

**KORELASI CAMPURAN 1 : 2 : 3 DAN 1 : 3 : 2 DENGAN
FAKTOR AIR SEMEN YANG SAMA BERNILAI 0,40
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

TUGAS AKHIR

*Ditujukan untuk melengkapi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sarata Sata
(S-1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas HKBP Himmensia Medan*

Disusun oleh :

Laeria Cary Anedita Lambanraja

19310017

Telah diuji dihadapan Tim Pengaji Tugas Akhir pada tanggal 26 April dan
dinyatakan telah lulus sidang sarjana

Disahkan oleh :

Dosen Pembimbing I



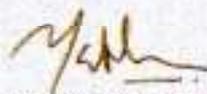
Ir. Johan G. Simanungkalak, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng

Dosen Pembimbing II



Humisar Pasariba, S.T., M.T.

Dosen Penguji I



Ir. Yetty Riris Saragih, S.T., M.T., JPU., ACPE

Dosen Penguji II



Farhanus, S.T., M.T.

Dekan Fakultas Teknik




Ir. Yetty Riris Saragih, S.T., M.T., JPU., ACPE

Ketua Program Studi



Ir. Yetty Riris Saragih, S.T., M.T., JPU., ACPE

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material konstruksi yang pada zaman ini sudah sangat umum digunakan. Pentingnya peranan dalam konstruksi beton menuntut untuk menciptakan suatu kualitas beton yang sesuai. Material beton ini terdiri dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang berfungsi sebagai bahan pengikat hidrolis, hasil pencampuran dari bahan material tersebut menjadi suatu bahan yang kokoh dan kuat yang hampir selalu digunakan pada setiap bangunan modern saat ini. Berkat ditemukannya beton, struktur bangunan menjadi kokoh, mudah dirawat, dan berdaya tahan tinggi. Kelebihan dari beton adalah mudah dicetak dalam bentuk dan ukuran yang diinginkan.

Beton diminati karena banyak memiliki kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya, antara lain harganya yang relatif lebih murah, mempunyai kekuatan yang baik, bahan material mudah didapatkan, tahan lama, tahan terhadap api, tidak mengalami pembusukan. Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan efisiensinya.

Pada umumnya di masyarakat dalam pembuatan beton struktural banyak menggunakan komposisi bahan campuran 1 : 2 : 3 khususnya dalam pembangunan rumah tinggal satu lantai. Sehingga banyak dilakukan penelitian dan percobaan terhadap bahan pengganti atau bahan tambah material beton yang lebih efisien, ramah lingkungan dan mudah didapatkan namun tetap mengutamakan kekuatan terhadap beton sehingga layak digunakan.

Berbagai penelitian dan percobaan yang dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton yang lebih efisien, ramah lingkungan, mudah didapatkan dan tetap mengutamakan kekuatan beton yang layak untuk digunakan. Walaupun beton adalah material yang sering digunakan dalam pembangunan infrastruktur bukan berarti beton tidak memiliki kekurangan, kekurangan dari beton itu sendiri yaitu lemah terhadap kekuatan tarik, sehingga untuk menutupi

kekurangan beton tersebut maka beton harus diberikan tulangan untuk menahan beban daya tarik.

Pada bahan beton dalam keadaan pengujian tertentu, jumlah air semen yang dipakai menentukan kuat tekan beton, selama campuran cukup plastis dan mudah dikerjakan. Tujuan utama dari pengguna air adalah agar terjadi hidrasi yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras dan untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan sekitar 25-30% dari berat semen, namun kenyataannya jika nilai Faktor Air Semen kurang dari 0,35 adukan beton sulit dikerjakan sehingga prakteknya pembuatan beton nilai FAS berkisar antara 0,4 sampai dengan 0,6. Kelebihan air ini diperlukan sebagai pelumas agar adukan beton dapat dikerjakan, sehingga semakin banyak air untuk pelumas maka makin memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton tetapi menyebabkan berkurangnya kekuatan beton akibat poros ketika beton mengeras (Tjokrodimulyo,2004).

Berdasarkan hal diatas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Korelasi Campuran 1 : 2 : 3 dan 1 : 3 : 2 Dengan Faktor Air Semen Yang Sama Bernilai 0,40 Terhadap Kuat tekan Beton”. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai kuat tekan beton campuran 1 : 2 : 3 dan 1 : 3 : 2 dengan nilai Faktor Air Semen yang sama bernilai 0,40.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dilakukan penelitian untuk mempelajari korelasi campuran 1 : 2 : 3 dan 1 : 3 : 2 dengan Faktor Air Semen yang sama yang dimana nilai FASnya sebesar 0,40 terhadap kuat tekan beton.

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui korelasi campuran 1 : 2 : 3 dan 1 : 3 : 2 dengan Faktor Air Semen yang sama bernilai 0,40 terhadap kuat tekan beton.

1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah penelitian ini mencakup :

1. Beton yang direncanakan dengan proporsi campuran 1 : 2 : 3 dan 1 : 3 : 2 dengan fas 0,40.
2. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari.
3. Bentuk benda uji berupa silinder yang berukuran \varnothing 15 cm dan tinggi 30 cm.
4. Benda uji yang dihasilkan sebanyak 24 buah.
5. Pengaruh suhu dan udara diabaikan.
6. Perawatan benda uji dilakukan dengan perendaman.
7. Semen yang digunakan adalah semen dengan merek andalas
8. Agregat halus yang digunakan berasal dari Binjai
9. Agregat kasar yang dilakukan berasal dari Binjai
10. Air yang digunakan adalah air yang berasal dari Laboratorium Beton, Fakultas Teknik Sipil, Universitas HKBP Nommensen Medan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Mengembangkan pengetahuan tentang teknologi beton.
2. Menambah pengetahuan tentang beton dengan proporsi campuran 1 : 2 : 3 dan 1 : 3 : 2 dengan FAS yang sama.
3. Sebagai bahan informasi bagi perencanaan dan pelaksanaan bangunan teknik sipil.
4. Mendorong pembaca melakukan penelitian lebih dalam yang dapat menentukan pengetahuan baru mengenai beton yang bermanfaat.

1.6 Sistematis Penulisan

Sistematis penulisan tugas akhir ini disusun menjadi 5 bagian utama ditambah dengan lampiran-lampiran. Adapun sistematis penulisan tugas akhir ini sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematis penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan keterangan umum campuran beton dan material pembentuk beton yang akan diteliti berdasarkan referensi-referensi yang penulis dapatkan.

BAB III METODOLOGI PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang bahan penyusun beton dan tahapan yang dilakukan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang data dan analisa hasil pengujian beton yang telah dilaksanakan pada penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Umum Beton

Beton merupakan suatu komposit dari bahan yang terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus, air yang berfungsi sebagai bahan pengikat hidrolis, dengan atau tanpa bahan tambah dan mempunyai massa jenis beton sebesar 2400 kg/m^3 . Dengan berbagai komposisi bahan campuran beton akan didapat hasil mutu beton yang berbeda-beda. Mutu beton dapat dibedakan menjadi :

- a. Beton mutu normal, yaitu beton yang mempunyai nilai kuat tekan sebesar $17,5\text{--}40 \text{ Mpa}$ atau $200\text{--}500 \text{ kg/cm}^2$,
- b. Beton mutu tinggi, yaitu beton dengan kuat tekan antara $40\text{--}80 \text{ Mpa}$ atau $500\text{--}800 \text{ kg/cm}^2$,
- c. Beton mutu sangat tinggi, yaitu beton dengan kuat tekan diatas 80 Mpa atau lebih besar 800 kg/cm^2 (Tjokrodimulyo, 2004).

Beton normal ialah beton yang mempunyai berat isi $2200\text{--}2500 \text{ kg/m}^3$ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton normal dengan kualitas yang baik yaitu beton yang mampu menahan kuat tekan atau hancur yang diberi beban berupa tekanan dengan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembentuk, kemudahan pengerjaan (workability) dan Faktor Air Semen (FAS). (SKSNI T-15-1991-03)

Beton mengandung rongga udara sekitar $1\%\text{--}2\%$ pasta semen (semen dan air), sekitar $25\%\text{--}40\%$, dan agregat sekitar $60\%\text{--}75\%$. Untuk menapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Kekuatan beton akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya umur. Berdasarkan standar, karakteristik kuat tekan beton ditentukan ketika beton telah berumur 28 hari, karena kekuatan beton akan naik secara cepat atau linier sampai umur 28 hari, sifat beton yang meliputi : mudah diaduk, disalurkan, dicor, dipadatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksitetap terpenuhi.

Mutu beton ditentukan oleh nilai kuat tekannya. Beton dikategorikan sebagai beton mutu normal apabila nilai kuat tekannya kurang dari 42 Mpa pada umur 28 hari.

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat bahan dasar tersebut diatas, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan (Tjokrodimuljo, 1996).

2.1.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Kelebihan dan kekurangan beton menurut (Tjokrodimuljo, 20007), beton memiliki beberapa kelebihan antarlainn sebagai berikut ini :

- a. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat.
- b. Termasuk bahan yang awet, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan, atau pembusukan oleh kondisi lingkungannn, sehingga biaya perawatanmenjadi lebih murah.
- c. Pengerjaan atau workability mudah karena beton mudah dicetak dalam bentuk ukuran yang sesuai dengan keinginan.

Walaupun beton mempunyai beberapa kelebihan, beton juga memiliki kekurangan, menurut (Tjokrodimuljo, 2007) kekurangan beton adalah sebagai berikut :

- a. Bahan dasar penyusun beton agregat kasar maupun agregat halus bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam.
- b. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya.

2.1.2 Faktor Yang Menentukan Proporsi Campuran Beton

Untuk mencapai kekuatan beton, rancangan yang dibuat harus melahirkan suatu proporsi bahan campuran yang nilainya ditentukan, menurut (M Haidh, 2020) oleh faktor-faktor berikut:

a. Faktor Air Semen (FAS)

Nilai perbandingan air terhadap semen atau yang disebut Faktor Air Semen (FAS) mempunyai pengaruh yang kuat secara langsung terhadap kekuatan beton.

b. Tipe Semen

Penggunaan tipe semen yang berbeda, yaitu tipe semen portland tipe I, II, IV, dan V dengan semen portland yang memiliki kekuatan awal yang tinggi, tipe III akan memerlukan nilai faktor air semen yang berbeda.

c. Keawetan (durability)

Pertimbangan keawetan akan memerlukan nilai-nilai kekuatan minimum, faktor air semen maksimum, dan kadar semen minimum.

d. Dapat Dibentuk (workabilitas)

Workabilitas dan jumlah air sifat kekentalan atau konsistensi adukan beton dapat menggambarkan kemudahan.

e. Pemilihan Agregat

Agregat ukuran maksimum ditetapkan berdasarkan pertimbangan ketersediaan material yang ada, biaya, atau jarak tulangan terkecil yang ada.

f. Kadar Semen

Kadar semen yang diperoleh dari hasil perhitungan rancangan, selanjutnya dibandingkan dengan ketentuan kadar semen minimum berdasarkan pertimbangan durabilitas, dan dibandingkan juga dengan batas kadar semen maksimum untuk mencegah terjadinya retak akibat panas hidrasi yang tinggi.

2.2 Material Penyusun Beton

2.2.1 Semen

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda, semen dibagikan dalam kelompok menurut (Tri Mulyono, 2004), yaitu :

a. Semen Non-hidrolik

Semen non-hidrolik ialah semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air akan tetapi dapat mengeras di udara contohnya seperti kapur.

b. Semen Hidrolik

Semen hidrolik ialah semen yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air contohnya semen portland. Semen portland merupakan bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton menurut ASTM C-150 (1985), semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik dan umum mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambah yang digiling bersama dengan bahan utama.

Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya ialah kalsium dan aluminium silikat, penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan memiliki kekuatan seperti batu.

Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantarabutir-butir agregat. Walaupun sebagai bahan pengikat maka peranan semen sangat penting. Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Sifat fisika semen portland menurut (Tri Mulyono, 2006). Sifat-sifat semen meliputi kehalusan butir, waktu, pengikatan, kekekalan, kekuatan tekan, pengikat semu, panas hidrasi, dan hilang pijar.

Beberapa jenis semen diatur dalam SNI, diantaranya SNI 15-2049-2004 mengenai semen portland yang dibedakan menjadi 5 tipe antarlainn :

a. Tipe I

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis yang lainnya.

b. Tipe II

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.

c. Tipe III

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.

d. Tipe IV

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.

e. Tipe V

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi sulfat.

2.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Komposisi agregat berkisaran antara 60-70% dari berat campuran beton (Tjokrodinuljo, 2007) secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan no.4 atau ukuran 4,75 mm dan agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no.4 atau ukuran 4,75 mm (Tri Mulyono, 2003). Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm.

Karakteristik agregat dapat dibedakan menjadi 2 golongan, yaitu :

a. Agregat yang berasal dari alam

Contoh agregat dari alam adalah pasir alami dan kerikil.

b. Agregat buatan

Contoh agregat buatan adalah agregat yang berasal dari pecahan genteng dan pecahan beton

1. Agregat Halus (Pasir).

Agregat halus atau pasir adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar. Agregat menempati sebanyak kurang lebih 70% dari volume beton atau mortar. Oleh karena itu, sifat

– sifat agregat sangat mempengaruhi sifat – sifat beton yang dihasilkan. Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat halus adalah agregat dengan ukuran butir lebih kecil dari 4,75 mm. Agregat halus juga memiliki syarat – syarat tertentu agar dapat digunakan dalam campuran beton.

- a. Agregat halus dapat berupa pasir alam yang diambil dari sungai atau berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat pecah batu.
- b. Butirannya harus yang tajam dan keras, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.
- c. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering)
- d. Tidak boleh mengandung bahan – bahan organik terlalu banyak.

Menurut SKSNI T-15-1990-03 syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari British Standart di inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam 4 zone (daerah) seperti tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Batas gradasi agregat halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90 – 100	90 - 100	90 – 100	95 – 100
2.4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1.2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0.6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0.3	5 – 20	8 – 30	12 - 40	15 – 50
0.15	0 – 10	0 - 10	0 – 10	0 – 15

(Sumber : Teknologi Beton, Ir. Tri Muliono, MT)

Keterangan :

- Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
- Daerah Gradasi II = Pasir Agak Halus
- Daerah Gradasi III = Pasir Halus
- Daerah Gradasi IV = Pasir Agak Halus

Tabel 2.2 Syarat mutu agregat halus

Ukuran Lubang Ayakan	Persen Lolos Kumulatif
9.5	100
4.75	95 – 100
2.36	80 – 100
1.18	50 – 85
0.6	25 – 60
0.3	10 – 30
0.15	2 – 10

(Sumber : Teknologi Beton, Ir. Tri Muliono, MT)

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton dari pasir yang digunakan dalam campuran.

Sifat – sifat agregat sangat berpengaruh pada mutu campuran beton yaitu :

- a. Berat jenis dan daya serap agregat.
- b. Serapan air dan kadar air agregat.
- c. Modulus halus butir.
- d. Gradasi agregat.
- e. Ketahanan kimia.

- f. Perubahan volume.
- g. Kotoran organik.

Jenis agregat halus dapat dilihat dalam tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Jenis Pengujian Pada Agregat Halus.

No.	Pengujian	Satuan	Nilai Standard
1	Zat Organik	-	No. 3 Hitam Keabuan
2	Berat Jenis, SSD	-	2.5 – 2.8
3	Penyerapan Air	%	2 – 7
4	Berat Isi	Gr/cm ³	1.4 – 1.9
5	Kadar Air	%	3 – 5
6	Kadar Lumpur	%	< 5

(Sumber : Teknologi Beton, Ir. Tri Muliono, MT)

2. Agregat Kasar (Batu / Kerikil).

Kandungan agregat kasar dalam campuran beton mengisi 60% - 70% dari volume beton. Agregat kasar berfungsi sebagai antaravolume dan kekuatan beton. Menurut PBI 1971, kriteria agregat kasar yang digunakan dalam beton adalah :

- a. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil yang sebagian hasil dari desintegrasi alami dari batuan – batuan atau berupa batu kerikil yang diperoleh dari pecahan batu. Agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm.
- b. Terdiri dari butir – butir yang keras dan tidak berpori, agregat kasar yang mengandung butir – butir pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir – butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur dari pengaruh cuaca.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering), yang dairtikan dengan lumpur adalah bagian – bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat – zat yang dapat merusak beton, seperti zat – zat yang relatif alkali.

- e. Agregat kasar harus terdiri dari butir – butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan harus memenuhi syarat – syarat berikut :
 - 1. Sisa diatas ayakan 3,15 mm, harus 0% berat, sisa diatas ayakan 4 mm, harus berkisaran antara 90% dan 98% berat.
 - 2. Selisihhi antarasisa – sisa kumulatif diatas dua ayakan berurutan adalah maks 60% dan min 10%.
- f. Berat butir agregat maksimal tidak boleh lebih dari pada seperlima jarak terkecil antarabidang samping dari cetakan, sepertiga dari tabel plat atau tiga per empat dari jarak besi minimal diantarabatang – batang atau berkas – berkas tulang. Penyimpangan dari pembatasan ini diijinkan, apabila menurut peneliti, pengawas ahli, cara – cara pengecoran beton menjamin tidak terjadinya sarang – sarang kerikil.

Jika dilihat dari proses terbentuknya batuan sebagai mineral dapat dibedakan menjadi tiga yaitu : batuan beku (magma), batuan endapan (sedimen), dan batuan peralihan/malihan (metamorf).

a. Batuan Beku (Magma)

Batuan magma atau sering disebut dengan batuan beku terbentuk dari proses pembekuan magma yang terdapat di dalam lapisan bumi yang dalam atau hasil pembekuan magma yang keluar akibat letusan gunung berapi.

b. Batuan Endapan (Sedimen)

Batuan sedimen atau biasa disebut sebagai batuan endapan terbentuk karena mengendapnya bahan – bahan yang terurai, sehingga membentuk suatu lapisan endapan bahan padat yang secara fisik diendapkan oleh angin, air, atau es. Batuan sedimen dapat juga terbentuk dari bahan – bahan terlarut secara kimia terendapkan di lautan, danau atau sungai.

c. Batuan Metamorf

Batuan metamorf terjadi karena proses metamorfosis, yaitu perubahan yang dialami oleh batuan karena perubahan temperatur dan tekanan. Kita dapat membedakan proses metamorfosis menjadi dua jenis yaitu :

1. Metamorfosis regional

Yakni perubahan bentuk dalam skala besar yang dialami batuan di dalam kulit bumi yang lebih dalam, sebagai akibat dari terbentuknya pegunungan (vulkanik).

2. Metamorfosis Kontak

Yakni perubahan bentuk yang dialami batuan sebagai akibat dari intrusi magma panas sekitarnya (misalnya granit).

Tabel 2.4 Syarat Gradasi Agregat Kasar

Diameter Saringan (mm)	Persentase Lolos (mm)	Gradasi Ideal (mm)
25.00	100	100
19.00	90 – 100	95
12.50	-	-
9.50	20 – 55	37.5
4.75	0 – 10	5
2.36	0 – 5	2.5

(Sumber : Teknologi Beton, Ir. Tri Muliono, MT)

Tabel 2.5 Jenis pengujian pada agregat kasar

No.	Pengujian	Satuan	Nilai Standard
1	Berat Jenis, SSD	-	1.5 – 2.8
2	Berat Isi	gr/cm ³	1.4 – 1.9
3	Penyerapan Air	%	< 3
4	Kadar Air	%	3 – 5
5	Keausan	%	< 27

(Sumber : Teknologi Beton, Ir. Tri Muliono, MT)

2.2.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi antarasemen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang digunakan untuk campuran beton umumnya dapat diminum dan bersih dapat digunakan sebagai bahan campuran beton. Air yang mengandung senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila di pakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat – sifat beton yang dihasilkan (Tejo, 2010).

Penggunaan air pada campuran beton dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor dibawah ini (Paul Nugraha dan Antoni, 2004) :

1. Jika jumlah agregat halus sedikit, maka air yang dibutuhkan akan semakin sedikit.
2. Jika jumlah agregat kasar semakin banyak, maka air yang dibutuhkan semakin menurun.
3. Bentuk agregat kasar, untuk bentuk batu bulat air yang dibutuhkan menurun, sedangkan untuk batu kerikil air yang digunakan semakin meningkat.

2.3 Faktor Air Semen

Faktor Air Semen (FAS) atau *water cement ratio (wcr)* adalah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton karena FAS merupakan perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Jadi dapat dikatakan, faktor air semen dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1 berikut :

$$FAS = \frac{\text{Berat air (Kg)}}{\text{Berat Semen (Kg)}} \quad (2.1)$$

Fungsi FAS, yaitu :

1. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsung pengerasan.
2. Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton.

Peningkatan jumlah air akan meningkatkan kemudahan pengerjaan dan pemadatan, tetapi akan mereduksi kekuatan beton, menimbulkan segregasi dan bleeding. Pada umumnya tiap partikel membutuhkan air supaya plastis sehingga dapat dengan mudah dikerjakan. Harus ada cukup air terserap pada permukaan partikel, yang kemudian air tersebut akan mengisi ruang antar partikel. Partikel halus memiliki luas permukaan yang besar sehingga butuh air yang banyak. Di lain pihak tanpa partikel halus beton tidak akan mencapai plastisitas. Jadi Faktor Air Semen (FAS) tidak dapat dipisahkan dengan grading agregat.

Faktor Air Semen juga sangat berhubungan dengan kuat tekan beton seperti yang dijelaskan oleh L. J. Murdock dan K. M. Brook (1986, hal 97), bahwa pada

bahan beton dalam pengujian tertentu, jumlah air semen yang dipakai akan menentukan kuat tekan beton, asalkan campuran beton tersebut cukup plastis dan mudah untuk dikerjakan.

Semakin tinggi nilai FAS, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS yang semakin rendah, maka beton akan semakin sulit untuk dipadatkan. Dengan demikian, ada suatu nilai FAS yang optimal yang dapat menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal.

Menurut Tjokrodimulyo (2007) umumnya nilai FAS yang diberikan dalam praktek pembuatan beton min 0,4 dan maks 0,6.

Faktor – faktor yang mempengaruhi kualitas air semen (beton) adalah sebagai berikut :

1. Proporsi bahan

Air semen mengacu pada perbandingan antara air dan semen dalam campuran beton. Proporsi yang tepat sangat penting untuk mencapai kekuatan dan kepadatan yang diinginkan. Jumlah air yang lebih banyak dapat membuat campuran beton lebih mudah diolah, tetapi pada akhirnya dapat mengurangi kekuatan. Oleh karena itu, perlu menjaga proporsi yang tepat antara udara dan air semen.

2. Kualitas air

Kualitas air yang digunakan dalam campuran beton juga penting. Air harus bebas dari zat – zat yang dapat mengganggu proses pengerasan beton, seperti bahan organik, zat kimia berbahaya, garam, atau kontaminan lainnya. Air bersih dan segar umurnya dianggap lebih baik untuk digunakan dalam campuran beton.

3. Pengaturan air semen

Teknik pengaturan air semen mengacu pada penggunaan aditif kimia dalam campuran beton untuk mengatur waktu pengerasan atau sifat aliran beton. Aditif ini dapat membantu meningkatkan kinerja beton dalam hal kekuatan kerja, pengerasan waktu, atau ketahanan terhadap kondisi lingkungannn tertentu.

4. Waktu pengadukan

Pengadukan yang tepat juga penting dalam mencapai kualitas air semen yang baik. Proses pengadukan yang baik memastikan distribusi yang merata dari air dan semen dalam campuran beton.

5. Kondisi lingkungann

kondisi lingkungann seperti suhu dan kelembapan dapat mempengaruhi kualitas air semen. Suhu dan kelembapan ekstrem dapat mempengaruhi waktu pengerasan dan kekuatan akhir beton. Oleh karena itu, perlu mempertimbangkan kondisi lingkungann saat mencampur dan menanganibeton.

Dengan memperhatikan faktor-faktor, dapat menghasilkan air semen yang berkualitas tinggi dengan sifat-sifat yang diinginkan dalam aplikasi konstruksi.

Korelasi antarafaktor air semen (FAS) dan kuat tekan beton dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor seperti jenis semen, jenis agregat, proporsi campuran, metode curing dan kondisi lingkungann. Namun ada beberapatren umum yang dapat diperhatikan :

1. Semakin rendah nilai faktor air semen, semakin tinggi kuat tekan beton.
2. Terdapat batasan optimal untuk faktor air semen.
3. Pengaruh agregat kasar.
4. Perlakuan curing yang tepat.

Faktor air semen mempengaruhi kuat tekan beton secara signifikan. Berikut adalah fungsi faktor air semen terhadap kuat tekan beton :

1. Hidrasi semen

Faktor air semen mempengaruhi proses hidrasi semen, dimana air bereaksi dengan semen dan membentuk produk hidrat yang kuat. Semakin rendah faktor air semen, semakin sedikit air yang digunakan relatif terhadap semen. Hal ini dapat menghasilkan hidrat yang lebih baik dan lebih banyak produk hidrat, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kuat tekan beton.

2. Ruang kosong dan kepadatan

Faktor air semen juga mempengaruhi kepadatan beton. Semakin rendah faktor air semen semakin sedikit ruang kosong yang diisi oleh air dalam campuran beton. Hal ini dapat meningkatkan kepadatan campuran dan mengurangi celah diantarapartikel – partikel, yang dapat meningkatkan kuat tekan beton.

3. Kuat tekan awal dan akhir

Faktor air semen juga berhubungan dengan kuat tekan beton awal dan akhir. Dalam banyak kasus, semakin rendah faktor air semen, semakin tinggi kuat tekan awal yang dapat dicapai beton. Namun, perlu dicatat bahwa kuat tekan akhir beton dipengaruhi oleh banyak faktor lainnya seperti perbandingan bahan campuran, kualitas, bahan, dan waktu pematangan.

4. Keandalan dan ketahanan

Faktor air semen juga berhubungan dengan keandalan dan ketahanan beton terhadap beban dan lingkungannya. Semakin rendah faktor air semen, semakin kuat dan tahan lama betonnya. Beton dengan faktor air semen rendah cenderung memiliki kekuatan yang lebih baik dan lebih tahan terhadap serangan kimia dan lingkungannya yang keras.

2.4 Dapat Dibentuk (Workabilitas)

Workabilitas adalah bahwa bahan-bahan beton setelah diaduk bersama, menghasilkan adukan yang tepat bersifat sedemikian rupa sehingga adukan mudah diangkut, dituang / dicetak, dan dipadatkan menurut tujuan pekerjaannya tanpa terjadi perubahan yang menimbulkan kesukaran atau penurunan mutu. Beberapa parameter mengetahui workabilitas beton segar adalah :

1. Compactible, yaitu kemudahan beton untuk dipadatkan dengan baik. Pematatan bertujuan untuk mengurangi rongga – rongga udara yang terjebak di dalam beton sehingga diperoleh susunan yang padat dan memperkuat ikatan antarapartikel beton.
2. Mobilitas, yaitu kemudahan beton yang untuk mengalir atau dituang dalam cetakan dan dibentuk.
3. Stabilitas, yaitu kemampuan beton untuk tetap stabil, homogen selama pencampuran, serta tidak terjadi segregasi dan bleeding.

Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Workabilitas

Sifat mampu dikerjakan / workabilitas dari beton sangat tergantung pada sifat bahan, perbandingan campuran, dan cara pengadukan serta jumlah seluruh air bebas. Faktor – faktor yang mempengaruhi workabilitas beton antaralain :

1. Faktor Air Semen

Air yang diperlukan untuk memicu proses kimiawi beton yaitu bersenyawa dengan semen. Air juga berfungsi untuk membasahi agregat sampai keadaan jenuh. Dengan peningkatan faktor air semen, maka jumlah air yang tersisa lebih banyak. Air akan mengisi ruang antar partikel sehingga adukan lebih encer. Hal ini dapat meningkatkan kemudahan pengerjaan dan pemadatan.

2. Semen

Semakin halus semen, akan menurunkan workabilitas beton segar, semen membutuhkan lebih banyak air karena luas permukaannya makin bertambah dan reaksi hidrasi akan berjalan lebih cepat.

3. Agregat

- a. Gradasi campuran agregat kasar dengan agregat halus.
- b. Perbandingan agregat kasar dan agregat halus.
- c. Bentuk dan tekstur agregat.
- d. Ukuran maksimum agregat
- e. Daya serap agregat.

4. Waktu

Selama dalam bentuk plastis, adukan beton akan mengalami penurunan workabilitas dengan fungsi waktu.

5. Cara pemadatan

2.5 Metode Perencanaan Beton

Dalam praktek ada beberapa metode rancangan campuran beton yang telah dikenal, antaralainn seperti metode “ *Trial and Error (coba – coba)*” dan metode “*ACI (American Concrete Institute)*” dimana :

1. Metode Trial and Error (coba – coba)

Cara ini bisa dilakukan di laboratorium dengan membuat percampuran atau kombinasi bahan pembuat beton dengan perbandingan dan ukuran bahan penyusun berbeda. Hal ini akan memperoleh hasil komposisi dengan workability spesifik.

2. Metode ACI (American Concrete Institute)

Penggunaan metode ini sudah banyak digunakan di berbagai tempat di dunia. Metode perancangan mix design beton ini berasal dari Amerika Serikat. Metode yang digunakan didasarkan atas kuat tekan beton berbentuk silinder. Ukuran dimensi diameter mencapai 15 cm dan tinggi hingga 30 cm.

2.6 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang mampu membuat benda uji hancur akibat dibebani atau ditekan oleh gaya tertentu yang dapat dihasilkan oleh mesin tekan di dalam SK SNI M-14–1989-E disampaikan bahwa pengertian kuat tekan beton ialah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani gaya tekan tertentu, oleh mesin tekan (herri Purwanto & Utari Cakra Wardani, 2020).

Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, yaitu :

1. Faktor air semen (FAS) dan kepadatan.

Beton yang mempunyai faktor air semen minimal dan cukup untuk memberikan workabilitas tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang sempurna tanpa pekerjaan pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik.

2. Umur beton.

Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut. Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur dibahas dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971. Kecepatan bertambahnya kuat tekan beton tersebut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antarlainn :

- a. FAS, semakin tinggi nilai FAS semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya.
 - b. Suhu perawatan, semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatan betonnya (Tjokrodimuljo, 1996).
3. Jenis semen.
Jenis semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton, sesuai dengan tujuan penggunaannya.
 4. Jumlah semen.
Jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Jika nilai FAS sama (nilai slump berubah), beton dengan jumlah kandungan semen yang lebih sedikit akan mempunyai kuat tekan tinggi (Tjokrodimuljo, 1996).
 5. Sifat agregat.
Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan tekan beton adalah :
 - Kekasaran permukaan, pada agregat dengan permukaan kasar akan terjadi ikatan yang baik antarapasta semen dengan agregat tersebut.
 - Kekerasan agregat kasar.
 - Gradasi agregat.

Pengaruh kekerasan permukaan agregat terhadap kuat tekan beton adalah pada FAS yang sama. Pemakaian agregat kasar dari batu kerikil akan mempunyai kuat tekan lebih tinggi bila dibandingkan dengan pemakaian agregat dari kerikil alami, karena agregat kasar batu kerikil mempunyai ikatan antarabutir yang baik sehingga membentuk daya lekat yang kuat. Dengan lekatan yang kuat menjadikan kekuatan beton menjadi lebih tinggi.

2.6.1 Kuat Tekan Masing – Masing Benda Uji.

Kuat tekan masing – masing benda uji dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$f'_{ci} = \frac{P_i}{A} \times \frac{1}{F_u} \quad (2.2a)$$

$$f'_{ci} = \frac{P_i}{A} \quad (2.2b)$$

Dimana :

f'_{c} = Kuat tekan masing – masing benda uji (Mpa)

P_i = Benda maks masing – masing benda uji (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

F_u = Faktor umur

Tabel 2.6 Faktor umur benda uji kuat tekan beton

Umur beton	3	7	14	21	28	90	360
Faktor umur	0.40	0.65	0.88	0.95	1.00	1.20	1.35

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

2.6.2 Kuat Tekan Rata – Rata

Kuat tekan rata – rata benda uji dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$f'_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^n f'_{ci}}{n} \quad (2.3)$$

Dimana :

f'_{cr} = Kuat tekan rata – rata (MPa)

$\Sigma f'_{ci}$ = Jumlah kuat tekan masing – masing benda uji (MPa)

n = Jumlah benda uji

2.6.3 Deviasi Standar

Deviasi standar atau simpang baku adalah persebaran data pada suatu sampel untuk melihat seberapa jauh atau seberapa dekat nilai data dengan rata – ratanya.

Hubungan antaradeviasi standar dan kuat tekan beton dapat dilihat dalam konteks pengujian dan kualitas beton. Deviasi standar tekan beton yang kuat dapat memberikan informasi tentang sejauh mana hasil uji tekan kuat beton yang digunakan dari nilai rata-rat, yang pada perluasannya dapat menunjukkan kualitas dan konsistensi beton yang produksi.

Jika deviasi standar kuat tekan beton rendah, hal itu menunjukkan bahwa hasil uji kuat tekan beton dari contoh – contoh atau sampel – sampel yang diuji memiliki tingkat konsistensi yang tinggi. Artinya nilai – nilai kuat tekan beton tersebut cenderung mendekati satu sama lain dan memiliki variasi yang minimal. Ini dapat mengindikasikan bahwa proses produksi beton berjalan dengan baik dan kualitas beton yang dihasilkan cukup konsisten.

Di sisi lain, jika standar deviasi kuat tekan beton tinggi, itu menunjukkan bahwa hasil kuat tekan beton memiliki variasi yang lebih besar. Artinya, nilai – nilai kuat tekan beton tersebut lebih banyak digunakan dan tidak konsisten antara contoh-contoh atau sampel-sampel yang diuji. Hal mempengaruhi kualitas beton.

Dalam praktiknya, deviasi standar kuat tekan beton digunakan sebagai salah satu parameter untuk mengatur kualitas beton dalam proyek konstruksi. Nilai deviasi standar yang tinggi dapat memicu pemeriksaan lebih lanjut untuk mengidentifikasi dan memperbaiki penyebab variasi yang tidak diinginkan dalam tekanan beton yang kuat, dalam rangka menghasilkan beton yang berkualitas tinggi dan konsisten, pengendalian deviasi standar menjadi penting dalam proses produksi beton.

Deviasi standar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cr} - f_{ci})^2}{(n-1)}} \quad (2.4)$$

Dimana :

sd = Deviasi Standar (MPa)

f'_{cr} = Kuat tekan rata –rata (MPa)

f'_{ci} = Kuat tekan masing – masing benda uji (MPa)

Tabel 2.7 Mutu pelaksanaan, volume adukan dan deviasi standar

Volume Pekerjaan		Deviasi Standar (sd) (MPa)		
Sebutan	Volume Beton (m ³)	Mutu Pekerjaan		
		Baik Sekali	Baik	Dapat Diterima
Kecil	< 1000	$4.5 < s \leq 5.5$	$5.5 < s \leq 6.5$	$6.5 < s \leq 8.5$
Sedang	1000 – 3000	$3.5 < s \leq 4.5$	$4.5 < s \leq 5.5$	$5.5 < s \leq 7.5$
Besar	> 3000	$2.5 < s \leq 3.5$	$3.5 < s \leq 4.5$	$4.5 < s \leq 6.5$

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

2.6.4 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} f_c &= f'_{cr} - K \times sd \\ &= f'_{cr} - 1,64 \times sd \end{aligned} \quad (2.5)$$

Dimana :

f_c = Kuat tekan beton (MPa)

f'_{cr} = Kuat tekan rata –rata (MPa)

sd = Deviasi Standar (MPa)

$K(1,64)$ = Ketetapan static yang nilainya tergantung pada presentase kegagalan hasil uji sebesar maks 5%

2.7 Penelitian Terdahulu

Dalam menentukan keaslian penelitian ini, maka dirangkum beberapa penelitian terdahulu untuk mengetahui perbedaan yang ada dalam penelitian ini dengan penelitian – penelitian sebelumnya, dijabarkan pada tabel berikut :

Tabel 2.8 Penelitian terdahulu

No	Nama	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Muhammad Yusuf Amir, M Rizki, Hajatni Hasan (2017)	Pengaruh nilai faktor air semen terhadap kuat tekan beton campuran 1 : 2 : 3	Campuran beton berdasarkan perbandingan volume 1 : 2 : 3 dengan FAS 0,40; 0,45; 0,5; 0,55; dan 0,60 nilai kuat tekan rata-rata umur 28 hari 34,82 MPa, 27,55 MPa, 27,08 MPa, 21,99 MPa dan 18,59 MPa. Hal ini menunjukkan campuran beton tersebut memenuhi sebagaimana beton mutu normal karena mempunyai nilai kuat tekan di antaranya 17,5 sampai 40 MPa.
2.	Rosie Arizki Intan Sari, Steenie E Wallah, Reky S Windah (2015)	Pengaruh jumlah air semen dan FAS terhadap kuat tekan beton dengan agregat berasal dari sungai.	Beton dengan FAS 0,4 memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dari pada beton dengan Fas 0,5 dan 0,6 dalam komposisi jumlah semen yang sama, kuat tekan yang diperoleh pada FAS 0,4 memiliki kuat tekan yang maksimum yaitu sebesar 37,0,5 MPa.
3.	Yuli Triadi, Juli Marliansyah, MT, Alfi Rami, M.eng (2017)	Analisa Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Agregat Pasir Dan Kerikil Sungai Rokan Kanan Kabupaten Rokan Hulu	Pengujian kuat tekan beton dengan FAS 0,49 bahan agregat dari Bangun Purba Timur Jaya lebih tinggi dari agregat dari kumu dan musu. Didapat kuat tekan rata-rata 12,40 MPa, agregat dari kumu 12,11 MPa, agregat Muara Musu 12,02 MPa.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan langkah – langkah penelitian suatu masalah, kasus, gejala atau fenomena tertentu dengan jalan ilmiah untuk menghasilkan jawaban yang rasional. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan cara proporsi Campuran 1 : 2 : 3 dan 1 : 3 : 2 dengan fas 0,4. Beton tersebut akan diuji dengan pengujian kuat tekan beton. Dari hasil penelitian terhadap beton yang dieksperimenkan, diharapkan dapat mengetahui pengaruh proporsi campuran 1 : 2 : 3 dan 1 : 3 : 2.

3.2 Bahan Dan Peralatan

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan untuk sampel beton pada penelitian ini adalah :

1. Semen
Semen berfungsi sebagai bahan pengisi dan pengikat pada campuran beton. Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah Semen Andalas berat kemasan 40 kg.
2. Agregat Halus
Agregat halus yang digunakan adalah pasir dari binjai.
3. Agregat Kasar
Agregat Kasar yang digunakan adalah batu kerikil yang berasal dari binjai.
4. Air
Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Beton dan Konstruksi Program Studi Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Saringan, digunakan untuk menyaring agregat halus dan kasar.
2. Oven, digunakan untuk mengeringkan sampel benda uji.
3. Ember, digunakan untuk menampung sampel ataupun air
4. Mould, digunakan untuk tempat ketika percobaan.
5. Mesin penggetar, digunakan untuk menggetarkan sampel saat penyaringan sampel.
6. Sekop, untuk memindahkan sampel pasir, batu, maupun mortar.
7. Sendok semen, digunakan untuk memindahkan sampel semen, pasir, maupun mortar.
8. Sikat, digunakan untuk membersihkan saringan setelah digunakan.
9. Minyak solar, digunakan untuk mengoles cetakan silinder yang digunakan agar silinder tersebut mudah saat pengeluaran sampel.
10. Timbangan, untuk mengukur berat sampel agar sesuai dengan kebutuhan.
11. Tongkat pemadatan, digunakan untuk memadatkan mortar saat dimasukkan ke silinder.
12. Molen, digunakan untuk mengaduk campuran beton.
13. Silinder, digunakan mempunyai ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm.
14. Mesin los angels, digunakan untuk pengujian keausan agregat kasar.
15. Kerucut abrams, digunakan untuk percobaan slump test, diameter bawah sebesar 300 mm dan diameter atas sebesar 200 mm.
16. Kerucut terpancung (cone), digunakan untuk percobaan berat jenis dan agregat halus.
17. Batang penumbuk, digunakan untuk menumbuk benda uji yang ada di kerucut terpancung.
18. Talam, digunakan untuk tempat sampel sampai kering.
19. Vicat, digunakan untuk pengujian daya ikat semen.
20. Alat tekan, digunakan untuk pengujian daya ikat semen.
21. Mistarr/meteran, digunakan untuk mengukur panjang atau tinggi sampel.
22. Gelas ukur, digunakan untuk mengukur kadar lumpur agregat halus.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di lakukan di Laboratorium Beton dan konstruksi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan, Jalan Sutomo No. 4A Medan 2024.

3.4 Variabel Dan Parameter

Variabel adalah atribut dari sekelompok objek yang mempunyai variasi antarasatu objek dengan objek yang lainnya dalam kelompok tersebut (Sugiyoni, 2002).

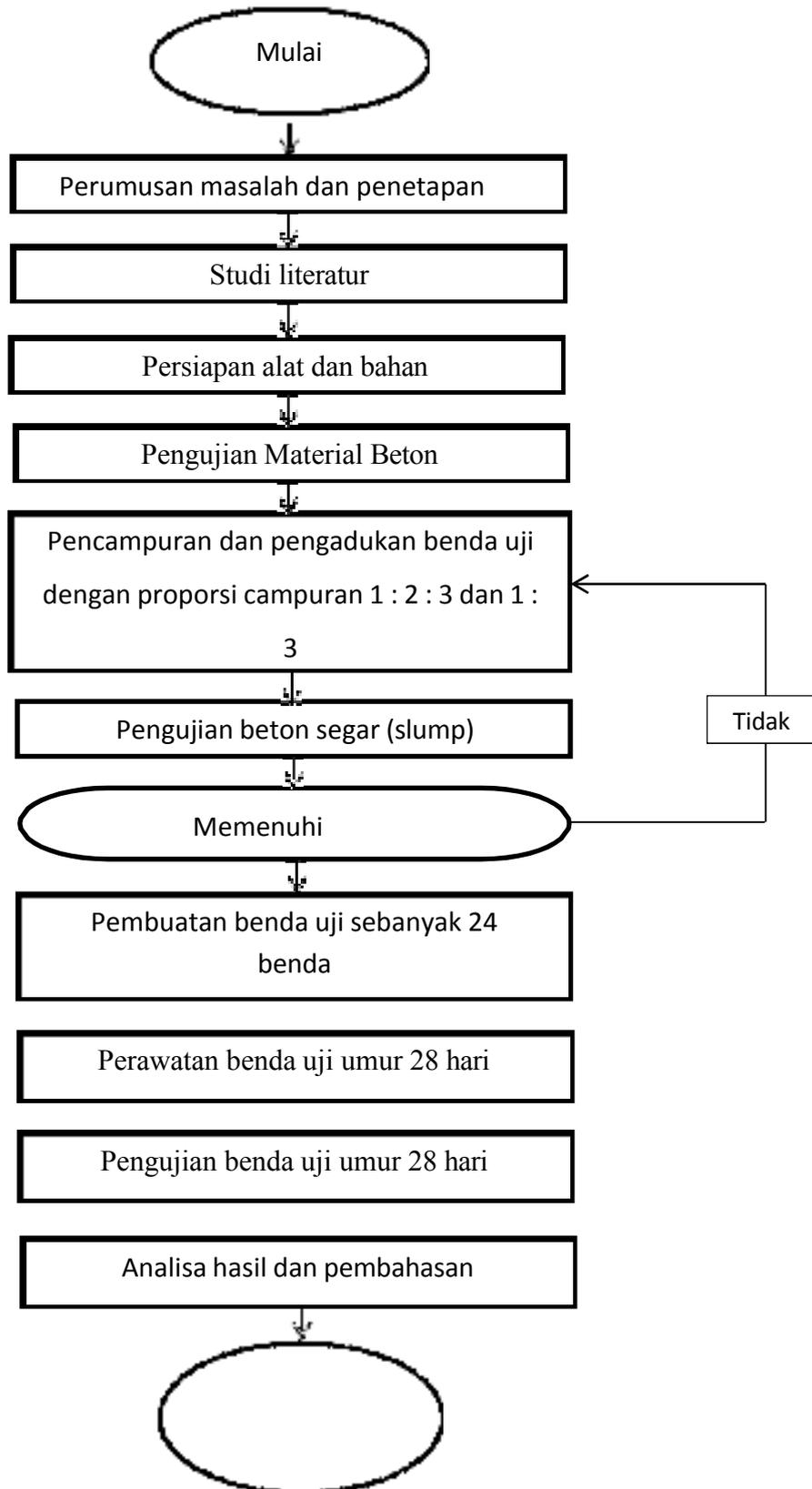
Variabel dalam penelitian ini korelasi campuran 1 : 2 : 3 dan 1 : 3 : 2 dengan fas 0,4 terhadap kuat tekan beton.

Pada penelitian ini jumlah sampel yang ditentukan masing – masing 12 buah sampel tiap varian yang ditetapkan.

Tabel 3.1 Jumlah sampel benda uji

KELOMPOK CAMPURAN	JUMLAH PENGUJIAN	JUMLAH BENDA UJI
	28 Hari	
1 : 2 : 3	12	12
1 : 3 : 2	12	12

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.6 Tahapan Pengujian Material

Pengujian material bertujuan untuk mengetahui sifat atau karakteristik yang terdapat dalam material tersebut sesuai dengan peraturan.

3.6.1 Pengujian Kehalusan Semen Portland (SNI 15-2530-1991)

Menurut (SNI 15-2530-1991, 1991) pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kehalusan semen. Cara pengujian:

- a. Peralatan
 1. Saringan No. 100, No. 200 dan PAN.
 2. Timbangan dengan ketelitian 0,1%.
 3. Kuas pembersih.
- b. Bahan
 1. Semen portland sebanyak 50 gram.
- c. Proses pengujian
 1. Persiapkan alat dan bahan.
 2. Benda uji semen dimasukkan ke dalam saringan No. 100 yang terletak diatas saringan No. 200 dan dipasang PAN di bawahnya.
 3. Saringan digetarkan menggunakan mesin penggetar selama 5 menit.
 4. Setelah itu, timbang masing – masing benda uji yang tertahan disetiap saringan dan catat beratnya.
 5. Hitunglah berapa nilai kehalusan semen.

3.6.2 Pengujian Berat Jenis Semen (SNI 15-2531-1991)

Menurut (SNI 15-2531-1991, 1991) tujuan pengujian ini adalah menentukan nilai berat jenis semen secaralaboratorium sehingga dapat mengetahui kemurnian semen. Cara pengujian :

- a. ralatan
 1. Botol Le Chatelier.
 2. Saringan No. 200.
 3. Timbangan digital.
 4. Ember.

- b. Bahan
 - 1. semen portland sebanyak 64 gram.
 - 2. pasir.
 - 3. minyak tanah.
- c. prosedur pengujian.
 - 1. siapkan alat dan bahan.
 - 2. saringan ring semen dengan menggunakan saringan No. 200 sebanyak 64 gram untuk satu sampel.
 - 3. tabung Le Chatelier yang diisi dengan minyak tanah, lalu rendam tabung dengan air bersih ke dalam ember selama 20 menit. Setelah 20 menit, angkat tabung kemudian baca skala pada tabung (V1). Skala pada tabung 0-1.
 - 4. Masukkan semen yang telah disaring ke dalam tabung Le Chatelier secara perlahan agar tidak ada semen yang menempel pada dinding tabung. Bisa menggunakan corong kaca.
 - 5. Kemudian tabung digoyangkan secara perlahan sampai gelembungnya hilang dan tidak ada lagi semen yang menempel di dinding tabung.
 - 6. Setelah itu, masukkan tabung Le Chatelier ke dalam ember, lalu rendam selama 20 menit.
 - 7. Setelah 20 menit, angkat tabung dan baca skala pada tabung (V2).
 - 8. Catatlah data yang telah didapat.

3.6.3 Pengujian Konsistensi Normal Semen (SNI 03-6825-2002)

Menurut (SNI 03-6825-2002, 2002) pengujian ini bertujuan untuk menentukan konsistensi normal dari semen.

Cara pengujian :

- a. Peralatan
 - 1. Alat vicat.
 - 2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr.
 - 3. Mixer.
 - 4. Gelas ukur.
 - 5. Sendok perata.
 - 6. Cincin ebonit.

7. Sarung tangan.
 8. Wadah.
- b. Bahan
1. Semen portland 500 gram.
 2. Air bersih.
- c. Prosedur
1. Persiapkan alat dan bahan.
 2. Tuang air sebanyak 26% dari berat semen.
 3. Lalu masukkan semen kedalam air dan bairkan selama 30 detik agar terjadi peresapan.
 4. Setelah itu aduk dengan menggunakan mixer secara perlahan selama satu menit.
 5. Setelah bahan tercampur semua, bersihkan semua pasta yang menempel pada dinding wadah mixer.
 6. Bentuk pasta menjadi bola dengan menggunakan tangan (gunakan sarung tangan). Lemparkan dari satu tangan ke tangan yang lain dengan jarak kira – kira 15 cm sebanyak 16 kali.
 7. Kemudian tekan pasta tersebut kedalam cincin ebonit dengan satu tangan, apabila pasta tersebut kelebihan maka ratakan pasta dengan cara meletakkan lubang cincin yang besar pada pelat kaca, lalu ratakan pinggiran yang berlebih pada lubang cincin yang lebih kecil.
 8. Setelah itu, letakkan cincin berisi pasta tepat berada di bawah jarum vikat.
 9. Kemudian lepaskan batang dan jarum kedalam pasta.
 10. Konsistensi normal tercapai apabila batang dan jarum menembus batas (10 ± 1 mm) di bawah permukaan dalam waktu 30 detik setelah dilepaskan. Catat berapa penurunan yang terjadi.
 11. Setelah itu lakukan percobaan di atas dengan kadar air 27 – 30 % dari berat semen untuk percobaan berikutnya.
 12. Hitunglah data yang telah didapat.

3.6.4 Pengujian Pengikatan Awal Semen Portland

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar untuk mencapai kondisi kebasahan pasta yang standar. Cara pengujian :

- a. Peralatan
 1. Alat vicat.
 2. Cincin ebonit.
 3. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
 4. Gelas ukur 200 ml.
 5. Sendok perata.
 6. Wadah.
 7. Alat pengaduk.
 8. Plat kaca.
 9. Stopwatch.
- b. Bahan
 1. Semen portland 300 gram.
 2. Air suling sebanyak 84 ml, 78 ml, 75 ml, dan 69 ml.
- c. Prosedur
 1. Siapkan alat dan bahan.
 2. Siapkan benda uji semen portland masing – masing beratnya 300 gram serta air suling sebanyak 84 ml, 78 ml, 75 ml, dan 69.
 3. Tuangkan 84 ml air suling kedalam mangkok pengaduk, kemudian masukkan secara perlahan benda uji sebanyak 300 gram.
 4. Aduklah bahan tersebut selama 1 menit hingga tercampur.
 5. Bentuk pasta menjadi bentuk bola dengan menggunakan tangan, lalu lemparkan sebanyak 6 kali dari tangan satu ke tangan yang lain dengan jarak 15 cm.
 6. Letakkan dasar cincin pada pelat kaca, ratakan permukaan atas pasta dengan menggunakan sendok perata.
 7. Kemudian letak benda uji pada alat vicat, lalu turunkan jarum vicat tepat di tengah permukaan pasta dan kencangkan batang vicat.

8. Letakkan alat pembaca catat angka permulaan, dan segera lepaskan batang vicat sehingga dengan bebas dapat menembus permukaan.
9. Ulangi pekerjaan tersebut untuk setiap benda uji.
10. Hitunglah data yang telah di dapat.

3.6.5 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus (SNI 13-1968-1990)

Menurut (SNI 13-1968-1990, 1990) pengujian ini dilakukan untuk mengetahui analisa saringan agregat halus.

Cara pengujian :

a. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1%
2. Saringan No. 9,5 mm; No. 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; 0,075 mm; dan Pan.
3. Alat penggetar.
4. Talam
5. Kuas pembersih

b. Bahan

1. Agregat halus sebanyak 1000 gram.

c. Prosedur

1. Persiapkan alat dan bahan
2. Siapkan saringan kemudian susun dengan urutan nomor sebagai berikut :
 - Saringan No. 9,5 mm; No. 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; 0,075 mm; dan Pan.
3. Timbang saringan sebelum di isi agregat halus, catat beratnya.
4. Masukkan sampel kedalam saringan yang telah disusun dan dipersiapkan.
5. Timbangan kembali talam yang sudah di isi agregat halus sebanyak 1000 gram untuk 2 sampel pengujian.
6. Setelah itu letakkan susunan saringan yang telah di isi sampel diatas mesin penggetar, kemudian nyalakan selama 15 menit.

7. Diamkan saringan selama ± 5 menit setelah proses penggoyangan selesai guna memberikan kesempatan debu atau pasir yang sangat halus mengendap.
8. Lalu timbang berat sampel dari tiap nomor saringan, dengan menggunakan persamaan berikut :

3.6.6 Pengujian Kadar Air Agregat (SNI 03-1971-1990)

Menurut (SNI 03-1971-1990, 1990) pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air agregat.

- a. Peralatan
 1. Timbangan.
 2. Talam.
 3. Oven.
- b. Bahan
 1. Agregat halus sebanyak 1000 gram.
 2. Agregat kasar sebanyak 6000 gram.
- c. Prosedur
 1. Persiapkan alat dan bahan.
 2. Timbang talam sebelum di isi dengan agregat halus dan agregat kasar, catat beratnya.
 3. Kemudian timbang agregat halus sebanyak 1000 gram untuk 2 sampel pengujian dan timbang agregat kasar sebanyak 6000 gram untuk 2 sampel pengujian.
 4. timbang kembali talam yang sudah di isi agregat halus dan agregat kasar, catat beratnya.
 5. Keringkan benda uji ke dalam oven dengan suhu (110 ± 5) °C selama ± 24 jam.
 6. Keluarkan benda uji dari dalam oven dan diamkan benda uji di ruangan terbuka sampai dingin.
 7. Hitunglah data yang telah di dapat.

3.6.7 Pengujian Berat Isi Agregat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat isi agregat. Cara pengujian :

- a. Peralatan
 1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
 2. Wadah silinder.
 3. Sekop.
 4. Mistarr perata.
 5. Tongkat pemadat.

- b. Bahan
 1. Agregat halus.
 2. Agregat kasar.

- c. Prosedur

Dalam menggunakan pengujian berat isi akan dilakukan menggunakan 3 metode yaitu :

1. Pengujian dengan metode lepas.
 - a. Timbang dan catat berat wadah (W_1).
 - b. Masukkan agregat halus dan agregat kasar dengan hati-hati agar tidak berjauhan dan tidak terpisah dengan butir-butir yang lainnya, dengan ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sekop sampai penuh.
 - c. Ratakan permukaan agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan mistarr perata.
 - d. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat halus dan agregat kasar (W_2).
 - e. Hitunglah berat agregat halus dan agregat kasar ($W_3 = W_2 - W_1$).
2. Pengujian dengan metode perojokan.
 - a. Timbang dan catat berat wadah (W_1).
 - b. Masukkan agregat halus dan agregat kasar dalam tiga lapisan yang sama tebal.
 - c. Setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat pemadat yang dirojok sebanyak 25 kali secara pemerataan.

- d. Pada saat lapisan ketiga, isi agregat halus dan agregat kasar melebihi ukuran wadah, rojok sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
 - e. Timbang dan catatlah berat benda wadah beserta agregat halus dan agregat kasar.
 - f. Hitunglah berat agregat halus dan agregat kasar ($W_3 = W_2 - W_1$).
3. Pengujian dengan metode penggoyangan.
- a. Timbang dan catat berat wadah (W_1).
 - b. Masukkan agregat halus dan agregat kasar dalam tiga lapisan yang tebal.
 - c. Letakkan wadah di tempat yang rata dan kokoh, kemudian goyangkan wadah sebanyak 25 kali secara merata.
 - d. Pada saat lapisan ketiga, isi agregat halus dan agregat kasar melebihi wadah, goyangkan sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
 - e. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat halus dan agregat kasar (W_2).
 - f. Hitunglah berat agregat halus dan agregat kasar ($W_3 = W_2 - W_1$).

3.6.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (SNI 03-1970-1990)

Menurut (SNI 03-1970-1990, 1990) pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan agregat halus. Cara pengujian :

- d. Peralatan
 - 1. Piknometer kapasitas 500 ml.
 - 2. Timbangan.
 - 3. Oven.
 - 4. Kerucut terpancung (cone).
 - 5. Batang penumbuk.
 - 6. Wadah.
 - 7. Saringan No. 4 dan PAN

- e. Bahan
 - 1. Agregat halus kondisi SSD sebanyak 500 gram.
 - 2. Air.
- f. Prosedur
 - 1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
 - 2. Timbang dan catat berat wadah dan saringan.
 - 3. Masukkan benda uji yang sudah ditimbang kedalam saringan No. 4 dan dipasang PAN dibawahnya.
 - 4. Saringan yang telah di isi benda uji di letakkan ke mesin penggetar lalu digetarkan.
 - 5. Setelah itu hitung benda uji yang tertahan di setiap saringan.
 - 6. Timbang berat piknometer.
 - 7. Masukkan air kedalam piknometer hingga mencapai 90% timbang beratnya, kemudian buang airnya.
 - 8. Masukkan 500 gram agregat halus dalam kondisi SSD kedalam piknometer kemudian tambahkan air hingga 90% lalu goyangkan piknometer sampai gelembung udara menghilang.
 - 9. Timbang piknometer yang berisi benda uji dan air sampai ketelitian 0,1 gram.
 - 10. Diamkan selama 2 jam dalam suhu ruangan terbuka.
 - 11. Keluarkan benda uji dengan cara menambahkan air, lalu saring benda uji untuk memisahkan air dengan agregat halus menggunakan saringan, masukkan ke dalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ selama ± 24 jam.
 - 12. Setelah 24 jam keluarkan benda uji dalam oven, lalu diamkan ke suhu ruangan terbuka.
 - 13. kemudian timbang benda uji tersebut, dan catatlah pada form yang telah dipersiapkan.
 - 14. Kemudian periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisi benda uji kedalam kerucut terpancung (cone), masukkan benda uji kedalam cone sampai 3 bagian.

15. Padatkan dengan batang penumbuk selama 25 kali, angkat cone apabila benda penguji runtuh namun masih ada dalam keadaan tercetak, dan apabila masih runtuh ulangi.

3.6.8 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur agregat halus. Cara pengujian :

- a. Peralatan
 1. Gelas ukur kapasitas 100 ml 2 buah.
- b. Bahan
 1. Agregat halus
 2. Air
- c. Prosedur
 1. Masukkan pasir kedalam gelas ukur sebanyak 115 ml dan 125 ml.
 2. Tutup permukaan gelas ukur dan kocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
 3. Setelah di kocok, simpan gelas ukur ke ruangan terbuka dan bairkan selama 24 jam.
 4. Setelah 24 jam ukur tinggi pasir dan lumpur yang ada di gelas ukur tersebut.

3.6.9 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar (SNI 03-1968-1990)

Menurut (SNI 03-1968-1990, 1990) pengujian ini dilakukan untuk mengetahui analisa saringan agregat kasar.

Cara pengujian :

- a. Peralatan
 1. Saringan No. 31,5 mm; No. 25,4 mm; No. 19,0 mm; No. 12,5 mm; No. 9,5 mm; No. 4,75 mm dan PAN.
 2. Talam.
 3. Mesin penggetar.

- b. Bahan
 1. Agregat kasar sebanyak 1000 gram
- c. Prosedur
 1. Siapkan alat dan bahan
 2. Siapkan saringan kemudian susun dengan urutan nomor sebagai berikut :
 - Saringan No. 31,5 mm; No. 25,4 mm; No. 19,0 mm; No. 12,5 mm; No. 9,5 mm; No. 4,75 mm dan PAN.
 3. Timbang saringan sebelum di isi agregat kasar, catat beratnya.
 4. Masukkan sampel kedalam saringan yang telah disusun dan dipersiapkan.
 5. Timbangan kembali talam yang sudah di isi agregat kasar sebanyak 1000 gram untuk 2 sampel pengujian.
 6. Setelah itu letakkan susunan saringan yang telah di isi sampel diatas mesin penggetar, kemudian nyalakan selama 15 menit.
 7. Diamkan saringan selama ± 5 menit setelah proses penggoyangan selesai guna memberikan kesempatan debu atau pasir yang sangat halus mengendap.
 8. Lalu timbang berat sampel dari tiap nomor saringan.

3.6.10 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI 03-1969-1990)

Menurut (SNI 03-1969-1990, 1990) pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Cara pengujian :

- a. Peralatan
 1. Ember.
 2. Oven.
- b. Bahan
 1. Agregat kasar.
 2. Air.

c. Prosedur

1. Persiapkan alat dan bahan.
2. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu yang melekat pada permukaan.
3. Keringkan benda uji ke dalam oven pada suhu (110 ± 5) °C sampai berat tetap sebagai catatan, bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam pekerjaan beton dimana agregat yang digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu dilakukan pengeringan oven.
4. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,1 gram (Bk).
5. Rendam benda uji ke dalam air pada suhu kamar selama ± 24 jam.
6. Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan halus satu persatu.
7. Timbang benda uji kering permukaan jenuh (Bj).
8. Timbang benda uji di dalam mesin penggetar untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (Ba), dan ukur suhu air untuk menyesuaikan perhitungan kepada suhu standar (25°C).

3.6.11 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin Los Angels (SNI 03-1969-1990)

Menurut (SNI 03-1969-1990, 1990) pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Cara pengujian :

a. Peralatan

1. Mesin Los Angels
2. Saringan No. 31,5 ; No. 25, 4; No. 12,5 mm; No. 9,5 mm.
3. Bola baja sebanyak 9 buah.
4. Timbangan digital ketelitian 0,1 gr
5. Oven.
6. Wadah.
7. Stopwatch.

- b. Bahan
 - 1. Agregat kasar sebanyak 5000 gram.
- c. Prosedur
 - 1. Persiapkan alat dan bahan.
 - 2. Timbang agregat kasar sebanyak 2500 gram, yaitu agregat yang lolos saringan No. 12, 5 mm dan tertahan saringan No. 9,5 mm.
 - 3. Lalu cuci agregat tersebut hingga bersih dan oven selama 24 jam, dan setelah di oven dinginkan di suhu ruang.
 - 4. Setelah dingin masukkan benda uji ke dalam mesin Los Angeles dan 9 buah bola baja.
 - 5. Nyalakan mesin dengan kecepatan putar 30-33 rpm yaitu sekitar 500 putar selama 15 menit.
 - 6. Setelah selesai, keluaran agregat dari mesin Los Angeles dan saringan menggunakan saringan 15 menit.
 - 7. Timbang berat agregat yang lolos dan tertahan di saringan 2,36 mm.
 - 8. Lakukan pengolahan data.

3.7 Perencanaan Campuran Beton

Adapun perencanaan campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan perbandingan. Dalam perencanaan perbandingan campuran pada kuat tekan beton adalah 1 : 2 : 3 dan 1 : 3 : 2 dengan fas 0,4.

3.8 Pembuatan Sampel Beton

Pembuatan sampel beton dilakukan dengan standard acuan SNI 2493:2011. Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium, untuk pembuatan benda uji beton di laboratorium sampai saat pengujian dilakukan dengan ketelitian dalam pengawasan bahan dan kondisi pengujian, menggunakan beton yang dipadatkan dengan cara ditusuk atau digetarkan, adapun beberapa prosedur yang dilakukan yaitu :

- 1. Siapkan cetakan yang akan digunakan.
- 2. Timbanglah masing-masing bahan sesuai dengan jumlah bahan yang ditetapkan dari hasil rancangan campuran beton.

3. Campurlah semua bahan yang telah ditimbang dengan menggunakan tangan atau mesin pengaduk (mixer). Pengadukan dengan menggunakan mesin pengaduk (mixer) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - a. Jalankan mesin aduk terlebih dahulu kemudian dimasukkan agregat kasar dan sejumlah air adukan, atau disesuaikan dengan tipe mesin adukan.
 - b. Apabila digunakan bahan tambah untuk beton, bahan tersebut dicampurkan terlebih dahulu pada air adukan atau disesuaikan dengan petunjuk penggunaan.
 - c. Tambahkan bahan agregat halus, semen, dan seluruh sisa air adukan.
 - d. Apabila penambahan tersebut tidak dapat dilakukan pada saat mesin tidak aduk berjalan, maka mesin aduk dapat dihentikan terlebih dahulu.
 - e. Beton diaduk dengan kembali setelah seluruh bahan masuk kedalam tempat pengaduk (mixer) selama 3 menit.
 - f. Hentikan mesin selama 3 menit dan selama berhenti dalam pengadukan, tempat adukan (mixer) harus ditutup rapat.
 - g. Lanjutkan pengadukan kembali sampai rata selama 2 menit.
 - h. Lalu keluarkan campuran beton dari mesin pengaduk.
 - i. Setelah campuran beton dikeluarkan, bersihkan sisa-sisa adukan yang masih menempel pada mesin pangaduk (mixer).
 - j. Aduk kembali campuran beton dengan menggunakan sendok aduk atau sekop sampai didapatkan adukan yang rata.
4. Setelah adukan rata dan homogen, lakukan pengujian slump, bobot isi dan kadar udara (pelaksanaan masing-masing pengujian, akan dibahas pada pembahasan tersendiri).
5. Setelah selesai pengujian slump, bobot isi dan kadar udara, masukkan kembali campuran beton kedalam wadah adukan. Aduk kembali dengan sendok atau sekop sampai adukan rata dan homogen.

6. Lakukan pencetakan benda uji.
7. Setelah selesai pencetakan, tutuplah benda uji dengan bahan yang tidak mudah menyerap air, tidak relatif dan mudah digunakan tetapi juga harus dapat menjaga kelembapan sampai saat contoh uji dilepas dari cetakan.
8. Lepaslah benda uji dari cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

3.9 Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar yang digunakan adalah Slump test. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kelecakan (consistency) beton segar. Dengan pemeriksaan slump, maka kita dapat memperoleh nilai slump yang dipakai sebagai tolak ukur atau standar kelecakan beton segar.

Arti dari slump beton adalah penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton segar yang diukur segera setelah cetakan uji slump diangkat. Sedangkan beton segar adalah beton yang bersifat plastis yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar dengan ukuran kurang dari 37,5 mm atau 1½ inchi, semen dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan atau bahan pengisi.

Langkah-langkah pengujian Slump test dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Ambil cetakan berbentuk kerucut dan pelat alas, lalu basahi dengan kain basah.
2. Letakkan cetakan diatas pelat.
3. Masukkan beton segar kedalam cetakan kerucut.
4. Isi banyak $\frac{1}{3}$ dari tinggi cetakan, lalu padatkan dengan tongkat besi sebanyak 25 tumbukkan. Lalu tambahkan lapisan lapisan ke 2 lalu tumbuk sebanyak 25 kali dengan batang besi hingga sedikit menyentuh lapisan pertama. Lalu lakukan hal yang sama pada lapisan ke 3.
5. Setelah penuh ratakan permukaan kerucut dengan tongkat pemadat.
6. Kemudian angkat cetakan secara perlahan dan tegak lurus keatas.
7. Balikkan cetakan, lalu dirikan di samping benda uji.
8. Ambil mistarr atau meteran, lalu ukur tinggi sampel dengan acuan cetakan, lalu catat tingginya.

9. Lakukan percobaan sebanyak 2 kali pada sampel yang sama.

3.10 Perawatan Beton

Perawatan beton dilakukan setelah beton mengeras. Tujuan perawatan beton dilakukan agar beton tidak terlalu cepat kehilangan air, dan menjaga kelembapan beton agar mutu beton sesuai dengan yang direncanakan. Perawatan beton yang dilakukan ada berbagai cara.

1. Permukaan cetakan bagian luar harus dijaga jangan sampai berhubungan langsung dengan air selama 24 jam pertama setelah beton dicetak, sebab dapat merubah air dalam adukan dan menyebabkan rusaknya benda uji.
2. Rendam seluruh benda uji dalam air yang mempunyai suhu $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ mulai pelepasan cetakan hingga saat pengujian dilakukan.
3. Ruang penyimpanan harus bebas dari getaran terutama pada waktu 48 jam pertama setelah benda uji disimpan.
4. Perawatan beton dapat juga dilakukan dengan cara merendam di dalam air yang jenuh atau disimpan di dalam ruangan yang lembap atau lemari lembap.
5. Beton harus dari tetesan air atau aliran air dari luar.
6. Perendaman dilakukan setelah 24 jam, atau setelah beton mengering. Lamanya perendaman dilakukan sesuai dengan perencanaan, yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.

3.11 Pengujian Beton Keras

Pengujian beton keras yang dilakukan adalah dengan menguji kuat tekan beton. Alat yang digunakan adalah Controls Milano – Italy. Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mendapatkan nilai dari sampel. Pengujian tekan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a. Sebelum H-1 pengujian beton keras sudah diangkat dari tempat perendaman lalu diletakkan di suhu ruang selama 24 jam.
- b. Timbang berat sampel, lalu catat beratnya.
- c. Letakkan benda uji pada alat kuat tekan beton.
- d. Lalu nyalakan alat kuat tekan beton hingga benda uji hancur dan catatlah nilai kuat tekan beton.

