

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Dalam penelitian ini penulis memaparkan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang akan diteliti tentang “Pengaruh Penambahan *Fly Ash* dan *Sikacim* terhadap kuat tekan beton Fc 33 MPa”.

1. Penelitian yang sebelumnya dilakukan oleh Mira Setiawati (2018) dari Universitas Muhammadiyah Palembang, membuat variasi *Fly Ash* sebanyak 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5%. Dari penelitian nilai kuat tekan tertinggi pada penggunaan 12,5% *fly ash*, yaitu 404,03 Kg/cm².
2. Penelitian yang diteliti oleh Ariyani, N dan Laia, P (2013) dari Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta dengan variasi *Fly Ash* sebanyak 10%, 15%, 20%, dan 25%. Di dapat nilai optimum kuat tekan pada penggunaan 20% *Fly Ash*, yaitu 570,53 Kg/cm².
3. Penelitian yang dilakukan oleh Mardiono dari Universitas Gunadarma Jakarta dengan memvariasikan kandungan *Fly Ash* sebanyak 10%, 20%, 30%, dan 40%. Hasil dari penelitian diperoleh kuat tekan beton yang tertinggi terdapat pada campuran beton dengan *Fly Ash* 10%, yaitu sebesar 423,89 Kg/cm².
4. Penelitian yang dilakukan oleh Novrianti, Rida Respati, dan Anwar Muda (2014) dari Universitas Muhammadiyah Palangkaraya dengan variasi penambahan *Sikacim* sebesar 0,3%, 0,5%, dan 1%. Berdasarkan hasil

penelitian kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi penggunaan *Sikacim* 0,5% sebesar 358,59 kg/cm².

5. Penelitian dari Mardewi Jamal, Masayu Widiastuti, dan memvariasikan *Sikacim* sebesar 0,5%, 0,7%, dan 0,9%. Didapatkan hasil penelitian ini kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi penggunaan *Sikacim* 0,7% dengan nilai kuat tekan sebesar 242,48 kg/cm².

2.2 Pengertian Beton

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Sedangkan menurut Tjokrodimuljo (1996), beton merupakan hasil pencampuran semen, air, dan agregat. Terkadang ditambah menggunakan bahan tambah dengan perbandingan tertentu, mulai dari bahan kimia tambahan, fiber, sampai bahan buangan non kimia. Agregat halus dan agregat kasar disebut sebagai bahan susun campuran dan merupakan komponen utama beton. Pemakaian bahan tambah (*admixture*) juga dicampur pada saat pembuatan beton untuk mencapai tujuan tertentu. Beton termasuk bahan berkekuatan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan. Nilai kuat tekan beton relative tinggi dibanding kuat tariknya. Kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk.

2.3 Klasifikasi Beton

Menurut PBI tahun 1971, beton dapat diklasifikasikan menjadi tiga, antara lain :

2.3.1 Beton Kelas I

Merupakan beton untuk pekerjaan-pekerjaan non structural. Beton kelas I dibagi dalam mutu-mutu standar antara lain K-100, K-125, K-150, K-175 dan K-200. Untuk pelaksanaannya tidak memerlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan bahan tidak disyaratkan pemeriksaan.

2.3.2 Beton Kelas II

Merupakan beton untuk pekerjaan-pekerjaan structural secara umum. digunakan untuk pekerjaan struktur seperti lantai, jalan, pondasi, sloof, kolom, dll. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar antara lain K-225, K-250, dan K-275. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan sedang terhadap kuat tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu pengawasan mutu terdiri dari pengawasan ketat terhadap mutu bahan, dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan beton secara kontinu menurut pasal 4.7 PBI 1971.

2.3.3 Beton Kelas III

Merupakan beton untuk pekerjaan struktural misalnya untuk balok dan lantai jembatan, landasan pesawat dan lainnya. dimana dipakai mutu beton dengan kuat tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 ka/cm^2 . Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar antara lain K-325, K-350, K-375, K450, dan K-500. Pada pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan

peralatan yang lengkap, dan dilayani tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

2.4 Sifat-Sifat beton

Berikut ini merupakan sifat-sifat umum yang ada pada beton, adalah sebagai berikut :

2.4.1 Kuat Tekan

Kuat tekan beton ditentukan berdasarkan pembebanan uniaksial benda uji silinder beton diameter 150 mm, tinggi 300 mm dengan satuan MPa (N/mm²) untuk SKSNI 91. Benda uji silinder juga digunakan pada standar ACI sedangkan British Standar benda uji yang digunakan adalah kubus dengan sisi ukuran 150 mm. Benda uji dengan ukuran berbeda dapat juga dipakai namun perlu dikoreksi terhadap size efek².

2.4.2 Durability (Keawetan)

Merupakan kemampuan beton untuk bertahan seperti kondisi yang direncanakan tanpa terjadi korosi dalam jangka waktu yang direncanakan. Dalam hal ini perlu pembatasan nilai faktor air semen maksimum maupun pembatasan dosis semen minimum yang digunakan sesuai dengan kondisi lingkungan.

2.4.3 Kuat Tarik

Kuat tarik beton berkisar seper-delapan belas kuat desak pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar seper-sepuluh sesudahnya. Biasanya tidak diperhitungkan di dalam perencanaan beton. Kuat tarik merupakan bagian penting di dalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu. Pengujian

kuat tarik diadakan untuk pembuatan beton konstruksi jalan raya dan lapangan terbang.

2.4.4 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas beton adalah perbandingan antara kuat tekan beton dengan regangan beton biasanya ditentukan pada 25-50% dari kuat tekan beton.

2.4.5 Rangkak (*Creep*)

Merupakan salah satu sifat beton dimana beton mengalami deformasi terus-menerus menurut waktu dibawah beban yang dipikul.

2.4.6 Susut (*Shrinkage*)

Merupakan perubahan volume yang tidak berhubungan dengan pembebanan.

2.4.7 Keleccakan (*Workability*)

Workability adalah sifat-sifat adukan beton atau mortar yang ditentukan oleh kemudahan dalam pencampuran, pengangkutan pengecoran, pemadatan, dan finishing. Atau *workability* adalah besarnya kerja yang dibutuhkan untuk menghasilkan kompaksi penuh.

2.5 Kelebihan dan Kekurangan Beton

2.5.1 Kelebihan Beton antara lain :

1. Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan/pembusukan oleh kondisi lingkungan.
2. Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal.

3. Kekuatannya tinggi dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan struktur seperti mutu beton K-225, K-250, K-350 dan seterusnya.
4. Mudah dibentuk menggunakan bekisting sesuai dengan kebutuhan struktur bangunan.
5. Mempunyai tekstur yang terlihat alami sebagai batuan sehingga dapat difungsikan sebagai bagian dari seni arsitektur untuk memperindah bangunan.
6. Beton tahan terhadap temperatur tinggi terhadap api dan cuaca.
7. Biaya pemeliharaan/perawatannya rendah.
8. Umurnya tahan lama

2.5.2 Kekurangan Beton antara lain :

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. oleh karena itu perlu diberi baja tulangan, atau tulangan kasa.
2. Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikombinasikan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.
3. Beton sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusakkan beton.
4. Menuntut ketelitian yang tinggi dalam pelaksanaannya.

2.6 Material Pembentuk Beton

Material yang digunakan dalam pembentukan beton adalah campuran antara bahan-bahan dasar beton yaitu agregat halus, agregat kasar, air dan semen dengan perbandingan tertentu sehingga dapat menghasilkan mutu beton yang baik.

2.6.1 Agregat

Agregat terbagi atas agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus pada umumnya terdiri dari pasir atau partikel yang lewat saringan No. 4 mm, sedangkan agregat kasar tidak lewat saringan tersebut dan mempunyai ukuran maksimum 40 mm. Agregat halus dan agregat kasar merupakan bahan pengisi (*filler*) pada pembuatan beton. Pada umumnya, penggunaan bahan agregat dalam adukan beton mencapai jumlah lebih kurang 70% – 80% dari seluruh volume massa padat beton. Bahan agregat harus mempunyai cukup kekerasan, sifat kekal, tidak bersifat reaktif terhadap alkali dan tidak mengandung bagian-bagian kecil (< 70 micron) atau lumpur.

Pemilihan agregat tergantung dari :

1. Syarat -syarat yang ditentukan beton
2. Persediaan lokasi pembuatan beton
3. Perbandingan yang telah ditentukan antara biaya dan mutu
4. Agregat tersebut harus bersih
5. Keras dan bebas dari sifat penyerapan secara kimia
6. Tidak bercampur dengan tanah liat atau lumpur
7. Distribusi/gradasi ukuran agregat memenuhi ketentuan yang berlaku

A. Agregat halus

Agregat halus (pasir) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 5 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus (pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*). Pasir umumnya terdapat disungai-sungai yang besar. Akan tetapi sebaiknya pasir yang digunakan untuk bahan-bahan bangunan dipilih yang memenuhi syarat. Syarat-syarat agregat halus berdasarkan SNI.-1990, adalah sebagai berikut:

1. Butir-butir pasir harus berukuran antara (0,15 mm dan 5 mm).
2. Harus keras, berbentuk tajam, dan tidak mudah hancur dengan pengaruh perubahan cuaca atau iklim.
3. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (persentase berat dalam keadaan kering).
4. Bila mengandung lumpur lebih dari 5% maka pasirnya harus dicuci.
5. Tidak boleh mengandung bahan organik, garam, minyak, dan sebagainya.

Ada beberapa jenis pasir yang bisa digunakan untuk campuran beton :

1. Pasir beton

Pasir beton adalah pasir yang bagus untuk bangunan dan harganya lumayan mahal, pasir beton biasanya berwarna hitam dan butirannya cukup halus. Namun apabila dikepal dengan tangan tidak menggumpal dan akan buyar kembali. Pasir ini baik sekali untuk

pengecoran, pelasteran dinding, pondasi, juga pemasangan batu dan bata.

2. Pasir sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dalam sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir-butirnya agak kurang karena butir yang bulat. Karena ukuran butirannya kecil, maka baik dipakai untuk memplester tembok juga untuk keperluan yang lain.

3. Pasir pasang

Pasir pasang adalah pasir yang lebih halus dari pasir beton, cirri-cirinya apabila dikepal akan menggumpal, jenis pasir ini harganya lebih mahal dari pasir beton, pasir pasang biasanya dipakai untuk campuran pasir beton agar tidak terlalu kasar sehingga baik untuk plesteran dinding.

4. Pasir Galian

Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam. Pada kasus tertentu, agregat yang terletak pada lapisan paling atas harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

Berikut tabel dan grafik gradasi yang harus dipenuhi oleh agregat halus (pasir) berdasar SNI-03-2834-2000 sebagai mana tercantum pada table 2.1

Tabel 2.1 Gradasi Agregat Halus

Ukuran saringan				% Lolos Saringan/Ayakan				ASTM C-33
				SNI 03-2834-2000				
(Ayakan)				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus	Fine Aggregate
mm	SNI	ASTM	inch	Gradasi no.1	Gradasi No. 2	Gradasi No. 3	Gradasi no. 4	Sieve Analysis
9,5	9,6	3/8 in	0,3750	100 – 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100
4,75	4,8	no. 4	0,1870	90 – 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100	95 - 100
2,36	2,4	no.8	0,0937	60 -95	75 -100	85 - 100	95 - 100	80 - 100
1,18	1,2	no.16	0,0469	30 – 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100	50 - 85
0,60	0,6	no.30	0,0234	15 – 34	55 - 59	60 - 79	80 - 100	25 - 60
0,30	0,3	no.50	0,0117	5 – 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50	5 - 30
0,15	0,15	no.100	0,0059	0 – 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15	0 - 10
TABEL GRADASI AGREGAT HALUS (SNI 03-2834-2000 dan ASTM C-33								The Fine Aggregate shall have not more than 45 % passing any sieve and retained on the next consecutive sieve

Sumber : Lauw Tjun Nji, 2008, Sipil dan Konstruksi

B. Agregat Kasar

Agregat Kasar adalah agregat yang berukuran lebih besar dari 5 mm, sifat yang paling penting dari suatu agregat kasar adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia. Serta ketahanan terhadap penyusutan. syarat-syarat agregat kasar berdasarkan PBBI, 1971, N.I.-2, antara lain :

1. Agregat harus mempunyai gradasi yang baik, artinya harus terdiri dari butiran yang beragam besarnya, sehingga dapat mengisi rongga-rongga akibat ukuran yang besar, sehingga akan mengurangi penggunaan semen

atau penggunaan semen yang minimal. Agregat kasar harus mempunyai susunan butiran dalam batas-batas seperti berikut :

- a. Sisa diatas ayakan 3,5 mm minimum 10% berat total
- b. Sisa diatas ayakan 4 mm minimum 90-98% berat total
- c. Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas 2 ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat minimum 10% berat total.

Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran yang keras dan tidak berpori atau tidak akan pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan.

2. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200), tidak boleh melebihi 1% (terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melebihi 1% maka agregat harus dicuci.
3. Kekerasan butiran agregat diperiksa dengan bejana *Rudellof* dengan beban penguji 20 ton dimana harus dipenuhi syarat berikut:
 - a. Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 - 19,1 mm lebih dari 24% berat.
 - b. Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19,1 - 30 mm lebih dari 20% berat.
4. Kekerasan butiran agregat kasar jika diperiksa dengan mesin *Los Angeles* dimana tingkat kehilangan berat lebih kecil dari 50%.
5. Besar butir maksimum, tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{3}$ jarak terkecil bidang-bidang dan cetakan $\frac{1}{2}$ tebal plat atau $\frac{3}{4}$ dari jaraak bersih minimum antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

Tabel 2.2 Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan (mm)	Persentase lolos		
	37.5 - 4.75	19.0 - 4.75	12.5 - 4.75
50	100	-	-
38.1	95 - 100	-	-
25	-	100	-
19	35-70	90 - 100	100
12.5	-	-	90 - 100
9.5	30-Oct	20 - 55	40 - 70
4.75	0 - 5	0 - 10	0 - 15
2.36	-	0 - 5	0 - 5
Pan			

Sumber : ASTM – C33

Jenis agregat kasar secara umum adalah sebagai berikut :

1. Batu pecah alami : Bahan ini diperoleh dari cadas atau batu pecah alami yang digali, yang berasal dari gunung merapi.
2. Kerikil alami : kerikil didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir.
3. Agregat kasar buatan : terutama berupa *slag* atau *shale* yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan. Biasanya hasil dari proses lain seperti dari *blast -furnace* dan lain-lain.
4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat : dengan adanya tuntutan yang spesifik pada zaman atom yang sekarang ini, juga untuk pelindung dari radasi nuklir sebagai akibat banyaknya pembangkit atom an stasiun tenaga nuklir, maka perlu ada beton yang melindungi dari sinar X, sinar gamma, dan neutron. Pada beton demikian syarat ekonomis maupun syarat kemudahan pengerjaan

tidak begitu menentukan. Agregat yang diklasifikasikan disini misalnya baja pecah, barit, magnetit, dan limonit.

2.6.2 Air

Air merupakan salah satu bahan yang diperlukan dalam pencampuran beton, karena mampu mempercepat terjadinya proses kimia antara air dengan semen. Selain itu juga air berfungsi memudahkan pekerjaan pembuatan beton agar sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Kental atau encer nya campuran ditentukan oleh banyaknya air yang terdapat dalam beton yang baru diaduk. Kandungan air dalam beton segar harus sesuai dengan yang ditetapkan dalam mix design dan kondisi lapangan sewaktu pembuatan beton. Kadar air yang tinggi akan menyebabkan beton menjadi encer sedangkan kadar air yang rendah akan menyebabkan daya rekat campuran beton berkurang. Air yang tidak berbau dan dapat diminum dapat dipakai untuk campuran beton. Air yang digunakan untuk beton harus bebas dari asam, alkali, minyak atau bahan kimia lainnya.

Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut menurut British Standar (BS.3148-80) :

1. Air tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. Air tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 20 gram/liter karena dapat menyebabkan menurunnya kekuatan beton dan memperlambat waktu pengikat beton.
3. Air tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.

4. Air campuran beton mengandung 1.250 ppm natrium sulfat, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ dapat digunakan dengan hasil yang memuaskan.
5. Air basa, air dengan kandungan natrium hidroksida sekitar 0,5% dari berat semen, tidak banyak berpengaruh pada kekuatan beton, asalkan waktu pengikat tidak berlangsung dengan cepat.
6. Minyak mineral atau minyak tanah dengan konsentrasi lebih dari 2 % berat semen dapat mengurangi kekuatan beton hingga 20% karena itu penggunaan air yang tercemar minyak sebaiknya dihindari.
7. Air yang mengandung zat organik dapat mempengaruhi waktu pengikat semen dan kekuatan beton.
8. Air campuran asam dapat digunakan atau tidak berdasarkan konsentrasi asamnya yang dinyatakan dalam ppm (*parts per million*).

Air memiliki beberapa pengaruh terhadap kekuatan beton antara lain :

1. Air merupakan media pencampuran pada pembuatan pasta.
2. Kekuatan dari pasta pengerasan semen ditentukan oleh perbandingan berat antara air dan faktor semen.
3. Kandungan air yang tinggi menghalangi proses pengikatan, dan kandungan air yang rendah reaksi tidak selesai. Kandungan air yang tinggi dapat mengakibatkan.

2.6.3 Semen

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan

menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar, sedangkan jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*hardened concrete*).

Fungsi semen ialah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butiran agregat. Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu :

1. Semen non-hidrolik

Semen non-hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur.

2. Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain : kapur hidrolik, semen *pozollan*, semen terak, semen alam, semen *portland*, semen *portland pozolland* dan semen *alumina*.

Berdasarkan Peraturan Beton 1989 (SKBI.4.53.1989) membagi semen portland menjadi 5 jenis (SK.SNI T-15-1990-03:2) yaitu :

1. Tipe I (*Normal portland cement*), semen *portland* yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya. Digunakan untuk bangunan-bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratankhusus.

2. Tipe II (*high early strength portland cement*), semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Digunakan untuk konstruksi bangunan dan beton yang terus-menerus berhubungan dengan air kotor atau air tanah atau untuk pondasi yang tertahan di dalam tanah yang mengandung air agresif (garam-garam sulfat) dan saluran air buangan atau bangunan yang berhubungan langsung dengan rawa.
3. Tipe III (*modified portland cement*), semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi. Semen jenis ini digunakan pada daerah yang bertemperatur rendah, terutama pada daerah yang mempunyai musim dingin (*winter season*).
4. Tipe IV (*low heat portland cement*), semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah. Digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang besar dan masif, umpamanya untuk pekerjaan bendung, pondasi berukuran besar atau pekerjaan besar lainnya.
5. Tipe V (*Sulfate resisting portland cement*), semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut, air buangan industri, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat dalam persentase yang tinggi.

6. *Portland Pozzolan Cement (PPC)*, Semen *portland pozzolan* adalah campuran dari semen tipe I biasa dengan *pozzolan*.

2.6.4 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubuk cairan yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Pemberian bahan tambah pada adukan beton bertujuan untuk memperlambat waktu pengikatan, mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah daktilitas (mengurangi sifat getas), mengurangi retak-retak pengerasan, mengurangi panas hidrasi, menambah kekedepan, menambah keawetan (Tjokrodimuljo, 2007).

2.6.4.1 Fly Ash

Fly ash atau abu terbang merupakan sisa-sisa pembakaran batu bara yang pada umumnya dihasilkan oleh pabrik dan PLTU. Fly ash berbentuk bubuk yang halus. Kandungan *fly ash* sebagian besar terdiri dari oksida-oksida silika (SiO_2), aluminium (Al_2O_3), besi (Fe_2O_3), dan kalsium (CaO), serta potasium, sodium, titanium, dan sulfur dalam jumlah sedikit (Nugraha & Antoni, 2007).

Kelebihan dan kekurangan *Fly Ash* Antara lain :

1. kelebihan:
 - Keuntungan kekuatan tinggi, tergantung pada penggunaan
 - Dapat digunakan sebagai campuran
 - Ramah lingkungan
2. Kekurangan :
 - Penguatan kekuatan lebih lambat

- Penggunaan dengan takaran berlebihan akan mengakibatkan penurunan pada kekuatan beton

2.6.4.2 Slag

Slag merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi. Definisi slag Menurut ASTM C.989 “*standard specification for ground granulated Blast Furnance slag for use in concrete and mortar*” adalah produk non metal yang merupakan material berbentuk halus, granular hasil pembakaran yang kemudian didinginkan, misalnya dengan mencelupkannya ke dalam air.

2.6.4.3 Silica Fume

Silica fume adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau alloy besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara microsilika dengan *silica fume*).

Penggunaan *silica fume* dalam campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi. Beton dengan kekuatan tinggi digunakan, misalnya, untuk kolom struktur atau dinding geser, pre-cast atau beton pra-tegang dan beberapa keperluan lain. Kriteria kekuatan beton berkinerja tinggi saat ini sekitar 50-70 Mpa untuk umur 28 hari. Penggunaan *silica fume* berkisar 0-30% untuk memperbaiki karakteristik kekuatan keawetan beton dengan faktor air semen sebesar 0,34 dan 0,28 dengan atau tanpa *superplastisizer* dan nilai slump 50 mm (Yogerdran, et al, 1987: 124-129).

2.6.4.4 Sikacim

Sikacim adalah campuran beton pereduksi air dengan kualitas tinggi yang diformulasikan khusus untuk industri elemen beton pracetak; untuk memenuhi permintaan pelepasan bekisting lebih awal karena penguatan awal. Memungkinkan peralatan penempatan beton digunakan hingga kapasitas penuhnya. Efektif di seluruh rentang dosis.

Berfungsi sebagai campuran adukan beton untuk mempercepat pengerasan beton. Keunggulannya adalah Mempercepat pengerasan beton (kekuatan awal beton) dengan menurunkan udara sampai 15% untuk mengurangi keropos mempermudah pengecoran.

2.6.4.5 Superplasticizer

Superplasticizer (high range water reducer admixtures) sangat meningkatkan kelecakan campuran. Digunakan terutama untuk beton mutu tinggi. Pada prinsipnya mekanisme kerja dari setiap *superplasticizer* sama, yaitu dengan menghasilkan gaya tolak-menolak (*dispersion*) yang cukup antar partikel semen agar tidak terjadi penggumpalan partikel semen (*flocculate*) yang dapat menyebabkan terjadinya rongga udara di dalam beton, yang akhirnya akan mengurangi kekuatan atau mutu beton tersebut.

2.6.4.6 Viscocrete SC 305 ID

Sika Viscocrete-SC 305 ID adalah generasi ketiga *polycarboxylate polymer admixture* untuk aplikasi *shotcrete*. *Polymer* ini secara signifikan menurunkan jumlah air namun meningkatkan *slump life* (menjaga *workability*) dari campuran beton, tanpa terjadi *long sett (retardation)*. Penggunaan *viscocrete* jenis ini

membuat beton dengan faktor air semen yang rendah, menjaga *slump life* tanpa terjadi perlambatan bahkan pada suhu udara tinggi. Menurunkan suhu campuran beton dibandingkan dengan penggunaan *admixture* berjenis *naftalen*.

2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah factor air semen, jumlah semen, umur beton, dan sifat agregat.

2.7.1 Faktor Air Semen

Semakin rendah nilai faktor air semen semakin tinggi kuat tekan betonnya, namun kenyataannya pada suatu nilai faktor air semen tertentu semakin rendah nilai faktor air semen kuat tekan betonnya semakin rendah pula, hal ini karena jika faktor air semen terlalu rendah adukan beton sulit dipadatkan.

Banyaknya air yang dipakai untuk campuran beton sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Hubungan antara factor air semen dengan tekan beton (Duff Abrams, 1920 220) dinyatakan dalam persamaan:

$$f_c = \frac{A}{B^{1,5x}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

f_c = Kuat tekan beton

X = fas (yang semula dalam proporsi volume)

A.B = konstanta

Menurut persamaan di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai faktor air semen, semakin rendah mutu kekuatan beton dan semakin rendah faktor air semen semakin tinggi kuat tekannya.

2.7.2 Jumlah Semen

Jika faktor air semen sama (*slump* berubah), beton dengan jumlah kandungan semen tertentu mempunyai kuat tekan tertinggi. Pada jumlah semen yang terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit sehingga adukan beton sulit dipadatkan yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga beton mengandung banyak pori yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah. Jika nilai *slump* sama, beton dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat tekan lebih tinggi.

2.7.3 Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Biasanya nilai kuat tekan ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh faktor air semen karena semakin tinggi faktor air semen maka semakin rendah kuat tekan beton sedangkan semakin rendah faktor air semen maka semakin tinggi kuat tekan betonya.

2.7.4 Sifat Agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah Kekasaran permukaan, Pada agregat dengan permukaan kasar akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut, Kekerasan agregat kasar dan gradasi agregat.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm. Agregat yang ukurannya lebih besar dari 40 mm digunakan

untuk pekerjaan sipil lainnya, missal untuk pekerjaan jalan, bendungan, tanggul-tanggul penahan tanah, dan lainnya.

Jenis agregat berdasarkan gradasi :

1. Gradasi Sela (*gap gradation*)

Jika salah satu atau lebih dari ukuran butir atau fraksi pada suatu set ayakan tidak ada, maka gradasi ini akan menunjukkan suatu garis horizontal dalam grafiknya. Keistimewaan dari gradasi ini antara lain :

- a. Pada nilai Faktor Air Semen tertentu , kemudahan pengerjaan akan lebih tinggi bila kandungan pasir lebih sedikit.
- b. Pada kondoso kelacakan yang tinggi, lebih cenderung mengalami segregasi, oleh karena itu gradasi sela disarankan dipakai pada tingkat kemudahan pekerjaan yang rendah, yang pemadatannya dengan penggetaran (*vibration*).
- c. Gradasi ini tidak berpengaruh buruk terhadap kekuatan beton.

2. Gradasi Menerus

Didefinisikan jika agragat yang semua ukuran butirannya ada dan terdistribusi dengan baik. Agregat ini lebih sering dipakai dalam campuran beton. Dibandingkan dengan gradasi sela atau seragam, gradasi menerus yang paling baik.

3. Gradasi Seragam

Agregat yang mempunyai ukuran yang sama didefinisikan sbagai agrgat seragam. Agregat ini terdiri dari batas yang sempit dari ukuran fraksi,

daam diagram terlihat garis yang jampir vertikal/tegak. Agregat dengan gradasi ini biasanya dipakai untuk beton ringan yaitu jenis beton tanpa pasir.

2.8 Rumus Perhitungan Kuat Tekan Beton

Setelah didapat data dari hasil uji kuat tekan beton masing-masing benda uji, maka data tersebut diolah dengan menggunakan rumus-rumus ketentuan dari SNI 2005 sebagai berikut :

2.8.1 Rumus kuat tekan beton masing-masing benda uji

$$\sigma_{bi} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

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

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm²)

2.8.2 Rumus kuat tekan beton rata-rata

$$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

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

σ_{bi} = kuat tekan beton (kg/cm²)

N = jumlah benda uji

2.8.3 Rumus deviasi standar

Tabel 2.3 Deviasi Standar

Tinggi Pengendalian Mutu Pekerjaan Beton	Deviasi Standar
Baik Sekali	2.8
Amat Baik	3.5
Baik Sekali	4.2
Cukup	5.6
Buruk	7
Paling Buruk	8.4

Sumber : Tri Mulyono, 2003

$$S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

- S = deviasi standar (kg/cm²)
- σ_{bm} = kuat tekan beton rata-rata (kg/cm²)
- σ_{bi} = kuat tekan beton (kg/cm²)
- N = jumlah benda uji
- Σ = sigma (penjumlahan)

2.8.4 Rumus kuat tekan beton karakteristik

Tabel 2.4 Nilai-nilai Konstanta

Persen hasil pengujian yang ada di dalam batasan X = to'	Kemungkinan untuk berada di bawah batasan terendah	K
40	3 dalam 10	0.50
50	2.5 dalam 10	0.67
60	2 dalam 10	0.84
68.27	1 dalam 6.3	1.00
70	1.5 dalam 10	1.04
80	1 dalam 10	1.28
90	1 dalam 20	1.65
95	1 dalam 40	1.96
95.45	1 dalam 44	2.00
98	1 dalam 100	2.33
99	1 dalam 200	2.58
99.73	1 dalam 741	3.00

Sumber : SNI 03-6815-2002

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

- σ_{bk} = kuat tekan karakteristik (kg/cm²)
- σ_{bm} = kuat tekan beton rata-rata (kg/cm²)
- 1,28 = 1 sampai dengan 10 Benda Uji
- S = deviasi standar

2.8.5 Uji berat jenis dan penyerapan agregat

$$BJ \text{ SSD} = \frac{A}{(A+C)-D} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

BJ SSD = Berat Jenis SSD

A = Berat Benda Uji SSD, gram.

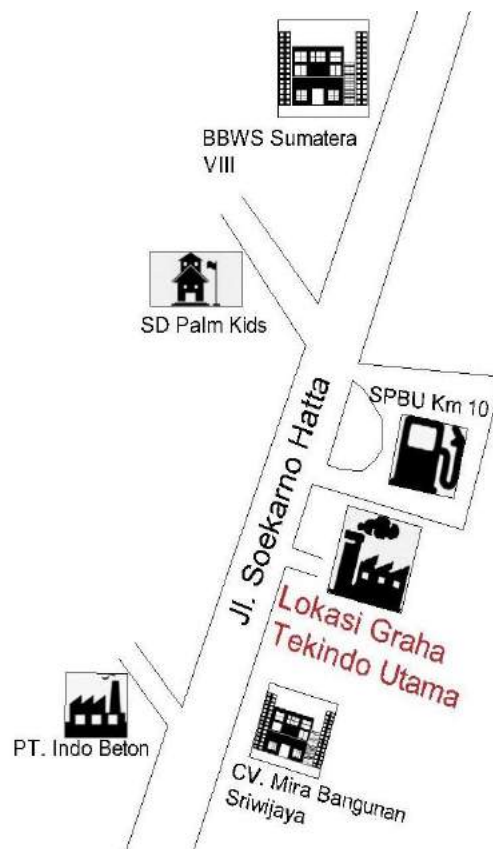
C = Berat Piknometer + Air, gram.

D = Berat Piknometer + Air + Benda Uji SSD, gram.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian dan Sampel Penelitian



Gambar 3.1 lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium beton PT. Graha Tekindo Utama Palembang. Dalam hal ini akan melakukan penelitian terhadap beton dengan variasi sample yang terdapat pada table 3.1. Sample yang digunakan dalam penelitian ini adalah kubus yang berukuran 15 x 15 x 15. Masing-masing variasi terdiri dari 54 sampel yang akan diuji pada umur 3, 7, dan 28 hari dan kuat tekan

rencana adalah F_c 33 MPa. Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu harus mempersiapkan alat dan bahan yang bertujuan untuk mempermudah pada saat penelitian berlangsung.

Tabel 3.1. Variasi sampel kuat tekan

SAMPLE	UMUR PENGUJIAN (HARI)			JUMLAH
	3	7	28	
BN + SC	3	3	3	9
BN + SC + FA 1	3	3	3	9
BN + SC + FA 2	3	3	3	9
BN + SC + FA 3	3	3	3	9
BN + SC + FA 4	3	3	3	9
BN + SC + FA 5	3	3	3	9
Jumlah keseluruhan				54

3.2 Alat dan Bahan

Dalam melakukan penelitian ada beberapa macam alat dan bahan yang digunakan, alat dan bahan tersebut meliputi :

3.2.1 Alat-alat yang digunakan

1. Timbangan

Alat ini digunakan untuk menentukan berat semen, agregat halus, agregat kasar pada saat pengujian material.



Gambar 3.2 Timbangan

2. Satu set saringan ASTM

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", 1 1/2 ", 1", 3/4", 1/2 ", 3/8", 1/4 ", 4,8,16,30,50,100,200 dan pan.



Gambar 3.3 Saringan

3. Alat getar (*shieve shaker*)

Alat ini digunakan untuk menggetarkan agregat (ayakan) di dalam saringan ASTM. Alat ini digetarkan selama 15 menit dan memudahkan pekerjaan dibandingkan penggetaran secara manual.



Gambar 3.4 Alat Getar (*Shieve Shaker*)

4. Oven

Alat ini digunakan untuk mengeringkan agregat halus dan agregat kasar yang digunakan pada pengujian material, sehingga menghasilkan agregat halus dan agregat kasar yang sudah tidak mengandung air.



Gambar 3.5 Oven

5. *Specific Gravity*

Alat ini digunakan untuk mengetahui berat jenis agregat kasar dan kemampuannya dalam menyerap air. Alat ini terdiri dari keranjang kawat sebagai wadah, timbangan dengan ketelitian 0,1 gr dan bak perendam.



Gambar 3.6 Alat *Specific Gravity*

6. Tabung Ukur

Digunakan sebagai tempat takaran agregat halus dan semen saat pengujian material. Tabung Ukur digunakan untuk mengetahui kadar lumpur yang ada pada agregat halus.



Gambar 3.7 Tabung Ukur

7. Labu Ukur

Alat ini berupa tabung ukur yang digunakan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan dari agregat halus.



Gambar 3.8 Labu Ukur

8. Pan dan Cawan

Digunakan sebagai tempat agregat halus, agregat kasar, dan semen pada saat penimbangan dan pengovenan pada pengujian material.



Gambar 3.9 Pan dan Cawan

9. Alat Pengaduk atau Molen

Alat ini digunakan untuk pengadukan beton. Alat ini mengaduk secara langsung sesuai dengan banyaknya adukan yang diperlukan untuk pembuatan benda uji.



Gambar 3.10 Alat pengaduk/molen

10. Satu Set Alat *Slump Test*

Alat ini digunakan untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu kecairan atau kepadatan adukan dan untuk mengetahui nilai slump atau penurunan dari adukan beton. Alat uji slump terdiri dari, tongkat baja dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm, corong baja bagian bawah nya berdiameter 20 cm dan atas 10 cm, dan penggaris.



Gambar 3.11 Alat *Slump Test*

11. Table Vibrator

Alat ini digunakan setelah proses campuran beton dimasukkan kedalam cetakan dan pemadatan dengan batang penusuk dilakukan alat ini berguna untuk penambahan pemadatan dengan cara meletakkan benda uji diatas alat tersebut lalu digetarkan selama 30 detik.



Gambar 3.12 Table Vibrator

12. Mesin Uji Kuat Tekan Beton

Alat ini digunakan untuk memeriksa kuat tekan beton berkapasitas ± 2000

KN dengan ketelitian I KN, dengan menggunakan tumpuan untuk meletakkan benda uji.



Gambar 3.13 Mesin uji kuat tekan beton

13. Container

Alat ini digunakan untuk mengetahui kepadatan agregat halus dan agregat kasar sehingga mendapatkan hasil yang maksimal.



Gambar 3.14 *Container*

14. Cetakan Kubus

Cetakan untuk membuat benda uji yang berhubungan langsung dengan beton harus terbuat dari baja, besi atau bahan lain yang tidak menyerap air. Cetakan yang digunakan pada penelitian ini adalah berbentuk kubus dengan ukuran (150 x 150 x 150) mm.



Gambar 3.15 Cetakan Kubus

15. Mesin *Los Angeles*

Mesin los angeles digunakan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan. Pengujian ini dilakukan dengan ketentuan 500 putaran, keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan berat bahan aus lewat saringan no. 12 terhadap berat semula dalam persen.



Gambar 3.16 Mesin *Los Angeles*

3.2.2 Bahan-bahan yang digunakan

Dalam merencanakan beton dan mutu beton hal yang perlu diperhatikan adalah desain campuran beton (*Job Mix Design*). Dalam perencanaan diharapkan menghasilkan komposisi bahan yang tepat sehingga di dapat beton yang berkualitas dan mengikuti variasi-variasi sifat beton tanpa mengabaikan segi ekonominya. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen

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



Gambar 3.17 Semen Baturaja Tipe 1

2. Agregat Halus

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



Gambar 3.18 Agregat Halus yang berasal dari Tanjung Raja

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini berupa batu pecah (*split*) yang berasal dari daerah Lahat dengan ukuran split 10/20.



Gambar 3.19 Agregat Kasar yang berasal dari Lahat

4. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama Palembang.

5. *Fly Ash*

Fly ash yang digunakan dalam penelitian ini adalah *fly ash* yang tersedia di laboratorium PT, Graha Tekindo Utama Palembang.



Gambar 3.20 *Fly Ash*

6. Sikacim

Sikacim yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Sikacim Concrete Addictive* yang telah tersedia dilaboratorium PT. Graha Tekindo Utama.



Gambar 3.21 *Sikacim*

3.3 Pengujian Material

Sebelum merencanakan campuran, terlebih dahulu dilakukan pengujian agregat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik atau sifat-sifat dasar material yang akan digunakan sehingga dapat memudahkan dalam menentukan campuran beton yang akan digunakan.

3.3.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Tujuan dari pengujian analisa saringan ini untuk mengetahui daerah gradasi dari agregat halus, dan nilai maksimum dari agregat halus menggunakan saringan.

A. Peralatan yang digunakan:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Saringan yang tersusun dari ukuran no 2", 1 ½ ", 1", ¾ ", ½ ", 3/8", ¼ ", 4", 8", 16", 30", 50", 100", 200" dan pan.

3. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk pemanasan sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
4. Mesin Penggetar.
5. Pan dan Cawan.
6. Kuas, sikat dan lain-lain.

B. Benda Uji :

1. Agregat Halus (pasir) yang berasal dari Tanjung Raja sebanyak ± 1000 gr.

C. Prosedur Pelaksanaan :

1. Persiapkan benda uji (Pasir) sebanyak ± 1000 gr.
2. Agregat halus (Pasir) dikeringkan di dalam oven dengan suhu 110 ± 5 C, sampai berat tetap.
3. Persiapkan saringan berdasarkan nomor saringan dan susun saringan mulai dari nomor terbesar diatas sampai nomor terkecil serta pan diletakan dibawah.
4. Letakkan saringan pada mesin penggetar dan masukkan benda uji kedalam saringan, kemudian getarkan menggunakan alat sieve shaker selama 15 menit.
5. Setelah itu ageregat yang tertahan di atas masing-masing lubang ayakan di timbang.
6. Kemudian data-data hasil timbangan dimasukkan kedalam tabel dan dihitung.

7. Untuk agregat halus yang lolos saringan dari no.4, benda ujinya di ambil dan direndam selama 24 jam untuk penelitian berat jenis pasir.

3.3.2 Pengujian Berat Jenis SSD dan Penyerapan Air Agregat Halus

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan berat jenis agregat halus dalam keadaan kering oven, menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering permukaan jenuh (Saturated Surface Dry, SSD), berat jenis semu (apparent), dan penyerapan dari agregat halus.

A. Peralatan yang digunakan :

1. Timbangan dengan kapasitas 5000 gram dengan ketelitian 0,1 gr.
2. Piknometer (labu ukur) dengan kapasitas 500 ml.
3. Kerucut terpancung untuk menentukan SSD dengan diameter atas (40+3) mm, diameter bawah (90+3) mm dan tingginya (75+3) mm terbuat dari logam tebal min 0,8 mm,
4. Batang penumbuk dengan permukaan rata, dan diameter penumbuk (25+3) mm, berat (340+15) gram.
5. Cawan
6. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk pemanasan sampai (110±5)°C.
7. Loyang atau talam-talam.
8. Bejana tempat air.
9. Air Suling.

B. Benda Uji

1. Agregat Halus (pasir) yang tertahan dari saringan no.4 hingga pan diperoleh dari analisa saringan yang telah direndam selama 24 jam \pm 1000 gram.

C. Prosedur Pelaksanaan :

- a. Ambil benda uji yang lolos saringan no. 4", 8", 16", 30", 50", 100", 200" dan pan yang telah direndam selama 24 jam.
- b. Benda uji terlebih dahulu dibuat dalam keadaan jenuh air kering permukaan (SSD).
- c. Masukkan benda uji kedalam kerucut terpancung dalam 3 lapisan dan ditumbuk sebanyak 25 kali, yang mana lapisan pertama dan kedua ditumbuk sebanyak 10 kali, sedangkan lapisan ke tiga di tumbuk sebanyak 5 kali. Penumbukan ini dilakukan secara merata searah jarum jam. Angkat cetakan kerucut terpancung secara perlahan-lahan.
- d. Setelah mencapai keadaan kering permukaan jenuh (SSD), ambil agregat sebanyak 500 gram dan masukan kedalam labu ukur,
- e. Masukkan air bersih mencapai 90% isi piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya, atau dengan cara di pompa hampa udara atau direbus labu ukur,
- f. Setelah gelembung tidak terlihat lagi, tambahkan air sampai mencapai tanda batas,
- g. Timbang piknometer berisi air & benda uji (B).
- h. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu 110 ± 5 C

sampai berat tetap kemudian didinginkan benda uji dalam desikator, lalu timbang beratnya (A).

- i. Isi kembali piknometer dengan air sampai tanda batas, lalu timbang beratnya (C).
- j. Kemudian masukkan data hasil timbangan ke dalam tabel.

3.3.3 Berat Isi Agregat Halus

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan berat isi agregat halus, berat isi merupakan perbandingan berat dan volume.

A. Peralatan yang digunakan :

1. Timbangan dengan kapasitas 500 gram dengan ketelitian 0,1 gr.
2. Pan atau cawan
3. Tongkat pemadat berdiameter 15 mm dengan panjang 60 cm dengan ujung bulat.
4. Mistar perata
5. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk pemanasan sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
6. Bejana Silinder

B. Benda Uji

Agregat Halus (pasir) yang berasal dari Tanjung Raja, dimasukkan kedalam bejana silinder sampai penuh.

C. Prosedur Pelaksanaan berat isi lepas

1. Timbang dan catat berat silinder (W_1)

2. Masukkan benda uji kedalam silinder dengan hati-hati sampai penuh dan padat lalu ratakan dengan mistar.
3. Timbang berat wadah beserta benda uji (W_2)
4. Hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$)

D. Prosedur Pelaksanaan berat isi padat :

1. Timbang dan catat beratnya (W_1).
2. Isilah wadah dengan benda uji dalam 3 lapis, setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat sebanyak 25 kali secara merata.
3. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
4. Timbang dan catat berat wadah beserta benda uji (W_2).
5. Hitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).

3.3.4 Kadar Lumpur Agregat Halus (*Slit Content*)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan kadar persentasi kadar lumpur dalam agregat. Kandungan lumpur $< 5\%$ merupakan ketentuan dalam peraturan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton.

A. Peralatan yang digunakan

1. Corong
2. Labu ukur 500 ml
3. Cawan

B. Benda Uji :

1. Pasir sebanyak 200 gram
2. Larutan NaCl

C. Prosedur Pelaksanaan :

1. Masukkan benda uji kedalam labu ukur dan beri larutan NaCl hingga benda uji terendam.
2. Guncangkan Picnometer yang telah diisi benda uji dan larutan NaCl secara vertikal sebanyak 90 kali.
3. Diamkan selama kurang lebih 30 menit - 1 jam, sampai lumpurnya naik semua ke atas.
4. Kemudian baca dan catat hasil yang didapat kedalam tabel berapa tebal lumpur yang naik ke atas dan baca juga tinggi pasir dan lumpurnya.

3.3.5 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Pengujian analisa saringan agregat kasar ini bertujuan untuk menentukan butir maksimum agregat kasar.

A. Peralatan yang digunakan:

1. Timbangan 5000 gram dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Saringan yang tersusun dari ukuran no 2", 1 ½ ", 1", ¾ ", ½ ", 3/8", ¼ ", 4", 8", 16", 30", 50", 100", 200" dan pan.
3. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk pemanasan sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
4. Mesin Penggetar.
5. Pan dan Cawan.
6. Kuas, sikat dan lain-lain.

B. Benda Uji :

1. Agregat Kasar (Split) yang berasal dari Lahat

C. Prosedur pelaksanaan :

1. Persiapkan benda uji (Split), dalam keadaan bersih dari kadar lumpur.
2. Agregat Kasar (split) dikeringkan dalam oven dengan suhu 110 ± 5 C, sampai berat tetap.
3. Persiapkan saringan berdasarkan nomor saringan dan susun saringan mulai dari nomor terbesar di atas sampai nomor terkecil serta pan diletakan dibawah.
4. Letakkan saringan pada mesin penggentar dan masukkan benda uji kedalam saringan, kemudian getarkan menggunakan alat sieve shaker selama 15 menit.
5. Setelah itu timbang berat agregat yang tertahan di atas masing-masing lubang ayakan.

3.3.6 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis agregat kasar (*bulk*), dalam keadaan kering oven, menentukan berat jenis agregat kasar kering permukaan, menentukan kadar air agregat kasar kering permukaan jenuh air (SSD).

A. Peralatan yang digunakan :

1. Timbangan 5000 gram dengan ketelitian 0,1 gram
2. Siapkan alat Specific Gravity dengan ukuran diameter 8” dan tinggi 2,5”.

3. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk pemanasan sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
4. Handuk

B. Benda Uji :

1. Ambil agregat kasar kurang lebih sebanyak 1000 gram dalam keadaan kering permukaan (*saturated surface dry, SSD*), yang lolos saringan no. 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", dan no 4

C. Prosedur Pelaksanaan :

1. Benda uji yang lulus saringan direndam selama 24 jam
2. Setelah direndam selama 24 jam, keringkan benda uji dengan cara dikeringkan menggunakan haduk, setelah itu timbang beratnya. (B)
3. Kemudian benda uji dimasukkan kedalam keranjang dan rendam kembali dalam air, lalu timbang berat benda uji didalam keranjang yang berada di dalam air. (A)
4. Angkat benda uji, lalu oven benda uji sampai kering dengan temperatur $(110 \pm 5)^{\circ}$.
5. Setelah benda uji sudah dalam keadaan kering, timbang kembali benda uji dalam kondisi kering (C).

3.3.7 Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan beart isi agregat kasar. Berat isi merupakan perbandingan antara berat dan volume.

A. Peralatan yang digunakan

1. Timbangan dengan kapasitas 500 gram dengan ketelitian 0,1 gram

2. Pan atau cawan untuk agregat yang telah di keringkan
3. Tongkat pemadat berdiameter 15 mm dan panjang 60 cm
4. Mistar perata
5. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk pemanasan sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
6. Bejana Silinder

B. Benda Uji

1. Agregat kasar (split) yang berasal dari Lahat, dimasukkan kedalam bejana silinder sampai penuh. Lalu keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.

C. Prosedur Pelaksanaan Berat Isi lepas

1. Timbang dan catat berat silinder
2. Masukkan benda uji kedalam silinder sampai penuh dan padat lalu ratakan dengan mistar.
3. Timbang berat dan catat wadah beserta isinya
4. Hitunglah berat benda uji

D. Prosedur Pelaksanaan Berat Isi :

1. Timbang dan catat berat silinder .
2. Isilah wadah dengan benda uji dalam 3 lapis, setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat sebanyak 25 kali secara merata.
3. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
4. Timbang dan catat berat wadah beserta isi.
5. Hitung berat benda uji

3.3.8 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin los angeles.

A. Peralatan yang digunakan :

1. Mesin Los Angeles,
2. Saringan dan cawan,
3. Timbangan dan oven,
4. Bola baja dengan berat masing-masing 500 gram sebanyak 11 buah.

B. Bahan yang digunakan :

Agregat kasar

C. Prosedur pelaksanaan

1. Saring agregat kasar menggunakan saringan 12,5 mm dan saringan 9,5 mm,
2. Lalu kedua agregat tadi digabungkan di dalam satu cawan,
3. Kemudian masukkan kedalam mesin Los Angeles beserta 11 bola besi,
4. Selanjutnya hidupkan alat dan tunggu hingga 500 detik,
5. Setelah ditunggu sekitar 500 detik, mesin dimatikan, dan agregat dikeluarkan kembali,
6. Kemudian saring menggunakan saringan 0,3 mm dan 0,15 mm.

3.4 *Mix Design* Beton

Pada dasarnya *Concrete Mix Design* adalah proses menentukan komposisi campuran adukan beton berdasarkan data-data dari bahan dasar untuk beton (misalnya gradasi, kadar air, berat isi, berat jenis dll).

3.5 Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini, Benda uji yang digunakan adalah berbentuk kubus ukuran 15x15x15 sebanyak 9 benda uji untuk setiap variasi. Tahap pembuatan adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat-alat yang diperlukan dalam pembuatan benda uji.
2. Menyiapkan bahan yang akan digunakan dan timbang sesuai dengan perencanaan campuran beton.
3. Memasukan material kedalam mesin pengaduk, aduk sampai rata.
4. Kemudian masukkan variasi *Fly ash* dan *sikacim* kedalam mesin pengaduk.
5. Masukkan adonan kedalam kerucut sebanyak $\frac{1}{3}$ tinggi kerucut dan padatkan dengan tongkat baja sebanyak 25 kali tumbukan sesuai dengan arah jarum jam lalu masukkan adonan kedua dan ketiga dengan cara yang sama. Ratakan permukaan beton pada kerucut kemudian angkat cetakan secara tegak lurus dan ukur berapa penurunannya.
6. Masukkan adukan kedalam cetakan setinggi $\frac{1}{2}$ kubus dan padatkan dengan vibrator selama 30 detik lalu masukkan adukan sampai memenuhi kubus dan padatkan dengan vibrator selama 30 detik.

7. Setelah satu hari cetakan di buka kemudian sampel direndam kedalam air.

3.6 Pengujian Slump

Tujuan dari pengujian slump ini adalah untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu kepadatan atau kecairan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton.

A. Peralatan yang digunakan

- a) Corong baja berbentuk conus berlubang pada kedua sisinya, bagian bawah berdiameter 20 cm dan bagian atas 10 cm.
- b) Tongkat baja dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm yang bagian ujung dibulatkan.
- c) Mistar

B. Prosedur Pelaksanaan

- a) 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 tumbukaan lalu masukkan adukan kedua dan ketiga dengan cara seperti yang pertama. Ratakan permukaan beton sejajar dengan tinggi kerucut.
- b) Angkat cetakaan secara tegak lurus.
- c) Kemudian ukur penurunannya.

3.7 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah beton mencapai umur yang ditentukan, 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 dan untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah dibuat sesuai atau tidak dengan apa yang telah direncanakan.

A. Peralatan yang digunakan

1. Mesin tekan hidrolis
2. Timbangan kapasitas 100 kg

B. Benda Uji

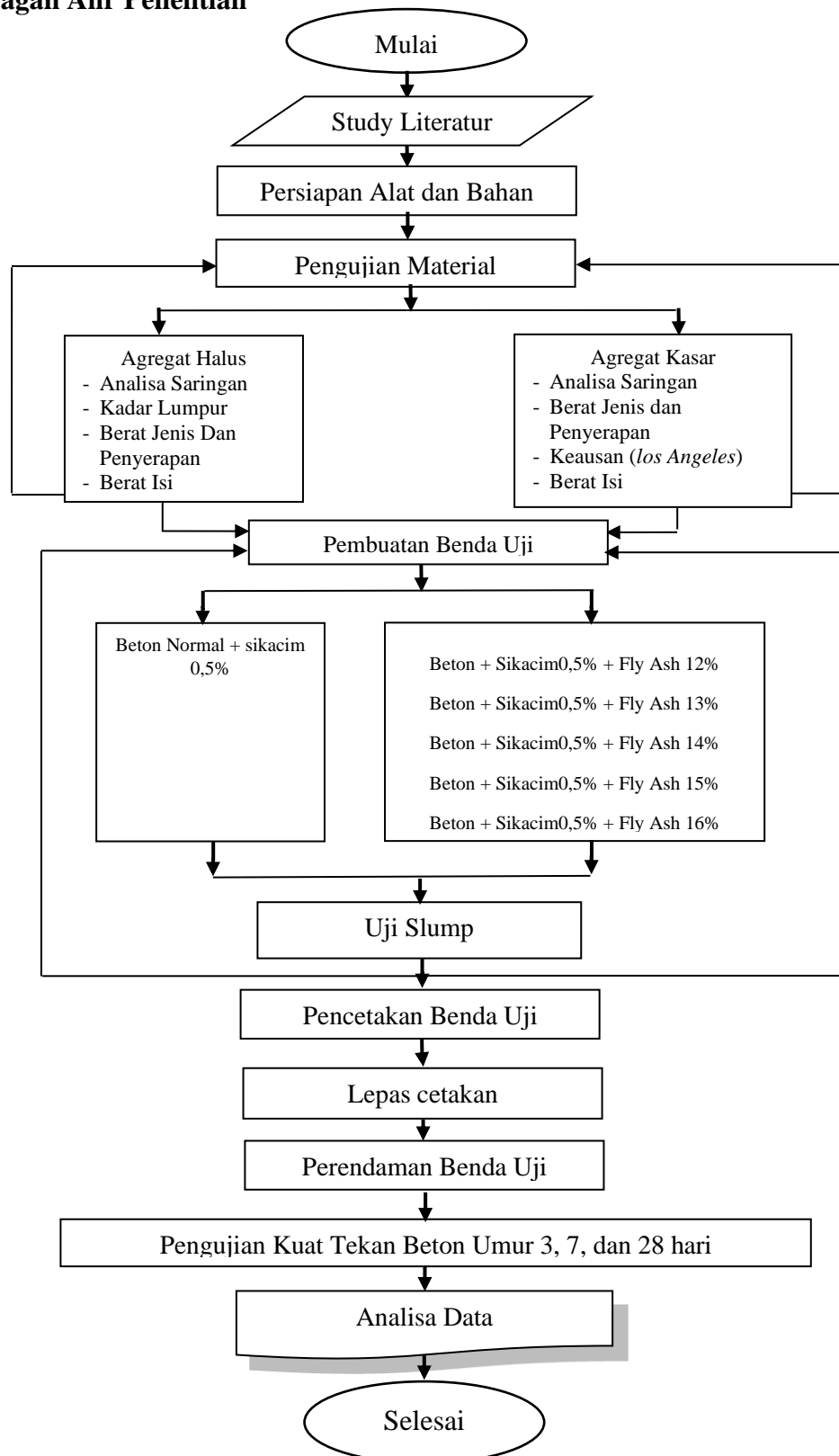
Benda uji yang digunakan adalah kubus berukuran 15x15x15 cm

C. Prosedur Pelaksanaan

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. Letakkan benda uji pada mesin tekan hidrolis dan posisikan berada di tengah balok penekan, baik balok atas maupun balok bawah. Pasang jarum petunjuk pada posisi nol.

5. Pembebanan diberikan secara berkala sampai pembacaan dial indicator yang berwarna merah tidak bergerak lagi dan dial indicator berwarna hitam akan turun secara otomatis.
6. Kemudian catat nilai maksimum beban yang dapat ditahan oleh benda uji yang terlihat pada dial indicator. kemudian dilakukan perhitungan atau pengolahan data.

3.8 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.20 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

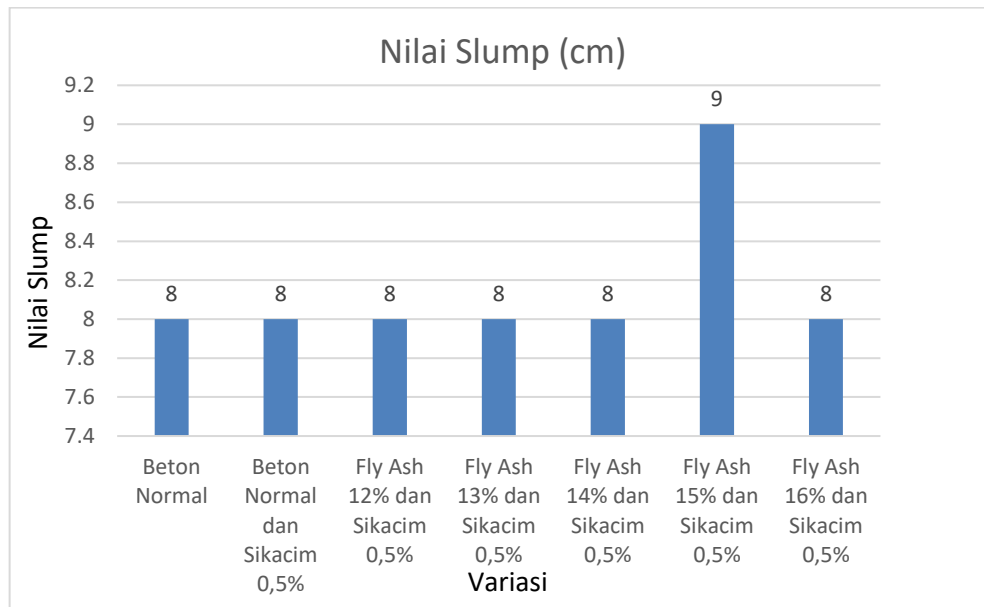
4.1.1 Hasil Pengujian Slump

Sebelum adukan beton dimasukkan kedalam cetakan kubus, terlebih dahulu dilakukan pengujian slump dengan menggunakan alat uji slump. Pengujian slump pada campuran beton ini dilakukan untuk mengetahui kelecakan adukan dan juga mengetahui nilai slump karena sangat berpengaruh pada tingkat pengerjaan (workability), dan dapat mempengaruhi kuat tekan beton. Adapun hasil pengujian slump beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Uji Slump (Cm)

No	Variasi Campuran	Nilai Slump (cm)
1	Beton Normal	8
2	Beton Normal dan Sikacim 0,5%	8
3	Fly Ash 12% dan Sikacim 0,5%	8
4	Fly Ash 13% dan Sikacim 0,5%	8
5	Fly Ash 14% dan Sikacim 0,5%	8
6	Fly Ash 15% dan Sikacim 0,5%	9
7	Fly Ash 16% dan Sikacim 0,5%	8

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Grafik 4.1 Nilai Slump Beton (Cm)

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Dari grafik 4.1 di atas dapat disimpulkan bahwa penambahan *fly ash* 12%,13%,14%, 15% dan 16% serta *Sikacim* sebanyak 0,5% ke dalam campuran beton, maka nilai slump beton segar yang dihasilkan juga ada kecenderungan naik. Hal ini terbukti pada campuran beton 15% *fly ash* serta *sikacim* sebanyak 0,5% yang memiliki nilai slump lebih tinggi dibandingkan campuran lain. Hal ini terjadi karena penggunaan *fly ash* mempengaruhi *FAS*.

4.1.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah dilakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan uji kuat tekan beton. Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan pada saat beton berumur 3 hari, 7 hari, dan 28 hari dengan perbedaan yang dimiliki benda uji, baik itu dari segi berat maupun kuat tekan. Kuat tekan yang direncanakan adalah mutu beton karakteristik sebesar $F_c 33$ pada umur 3, 7 dan 28 hari dengan 54 benda uji.

Tabel 4.2 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal

No	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban		Luas (cm ²)	Kuat Tekan Beton (Mpa)	Kuat Tekan Beton Rata- Rata (Mpa)
			Kn	Kg			
1	3	12,01	251	25602	176,6	14,50	14,79
2		11,72	254	25908	176,6	14,67	
3		12,78	263	26826	176,6	15,19	
4	7	11,76	382	38964	176,6	22,06	22,10
5		11,96	387	39474	176,6	22,35	
6		11,87	379	38658	176,6	21,89	
7	28	11,67	563	57426	176,6	32,52	32,00
8		11,76	548	55896	176,6	31,56	
9		11,57	551	56202	176,6	31,82	

Sumber : Studi Literatur

Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal dan Sikacim 0,5%

No	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban		Luas (cm ²)	Density (Kg)	Kuat Tekan Beton (Mpa)	Kuat Tekan Beton Rata-Rata (Mpa)
			Kn	Kg				
1	3	7,8	415	42330	225	2,31	18,44	18,59
2		7,8	430	43860	225	2,31	19,11	
3		8,0	410	41820	225	2,37	18,22	
4	7	8,0	605	61710	225	2,37	26,89	26,74
5		8,0	610	62220	225	2,37	27,11	
6		7,8	590	60180	225	2,31	26,22	
7	28	7,8	910	92820	225	2,31	40,44	40,07
8		8,0	890	90780	225	2,37	39,56	
9		7,8	905	92310	225	2,31	40,22	

Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.4 Hasil Uji Kuat Tekan Beton *Fly Ash* 12% dan *Sikacim* 0,5%

No	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban		Luas (cm ²)	Density (Kg)	Kuat Tekan Beton (Mpa)	Kuat Tekan Beton Rata-Rata (Mpa)
			Kn	Kg				
1	3	7,8	440	44880	225	2,31	19,56	19,78
2		7,8	445	45390	225	2,31	19,78	
3		8,0	450	45900	225	2,37	20,00	
4	7	7,8	640	65280	225	2,31	28,44	28,52
5		7,8	650	66300	225	2,31	28,89	
6		8,0	635	64770	225	2,37	28,22	
7	28	8,0	920	93840	225	2,37	40,89	41,41
8		7,8	935	95370	225	2,31	41,56	
9		7,8	940	95880	225	2,31	41,78	

Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.5 Hasil Uji Kuat Tekan Beton *Fly Ash* 13% dan *Sikacim* 0,5%

No	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban		Luas (cm ²)	Density (Kg)	Kuat Tekan Beton (Mpa)	Kuat Tekan Beton Rata-Rata (Mpa)
			Kn	Kg				
1	3	8,0	460	46920	225	2,37	20,44	20,67
2		8,0	475	48450	225	2,37	21,11	
3		8,0	460	46920	225	2,37	20,44	
4	7	7,8	670	68340	225	2,31	29,78	29,63
5		7,8	680	69360	225	2,31	30,22	
6		7,8	650	66300	225	2,31	28,89	
7	28	7,8	940	95880	225	2,31	41,78	41,78
8		7,8	950	96900	225	2,31	42,22	
9		7,8	930	94860	225	2,31	41,33	

Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.6 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Fly Ash 14% dan Sikacim 0,5%

No	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban		Luas (cm ²)	Density (Kg)	Kuat Tekan Beton (Mpa)	Kuat Tekan Beton Rata-Rata (Mpa)
			Kn	Kg				
1	3	8,0	480	48960	225	2,37	21,33	21,26
2		8,0	485	49470	225	2,37	21,56	
3		7,8	470	47940	225	2,31	20,89	
4	7	7,8	695	70890	225	2,31	30,89	30,59
5		8,0	690	70380	225	2,37	30,67	
6		8,0	680	69360	225	2,37	30,22	
7	28	8,0	955	97410	225	2,37	42,44	42,44
8		7,8	950	96900	225	2,31	42,22	
9		8,0	960	97920	225	2,37	42,67	

Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.7 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Fly Ash 15% dan Sikacim 0,5%

No	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban		Luas (cm ²)	Density (Kg)	Kuat Tekan Beton (Mpa)	Kuat Tekan Beton Rata-Rata (Mpa)
			Kn	Kg				
1	3	8,0	505	51510	225	2,37	22,44	22,37
2		7,8	510	52020	225	2,31	22,67	
3		7,8	495	50490	225	2,31	22,00	
4	7	7,8	715	72930	225	2,31	31,78	31,26
5		7,8	700	71400	225	2,31	31,11	
6		7,8	695	70890	225	2,31	30,89	
7	28	8,0	970	98940	225	2,37	43,11	43,04
8		8,0	970	98940	225	2,37	43,11	
9		8,0	965	98430	225	2,37	42,89	

Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.8 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Fly Ash 16% dan Sikacim 0,5%

No	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban		Luas (cm ²)	Density (Kg)	Kuat Tekan Beton (Mpa)	Kuat Tekan Beton Rata-Rata (Mpa)
			Kn	Kg				
1	3	7,8	470	47940	225	2,31	20,89	21,04
2		7,8	485	49470	225	2,31	21,56	
3		8,0	465	47430	225	2,37	20,67	
4	7	8,0	665	67830	225	2,37	29,56	28,67
5		7,8	640	65280	225	2,31	28,44	
6		8,0	630	64260	225	2,37	28,00	
7	28	8,0	920	93840	225	2,37	40,89	40,96
8		8,0	935	95370	225	2,37	41,56	
9		8,0	910	92820	225	2,37	40,44	

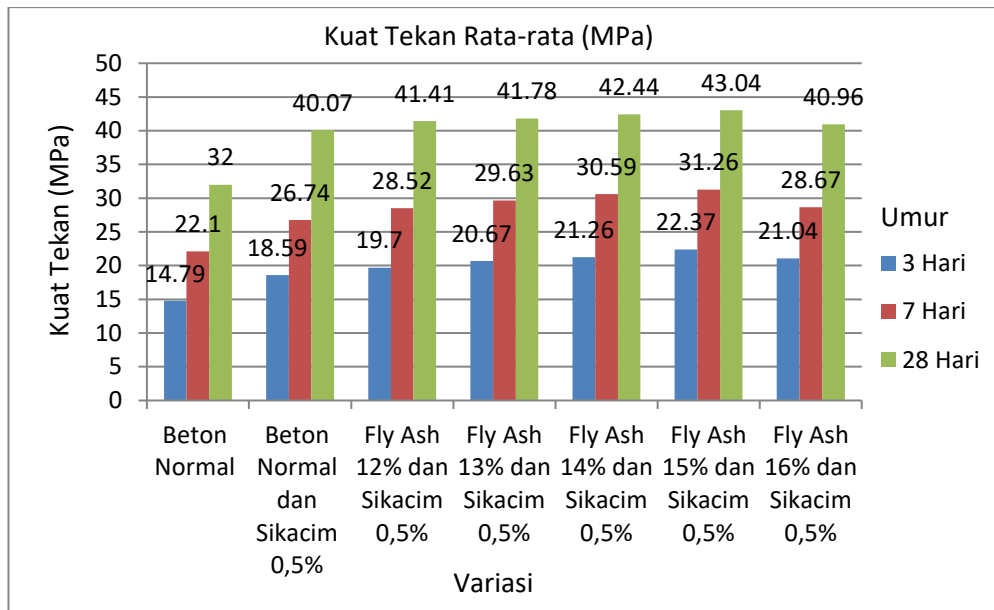
Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.9 Hasil Uji Kuat Tekan Rata-rata (MPa)

No	Variasi Campuran	Kuat Tekan Beton Rata-rata (MPa)		
		Umur		
		3	7	28
1	Beton Normal	14,79	22,10	32,00
2	Beton Normal + Sikacim 0,5%	18,59	26,74	40,07
3	Fly Ash 12% dan Sikacim 0,5%	19,70	28,52	41,41
4	Fly Ash 13% dan Sikacim 0,5%	20,67	29,63	41,78
5	Fly Ash 14% dan Sikacim 0,5%	21,26	30,59	42,44
6	Fly Ash 15% dan Sikacim 0,5%	22,37	31,26	43,04
7	Fly Ash 16% dan Sikacim 0,5%	21,04	28,67	40,96

Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Grafik 4.2 Grafik Kuat Tekan Beton Rata-Rata (MPa)



Sumber : Hasil Penelitian Di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Dari Grafik 4.2 diatas menunjukkan bahwa kuat tekan kuat tekan beton minimum terdapat pada beton normal menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 18,59 MPa pada umur 3 hari, 26,74 MPa pada umur 7 hari dan 40,07 MPa pada umur 28 hari sedangkan kuat tekan beton optimum terdapat pada beton dengan penambahan *Fly Ash* 15% dan *sikacim* 0,5% dengan kuat tekan rata-rata sebesar 22,37 MPa pada umur 3 hari ,31,26 MPa pada umur 7 hari dan 43,04 pada umur 28 hari. Dari hasil pengujian kuat tekan beton ini membuktikan bahwa bahan tambah *Fly Ash* dan *Sikacim* sangat mempengaruhi peningkatan kuat tekan dan sangat baik digunakan untuk beton mutu tinggi.

4.2 Pengolahan Data

Setelah melakukan pengujian kuat tekan beton, langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai kuat tekan beton karakteristik berdasarkan variasi campuran. Untuk menghitung kuat tekan beton karakteristik dihitung dari benda uji kubus berukuran 15 x 15 x 15 cm pada umur beton 3 hari, 7 hari, dan 28 hari dengan satuan MPa.

Data yang diperoleh pada saat pengujian diolah dengan menggunakan rumus untuk mendapatkan nilai deviasi dan kuat tekan beton karakteristik yang sebenarnya. Nilai deviasi menentukan *workability* atau tingkat keberhasilan di lapangan. Setelah di peroleh nilai deviasi maka dapat dihitung nilai kuat tekan beton karakteristiknya sebagai berikut :

Tabel 4.9 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Normal 3 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
3	14,50 14,67 15,19	-0,28 -0,11 0,41	0,07 0,01 0,16	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{44,36}{3}$ $= 14,78 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,24}{3 - 1}} = 0,34$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 14,78 - 1,28 \times 0,34$ $= 14,34 \text{ MPa}$
	44,36		0,24	

Sumber : Studi Literatur

Tabel 4.10 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Normal 7 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
7	22,26	0,25	0,06	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{66.5}{3}$ $= 22.16 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\frac{\sum_1^N (\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0.18}{3 - 1}} = 0,3$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 22.16 - 1,28 \times 0.3$ $= 21.77 \text{ MPa}$
	22,35	0,34	0,11	
	21,89	-0,12	0,01	
	66,5		0,18	

Sumber : Studi Literatur

Tabel 4.11 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Normal 28 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
28	32,52	0,69	0,47	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{55,77}{3}$ $= 31.96 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\frac{\sum_1^N (\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0.54}{3 - 1}} = 0,51$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 31.96 - 1,28 \times 0.51$ $= 31.30 \text{ MPa}$
	31,56	-0,27	0,07	
	31,82	-0,03	0,00	
	95,9		0,54	

Sumber : Studi Literatur

Tabel 4.12 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Normal dan Sikacim 0,5% 3 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
3	18,44 19,11 18,22	-0,15 0,52 -0,37	0,02 0,27 0,13	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{55,77}{3}$ $= 18,59 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,42}{3 - 1}} = 0,45$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 18,59 - 1,28 \times 0,45$ $= 18,01 \text{ MPa}$
	55,77		0,42	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.13 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Normal dan Sikacim 0,5% 7 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
7	26,89 27,11 26,22	0,15 0,37 -0,52	0,02 0,13 0,27	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{80,22}{3}$ $= 26,74 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,42}{3 - 1}} = 0,45$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 26,74 - 1,28 \times 0,45$ $= 26,16 \text{ MPa}$
	80,22		0,42	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.14 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Normal dan Sikacim 0,5% 28 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
28	40,44 39,56 40,22	0,37 -0,51 0,15	0,13 0,26 0,02	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{120,22}{3}$ $= 40,07 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,41}{3 - 1}} = 0,45$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 40,07 - 1,28 \times 0,45$ $= 39,49 \text{ MPa}$
	120,22		0,41	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.15 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 12% dan Sikacim 0,5% 3 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
3	19,56 19,78 20,00	-0,22 0 0,22	0,04 0 0,04	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{59,34}{3}$ $= 19,78 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,08}{3 - 1}} = 0,2$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 19,78 - 1,28 \times 0,2$ $= 19,52 \text{ MPa}$
	59,34		0,08	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.16 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 12% dan Sikacim 0.5% 7 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
7	28,44 28,89 28,22	-0.08 0.37 -0.3	0,0064 0.13 0.09	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{85,55}{3}$ $= 28,52 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0.22}{3 - 1}} = 0.33$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 28,52 - 1,28 \times 0.33$ $= 28,09 \text{ MPa}$
	85,55		0.226	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.17 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 12% dan Sikacim 0.5% 28 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
28	40,89 41,56 41,78	-0.52 0.15 0.37	0.27 0.02 0.13	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{124,23}{3}$ $= 41,41 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0.42}{3 - 1}} = 0.45$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 41,41 - 1,28 \times 0,45$ $= 40,83 \text{ MPa}$
	124,23		0.42	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.18 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 13% dan Sikacim 0.5% 3 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
3	20,44 21,11 20,44	-0,23 0,44 -0,23	0,05 0,19 0,05	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{61,99}{3}$ $= 20,67 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,29}{3 - 1}} = 0,38$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 20,67 - 1,28 \times 0,38$ $= 20,18 \text{ MPa}$
	61,99		0,29	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.19 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 13% dan Sikacim 0.5% 7 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
7	29,78 30,22 28,89	0,15 0,59 -0,74	0,02 0,34 0,54	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{88,89}{3}$ $= 29,63 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,9}{3 - 1}} = 0,67$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 29,63 - 1,28 \times 0,67$ $= 28,77 \text{ MPa}$
	88,89		0,9	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.20 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 13% dan Sikacim 0.5% 28 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
28	41,78	0	0	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{125,33}{3}$ $= 41,78 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,39}{3 - 1}} = 0,44$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 41,78 - 1,28 \times 0,44$ $= 41,21 \text{ MPa}$
	42,22	0,44	0,19	
	41,33	-0,45	0,20	
	125,33		0,39	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.21 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 14% dan Sikacim 0.5% 3 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
3	21,33	0,07	0,0049	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{53,99}{3}$ $= 21,26 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,224}{3 - 1}} = 0,33$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 21,26 - 1,28 \times 0,33$ $= 20,83 \text{ MPa}$
	21,56	0,3	0,09	
	20,89	-0,37	0,13	
	63,78		0,224	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.22 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 14% dan Sikacim 0.5% 7 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
7	30,89 30,67 30,22	0,3 0,08 -0,37	0,09 0,0064 0,13	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{91,78}{3}$ $= 30,59 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,226}{3 - 1}} = 0,33$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 30,59 - 1,28 \times 0,33$ $= 30,16 \text{ MPa}$
	91,78		0,226	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.23 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 14% dan Sikacim 0.5% 28 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
28	42,44 42,22 42,67	0 -0,22 0,23	0 0,04 0,05	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{127,33}{3}$ $= 42,44 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,09}{3 - 1}} = 0,21$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 42,44 - 1,28 \times 0,21$ $= 42,17 \text{ MPa}$
	127,33		0,09	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.24 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 15% dan Sikacim 0.5% 3 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
3	22,44 22,67 22,00	0,07 0,3 -0,37	0,0049 0,09 0,13	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{67,11}{3}$ $= 22,37 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,224}{3 - 1}} = 0,33$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 22,37 - 1,28 \times 0,33$ $= 21,98 \text{ MPa}$
	67,11		0,224	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.25 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 15% dan Sikacim 0.5% 7 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
7	31,78 31,11 30,89	0,52 -0,15 -0,37	0,27 0,02 0,13	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{79,39}{3}$ $= 31,26 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,42}{3 - 1}} = 0,45$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 31,26 - 1,28 \times 0,45$ $= 30,68 \text{ MPa}$
	79,39		0,42	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.26 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 15% dan Sikacim 0.5% 28 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
28	43,11 43,11 42,89	0.07 0.07 -0.15	0,0049 0,0049 0.02	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{129,11}{3}$ $= 43,04 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0.02}{3 - 1}} = 0.12$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 43,04 - 1,28 \times 0.12$ $= 42,88 \text{ MPa}$
	129,11		0.029	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.27 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 16% dan Sikacim 0.5% 3 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
3	20,89 21,56 20,67	-0.15 0.56 -0.37	0.02 0.31 0.13	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{63,12}{3}$ $= 21,04 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\sum_1^N \frac{(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0.46}{3 - 1}} = 0.47$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 21,04 - 1,28 \times 0.47$ $= 20,43 \text{ MPa}$
	63,12		0.46	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.28 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 16% dan Sikacim 0.5% 7 Hari

Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
7	29,56 28,44 28,00	0.89 -0.23 -0.67	0.79 0.05 0.44	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{86}{3}$ $= 28,67 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\frac{\sum_1^N (\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{1,28}{3 - 1}} = 0.8$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 28,67 - 1,28 \times 0.8$ $= 27,64 \text{ MPa}$
	86		1,28	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.29 Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Beton Fly Ash 16% dan Sikacim 0.5% 28 Hari

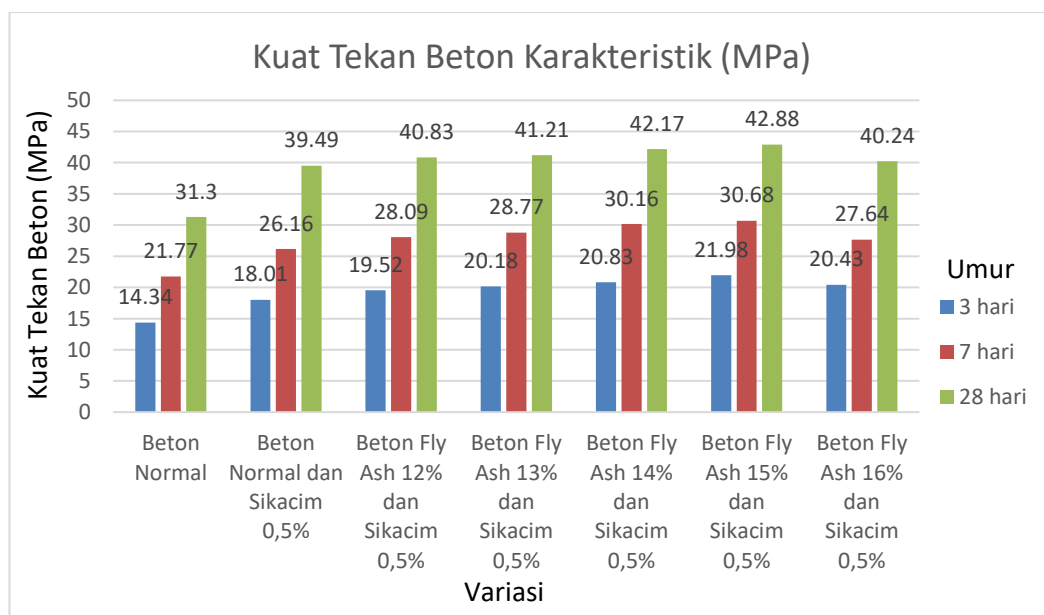
Umur	σ_{bi} (MPa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (MPa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (MPa)	Perhitungan
28	40,89 41,56 40,44	-0.07 0,6 -0.52	0.0049 0.36 0.27	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{122,89}{3}$ $= 40,96 \text{ MPa}$ $S = \sqrt{\frac{\sum_1^N (\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N - 1}}$ $= \sqrt{\frac{0,635}{3 - 1}} = 0.56$ $\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,28 \times S$ $= 40,96 - 1,28 \times 0.56$ $= 40,24 \text{ MPa}$
	122,89		0,635	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Tabel 4.30 Hasil Kuat Tekan Beton Karakteristik (MPa)

No	Benda Uji	Kuat Tekan Beton Karakteristik (MPa)		
		Umur		
		3	7	28
1	Beton Normal	14.34	21.77	31.30
2	Beton Normal dan Sikacim 0,5%	18,01	26,16	39,49
3	Beton Fly Ash 12% dan Sikacim 0,5%	19,52	28,09	40,83
4	Beton Fly Ash 13% dan Sikacim 0,5%	20,18	28,77	41,21
5	Beton Fly Ash 14% dan Sikacim 0,5%	20,83	30,16	42,17
6	Beton Fly Ash 15% dan Sikacim 0,5%	21,98	30,68	42,88
7	Beton Fly Ash 16% dan Sikacim 0,5%	20,43	27,64	40,24

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Grafik 4.3 Hasil Kuat Tekan Beton Karakteristik (MPa)

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan beton karakteristiknya dimana masing-masing variasi mengalami peningkatan terhadap kondisi beton normal dan didaapt pula pada campuran beton dengan penggunaan *Fly Ash* 15% dan *Sikacim* 0,5% memiliki kuat tekan beton karakteristik yang tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton karakteristik yang lain, yaitu 21,98 MPa pada umur 3 hari, 30,68 MPa pada umur 7 hari dan 42,88 MPa pada umur 28 hari. Penurunan nilai kuat tekan beton karakteristik terjadi pada penggunaan *Fly Ash* 16% dan *Sikacim* 0,5%, nilai kuat tekannya yaitu sebesar 20,43 MPa pada umur 3 hari, 27,64 MPa pada umur 7 hari, dan 40,24 MPa pada umur 28 hari.

Berdasarkan perhitungan tersebut dapt diketahui bahwa penambahan *Fly ash* dan *Sikacim* sebagai bahan tambah dapat meningkatkan kuat tekan beton karakteristik, akan tetapi jika penambahan *Fly Ash* dan *Sikacim* terlalu banyak justru malah dapat menurunkan nilai kuat tekannya sendiri.

4.3 Pembahasan

Dari hasil penelitian kuat tekan beton normal dan beton normal dengan penambahan *Fly Ash* dan *Sikacim* maka dapat diketahui persentase kekuatan beton sebagai berikut :

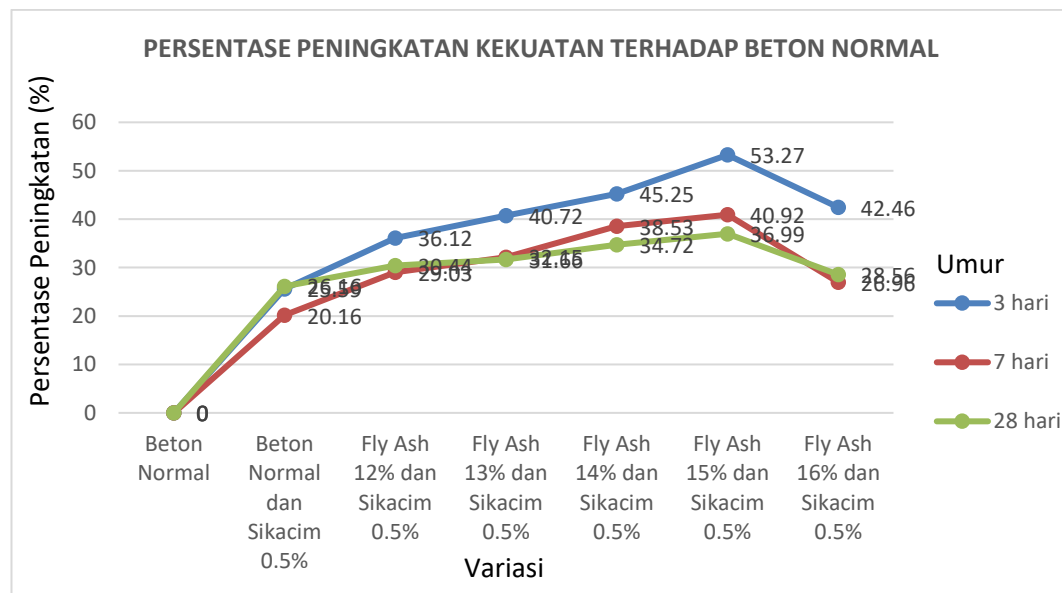
4.3.1 Peningkatan kuat tekan beton pada berbagai umur

Dari pengolahan data kuat tekan beton normal dan beton normal dengan bahan tambah *Fly ash* sebesar (12%,13%14%,15% dan 16%) dan *Sikacim* 0,5% didapat persentase peningkatan kuat tekan beton pada umur 3, 7, dan 28 hari pada table 4.28 dibawah ini:

Tabel 4.31 Persentase Kekuatan Beton Pada Berbagai Umur

No	Benda Uji	Persentase Kenaikan %		
		3 Hari	7 Hari	28 Hari
1	Beton Normal	0	0	0
2	Beton Normal dan Sikacim 0.5%	25.59	20.16	26.16
3	Fly Ash 12% dan Sikacim 0.5%	36.12	29.03	30.44
4	Fly Ash 13% dan Sikacim 0.5%	40.72	32.15	31.66
5	Fly Ash 14% dan Sikacim 0.5%	45.25	38.53	34.72
6	Fly Ash 15% dan Sikacim 0.5%	53.27	40.92	36.99
7	Fly Ash 16% dan Sikacim 0.5%	42.46	26.96	28.56

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Grafik 4.4 Persentase Kekuatan Beton Pada Berbagai Umur

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Berdasarkan grafik 4.4 peningkatan pada berbagai umur dapat diketahui bahwa nilai persentase optimum terjadi pada umur 28 hari yaitu pada beton dengan penambahan *Fly Ash* 15% dan Sikacim 0,5% dengan nilai persentase sebesar 8,58%.

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan mengenai beton dengan bahan tambah *Fly Ash* sebesar (12%,13%,14%,15% dan 16%) dan *Sikacim* 0,5% maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh penggunaan *Fly Ash* dan *Sikacim* sebagai bahan tambah sangat mempengaruhi hasil kuat tekan beton dikarenakan *Fly Ash* memiliki daya ikat yang tinggi serta *Sikacim* dalam mempercepat pengerasan pada beton. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian yang mengalami peningkatan kuat tekan yang sangat signifikan. Terjadinya penurunan pada BN+16% *Fly Ash* + 0,5% sikacim dikarenakan *Fly Ash* itu sendiri mengandung NaOH yang bersifat asam dan itu membuat turunnya kuat tekan beton serta *Fly Ash* dan sikacim mempunyai sifat mengurangi FAS dan menyebabkan terjadinya dehidrasi pada beton dan hal itu menyebabkan beton memiliki rongga.

Pada penelitian ini, peneliti merencanakan beton dengan kuat tekan F_c 33 dengan bahan tambah *Fly Ash* sebesar (12%,13%,14%,15% dan 16%) dan *Sikacim* 0,5% untuk menghasilkan beton mutu tinggi. Dari pengujian yang dilaksanakan, *Fly Ash* dengan kuat tekan karakteristik yang tinggi dihasilkan sebesar 42,88 MPa pada umur 28 hari. Pengujian Umur 28 hari dilakukan untuk mengetahui karakteristik yang sesungguhnya, karena beton akan mengalami pengerasan yang sempurna pada umur 28 hari.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

Kuat Tekan maksimum terdapat pada beton dengan variasi *Fly Ash* 15% dan *Sikacim* 0,5% dengan nilai kuat tekan 43,04 MPa pada umur 28 hari, Peningkatan kuat tekan terjadi dikarenakan design mix yang sesuai serta fungsi *Fly Ash* sebagai filler dapat menambah kohesi dan workability pada beton serta fungsi dari *Sikacim* dalam mempercepat pengerasan pada beton. Kuat tekan minimum terdapat pada variasi *Fly Ash* 16% dan *Sikacim* 0,5% dengan nilai 40,96 MPa, pada umur 28 hari.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diajukan saran-saran sebagai berikut :

Agar diperoleh sampel yang baik perlu diperhatikan pada saat pengadukan dan pemadatan, karena apabila dalam pemadatan tidak baik, sampel akan mengalami keropos dan ini akan sangat mempengaruhi kekuatan sampel.

DAFTAR PUSTAKA

Hermiyati, Rosita, Chrisna Djaya Mungok, and Asep Supriadi. "Studi Eksperimen Kuat Tekan Beton Berdasarkan Urutan Dan Waktu Perputaran Pencampuran Material Penyusun Beton Dengan Adukan Menggunakan Mesin Molen". Diakses pada 14 Agustus 2020 pada <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS-/article/view/7314>.

Jamal, Mardewi, Masayu Widiastuti, and Anggi Tossib Anugrah". Pengaruh Penggunaan Sikacim Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Agregat Kasar Bengalon dan Agregat Halus Pasir Mahakam". Diakses pada 14 Agustus 2020 pada <http://ejournals.unmul.ac.id/index.php/SEMNASTEK/article/view/967>.

Suprpto, Heri, and Mardiono Mardiono. "Pengaruh pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) Dalam Beton Mutu Tinggi." *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi* 9.1 (2013). Diakses Pada tanggal 11 Agustus <http://ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/dekons/article/download/830/741>.

N, Ariyani, dan Laia, P, 2013, "Pengaruh Pemakaian Fly Ash Dan Superplasticizer Pada Kuat Tekan Beton", Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta. Diakses Pada tanggal 6 Agustus 2020 pada <http://ejournal.ukrimuniversity.ac.id/file/NINIK-POLINUS.%20Ed%202-2013.pdf>.

Novrianti, Rida Respati, dan Anwar Muda, 2014, "Pengaruh Aditif Sikacim Terhadap Campuran Beton K 350 Ditinjau Dari Kuat Tekan Beton", Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. Diakses Pada tanggal 18 Agustus 2020 pada <http://jurnal.umpalangkaraya.ac.id/ejurnal/mits/view/308/PENGARUH-ADITIF-SIKACIM-TERHADAP-CAMPURAN-BETON-K-350-DITINJAU-DARI-KUAT-TEKAN-BETON>.

Pengendalian Mutu Beton sesuai SNI, ACI, ASTM. Oleh; Pujo Aji Ir. MT. Dr. techn / Rahmad Purwono Ir. MSc. Prof. IP-U HAKI. Penerbit; ITSPRESS – 2010.

Setiawati, Mira. "FLY ASH SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN PADA BETON." *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. 2018. Diakses Pada Tanggal 13 Agustus 2020 pada <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3556>

SIKA GROUP. Diakses pada Tanggal 15 November pada <http://sika-co.id/>

SK. SNI. T – 15 – 1990 – 03 Rumus Pengolahan Hasil Uji Kuat Tekan Beton.

SNI 03-6815-2002 Tabel Nilai-Nilai Konstanta.

Sumber: dari materi dan makalah-makalah beton

SUPRANATA, ERIK. *PENGARUH PENAMBAHAN LIGNIN SULFONIC ACID TERHADAP KUAT TEKAN BETON FC-20 MPA*. Diss. Universitas Muhammadiyah Palembang, 2020.

Wikipedia.org (diakses pada tanggal 12 Desember 2020)