. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji direndam dalam air dan sampai umur beton yang telah direncanakan, sehingga didapatkan data-data kuat tekan beton untuk masing-masing benda uji.

4.1 Hasil Pengujian

Penelitian dilakukan di Laboratorium dimana pada Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada melakukan pengujian agregat sampai sampai hasil kuat tekan pengujian di lakukan di dapat seperti berikut.

4.1.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan sebelum proses percobaan campuran beton (Trial Mix Beton). Tujuan ini dilakukan untuk menentukan nilai kadar lumpur (*Silt Content*) yang mempunyai nilai 3,50%, setara pasir (*Sand Equivalent*) mempunyai nilai 95,17%, kadar warna (*Kotoran Organik Impurities*) mempunyai warna kuning, berat jenis ssd (*Specific Gravity Fine Agregat*) dan penyerapan air agregat halus mempunyai nilai 2,56 gr/cc, analisa ayakan pasir (*Sieve Analysis*) mempunyai nilai 40%, kepadatan (*Bulk Density*) mempunyai nilai 1 gr/cc, kadar lumpur (*clay lump*) mempunyai 0,505%, kadar air dalam pasir (*Surface Moisture Content*) mempunyai nilai 6,24%. Pengujian ini sangat berpengaruh pada

campuran dan syarat untuk mencapai kuat tekan beton yang di inginkan, sedangkan dari hasil pengujian di dapat dilihat pada lampiran.

4.1.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan sebelum proses percobaan campuran beton (Trial Mix Beton). Tujuan ini dilakukan untuk menentukan nilai berat jenis (Specific Gravity) dan penyerapan air mempunyai nilai 2,50 gr/cc, analisa ayakan agregat kasar (*Sieve Analysis*) mempunyai nilai 60%, kepadatan (*Bulk Density*) mempunyai nilai 1 gr/cc, mengukur kelonjongan (*Elongation Index*) mempunyai nilai 14,20 mm dan kepipihan (*Flakiness Index*) mempunyai 12,68 mm, kadar air dalam batu (*Moisture Content*) mempunyai nilai 6,19%. Pengujian ini sangat berpengaruh pada campuran dan syarat untuk mencapai kuat tekan beton yang di inginkan, sedangkan dari hasil pengujian di dapat di lihat pada lampiran,

4.1.3 Proses Pencampuran Beton

Proses ini merupakan tahapan pencampuran bahan matrial yang terkomposisi sesuai rencana. Pencampuran beton pun menggunakan sebuah alat mesin molen sehingga mendapatkan campuran matrial yang homogen dan untuk mencampurkan matrial dengan proses yang cepat maupun ekonomis. Pada saat proses ini pastikan semua matrial telah sesuai dengan hasil dari perencanaan komposisi beton. Agar dapat mencapai hasil yang di inginkan, karna sangat berpengaruh terhadap kualitas beton itu sendiri.

4.1.4 Hasil Pengujian Slump test

Pengujian yang dilakukan sebelum proses pengecoran yaitu uji slump test. Tujuan dilakukan pengujian slump ini adalah untuk menentukan ukuran derajat kemudahan pengecoran adukan beton segar dan mendapat nilai slump beton

dengan menggunakan alat kerucut Abraham yaitu alat yang berupa kerucut terpancung (Cone). Cara melakukan pengujian ini adalah sebelum memasukan adukan kedalam cetakan silinder, maka kita lakukan pengujian slump terlebih dahulu dengan menggunakan alat uji slump (kerucut Abraham), proses ini sangat berpengaruh pada pengerjaan, dan mempengaruhi kuat tekan beton. Adapun hasil Slump yang di dapatkan yaitu :

Tabel 4.3 Hasil Uji Slump (Cm)

NO	VARIASI CAMPURAN	NILAI SLUMP (CM)
1	Beton Normal	10
2	Beton Normal + 1% Agregat Halus Plastik PET	10
3	Beton Normal + 2% Agregat Halus Plastik PET	10
4	Beton Normal + 3% Agregat Halus Plastik PET	10,5
5	Beton Normal + 4% Agregat Halus Plastik PET	10,5
6	Beton Normal + 5% Agregat Halus Plastik PET	10

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada.

Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa beton normal dan campuran 1%, 2%, dan 5% agregat halus PET didapat nilai slump 10 cm, sedangkan 3%, 4%, agregat halus plastik PET didapat nilai 10,5 cm.

4.1.5 Proses Sampling

Pelaksanaan ini dilakukan dengan berbagai tahapan pelaksanaan yaitu mempersiapkan cetakan benda uji yang akan di pergunakan, memberi oli pada permukaan cetakan, setelah itu dilanjutkan dengan memasukan mortal beton ke benda uji dan di rojok sebanyak 25 kali setiap lapisan pertama, lapisan ke dua, dan lapisan ke tiga. Tidak lupa pula hidupkan mesin penggetar untuk mempermudah mortal menjadi padat dan udara dalam mortal keluar berlahan agar saat kering tidak berongga, selanjutnya ratakan permukaannya. Setelah proses sempling selesai kemudian diamkan selama 24 jam lalu keluarkan dari cetakan.

4.1.6 Proses Curing

Tujuan Proses curing atau perawatan beton adalah memastikan reaksi hidrasi senyawa semen termasuk bahan tambah atau pengganti dan menjaga agar beton tidak cepat kehilangan banyak air supaya dapat berlangsung secara optimal sehingga mutu beton yang diharapkan dapat tercapai. Perendaman ini dilakukan setelah beton dikeluarkan dari cetakan dengan durasi yang telah ditentukan yang dimaksud agar terjaganya kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam campuran beton.

4.1.7 Proses Pengeringan Benda Uji

Setelah proses perendaman dengan waktu yang dilakukan sesuai dengan waktu yang ditentukan selesai, kemudian beton diangkat dari tempat perendaman untuk dilakukan pengeringan dengan cara dijemur ataupun dianginkan selama 24 jam sampai benda tidak lagi basah atau lembab.

4.1.8 Proses Penimbangan Benda Uji

Setelah proses pengeringan selesai, kemudian lakukan penimbangan setiap benda uji dengan menggunakan timbangan yang sesuai, untuk menentukan berat uji padat. Setelah beton benda ditimbang, kemudian dipersiapkan untuk uji kuat tekan.

4.1.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah melakukan setiap proses diatas, selanjutnya pengujian uji kuat tekan pada setiap benda uji sesuai waktu yang sudah ditentukan, dimana beton yang telah disiapkan letakan pada alat uji kuat tekan beton. Pada pengujian kuat tekan beton dilakukan sesuai rencana yaitu 28 hari, adapun hasil dari data yang dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

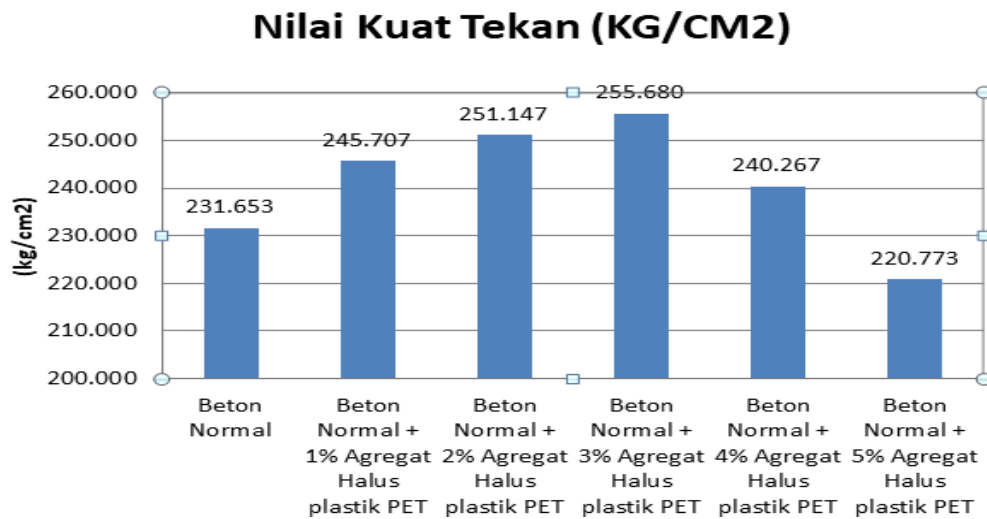
Tabel 4.1 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

NO	TANGGAL		Umur	TYPE	BERAT	DENSITY	LOAD	STRENGTH	RATA-RATA	Persentase
	CASTING	TEST	Hari			(Y)	(KN)	(Kg/CM2)	(Kg/CM2)	%
1	24/06/2021	22/07/2021	28	BN	7800	2.31	505	228.933	231.653	0%
2	24/06/2021	22/07/2021	28	BN	8000	2.37	520	235.733		
3	24/06/2021	22/07/2021	28	BN	8000	2.37	510	231.200		
4	24/06/2021	22/07/2021	28	BN	7800	2.31	520	235.733		
5	24/06/2021	22/07/2021	28	BN	7800	2.31	500	226.667		
6	24/06/2021	22/07/2021	28	1%	8000	2.37	540	244.800	245.707	6.07%
7	24/06/2021	22/07/2021	28	1%	8000	2.37	560	253.867		
8	24/06/2021	22/07/2021	28	1%	7800	2.31	550	249.333		
9	24/06/2021	22/07/2021	28	1%	7800	2.31	530	240.267		
10	24/06/2021	22/07/2021	28	1%	7800	2.31	530	240.267		
11	25/06/2021	23/07/2021	28	2%	7800	2.31	555	251.600	251.147	8.41%
12	25/06/2021	23/07/2021	28	2%	8000	2.37	560	253.867		
13	25/06/2021	23/07/2021	28	2%	8000	2.37	565	256.133		
14	25/06/2021	23/07/2021	28	2%	7800	2.31	540	244.800		
15	25/06/2021	23/07/2021	28	2%	7800	2.31	550	249.333		

16	25/06/2021	23/07/2021	28	3%	8000	2.37	585	265.200	255.680	10.37%
17	25/06/2021	23/07/2021	28	3%	8000	2.37	575	260.667		
18	25/06/2021	23/07/2021	28	3%	8000	2.37	560	253.867		
19	25/06/2021	23/07/2021	28	3%	7800	2.31	550	249.333		
20	25/06/2021	23/07/2021	28	3%	7800	2.31	550	249.333		
21	26/06/2021	24/07/2021	28	4%	7800	2.31	545	247.067	240.267	3.72%
22	26/06/2021	24/07/2021	28	4%	7800	2.31	540	244.800		
23	26/06/2021	24/07/2021	28	4%	8000	2.37	525	238.000		
24	26/06/2021	24/07/2021	28	4%	7800	2.31	530	240.267		
25	26/06/2021	24/07/2021	28	4%	7800	2.31	510	231.200		
26	26/06/2021	24/07/2021	28	5%	7800	2.31	490	222.133	220.773	-4.70%
27	26/06/2021	24/07/2021	28	5%	8000	2.37	500	226.667		
28	26/06/2021	24/07/2021	28	5%	8000	2.37	470	213.067		
29	26/06/2021	24/07/2021	28	5%	7800	2.31	480	217.600		
30	26/06/2021	24/07/2021	28	5%	7800	2.31	495	224.400		

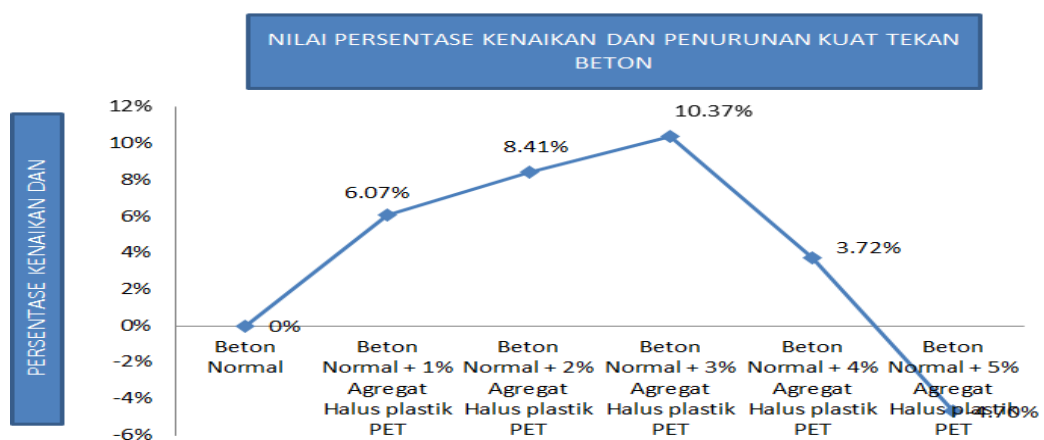
Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada.

Dari tabel 4.1 di atas dapat menunjukkan bahwa nilai optimum dari kuat tekan beton pada umur 28 hari terdapat variasi campuran Beton Normal + 3 % Agregat plastik PET dengan nilai 255,680 kg/cm².



Gambar 4.1 Grafik Nilai Kuat Tekan Rata-Rata

Dari grafik 4.1 di atas menunjukkan bahwa kuat tekan optimum terjadi pada campuran Beton Normal + 3% Agregat plastik PET , dengan nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 255,680 kg/cm² pada umur 28 hari. Sedangkan kuat tekan minimum terdapat pada campuran Beton Normal + 5% Agregat plastik PET dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 220,773 kg/cm² pada umur 28 hari.



Gambar 4.2 Grafik Nilai Persentase Kenaikan dan Penurunan Kuat Tekan Beton

Dari grafik 4.1 di atas menunjukkan bahwa Persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton mengalami kenaikan, dimana pada variasi campuran beton terjadi kenaikan dari beton normalnya, pada variasi 1% terjadi kenaikan sebesar 6,07%, pada variasi 2% terjadi persentase kenaikan kuat tekan kembali sebesar 8,41%, sedangkan pada variasi 3% di dapat nilai persentase kuat tekan tertinggi sebesar 10,37%. Pada persentase penurunan terhadap kuat tekan beton normal terjadi pada variasi 4% dengan nilai persentase kuat tekan 3,72%, sedangkan pada variasi 5% terjadi penurunan persentase sebesar -4,70% pada umur 28 hari.

4.1.10 Hasil Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik Pada Beton.

Hasil pemeriksaan benda uji (kubus) kemungkinan adanya kekuatan tekan yang kurang akibat kurangnya kedetailan, batas ambang yang diizinkan 5% dari 100% kuat tekan beton K (karakteristik) 225 maksudnya beton dengan pengujian kuat tekan nya mencapai ambang maximum kuat tekan beton rata-rata dari keseluruhan jumlah benda uji yang dikonversikan kerata-rata keseluruhan adapun hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.2 Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik pada Beton

Variasi Beton	Umur (Hari)	σ_{bi} (kg/cm ²)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (kg/cm ²)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (kg/cm ²)	$\Sigma\sigma_{bi}$	$\Sigma (\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$
Beton Normal	28	228,933	-2,720	7,398	1158,267	65.764
		235,733	4,080	16,646		
		231,200	-0.453	0,206		
		235,733	4,080	16,646		
		226,667	-4,987	24,867		
Kuat Tekan rata-rata σ_{bm}		Deviasi Standar			Kuat Tekan Karakteristik	
$\sigma_{bm} = \frac{\Sigma\sigma_{bi}}{N}$ $\sigma_{bm} = \frac{1158,267}{5}$ $\sigma_{bm} = 231,653$		$S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2}{n-1}}$ $S = \sqrt{\frac{65,764}{5-1}}$ $S = \sqrt{16,441}$ $S = 4,055$			$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - [1,28 \times S]$ $\sigma_{bk} = 231,653 - [1,28 \times 4,055]$ $\sigma_{bk} = 226,4626$	

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada.

Tabel 4.3 Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik pada Beton

Variasi Beton	Umur (Hari)	σ_{bi} (kg/cm ²)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (kg/cm ²)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (kg/cm ²)	$\sum \sigma_{bi}$	$\sum (\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$
Beton Normal + 1% Agregat Halus plastik PET	28	244,800	-0,907	0,822	1228,533	139,748
		253,867	8,160	66,586		
		249,333	3,627	13,153		
		240,267	-5,440	29,594		
		240,267	-5,440	29,594		
Kuat Tekan rata-rata σ_{bm}		Deviasi Standar			Kuat Tekan Karakteristik	
$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N}$ $\sigma_{bm} = \frac{1228,533}{5}$ $\sigma_{bm} = 245,706$		$S = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2}{n-1}}$ $S = \sqrt{\frac{139,748}{5-1}}$ $S = \sqrt{34,937}$ $S = 5,910$			$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - [1,28 \times S]$ $\sigma_{bk} = 245,706 - [1,28 \times 5,910]$ $\sigma_{bk} = 238,1412$	

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada .

Tabel 4.4 Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik pada Beton

Variasi Beton	Umur (Hari)	σ_{bi} (kg/cm ²)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (kg/cm ²)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (kg/cm ²)	$\sum \sigma_{bi}$	$\sum (\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$
Beton Normal + 2% Agregat Halus Plastik PET	28	251,600	0,453	0,206	1255,73	76,093
		253,867	2,720	7,398		
		256,133	4,987	24,867		
		244,800	-6,347	40,280		
		249,333	-6,347	3,288		
Kuat Tekan rata-rata σ_{bm}		Deviasi Standar			Kuat Tekan Karakteristik	
$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N}$ $\sigma_{bm} = \frac{1255,73}{5}$ $\sigma_{bm} = 251,147$		$S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2}{n-1}}$ $S = \sqrt{\frac{76,039}{5-1}}$ $S = \sqrt{19,01}$ $S = 4,360$			$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - [1,28 \times S]$ $\sigma_{bk} = 251,147 - [1,28 \times 4,360]$ $\sigma_{bk} = 245,566$	

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada.

Tabel 4.5 Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik pada Beton

Variasi Beton	Umur (Hari)	σ_{bi} (kg/cm ²)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (kg/cm ²)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (kg/cm ²)	$\Sigma\sigma_{bi}$	$\Sigma (\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$
Beton Normal + 3% Agregat Halus Plastik PET	28	265,200	9,520	90,630	1278,40	199,346
		260,667	4,987	24,867		
		253,837	-1,813	3,288		
		249,333	-6,347	40,280		
		249,333	-6,347	40,280		
Kuat Tekan rata-rata σ_{bm}	Standar Deviasi			Kuat Tekan Karakteristik		
$\sigma_{bm} = \frac{\Sigma\sigma_{bi}}{N}$ $\sigma_{bm} = \frac{1278,40}{5}$ $\sigma_{bm} = 255,680$	$S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2}{n-1}}$ $S = \sqrt{\frac{199,346}{5-1}}$ $S = \sqrt{49,836}$ $S = 7,059$			$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - [1,28 \times S]$ $\sigma_{bk} = 255,680 - [1,28 \times 7,059]$ $\sigma_{bk} = 246,644$		

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada.

Tabel 4.6 Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik pada Beton

Variasi Beton	Umur (Hari)	σ_{bi} (kg/cm ²)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (kg/cm ²)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (kg/cm ²)	$\Sigma\sigma_{bi}$	$\Sigma (\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$
Beton Normal + 4% Agregat Halus Plastik P ET	28	247,067	6,800	46,240	1201,333	154,133
		244,800	4,533	20,551		
		238,000	-2,267	5,138		
		240,267	0,000	0,000		
		231,200	-9,067	82,204		
Kuat Tekan rata-rata σ_{bm}	Standar Deviasi			Kuat Tekan Karakteristik		
$\sigma_{bm} = \frac{\Sigma\sigma_{bi}}{N}$ $\sigma_{bm} = \frac{1201,333}{5}$ $\sigma_{bm} = 240,267$	$S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2}{n-1}}$ $S = \sqrt{\frac{154,133}{5-1}}$ $S = \sqrt{38,533}$ $S = 6,207$			$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - [1,28 \times S]$ $\sigma_{bk} = 240,267 - [1,28 \times 6,207]$ $\sigma_{bk} = 232,321$		

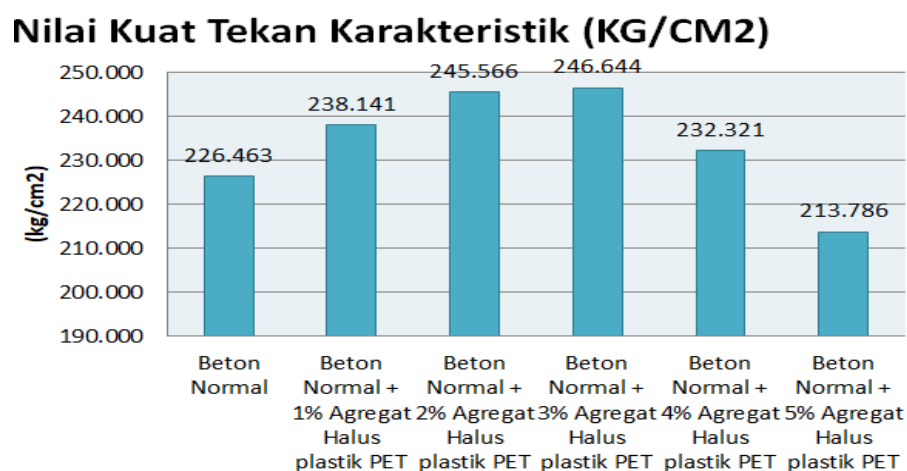
Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada.

Tabel 4.7 Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik pada Beton

Variasi Beton	Umur (Hari)	σ_{bi} (kg/cm ²)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (kg/cm ²)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (kg/cm ²)	$\Sigma\sigma_{bi}$	$\Sigma (\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$
Beton Normal + 5% Agregat Halus Plastik PET	28	222,133	1,360	1,850	1103,867	119,196
		226,667	5,893	34,731		
		213,067	-7,707	59,393		
		217,600	-3,173	10,707		
		224,400	3,627	13,153		
Kuat Tekan rata-rata σ_{bm}	Standar Deviasi			Kuat Tekan Karakteristik		
$\sigma_{bm} = \frac{\Sigma\sigma_{bi}}{N}$ $\sigma_{bm} = \frac{1103,867}{5}$ $\sigma_{bm} = 220,773$	$S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2}{n-1}}$ $S = \sqrt{\frac{119,196}{5-1}}$ $S = \sqrt{29,799}$ $S = 5,459$			$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - [1,28 \times S]$ $\sigma_{bk} = 220,773 - [1,28 \times 5,459]$ $\sigma_{bk} = 213,786$		

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada.

Dari tabel 4.2 – 4.7 di dapat hasil dari perhitungan Beton Normal pada umur 28 hari di dapat nilai standar deviasi sebesar 4,055 kuat tekan beton karakteristik 226,4626 dan kuat tekan beton rata-rata sebesar 231,653, untuk Beton Normal + 1% Agregat plastik PET pada umur 28 hari di dapat nilai standar deviasi sebesar 5,910, kuat tekan beton karakteristik 238,1412 dan kuat tekan beton rata-rata sebesar 245,706, untuk Beton Normal + 2% Agregat Plastik PET pada umur 28 hari di dapat nilai standar deviasi sebesar 4,360, kuat tekan beton karakteristik 245,566 dan kuat tekan beton rata-rata sebesar 251,147, Untuk Beton Normal + 3% Agregat Plastik PET pada umur 28 hari di dapat nilai standar deviasi sebesar 7,059, kuat tekan beton karakteristik 246,644 dan kuat tekan beton rata-rata sebesar 255,680, Untuk Beton Normal + 4% Agregat Plastik PET pada umur 28 hari di dapat nilai standar deviasi sebesar 6,207, kuat tekan beton karakteristik 232,321 dan kuat tekan beton rata-rata sebesar 255,680, Untuk Beton Normal + 5% Agregat Plastik PET pada umur 28 hari di dapat nilai standar deviasi sebesar 5,459, kuat tekan beton karakteristik 213,786 dan kuat tekan beton rata-rata sebesar 220,773.



Gambar 4.2 Grafik Kuat Tekan Beton Karakteristik pada Beton

Dari hasil grafik di atas terlihat nilai kuat tekan beton Karakteristik, dimana nilai tertinggi pada Beton Normal + 3% Agregat Kasar Plastik PET yang mempunyai nilai sebesar 246,664 , sedangkan nilai terendah pada Beton normal + 5% Agregat Kasar Plastik PET yang mempunyai nilai 213,786.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Kuat Beton

NO	Kondisi Variasi beton	Umur (Hari)	Berat (gr)	Beban		Luas (mm ²)	Kuat Tekan Beton (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata σ_{bk}	s	σ_{bk} (Kg/Cm ²)
				KN	KG					
1	Beton Normal	28	7800	505	51510	225	228.933	231.653	4.055	226.463
2			8000	520	53040	225	235.733			
3			8000	510	52020	225	231.200			
4			7800	520	53040	225	235.733			
5			7800	500	51000	225	226.667			
1	Beton Normal + 1% Agregat Halus plastik PET	28	8000	540	55080	225	244.800	245.707	5.911	238.141
2			8000	560	57120	225	253.867			
3			7800	550	56100	225	249.333			
4			7800	530	54060	225	240.267			
5			7800	530	54060	225	240.267			
1	Beton Normal + 2% Agregat Halus plastik PET	28	7800	555	56610	225	251.600	251.147	4.360	245.566
2			8000	560	57120	225	253.867			
3			8000	565	57630	225	256.133			
4			7800	540	55080	225	244.800			

5			7800	550	56100	225	249.333			
1	Beton Normal + 3% Agregat Halus plastik PET	28	8000	585	59670	225	265.200	255.680	7.059	246.644
2			8000	575	58650	225	260.667			
3			8000	560	57120	225	253.867			
4			7800	550	56100	225	249.333			
5			7800	550	56100	225	249.333			
1	Beton Normal + 4% Agregat Halus plastik PET	28	7800	545	55590	225	247.067	240.267	6.208	232.321
2			7800	540	55080	225	244.800			
3			8000	525	53550	225	238.000			
4			7800	530	54060	225	240.267			
5			7800	510	52020	225	231.200			
1	Beton Normal + 5% Agregat Halus plastik PET	28	7800	490	49980	225	222.133	220.773	5.459	213.786
2			8000	500	51000	225	226.667			
3			8000	470	47940	225	213.067			
4			7800	480	48960	225	217.600			
5			7800	495	50490	225	224.400			

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Perkasa Adiguna Sembada.

4.2 Pembahasan dan Hasil

Dari hasil penelitian beton di dapat hasil kuat tekan beton pada umur 28 hari. Beton Normal di dapat nilai kuat tekan beton karakteristik $226,4626 \text{ kg/cm}^2$, dan kuat tekan beton rata-rata sebesar $231,653 \text{ kg/cm}^2$, pada variasi Beton Normal + 1% Agregat Plastik PET di dapat kuat tekan beton karakteristik $238,142 \text{ kg/cm}^2$, kuat tekan beton rata-rata sebesar $245,707 \text{ kg/cm}^2$, dan kenaikan persentase kuat tekan dari beton normal sebesar 6,07 %, pada yang variasi Beton Normal + 2% Agregat Plastik PET di dapat kuat tekan beton karakteristik $245,566 \text{ kg/cm}^2$ dan kuat tekan beton rata-rata sebesar $251,147 \text{ kg/cm}^2$, dan kenaikan persentase kuat tekan dari beton normal sebesar 8,41%, pada yang variasi Beton Normal + 3% Agregat Plastik PET di dapat kuat tekan beton karakteristik $246,644 \text{ kg/cm}^2$ dan kuat tekan beton rata-rata sebesar $255,680 \text{ kg/cm}^2$, dan kenaikan persentase kuat tekan dari beton normal sebesar 10,37%, pada yang variasi Beton Normal + 4% Agregat Plastik PET di dapat kuat tekan beton karakteristik $232,321 \text{ kg/cm}^2$ dan kuat tekan beton rata-rata sebesar $240,267 \text{ kg/cm}^2$, dan penurunan persentase kuat tekan dari beton normal sebesar 3,72%, sedangkan Beton Normal + 5% Agregat Plastik PET memperoleh kuat tekan beton karakteristik $213,786 \text{ kg/cm}^2$ dan kuat tekan beton rata-rata sebesar $220,773 \text{ kg/cm}^2$, dan penurunan persentase kuat tekan dari beton normal sebesar -4,70% dimana memiliki nilai terendah. Maka dapat disimpulkan faktor yang mempengaruhi naiknya turunnya kuat tekan beton sebagai berikut :

1. Kenaikan kuat tekan diakibatkan karena agregat halus dari plastik mempunyai tekstur yang keras, kuat dan tidak memiliki kadar lumpur,

dimana tekstur yang keras dan kuat tersebut mampu meningkatkan kekuatan beton sedangkan agregat tersebut tidak memiliki kadar lumpur yang dapat mengakibatkan daya rekat menurun.

2. Pada persentase campuran 5% agregat halus plastik PET mengalami penurunan kuat tekan beton yang di sebabkan karena melampaui pesentase campuran maksimum agregat halus plastik PET.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian didapat pengaruh penggantian agregat halus dengan agregat halus plastik PET terhadap kuat tekan beton. Adapun pengaruh terhadap kuat tekan beton yaitu :

1. Pada variasi Beton Normal + 3% Agregat Plastik PET di dapat nilai tertinggi kuat tekan beton karakteristik $246,644 \text{ kg/cm}^2$ dan kuat tekan beton rata-rata sebesar $255,680 \text{ kg/cm}^2$, dan kenaikan persentase kuat tekan dari beton normal sebesar 10,37%. Pada variasi tersebut berpengaruh terhadap kuat tekan beton dimana agregat tersebut mempunyai sifat yang hampir sama, dan tidak memiliki kandungan lumpur.
2. Sedangkan variasi Beton Normal + 5% Agregat Plastik PET memperoleh kuat tekan beton karakteristik $213,786 \text{ kg/cm}^2$ dan kuat tekan beton rata-rata sebesar $220,773 \text{ kg/cm}^2$, dan penurunan persentase kuat tekan dari beton normal sebesar -4,70% dimana memiliki nilai terendah.

Maka dari hasil pengujian ini didapat batas maksimum penggantian agregat halus (pasir) dengan agregat halus plastik PET yang dianjurkan.

5.2 Saran

1. Dalam penelitian ini masih banyak kekurangan dimana kendala dalam mendaurulang sampah plastik menjadi agregat halus. Dimana proses pembentukan agregat nya harus menggunakan alat khusus agar sesuai dengan ukuran agregat halus yang disarankan.
2. Dalam penelitian ini masih dapat dilakukan pengujian selanjutnya untuk mendapatkan hasil maksimal dan dapat dipergunakan untuk suatu terobosan beton ramah lingkungan yang dimana dapat mengurangi limbah yang sulit di daur ulang.