BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan suatu struktur yang sangat sering digunakan dalam konstruksi Teknik sipil yang digunakan untuk bangunan pondasi, kolom, balok, pelat ataupun pelat cangkang. Dalam teknik sipil hidro juga beton sering digunakan seperti pembuatan bendungan dan saluran drainase perkotaan. Stuktur beton sangat dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas bahan pencampur beton, yang dibatasi oleh kemampuan daya tekan beton yang tercantum dalam perencanaanya.

Beton bertulang adalah bahan konstruksi yang umum digunakan dalam berbagai bentuk pada hampir semua struktur seperti bangunan gedung, jembatan, dinding penahan tanah, terowongan, tangki, saluran air dan lainnya, yang dirancang dari prinsip dasar desain dan penelitian elemen beton bertulang yang menerima gaya aksial, momen lentur, gaya geser, momen puntir, atau kombinasi dari jenis gaya-gaya dalam tersebut. Prinsip dasar desain ini berlaku umum bagi setiap tipe sistem struktur selama diketahui variasi gaya aksial, momen lentur, gaya geser dan unsur gaya dalam lainnya, disamping konfigurasi bentang dan dimensi setiap elemen.(Sudarno P Tampubolon,2022 ; 5).Beton bertulang sebagai elemen balok atau kolom harus harus diberi penulangan lentur (memanjang) dan penulangan geser. Penulangan lentur dipakai untuk menahan beban momen lentur yang terjadi pada balok atau kolom. Penulangan geser (Spiral) digunakan untuk menahan pembebanan geser (gaya lintang) yang terjadi pada balok atau kolom. Ada beberapa penulangan geser yaitu: Sengkang vertical, Sengkang spiral, dan Sengkang miring (Wahyudi, 1997;1).

Kawat aluminium merupakan salah satu jenis logam yang sukar mengalami korosi sehingga kawat aluminium banyak dimanfaatkan dalam kehidupan manusia. Maka dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian dengan judul **"PENGARUH JARAK SPIRAL TERHADAP KUAT TEKAN BETON"** dengan menggunakan bahan kawat aluminium sebagai tulangan spiral.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka muncul permasalahan utama yang menarik untuk diteliti yaitu seberapa besar pengaruh kuat tekan beton dengan jarak spiral 3 cm, 4 cm dan 6 cm.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh jarak kekangan Spiral terhadap kuat tekan beton dengan jarak spiral 3 cm,4 cm dan 6 cm dengan perbandingan beton normal.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, adapun manfaat untuk mengatasi permasalahan yang ada. Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat digunakan untuk mengetaui pengaruh jarak spiral terhadap kuat tekan beton.
2. Dapat dijadikan sebagai informasi para peneliti dalam mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan penggunaan aluminium sebagai tulangan spiral.

1.5 Batasan Masalah

2. Benda uji yang dipakai slinder diameter 15 cm, tinggi 30 cm, dengan jumlah benda uji 48 buah yaitu :12 buah tanpa spiral, 12 buah dengan spiral jarak 3 cm, 12 buah dengan spiral jarak 4 cm, 12 buah dengan spiral jarak 6 cm.
3. Pengujian bahan sesuai degan SNI.
4. Pengujian nilai slump.
5. Proporsi campuran 1 : 2 : 3 dengan FAS (Faktor Air Semen) 0,45.
6. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur : 28 hari dengan masing – masing 12 buah sampel.

Pada pengujan ini tulangan spiral yang digunakan berbahan kawat aluminium dengan diameter 3 mm, dan dengan tulangan lentur berbahan bambu dengan diameter 2 mm kuat tekan tulangan lentur karena relatif kecil dapat diabaikan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Beton

Beton merupakan suatu struktur yang sangat sering digunakan dalam konstruksi teknik sipil. Yang digunakan untuk bangunan pondasi, kolom, balok, pelat ataupun pelat cangkang. Beton merupakan campuran dari semen sebagai bahan pengikat, agregat,halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil) sebagian bahan pengisi dan air sebagian bahan pencampur/pelumas agregat merupakan kandungan yang paling banyak banyak dalam pembentukanbeton sekitar (60% - 70%) sedangkan semen dan air akan membentuk pasta yang mengikat agregat dan untuk bahan tambah sendiri digunakan dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung sehingga dapat mengubah sifat-sifat dari beton agar lebih cocokdalam suatu pekerjaan tertentu dan dapat juga untuk menghemat biaya dalam perancangan beton itu sendiri.Bahan bahan tersebut bila dituang dalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras. Proses terjadinya pengerasan tersebut disebabkan oleh reaksi kimia antara air dan semen.

Gambar 2.1. Penulangan fiber Spiral Sebelum Dicor

Sumber : H. Y. Leung and C. J Burgoyne 2000

Gambar 2.1. merupakan gambar fiber sengkang sebelum dicor yang telah dibentuk spiral sesuai dengan jarak yang telah ditentukan. Pengaturan jarak spiral menggunakan bantuan bahan yang tidak banyak mempengaruhi terhadap hasil penelitian tetapi dapat membuat jarak spiral tersebut stabil. pada gambar 2.1 terlihat masing masing jarak spiral sudah sesuai dengan yang disyaratkan.

Gambar 2.2. Bentuk Benda Uji Setelah Diuji

Sumber : H. Y. Leung and C. J. Burgoyne 2000

Gambar 2.2. merupakan foto benda uji setelah di uji dan bentuk kerusakan kerusakannya. Dari dua benda uji dengan jarak spiral 30 mm dan 50 mm terlihat bahwa kerusakan yang paling besar terjadi pada benda uji jarak 50 mm,, dan yang paling kecil kerusakanya pada benda uji jarak 30 mm. Kerusakan beton yang paling besar berada di bagian tengah karena bagian tersebut menerima gaya tekan yang paling besar. Dari gambar 2.2. tersebut dapat tekanan, makin pendek jarak spiral maka akan makin kecil kerusakan yang terjadi pada beton tersebut. Ada banyak jenis beton salah satunya yaitu beton bertulang dimana beton bertulang ialah campuran beton yang diberi tulangan dari baja. Penambahan tulangan baja ini akan meningkatkan kekuatan terhadap gaya tarik dan juga ductility struktur bangunan. Beton bertulang cocok digunakan dalam struktur dengan bentangan yang lebar, seperti jalan raya, jembatan, lantai dan sebagainya.

2.2 Pengertian Umum Kolom

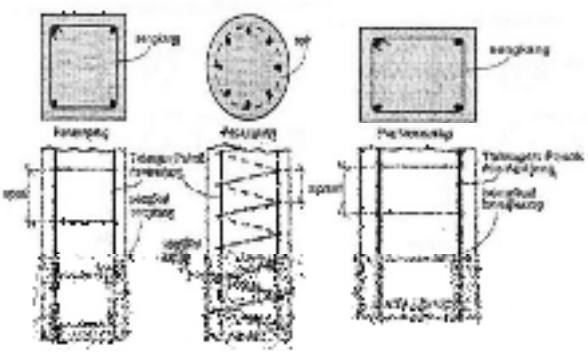
Kolom merupakan suatu struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya lantai dan runtuhnya bangunan secara total *(Sudarmoko 1996)*.Keberadaan kolom atau yang kerap disebut pilar yang sangat penting mengingat pembuatan kolom yang difungsikan sebagai rangka yang akan memastikan bangunan tetap berdiri kokoh. Sesuai dengan SK SNI T-15-1991-03 tentang cara perhitungan struktur beton untuk bangunan, yang dimaksud dengan kolom adalah struktur komponen bangunan yang tugas utama nya adalah menyangga beban aksial dan aksial vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil.

a. Jenis kolom dalam bangunan

Jika dilihat berdasarkan bentuk dan susunan tulangnya,adapun jenis kolom terbagi menjadi tiga kategori.Di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Kolom segi empat atau bujur sangkar dengan tulangan memanjang dan menyengkan.
2. Kolom bundar dengan tulangan memanjang dan menyengkang berbentuk spiral.Adapun fungsi dari tulangan spiral ini adalah memberi kemampuan kolom untuk menyerap deformasi cukup besar sebelum runtuh sehingga mampu mencegah terjadinya kehancuran seluruh struktur bangunan sebelum proses redistribusi momen dan tengangan terwujud.
3. Kolom komposit,yaitu gabungan antara beton dan profil baja sebgai pengganti tulangan di dalamnya

Kolom spiral merupakan kolom yang menggunakan pengikat spiral. Bentuknya sama dengan kolom ikat, hanya saja yang digunakan sebagai pengikat tulangan pokok. Memanjang adalah tulangan spiral yang dililitkan keliling membentuk heliks di sepanjang kolom. Gambar 2.3 merupakan gambar jenis jenis kolom.



Gambar 2.3 Jenis Jenis Kolom

(Sumber: https://eticon.co.id)

b. Jenis kolom berdasarkan bentuknya

Selain tiga jenis kolom yang telah di sebutkan di atas,terdapat dua jenis kolom yang dapat dibedakan menurut bentuknya ,yaitu kolom utama dan kolom praktis. Kolom utama biasanya terpasang dalm jarak 3,5 meter agar dimensi balok untuk menopang lantai tidak begitu besar.Kolom jenis ini memiliki peran yang cukup penting dalam menopang seluruh bagian bangunan secara vertikal. Ukuran kolom utamanya lebih besar,panjang,serta tersembunyi dalam dingding dan tidak terlihat dari luar.Sementara dalam kolom praktis ,biasanya jarak kolom ini berkisaran antara 3 sampai 4 meter.Rangka struktur dari kolom jenis ini biasanya berada dalam posisi vertikal untuk menopang beban balok. Fungsi kolom praktis ini adalah untuk menahan dingding dari gaya melintang agar tidak roboh. Letak kolom praktisnya juga tersembunyi di dalam dingding sehingga tidak terlihat dari luar.

c. Fungsi kolom

Merujuk SK SNI T -15-1991-03, fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Beban sebuah bangunan yang dimulai dari atap akan diterima oleh kolom. Seluruh beban yang diterima oleh kolom kemudian didistribusikan kepermukaan tanah dibawahnya. Dapat disimpulkan bahwa kolom termasuk struktur utama bangunan untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti hidup (manusia dan barang),maupun beban hembusan angin.keruntuhan dan kegagaln sruktur pada kolom menjadi titik yang dpat menyebabkan runtuhnya bangunan.

d. Dasar – dasar perhitungan kolom

Menurut SNI 03-2847-2002 tentang tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan, adapun dasar dasar dalam melakukan perhitungan kolom pada bangunan adalah sebagai berikut:

1. harus direncanakan untuk memikul beban aksial terfaktor yang bekerja pada Kolom semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban terfaktor pada satu bentang terdekat dari lantai atau atap yang ditinjau.
2. Pada sistem konstruksi rangka atau struktur menerus,pengaruh dari adanya beban yang tak seimbang pada lantai atau atap terhadap kolom luar ataupun dalam harus ikut diperhitungkan.
3. Selanjutnya ,dalam menghitung momen yang diakibatkan beban gravitasi yang bekerja pada kolom.
4. Momen yang bekerja pada setiap level harus didistribusikan pada kolom diatas berdasarkan kekakuan relatif kolom dengan ikut memperhatikan kondisi kekangan pada ujung kolom.

2.3 Pengertian Kawat Aluminium

Kawat aluminium berasal dari logam unsur kimia dengan lambang AL pada tabel periodik dan bernomor atam 13. Aluminium bukanlah jenis logam berat melainkan logam berlimpah urutan ketiga dengan elemen berjumlah dengan sekitar dari permukaan bumi. Menurut pengamatan diseluruh dunia aluminium merata digunakan dalam berbagai macam produk.

Aluminium merupakan unsur dengan kelimpahan yang berada di urutan ketiga dalam kerak bumi. Aluminium ini terletak pada mineral aluminosilikat yang berasal dari batuan kulit bumi. Batuan ini membentuk lempung akibat perubahan alam dan lempung itu mengandung aluminium.

Lempung ini menghasilkan deposit yang merupakan biji aluminium dengan kandungan ALO(OH) serta AL(OH)3 yang berada dalam beraneka macam komposisi. Didalam aluminium terdapat unsur seperti kalsium, kalium, maknesium, natrium, besi, silikon, dan pasti terdapat oksigen.

Kegunaan aluminium adalah logam berlimpah yang dalam pengaplikasiannya cukup luas dimasyarakat dunia bahkan digunakan nyaris disemua aspek kehidupan. Contohnya saja aplikasi untuk peralatan rumah tangga bahkan juga aplikasi untuk peralatan canggih dan di produksi menjadi sebuah kawat aluminium.

2.4 Pengaruh Jarak Spiral Terhadap Kuat Tekan

Spiral pada beton adalah metode pemasangan pada tulangan spiral didalam elemen beton untuk memberikaan kekuatan tambahan dan meningkatkan keandalan struktur. Spiral umumnya digunakan dalam elemen beton yang mengalami beban tekan yang tinggi, seperti kolom atau tiang pancang.

Berikut adalah beberapa informasi penting tentang penggunaan spiral pada beton:

1. Tujuan

   Penggunaan spiral pada beton bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tekan, mengontrol retak, dan meningkatkan daya dukung struktur. Spiral membantu dalam mendistribusikan beban secara merata dan mencegah retak yang berpotensi merusak struktur.

2. Material

   Spiral pada beton menggunakan baja tulangan yang dililitkan secara spiral. Baja tulangan biasanya berbentuk kawat dengan diameter yang sesuai dengan persyaratan desain. Material baja tulangan yang digunakan harus memenuhi standar dan spesifikasi yang berlaku.

3. Pemasangan

   Spiral dipasang didalam elamen beton selama proses pengecoran. Biasanya, spiral dipasang secara manual dengan membentuk lilitan yang teratur dan sesuai dengan desain struktur. Pemasangan spiral harus dilakukan dengan hati-hati dan sesuai dengan pedoman teknis yang berlaku.

4. Desain dan perhitungan

   Desain spiral pada beton harus mengikuti standar dan peraturan yang berlaku. Perhitungan struktural harus mempertimbangkan beban tekan yang diantisipasi, diameter dan jarak spiral, serta karakteristik material

yang digunakan. Biasanya, insinyur struktural yang berkualifikasi akan merancang dan menghitung spiral yang diperlukan untuk struktur tertentu.

5. Keuntungan

   Penggunaan spiral pada beton memberikan beberapa keuntungan, seperti meningkatkan kekuatan dan daya dukung struktur, mengurangi resiko retak dan kegagalan dini, serta meningkatkan ketahanan terhadap gempa bumi. Spiral membantu memperkuat beton dan meningkatkan keandalan struktur secara keseluruhan.

Penggunaan spiral pada beton merupakan praktik umum dan industri konstruksi untuk memastikan kekuatan, keandalan, dan ketahanan struktur beton terhadap beban tekan yang signifikan. Penting untuk mengikuti pedoman teknis dan standar yang berlaku serta melibatkan ahli struktural yang berkualifikasi dalam perancangan dan pemasangan spiral pada beton.

Spiral pada kuat tekan mengacu pada perilaku material yang digunakan dalam struktur tertentu ketika mengalami beban tekan atau tekanan. Spiral pada kuat tekan seringkali dikaitkan dengan beton bertulang.

Dalam struktur beton bertulang, spiral sering digunakan sebagai pengikat atau penguat tulangan vertikal disekitar tulangan utama. Spiral bertindak sebagai pengganti pengunaan stirrup atau baut sebagai penguat lateral pada elemen.

struktural seperti kolom atau balok. Spiral pada kuat tekan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode penguat lateral lainnya:

1. Distribusi beban yang merata

   Spiral membantu mendistribusikan beban tekanan secara merata keseluruh elemen struktural. Ini membantu mencegah kegagalan lokal yang mungkin terjadi pada elemen beton.

2. Keandalan tinggi

   Spiral memberikan keandalan tinggi terhadap beban tekan karena mengakibatkan pembungkus tulangan yang melingkar secara penuh disekitar elemen struktural. Ini memberikan dukungan yang kuat dan merata pada beton.

3. Peningkatan kapasitas

   Dengan menggunakan spiral, kapasitas kuat tekan struktur dapat ditingkatkan karena meninggkatnya kuantitas dan distribusi tulangan lateral.

4. Penghematan bahan

   Penggunaan spiral dalam beton bertulang dapat mengurangi penggunaaan tulangan lateral lainnya seperti stirrup atau baut, sehingga dapat menghemat bahan konstruksi.

Penting untuk dicatat bahwa spiral pada kuat tekan biasanya digunakan dalam kombinasi dengan tulangan utama lainnya, seperti tulangan longitudinal, untuk memberikan kekuatan dan keandalan struktur yang optimal. Perancangan dan instalasi spiral harus dilakukan sesuai dengan standar dan pedoman rekayasa struktur yang berlaku, untuk memastikan kinerja yang baik dan keselamatan struktural.

Meskipun kekangan spiral memiliki banyak keuntungan dalam memperkuat struktur beton, ada juga beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan:

1. Biaya

   Penggunaan kekangan spiral pada beton dapat meningkatkan biaya konstruksi. Proses pemasangan spiral membutuhkan tenaga kerja tambahan dan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan metode penguatan beton lainnya. Selain itu, biaya material untuk baja tulangan spiral juga harus dipertimbangkan. Oleh karena itu, penggunaan kekangan spiral mungkin tidak ekonomis untuk proyek dengan anggaran terbatas.

2. Pekerjaan yang rumit

   Pemasangan kekangan spriral membutuhkan keahlian dan ketelitian yang tinggi. Pembentukan lilitan spiral yang tepat dan konsisten membutuhkan tenaga kerja yang terampil. Jika pemasangan spiral dilalukan dengan tidak benar, dapat menyebabkan kelemahan dalam struktur beton, seperti retak atau kegagalan.

3. Kesulitan perawatan dan modifikasi

Ketika struktur beton yang diperkuat dengan kekangan spiral membutuhkan perawatan atau modifikasi, seperti penambahan lubang atau pemotongan, kekangan spiral dapat menjadi penghalang. Memodifikasi struktur dengan kekangan spiral yang sudah ada menjadi pekerjaan yang rumit dan mahal.

4. Tersedianya material

Penggunaan kekangan spiral juga terbatas oleh ketersediaan material. Baja tulang spiral dengan spesifikasi yang dibutuhkan mungkin tidak tersedia disemua lokasi. Ini dapat menyebabkan kesulitan dalam mendapatkan material yang sesuai dan mempengaruhi kemampuan untuk menerapkan kekangan spiral pada proyek konstruksi.

Meskipun memiliki kelemahan tersebut, kekangan spiral masih merupakan metode yang umum digunalkan dalam penguatan struktur beton. Penting untuk mempertimbangkan faktor biaya, keahlian pemasangan, perawatan, dan ketersediaan material sebelum memutuskan untuk menggunakan kekangan spiral pada proyek konstruksi.

Jarak spiral dalam struktur beton bertulang seperti kolom atau balok spiral, umumnya mengacu pada jarak antara belokan spiral yang membentuk spiral tersebut. Jarak spiral yang benar-benar mempengaruhi kuatnya tekan beton secara langsung adalah jarak antara spiral dengan permukaan beton.

Pada dasarnya, spiral digunakan untuk memberikan kekuatan tambahan pada beton yang mengalami tekanan, khususnya tekanan aksial seperti pada kolom. Tindakan spiral sebagai perkuatan tambahan yang membantu beton menahan gaya tekan dan mencegah retak atau kegagalan struktural.

Pengaruh jarak spiral terhadap kuat tekan beton secara umum adalah sebagai berikut :

1. Jarak spiral yang tepat dapat memastikan transfer tegangan yang efektif antara spiral dan beton. Jika jarak spiral terlalu besar, tegangan transfer akan terganggu dan tekan beton yang kuat dapat menurun.

2. Jarak spiral yang terlalu kecil juga dapat mempengaruhi kuatnya tekan beton. Jika jarak spiral terlalu rapat, mungkin sulit untuk mencurahkan beton kedalam kolom atau balok dengan baik. Akibatnya, kepadatan beton yang kurang baik dapat mempengaruhi kekuatan beton yang kuat.

Jarak spiral yang tidak konsisten atau tidak sesuai dengan desain standar dapat menghasilkan tegangan distribusi yang tidak merata disepanjang spiral. Ini dapat menyebabkan kelemahan atau retakan pada beton di sekitar spiral, yang pada akhirnya mempengaruhi kuatnya tekan beton.

Oleh karena itu, sangat penting untuk mengikuti pedoman dan standar desain yang relevan ketika menentukan jarak spiral dalam struktur beton bertulang. Ini akan memastikan bahwa spiral ditempatkan dengan benar untuk memberikan perkuatan yang optimal dan mempertahankan tekanan beton yang diharapkan.

2.5 Perbedaan Kekangan Spiral Dengan Kekangan Sengkang

Kekangan spiral dan kekangan sengkang adalah dua metode yang berbeda dalam memperkuat struktur beton tulangan. Berikut adalah perbedaan antara keduanya:

1. Bentuk dan penempatan

   Kekangan spiral melibatkan baja tulangan yang dililitkan secara spiral disekitar elemen struktural, seperti tiang pancang atau kolom. Spiral ini memiliki bentuk melingkar dan berkelanjutan yang membentang sepanjang tinggi elemen struktural. Disisi lain, kekangan sengkang melibatkan penggunaan baja tulangan yang ditempatkan secara diagonal yang melintang disekitar elemen struktural. Baja tulangan ini membentuk pola sengkang yang saling berpotongan untuk meningkatkan kekuatan struktur.

2. Distribusi beban

   Kekangan spiral cenderung lebih efektif dalam mendistribusikan beban tekan secara merata disekitar elemen struktural. Lilitan spiral membantu mengurangi konsentrasi beban pada titik-ttik tertentu dan mencegah retak yang berpotensi terjadi. Disisi lain, kekangan sengkang dapat memberikan distribusi beban

yang lebih baik secara diagonal dan melintang, tetapi tidak seefektif spiral dalam mendistribusikan beban secara merata disekitar elemen struktural.

3. Keandalan struktur

   Kekangan spiral umumnya memberikan keandalan yang baik terhadap retak dan kegagalan dini. Lilitan spiral membantu mencegah retak dan memperkuat struktur secara keseluruhan. Disisi lain, kekangan sengkang dapat membantu meningkatkan keandalan struktur dengan memperkuatnya secara diagonal dan melintang, tetapi mungkin tidak seefektif spiral dalam mencegah retak.

4. Kesesuaian aplikasi

   Kekangan spiral lebih umum digunakan dalam struktur yang memiliki beban retak yang tinggi, seperti kolom beton bertulang. Spiral memberikan kekuatan tambahan dan daya dukung yang dibutuhkan untuk mengatasi beban tekan yang signifikan. Kekangan sengkang umumnya lebih umum digunakan dalam elemen struktural yang tidak memerlukan kekuatan tekan yang sangat tinggi, seperti balok beton bertulang.

Perbedaan-perbedaaan ini menunjukkan bahwa kekangan spiral dan kekangan sengkang memiliki karakteristik dan keunggulan yang berbeda dalam memperkuat struktur beton tulangan. Pemilihan metode yang tepat tergantung pada persyaratan desain, beban tekan yang diterima, dan keandalan yang diinginkan untuk struktur yang sedang dibangun.

2.6 Perbedaan Kekangan Spiral Dengan Tulangan Geser

Kekangan dan tulangan geser adalah konsep yang digunakan dalam analisis struktur untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitas elemen struktural sepetrti balok, pelat, atau dinding.

1. Kekangan (*restraint)*

   Kekangan mengacu pada kondisi dimana gerakan atau deformasi suatu elemen terbatasi atau dibatasi oleh elemen-elemen lain dalam sistem struktural. Kekangan ini terjadi dalam berbagai bentuk, seperti kekangan lateral (horizontal) atau kekangan rotasi (momen). Kekangan sering digunakan untuk membatasi gerakan atau rotasi pada ujung elemen struktural tertentu, dengan tujuan untuk meningkartkan kekuatan, stabilitas, dan respons struktural secara

keseluruhan. Misalnya, jika ujung balok dikekang secara lateral, hal ini akan menghambat perpindahan lateral balok tersebut.

2. Tulangan geser (*shear reinforcement*)

Tulangan geser adalah elemen tambahan yang ditempatkan di dalam struktur untuk meningkatkan kapasitas tahanan terhadap gaya geser. Gaya geser adalah gaya internal yang timbul pada elemen struktural ketika kekuatan diterapkan secara sejajar dengan permukaan elemen tersebut. Tulangan geser biasanya digunakan dalam balok beton bertulang, dimana beton sendiri memiliki ketahanan terbatas terhadap gaya geser. Tulangan geser dapat berupa tulangan baja berbentuk stirrup (pengikat melingkar) atau bentuk lain yang dirancang untuk mengambil dan membagi gaya geser melalui beton secara efektif. Penggunaan tulangan geser membantu meningkatkan kapasitas dan kinerja struktur balok dalam menghadapi gaya geser yang lebih tinggi.

Dalam keseluruhan, kekangan dan tulangan geser adalah strategi yang digunakan dalam rekayasa struktural untuk meningkatkan kekuatan, stabilitas, dan kinerja elemen struktural.

Kekangan spiral dan tulangan geser adalah dua jenis tulangan yang digunakan dalam konstruksi beton bertulang. Meskipun keduanya berfungsi untuk meningkatkan kekuatan dan keandalan struktur beton, ada perbedaan penting antara keduanya:

1. Bentuk dan penempatan:

Kekangan spiral biasanya berupa kawat baja dengan bentuk spiral yang diikat disekitar batang tulangan utama dengan interval tertentu. Spiral ini umumnya ditempatkan secara merata disepanjang panjang elemen struktural seperti kolom. Disisi lain, tulangan geser berbentuk lurus atau melengkung, dan biasanya ditempatkan secara diagonal melintasi area yang menerima gaya geser, seperti plat atau balok.

2. Fungsi utama

Kekangan spiral umumnya digunakan untuk mengendalikan gaya geser dan meningkatkan kekuatan geser pada elemen struktural. Spiral berperan sebagai pengikat yang membantu menahan kekuatan geser beton dan mencegah retak dan kegagalan yang tak diinginkan. Tulangan geser, disisi lain, dirancang

khusus untuk menahan gaya geser yang terjadi pada elemen struktural seperti plat atau balok yang menerima gaya geser yang signifikan.

3. Keunggulan relatif

   Kekangan spiral biasanya digunakan dalam kolom beton bertulang, karena dapat mendistribusikan gaya geser secara merata disekitar keliling elemen struktural. Hal ini mencegah retakan melintang dan memastikan kinerja yang baik dalam hal kekuatan dan keandalan struktural. Disisi lain, tulangan geser lebih sering digunakan pada elemen struktural seperti plat dan balok, dimana beban geser yang diterima sangat signifikan. Tulangan geser dapat secara efektif menghubungkan daerah yang berpotensi mengalami kegagalan geser dan mencegah terjadinya keruntuhan.

4. Persyaratan desain

   Kekangan spiral dan tulangan geser memiliki persyaratan desain yang berbeda. Kekangan spiral biasanya dirancang berdasarkan aturan tertentu yang mengatur jumlah spiral, diameter kawat, dan interval pengikatan spiral. Persyaratan desain untuk tulangan geser meliputi penentuan jumlah dan ukuran tulangan geser yabng diperlukan berdasrkan beban geser yang diharapkan dan kondisi struktural spesifik.

Dalam kesimpulannya, kekangan spiral dan tulangan geser adalah dua jenis tulangan yang berbeda yang digunakan untukn meningkatkan dan keandalan struktur beton. Meskipun keduanya berperan dalam mengendalaikan gaya geser, bentuk, penenpatan, fungsi utama, dan persyaratan desain keduanya memiliki perbedaan signifikan.

2.7 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Dalam keadaan mengeras beton seperti batu yang memiliki kekuatan tekan yang tinggi dan dalam keadaan segar beton dapat dibentuk hingga dapat membentuk seni arsitektur yang dapat dgunakan untuk dekoratif. Beton tahan terhadap serangan api dan tahan juga terhadap serangan korosi namun secara umum beton beton memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

2.7.1 Kelebihan Beton

a. Mudah dibentuk menggunakan bekisting sesuai dengan kebutuhan strukturbangunan.
b. Lebih murah jika dibandingkan dengan baja.
c. Mempunyai kuat tekan yang tinggi.
d. Umurnya tahan lama.

2.7.2 Kekurangan Beton

a. Bentuk yang telah dibuat sulit di ubah tanpa kerusakan.
b. Benton Yang ingin di hancurkan membutuhkan biaya yang mahal.
c. Berat dan memiliki kuat tarik yanhg lemah .
d. Beton memerlukan perkuatan dalam struktur beton dengan menggunakantulang baja.
e. Memilik daya pantul suara yang besar.

2.8 Bahan Penyusun Beton

Beton dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen. Pada prinsipnya pasta semen mengikat pasir dan bahan-bahan agregat lain (batu kerkil, basalt dan sebagainya). Rongga diantara bahan-bahan kasar di isi oleh bahan-bahan halus. Hal ini memberi gambaran bahwa harus ada perbandingan optimal antara agregat campuran yang bentuknya berbeda beda agar pembetukan beton dapat dimanfaatkan oleh seluruh material.

Pada campuran beton konsentrat 1:2:3 adalah campuran untuk membuat pengecoran K175. K175 adalah mutu beton yang standar digunakan untuk struktur bangunan 1 lantai, termasuk rumah tinggal. Cara membuat beton K175 ini adalah adukan semen : pasir : kerikil menggunakan perbandingan massa 1:2:3

2.8.1 Semen

Semen yaitu salah satu pembuatan bangunan yang paling penting dalam dunia konstruksi bangunan saat ini. Bahan ini memiliki kegunaan untuk mengikat bahan bangunan lainnya secara bersamaan. Salah satu factor yang menjadi

perubahan dunia konstruksi menjadi modern adalah dengan hadirnya material semen.

Dalam bubuk semen ada banyak nahan mineral dan kimia yang terkandung didalamnya. Kualitas semen dapat dipengaruhi oleh setiap kandungan bahan tertentu. Secara umum semen merupakan bubuk berwarna abu-abu gelap yang terbuat dari bahan alkali, maknesium oksida alumina, kapur, sulfur trioxide, iron oxide dan silica.

Semen dapat dibuat dengan proses basa dan proses kering. Dalam memproduksi semen dengan proses basa, untuk membuat bubur atau campuran tambahkan air dalam bubuk kering bahan bak. Untuk menjadi hasil klinker, campuran tersebut dikirim kenotari. Setelah itu klinker dicampur dengan abu, gypsum, dan lain-lain. Dalam proporsi yang diperlukan dan digiling untuk menghasilkan semen dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis Pengujian Semen Portland

No	Pengujian	Satuan	Nilai Standard
1	Kehalusan semen	%	< 22
2	Berat Jenis Semen	-	3,1 - 3,3
3	Konsistensi Normal Semen	%	26 - 29
4	Pengikat Awal Semen	Menit	45 - 360

(Sumber: SNI 15-2049-2004)

2.8.2 Air

Air merupakan salah satu faktor penting, karena air bereaksi dengan semen akan menjadi pasta pengikat agregat. Air berpengaruh terhadap kuat tekanan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton mengalami *bleeding*, yaitu air bersama sama semen akan bergerak keatas permukaan adukan beton yang baru saja dituang. Hal ini menyebabkan kurangnya lekatan beton antara lapisan permukaan (akibat *bleeding*) dengan beton lapisan dibawahnya.

Air dalam campuran beton akan berpengaruh dalam sifat *workability* adukan beton, besar kecilnya susut beton, kelangsungan reaksi dengan semen Portland sehingga dihasilkan kekuatan selang beberapa waktu, dan peranan air sangat mendukung perawatan adukan beton diperlukan untuk menjamin pengerasan yang baik.

Penggunan air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut

1. Tidak mengandung lumpir atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organic lebih dari 15gr/liter.
3. Tidak mengandung klorida atau (CL) lebih dari 0.5 gr/liter.

2.8.3 Agregat

Agregat adalah sekumpulan buah butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa akibat alam buatan. Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang digunakan bersama-sama menggunakan media pengikat untik membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan.

a. Sifat Agregat

Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentuan kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Yang menentukan kualitas agregat sebagai material perkerasan jalan merupakan:

1. Gradasi
2. Kebersihan
3. Kekerasan
4. Ketahanan agregat bentuk buah
5. Tekstur bagian atas
6. Porositas
7. Kemampuan buat menyerap air
8. Berat jenis
9. Daya kelekatan terhadap aspal.

b. Keutamaan agregat dalam peranannya didalam campuran beton:

1. Menghemat penggunaan semen Portland
2. Menghasilkan kekuatan besar pada beton
3. Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton
4. Dengan gradasi agregat yang baik dapat tercapai beton yang padat.

2.8.3.1 Agregat Kasar

Menurut SNI 1970-2008,agreagat kasar adalah batu/kerikil sebagai hasil disentegrasi alami dari batuan atau berupa batuan pecah yang diperoleh dari industry pemecah batu dan mempunayai ukuran butir antara 4,75mm(NO 4) sampai 40 mm(NO 1). Berdasarkan ASTM C33 agregat kasar terdiri dari kerikil atau batu pecah dengan partikel butir lebih besar dari 5mm atau antara 9,5 mm dan 37,5 mm dan dapat dilihat pada tabel 2.2 dan 2.3.

Tabel 2.2 Gradasi Agregat Kasar

Diameter Saringan (mm)	Persentase Lolos (%)	Gradasi Ideal (%)
25,00	100	100
19,00	90-1000	95
12,50	-	-
9,50	20-55	37,5
4,75	0-10	5
2,36	0-5	2,5

(Sumber :ASTM 33/03)

Tabel 2.3 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: SNI 1990:6-8)

Coarse Aggregate atau agregat kasara adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi dari bebatuan alami atau berupa batu pecah /belah yang dihasilkan dai industri pemecah batu, dengan bentuk ukurannya antara 4,76mm-150mm.Agregat kasar ini dipakai secara bersama-sama dengan media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan.

Agregat kasar ini menjadi komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya. Sama seperti halnya argregat halus, agregat kasar ini berdasarkan asalnya juga dibagi menjadi dua yaitu agregat alami yang diperoleh dari sumber alam dan agregat buatan yang diperoleh dari hasil industri pemecah batu. Keunggulan agregat dalam peranannya di dalam campuran beton adalah :

1. Mampu menghemat penggunaan semen Portland
2. Menghasilkan kualitas beton yang kasar
3. Menghasilkan kekuatan pada beton terhadap gaya tekanan
4. Mampu mengurangi adanya penyusutan pada pengerasan beton
5. Dihasilkan beton yang padat melalaui gradasi agregat kasar yang berkualitas baik.

Ada beberapa syarat batu pecah yang dapat digunakan di dalam campuran beton menurut sumber departemen pekerjaan umum(1982) adalah:

1. Syarat Fisik
   a. Besar butir agregat maksimum, tidak boleh lebih besar dari 1/5 jarak terkecil bidang bidang samping dari cetakan 1/3 tebal palt atau ¾ dari jarak minimum tulangan.
   b. Kekerasan yangb ditentukan dengan menggunakan bejana rudellof tidak boleh mengandung bagian hancur yang tembus ayakan 2 mm lebih dari 16%.
   c. Bagian yang hancur bila diuji dengan menggunakan mesin *Los Angeles*, tidak boleh lebih dari 27%berat.
   d. Kadar lumpur maksimal 1%.
   e. Bagian butir yang panjang dan pipih, maksimum 20% berat, terutama untuk beton mutu tinggi.

2. Syarat Kimia
    a. Kekekalan terhadap Na2SO4 bagin yang hancur maksimun 12%berat,dan kekekaln terhadap MgSO4 bagian yang hancur maksimun 18%
    b. Kemampuan beraksi terhadap alkali harus negative sehingga tidak berbahaya.

Ada pun beberapa jenis agregat kasar yang biasanya atau umum digunakanadalah:

1. Batu pecah alami, yaitu agregat kasar yang diperoleh dari batuan cadas ataubatu pecah alami yang digali.
2. Kerikil alami,yaitu agregat kasar brupa kerikil yang di peroleh dari porsespengikisan air sungai yang mengalir secara alami.
3. Agregst kasar buatan,yaitu agregat yang diperoleh dari hasil buatan berupa *slag* atau *shale.*
4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat: agregat kasar yang di klasifikai disini misalnya baja pecah, barit, meganik dan mortar.

2.8.3.2 Agregat Halus

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Agregat ini berukuran 0,063 mm-4,76 mm yang meliputi pasir kasar (Coarse Sand) dan pasir halus (Fine Sand). Adapun syarat-syarat dari agregat halus yang digunakan menurut PBI 1971. Pasir terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Bersifat kekal artinya tidak mudah lapuk oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.

1. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%. Lumpur adalah bagian–bagian yang bisa melewati ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur lebih dari 5%, maka harus dicuci. Khususnya pasir untuk bahan pembuat beton.
2. Tidak mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak yang dibuktikan dengan pencobaan warna dari Abrams–Harder. Agregat yang tidak memenuhi syarat percobaan ini bisa dipakai apabila kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95%

dari kekuatan adukan beton dengan agregat yang sama tapi dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci dengan air hingga bersih pada umur yang sama dapat dilihat pada tabel 2.4 dan pada tabel 2.5 dapat dilihat tentang gradasi pasir.

Tabel 2.4 Syarat-Syarat dari Agregat Halus

No	Pengujian	Satuan	Nilai standar(pasir)
1	Zat organic	-	No 3 Kuning Tua
2	Berat jenis,SSD	gr/cm^3	2.5-2.8
3	Berat isi	gr/cm^3	1.4-1.9
4	Penyerapan air	%	2%-7%
5	Kadar air	%	3%-5%
6	Kadar Lumpur	%	<5%

(Sumber:SK SNI T-15-1991-03)

Tabel 2.5 Gradasi Pasir

Diameter Saringan (mm)	**Persentase Pasir yang Lolos Saringan (%)**			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
Diameter Saringan (mm)	**Persentase Pasir yang Lolos Saringan (%)**			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
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	90 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

(Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007)

2.8.3.3 Kawat Alumunium

Kawat alumunium adalah logam yang memiliki kekuatan yang relatif rendah dan lunak. Kawat alumunium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat lainnya.umumnya Kawat aluminium dicampur dengan logam asli sehinga membentuk aluminium paduan. Material ini dimanfaatkan bukan saja untuk peralatan rumah tangga, tetapi juga dipakai untuk keperluan industri, konstruksi, dan sebagainya(surdia 1992).

a. Kelebihan Kawat Alumunium:
   1. Kawat alumunium mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan
   2. Tidak mudah berkarat atau mengalami korosi
   3. Tahan terhadap serangan rayap
   4. Tidak mudah memuai
   5. Biaya perawatan tergolong rendah
   6. Desain modern
   7. Kuat namun tetap ringan
   8. Harganya lebih ekonomis jika dibandingkan dengan material kayu.
b. Kekurangan Kawat Aluminium:
   1. Sangat rentan terhadap goresan, apalagi jika kualitas materialnya buruk.
   2. Desainnya terbatas, meskipun memiliki desain yang modern tetapi desainini masih terbatas
   3. Lemah terhadap benturan, akibatnya permukaan dapat terlihat tidak rata karena terkena benturan.

2.9 Pemeriksaan Sifat Fisik Material di Laboratorium

Pemeriksaan sifat fisik material berguna dalam merencanakan campuran beton.Adapun pemeriksaan yang dilakukan yaitu:

a. Analisa Saringan

   Penguraian susunan butiran agregat (gradasi) bertujuan untuk menilai agregat yang digunakan pada produksi beton. Pada pelaksanaannya perlu ditentukan batas maksimum dan minimum butiran sehubungan pengaruh terhadap sifat perkerjaan,penyusutan, kepadatan, kekuatan dan juga faktor

ekonomi dari beton. Tujuan dari analisa saringan ialah untuk mendapatkan nilai modulus halus butir agregat dan gradasi perbutiran agregat.Untuk mendapatkan modulus kehalusan dapat dilihat pada persamaa 2.1

$$Modulus\ Halus\ Butir\ (MBH) = \frac{jumlah\ \%\ kumulatif\ Tertinggal}{100} \quad (2.1)$$

b. Pemeriksaan Kehalusan Semen

Kehalusan semen sangat mempengaruhi proses hidrasi. Waktu pengikatan menentukan pada prises pengikatan agregat dalam campuranbeton. Semakin halus beton, pengikatannya menjadi lebih sempurna danjuga mempercepat proses pengerasan beton. Pemeriksaan kehalusan semen dimaksudkan untuk mendapatkan semen standar sebagai bahan pengikat dalam campuran beton. Untuk perhitungan kehalusan semen portland dapat dilihat pada persamaan 2.2.

$$F = \frac{w1}{w2} x100\% \quad (2.2)$$

Keterangan:

F =Kehalusan semen portland (gr)

W1 = berat benda uji yang tertahan diatas saringan (gr)

W2 = berat benda uji semula (gr)

c. Pemeriksaan Berat Jenis Semen

Berat jenis adalah perbandingan antara perbandingan antara berat isi kering semen pada suhu kamar dengan berat isi air suling sama dengan isi semen bertujuan untuk menetukan berat persatuan volume dari semen yang akan dipergunakan dalam perencanaan campuran beton.Untuk perhitungan berat jenis dapat dilihat pada persamaan 2.3.

$$Berat\ jenis = \frac{BS}{(v2-v1)xD} \quad (2.3)$$

Keterangan:

BS=Berat Semen(gr)

V1 =Pembacaan skala ke -1(ml)

V2=Pembacaan Skala ke-2(ml)

D = Berat isi air (gr)

d. Berat Jenis dan Penyerapan

Berat Jenis agregat adalah perbandingan berat sejumlah vulome agregat tanpa mengandung rongga udara terhadapa air yang terserap agregat pada kondisi jenuh permukaan dengan berat agregat dalam keadaan kering oven.Dalam metode ini dilakukan perhitungan dengan persamaan 2.4, 2.5, 2.6 sebagai berikut.

$$Berat\ kering = \frac{BK}{(W2-Bj-W1)} \quad (2.4)$$

$$Berat\ jenuh\ = \frac{Bj}{(W2+BjW1)} \quad (2.5)$$

$$Penyerapan\ \ = \frac{Bj-Bk}{Bk}\text{x}100\% \quad (2.6)$$

Keterangan:

Bk= Berat kering oven (gr)

Bj =Berat kering permukaan jenuh(gr)

W1=Berat bejana+benda uji +air(gr)

W2=Berat bejana +air (gr)

e. Kadar Air

Kadar air agregat adalah banyaknya air yang terdapat dalam agregat dalam satuan berat dibandingkan dengan berat keseluruhan agregat. Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk mengetahui banyaknya air yang terdapat dalam agregat kasar saat akan diaduk menjadi campuran beton. Dengan diketahuinya kandungan air, maka air campuran beton dapat disesuaikan agar faktor air semen yang diambil konstan. Dengan menggunakan persamaan 2.7 berikut.

$$Kadar\ air\ agregat = \frac{w1+w2}{w2}\ x100\% \quad (2.7)$$

Keteragan:

w1=Berat agregat (gr)

w2=Berat kering oven sebelum dicuci (gr)

f. Berat Isi

1. Berat isi adalah perbandingan berat sampel dengan volume sampel. Perhitungan dapat dilihat pada persamaan 2.8

$$\Upsilon = \frac{w3}{V} \quad (2.8)$$

Keterangan:

Υ= Berat Isi Agregat (gr)

w1=Berat agregat (gr)

w2=Berat kering oven sebelum dicuci (gr)

W3= Berat Benda Uji (gr)

g. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Mesin Los Angeles merupakan salah satu mesin untuk pengujian keausan/abrasi agregat ksar, fungsinya adalah kemampuan agregat untuk menahan gesekan, dihitung berdasarkan kehancuran agregat tersebut. Uji keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles dapat dilakukan dengan 500 atau 1000 putaran dengan kecepatan 30-33 rpm. Pemeriksaan Keausan agregat kasar bertujuan untuk mengetahui ketahanan agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angeles. Persyaratan keausan agregat kasar adalah harus lebih kecil dari 27%. Perhitungan dapat dilihat pada persamaan 2.9.

$$Nilai\ keausan\ los\ angeles = \frac{A-B}{B} \text{ x } 100\% \quad (2.9)$$

Keterangan

A = Berat sampel semula (gram)

B = Berat sampel yang tertahan/lebih besar dari 1,7 mm (gram)

h. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat

Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat bertujuan untuk menentukan persentasi. Perhitungan dapat dilihat pada persamaa 2.10.

$$Kadar\ lumpur\ dalam\ agregat = \frac{w1-w2}{w2} x100\% \qquad (2.10)$$

Keterangan:

w1 = Berat agregat mula –mula (gr)

w2 = Berat sampel setelah dikeringkan selama 24 jam (gr)

2.10 Proses Terjadinya Beton

Dalam proses konstruksi beton, ada banyak hal yang harus diperhatikan salah satunya adalah mengenai kualitas beton yang digunakan. Sebagai komponen utama, kualitas beton wajib dijaga agar bangunan menjadi lebih kokoh dan menjadi kuat. Proses pembuatan beton ini adalah sebagai berikut :

1. Pencampuran bahan yang tepat

   Sebagai langkah awal dari bagaimana proses pembuatan beton yang harus diketahui adalah mengenai pecampuran bahannya. Beberapa diantaranya adalah agregat kasar yang terdiri dari kerikil dan agregat halus dari pasir. Selain itu juga ada bahan lain seperti semen, air, dan zat adiktif untuk membuat beton cepat kering. Komposisi bahan nya pun harus tepat. Misalnya saja untuk komposisi material pada adukan beton tiap 1 meter kubik harus sesuai dengan SNI 7394:2008.

2. Pengangkutan adukan beton

   Mengenai bagaimana proses pembuatan beton adalah dengan proses pengangkutan adukan beton menuju tempat penuangannya. Pengangkuatn juga perlu dilakukan cepat dengan tujuan supaya semen belum tercampur maupun bereaksi dengan air. Biasanya, untuk beton yang tidak begitu besar dapat dilakukan manual.

3. Penuangan adukan

   Proses penuangan adukan beton harus dilakukan secepat mungkin dan harus dalam kondisi flastis. Hal ini dilakukan agar adukan tadi dapat mengalir dengan baik kebagian rongga maupun tulangannya. Penuangan ini tidak boleh lebih dari jarak 2 meter agar tidak terjadi segregasi.

4. Proses pemadatan adukan

   Pemadatan beton ini harus segera dilakukan setelah penuangan selesai dan adukan itu masih kondisi di plastik. Pemadatan dapat dilakukandengan cara menusuk pada tuangan beton maupun dengan teknik penggetaran.

5. Perataan permukaan pada beton

   Merupakan salah satu bagian penting dan menjadi proses akhir mengenai bagaimana proses pembuatan tersebut. Sederhananya, perataan tersebut dapat dilakukan dengan peralatan sederhananya.

6. Perawatan beton

   Sebagai proses terakhit mengenai bagaimana proses pembuatan beton adalah perawatannya. Proses perawatan penting dilakukan agar reaksi semen dengan air dapat bercampur dengan baik. Perawatan tersebut juga penting agar permukaan tetap lembab sampai proses reaksinya mencapai waktu yang sudah ditentukan yaitu kurang lebih 1 bulan atau sekitar 28 hari.

2.11 Pengujian Beton

Campuran beton direncanakan dengan suatu asumsi bahwa sifat-sifat beton apabila setelah mengeras sangat bergantung pada sifat-sifat komposisi campurannya. Agar beton dapat mencapai sifat-sifat keras yang dikehendaki, maka beton harus dipadatkan dengan keseragaman yang baik. Apakah suatu campuran beton dapat dipadatkan dengan baik atau tidak, hal tersebut sangatlah bergantung pada sifat-sifat beton segar itu sendiri. Pengujian tersebut dikenal dengan istilah uji *slump* atau konsistensi campuran beton (Tri Mulyono, 2004).

Setelah beton mengeras atau berhentinya proses hidrasi, maka terbentuklah suatu benda padat dan keras dengan sifat-sifat tertentu. Sifat-sifat tersebut perlu diketahui untuk dapat digunakan dalam perencanaan, atau untuk mengevaluasi

kekuatan yang ditargetkan, kekuatan beton keras untuk perkerasan kaku yang disyaratkan yaitu kekuatan tekan *(compressive strength)* (Tri Mulyono, 2004).

2.11.1 Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar yang dilakukan untuk penelitian ini adalah *slump test. Slump test* merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kekentalan beton segar, Langkah- langkah pengujian *slump-test* menurut *SNI 03-2834-1993:*

1. Basahi cetakan agar tidak menyerap dan letakkan di atas permukaan yang datar
2. Isi setiap 1/3 bagian slump test beton segar (fresh concrete) dan ditumbuk sebanyak 25 kali dengan menggunakan batang baja penusuk hingga penuh.
3. Ratakan permukaan beton pada bagian atas cetakan dengan cara menggelindingkan batang penusuk diatasnya.
4. Lepaskan segera cetakan dari beton dengan cara mengangkat dalam area vertikal secara hati-hati.
5. Setalah beton menunjukkan penurunan pada permukaan, ukur segera slump dengan menentukan perbedaan vertikal antara bagian atas cetakan dan bagian pusat atas beton.

jika nilai *slump* semakin besar, maka beton segar semakin encer dan begitu juga sebaliknya. Faktor yang mempengaruhi nilai *slump* faktor–faktor yang mempengaruhi *slump* ialah kuantitas air yang digunakan , untuk ukuran agregat yang digunakan. Hubungan kuat tekan beton dengan nilai *slump* adalah semakin tinggi nilai *slump*, maka semakin rendah kuat tekannya (Tri Mulyono, 2004). Alat pengujian slump test dapat dilihat pada gambar 2.4.

Gambar 2.4 Alat pengujian Slump Test

(Sumber : SNI 1972 - 2008)

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksaan pekerjaan (tabel 2.6) agar diperoleh beton yang mudah dituangkan/dicor, dipadatkan dan diratakan.

Tabel 2.6 Penetapan nilai slump

Pemakaian Beton	**Nilai Slump (mm)**	
	Maksimum	**Minimum**
Dingding,pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	125	50
Pondasi telapak tidak bertulang,kaison,dan struktur di bawah tanah	90	25
Pelat,balok,kolom dan dingding	150	75
Pengerasan Jalan	75	50
Pembetonan	75	25

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

Nilai slump selalu dihubungkan dengan kemudahan pengerjaan beton (Workalibilitas), hal ini depengaruhi beberapa faktor antara lain :

1. Gradasi dan bentuk permukaan agregat.
2. Factor air semen.
3. Karakteristik semen.
4. Volume udara pada adukan beton

2.11.2 Pengujian Beton Keras

Setelah beton mengeras ada beberapa pengujian yang dilakukan, pengujian ini untuk memastikan kelayakan beton. Berikut ini beberapa jenis pengujian beton yang sudah mengering. Uji kuat tekan (*compression Test*) ini dilakukan dengan memberikan tekanan pada sampel beton hingga hancur, sehingga mendapatkan nilai kuat tekan. Adapun cara pengujian ini adalah sebagai berikut (Tri Mulyono, 2004) alat Kuat Tekan Contorls Milano-Italy dapat dilihat pada gambar 2.5.

a. Persiapkan beton yang sudah mengeras berbentuk slinder, dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm.
b. Masukan sampel kedalam alat kuat tekan.
c. Lalu nyalakan alat hingga benda uji hancur, catat nilai kuat tekan yang didapat.

Gambar 2.5 Alat Kuat Tekan Contorls Milano-Italy
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2023)

2.12 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kekuatan tekan beton merupakan sifat utama yang dibutuhkan dalam kinerja beton. Penentuan kekuatan tekan beton dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1889 Part 115;Part 166 pada umur 28 hari.

Menurut BS.1881, rasio kubus terhadap silinder untuk semua kelas adalah 1.25. Kuat tekan beton adalah perbandingan antara tingkatan beban yang diberikan dengan luas penampang. Kuat tekan beton biasanya, berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik. Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 1000 kg/cm^2 atau lebih. Tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200-500 kg/cm^2. Nilai kuat tekan didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Selanjutnya benda uji di tekan dengan mesin tekan sampai pecah, beban tekan maksimum sampai benda uji di bagi dengan luas penampang benda uji merupakan nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam MPa atau kg/cm2 dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Konversi kuat tekan beton

Kuat Tekan								
Mutu Beton	K-225	K-250	K-275	K-300	K-350	K-400	K-450	K-500
kg/cm²	225	250	275	300	350	400	450	500
Mpa	18	20	22	24	28	32	36	40

(Sumber SNI 1974-2011)

Kuat tekan sangat dipengaruhi oleh beberap faktor antara lain (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992):

1. Pengaruh mutu semen Portland.
2. Pengaruh dari perbandingan adukan beton.
3. Pengaruh air untuk membuat adukan.
4. Pengaruh umur beton.
5. Pengaruh waktu percampuran.

6. Pengaruh perawatan.
7. Pengaruh bahan campuran tambah.

2.12.1 Kuat Tekan Masing-Masing Benda Uji

Kuat tekan masing–masing benda uji dapat dihitung menggunakan persamaan 2.11 dan faktor umur benda uji kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 2.8.

- $f'c = \frac{Pi}{A} \; x \; \frac{1}{FU}$ (2..11a)

- $f'c = \frac{Pi}{A}$ (2..11b)

Dimana :

f'c = Kuat tekan masing–masing benda uji (MPa)

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

A = Luas penampang benda uji (mm²)

Fu = Faktor umur

Tabel 2.8 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*)

2.12.3 Kuat Tekan Rata–Rata

Kuat tekan rata–rata benda uji dapat dihitung menggunakan persamaan 2.12 berikut :

$$f'cr = \frac{\sum_{i=1}^{n} f'ci}{n} \quad (2.12)$$

Dimana :

f'cr = Kuat tekan rata–rata (MPa)

$\sum f'ci$ = Jumlah kuat tekan masing–masing benda uji (MPa)

n = Jumlah benda uji

2.12.4 Standar Deviasi

Standar deviasi adalah suatu tolak ukur untuk menyatakan variabelitas dari suatu mutu pelaksanaan pembuatan beton, besar kecilnya standar deviasi mencerminkan ukuran mutu pelaksanaan suatu konstruksi beton. Deviasi Standar yang di dapat dari pengalaman di lapangan selama produksi beton. Deviasi standar dapat dihitung melalui persamaa 2.13

$$sd = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(f'ci - f'cr)^2}}{n-1} \quad (2.13)$$

Keterangan:

sd = deviasi standart (MPa)

f'ci = kuat tekan beton yang didapat dari masing masing benda uji

f'cr = kuat tekan beton rata- rata

n = jumlah data/nilai hasil uji

Berdasarkan tingkat pengendalian pekerjaan mutu nilai standar deviasi ditentukan dari tabel 2.9.

Tabel 2.9 deviasi standar

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	S (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

(*Sumber: SNI 03-2834-1993)*

Deviasi standart ditentukan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran beton dan volume adukan beton yang dibuat.

Hubungan antara standar deviasi dengan kuat tekan beton dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Konsistensi produksi

   Standar deviasi yang rendah menunjukkan bahwa nilai-nilai kuat tekan beton dalam sampel berdekatan nilai rata-rata. Ini menunjukkan konsistensi produksi yang baik, dimana beton yang dihasilkan memiliki kuat tekan yang relatif seragam.Sebaliknya, standar deviasi yang tinggi menunjukkan adanya variasi yang signifikan dalam kuat tekan sampel, yang dapat mengindikasikan ketidakpastian dalam kualitas atau konsistensi beton.

2. Prediksi kuat tekan

   Standar deviasi dapat mempengaruhi keandalan prediksi kuat tekan beton. Semakin rendah standar deviasi, semakin akurat dan konsisten prediksi kuat tekan yang diberikan. Dalam penggunaan praktis, prediksi kuat tekan sering kali dilakukan berdasarkan pengujian sampel kecil. Dengan demikian, standar deviasi yang rendah menunjukkan bahwa hasil pengujian tersebut memberikan perkiraan yang lebih dapat diandalkan terhadap kaut tekan sebenarnya.

3. Ketahanan struktural

   Variabilitas kuat tekan beton dapat berdampak pada ketahanan struktural bangunan atau elemen konstruksi. Ketika ada variasi yang signifikan dalam kuat tekan beton, ada kemungkinan beberapa elemen konstruksi memiliki kuat tekan yang lebih rendah dari yang diharapkan. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kapasitas beban dan ketahanan struktural yang tidak memadai. Oleh karena itu, standar deviasi yang rendah diinginkan untuk memastikan konsistensi dan keandalan kuat tekan beton dalam konstruksi.

Perlu dicatat bahwa hubungan antara standar deviasi dan kuat tekan beton juga bergantung pada faktor-faktor lain, seperti bahan baku, metode pencampuran, perawatan, dan proses pengeringan. Penting untuk mengelola faktor-faktor ini dengan baik untuk memastikan kualitas beton yang baik dan konsisten.

2.12.5 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan persamaan 2.14 berikut :

$$f'c = f'cr - K \times sd \qquad (2.14)$$

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 persentase kegagalan hasil uji sebesar maks 5%

2.13 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.12 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penelitian	Judul	Tujuan	Hasil penelitian
1	Ririn Vionica Aritonang	Pengaruh Variasi Jarak Tulangan Spiral Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang	Untuk mengetahui kuat lentur balok beton bertulang akibat pengaruh variasi jarak tulangan sengkang spiral terhadap kuat lentur balok beton bertulang	Menarik kesimpulan berdasarkan analisis data.Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan perhitungan berdasarkan beberapa peraturan SNI-03-2847-2013
2	Febrianti Kumasah S,Wallah,R.Pandaleke	Pengaruh Jarak Sengkang Terhadap Kapasitas Beban Aksial Maksimun Kolom Beton Berpenampang Lingkaran Dan	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengevaluasi pengaruh jarak sengkang terhadap kapasitas beban aksial Maksimumkolom	Hasil pengujian pada umur beton 28 hari untuk kolom berpenampang segi empat pada jarak sengkang 55 mm diperoleh nilai rata –rata kapasitas beban aksial kolom,P,sebesar 639,9 Kn,dan kuat tekan beton,F'C1 sebesar 27,74

3	ST.Nur Insani,Wihardi Tjaronge,JonieTanijaya	Pengaruh jarak sengkang dengan variasi kuat tekan pada kolom	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh jarak sengkang terhadap kuat tekan kolom rencana dan hasil penelitian serta menganalisis regangan dan model kegagalan yang terjadi pada kolom.	Hasil pengujian menunjukkan kolom dengan kuat tekan 25 MPa dengan variasi jarak sengkang 60 mm ,80 mm,dan 100 mm mempunyai regangan aksial 0.0024-0.0027 sedang untuk kuat tekan 30 MPa mempunyai regangan aksial 0.0026-0.003.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh nilai slump dan kuat tekan beton dengan jarak kekangan spiral tulangan 3 cm, 4 cm dan 6 cm.

3.2 Bahan

Benda uji dibuat dengan menggunakan material yang umumnya sering digunakan untuk membuat beton normal seperti semen, air, pasir, agregat kasar dan agregat halus, namun dengan penggunaan aluminium sebagai pengganti sengkang tulangan.

1. Semen *Ordinari Portland* Cement (OPC) atau semen tipe 1.
2. Air yang berasal dari Laboratorium beton Fakultas Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan.
3. Agregat kasar berupa batu kerikil dengan ukuran maksimum agregat 40 mm yang berasal dari panglong yang ada di Medan.
4. Agregat halus berupa pasir sungai dari toko bangunan yang ada di Medan.
5. Kawat aluminium untuk spiral diameter 3 mm dan tulangan lentur menggunakan bambu berdiameter 2 mm.

3.3 Alat yang Digunakan

Dalam proses pengujian bahan, pembuatan benda uji serta pengujian benda uji digunakan beberapa alat yang telah disediakan oleh Laboratorium beton Fakultas Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan untuk mempermudah dalam pembuatan benda uji. Alat-alat tersebut antara lain :

1. Cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pembuatan sampel beton yang akan diuji kuat tekan.
2. Kerucut *Abrams* untuk mengetahui nilai *slump* beton.
3. *Compression Testing Machine* untuk pengujian kuat tekan beton.

4. Ayakan atau saringan digunakan untuk memperoleh ukuran butiran agregat tertahan.
5. Timbangan digunakan untuk menimbang atau mengukur berat suatu benda. Dalam penelitian ini timbangan digunakan untuk menimbang berat bahan penyusun beton yang akan digunakan agar sesuai dengan kebutuhan.
6. Piknometer dalam penelitian ini digunakan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.
7. Oven adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengeringkan suatu benda dengan suhu tertentu. Dalam penelitian ini oven digunakan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dan agregat kasar, serta untuk pengujian kandungan lumpur agregat halus.
8. Sekop dalam penelitian ini digunakan untuk mengambil atau mengangkut kerikil dan pasir yang kemudian diletakan ke dalam ember.
9. Cetok adalah alat berupa sendok adukan yang terbuat dari lempengan logam dan kayu sebagai pegangannya. Dalam penelitian ini cetok digunakan untuk mengambil pasir dan semen yang akan ditimbang bersama ember.
10. Ember dalam penelitian ini digunakan sebagai tempat untuk meletakan bahan penyusun beton yang akan ditimbang. Setelah ditimbang, kemudian bahan tersebut dibawa ke tempat pengadukan beton.
11. Molen adalah alat pengaduk yang digunakan untuk mencampurkan bahan penyusun beton hingga merata seperti yang dinginkan dalam waktu tertentu.
12. Tongkat Penumbuk yang dimaksud adalah sebatang besi dengan diameter 16 mm dan panjang 600 mm yang memiliki ujung bulat. Tongkat penumbuk digunakan untuk memadatkan beton segar yang berada di dalam cetakan sebanyak 25 kali setiap pengisian sepertiga bagian cetakan agar beton tersebut merata dan padat.

13. Mesin tekan dalam penelitian ini digunakan untuk mendapatkan beban maksimum yang dapat ditahan oleh beton. Mesin ini memberi beban dengangaya tekan secara konstan sampai sampel mortar dan beton trsebut hancur.

3.4 Pengujian Bahan

Sebelum membuat benda uji, bahan-bahan yang akan digunakan diuji terlebih dahulu untuk memastikan bahwa bahan tersebut telah memenuhi syarat yang telah ditentukan. Bahan-bahan yang akan diuji adalah agregat halus, dan agregat kasar

.

3.4.1 Semen

3.4.1.1 Kehalusan Semen

a. Peralatan

1. Saringan no. 100 dan no. 200
   Digunakan untuk mendistribusikan besaran butiran benda uji denganbaik.
2. Mesin penggetar
   Digunakan untuk menggetarkan saringan
3. Kuas
   Digunakan untuk membersihkan saringan
4. Neraca
   Digunakan untuk menentukan berat benda uji

b. Prosedur Pelaksanaan

1. Persiapan benda uji
   Benda uji semen portland sebanyak 50 gram
2. Benda uji semen dimasukkan kedalam saringan no.100 yang terletak diatas saringan no.200 dan dipasang pan dibawahnya.
3. Saringan digoyangkan perlahan - lahan, sehingga bagian benda uji yang tertahan kelihatan bebas dari partikel-partikel halus (pekerjaan ini dilakukan antara 3-4 menit).
4. Kemudian saringan ditutup pan dilepaskan, saringan dipukul perlahan dengan tangkai kuas sampai abu yang menempel terlepas dari saringan.

5. Sisi bagian bawah pan dibersihkan dengan kuas, pan dikosongkan dan dibersihkan dengan kain kemudian dipasang kembali.
6. Kemudian saringan ditutup dengan hati - hati, bila ada partikel kasar yang menempel pada tutup maka dikembalikan kesaringan.
7. Dilanjutkan penyaringan dengan menggoyang-goyangkan saringan perlahan - lahan selama 9 menit.
8. Saringan ditutup, penyaringan dilanjutkan selama 1 menit dengan cara menggerakkan saringan kedepan dan kebelakang dengan posisi sedikit dimiringkan. Kecepatan kira-kira 150 kali permenit, setiap 25 kali gerakan putar saringan kira-kira 60°. Pekerjaan ini dilakukan diatas kertas putih, bila ada partikel yang keluar dari saringan atau pan maka akan tertampung diatas kertas, kembalikan kedalam saringan. Pekerjaan dihentikan setelah benda uji tidak lebih dari dari 0,05 gram lewat saringan dalam waktu penyaringan selama 1 menit.
9. Timbang benda uji yang tertahan diatas masing - masing saringan no.100 dan no.200 kemudian hitung dan nyatakan dalam persentase berat terhadap berat benda uji semula.

3.4.1.2 Berat Jenis Semen

c. Peralatan
   1. Botol Le Chatelier
      Digunakan untuk menentukan isi/ volume semen portland.
   2. Bejana/ bak air
      Untuk merendam botol Le Chatelier yang berisi benda uji.
   3. Termometer (2 buah)
      Untuk menentukan suhu kerosin + semen portland dalam botol Le Chatelier dan suhu air dalam bejana.
   4. Timbangan
      Untuk menentukan berat benda uji.

d. Prosedur Pelaksanan
   1. Botol Le – Chateiler dibersihkan terlebih dahulu.
   2. Mengisi botol Le Chatelier dengan minyak tanah dengan skala 0 – 1.

3. Memasukkan botol Le Chateiler yang berisi tanah kedalam wadah yang terlebih dahulu telah diisi air. Dan memasukkan pula termometer sebagai pengukur suhu.
4. Menambahkan es batu kedalam wadah tersebut sehingga suhu air mencapai
5. Pada saat suhu air sama dengan suhu cairan dalam botol Le Chateiler maka selanjutnya membaca pada skala (V_1).
6. Menyaring semen portland dengan menggunakan saringan no.40 kemudian menimbang sebanyak 64 gram.
7. Mengeluarkan botol dari wadah dan memasukkan semen portland sedikit demi sedikit kedalam botol yang berisi minyak tanah dengan menggunakan corong kaca dengan menjaga agar semen tidak menempel pada dinding atas bagian dalam botol Le Chateiler.
8. Memasukkan kembali botol Le Chateiler yang berisi minyak tanah dan semen kedalam wadah dengan tetap menjaga agar suhu air mencapai 4 .
9. Pada saat suhu air sama dengan suhu cairan dalam botol Le Chateiler, skala pada botol Le Chateiler dibaca (V_2).
10. Lakukan percobaan ini sebanyak 2 kali.

3.4.1.3 Konsistensi Normal Semen

e. Peralatan

1. Timbangan

   Untuk menentukan berat dari benda uji dengan tepat.
2. Gelas ukur

   Untuk menentukan banyak nya air
3. Stopwatch

   Untuk menentukan waktu pengadukan pembuatan pasta semen danwaktu penurunan yang terjadi pada pasta.
4. 1 set alat vicat (cincin konik, plat, jarum vicat diameter 10 mm)

   Untuk menentukan besarnya penurunan yang terjadi pada pasta semen dengan kadar air dan waktu tertentu.
5. Mixer

   Untuk mengaduk didalam pembuatan pasta semen.

6. Sendok perata

   Untuk meratakan pembuatan pasta semen pada cincin konik.

7. Sarung tangan plastik

   Untuk membuat bola pasta semen.

f. Prosedur Pelaksanaan

1. Semen portland diambil lebih 300 gram untuk disaring dengan saringan No.200, dimana penyaringan ini dilakukan dengan tujuan untuk meghindari terjadi gumpalan-gumpalan semen.
2. Semen yang lolos pada saringan itu diambil sebanyak 300 gram.
3. Untuk mendapatkan konsistensi normal semen dilakukan beberapa kali percobaan dengan kadar air yang berbeda yaitu : 26 % - 28 % dari berat benda uji.
4. Masukkan air sebanyak persentase yang ditentukan kedalam mangkok pengaduk.
5. Masukkan benda uji kedalam mangkok dan diamkan selama 30 menit.
6. Jalan kan mesin pengaduk dengan kecepatan (140 lebih kurang 5) rpm selama 30 detik.
7. Hentikan mesin pengaduk selama 15 detik untuk / sambil membersihkan pasta semen yang menempel dipinggir mangkok.
8. Kemudian jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan (285 lebih kurang10) rpm, selama 60 detik.
9. Buatlah pasta berbentuk bola dengan mempergunakan sarung tangan plastik, kemudian dilemparkan 6x dari satu tangan ketangan yang lain dengan jarak lebih kurang 15 cm.
10. Kemudian masukkan/tekan pasta kedalam cincin konik yang telah dialaskan dengan plat. Kelebihan pasta pada permukaan cincin konik diratakan dalam posisi miring terhadap permukaan cincin.
11. Letakkan plat kaca diatas lubang besar cincin konik, balikkan, ratakan, dan licinkan. Kelebihan pada pasta lubang kecil cincin konik dengan sendok perata.

12. Setelah selesai letakkan cincin konik dibawah harum vicat dan letakkan jarum dengan bagian tengah permukaan pasta kemudian jatuhkan jarum besar vicat dan catat penurunan yang berlangsung selama 30 detik.
13. Lakukan prosedur diatas dengan kadar air yang berbeda untuk mendapatkan penurunan 10 mm.

3.4.1.4 Pengikatan Awal Semen

a. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram untuk menentukan berat benda uji
2. 1 set alat vicat terdiri dari :

a) Jarum vicat (1 mm)
b) Cincin konik dengan atas 8,5 cm serta bagian bawah 7,5 cm

3. Stop watch

   Untuk menentukan waktu pengadukan pembuatan pasta semen danwaktu penurunan yang terjadi pada pasta.
4. Alat Pengaduk (mixer)

   Untuk mengaduk dalam pembuatan pasta semen.
5. Sendok perata

   Untuk meratakan permukaan pasta pada cincin konik.
6. Alas (2 buah) plastik

   Sebagai alas sampel pada cetakan.
7. Dua sarung tangan

   Untuk membuat sampel menjadi bola (bulatan).
8. Saringan No.100

   Untuk mendistribusikan semen.

b. Prosedur pelaksanaan

1. Distribusikan semen pada saringan No.100, dengan berat 300 gram.
2. Masukan air suling (23%) yang banyak nya sesuai dengan jumlah air mencapai kadar air konsistensi normal kedalam mangkok mixer.
3. Masukkan benda uji kedalam mangkok mixer, kemudiaan diamkan selama 30 detik.

4. Jalankan mixer selama 15 detik, sementara itu bersihkan pasta yang menempel pada dinding mangkok.
5. Jalankan mixer dengan kecepatan 285± 1o rpm selama 60 detik.
6. Setelah 60 detik buat lah bola-bola pasta dengan tangan, kemudian lemparkan 6 kali dari satu tangan ketangan yang lain degan jarak 15 cm.
7. Pegang bola pasta dan masukkan kedalam cincin konik, ratakan permukaan atas dan bawah cincin konik tersebut.

8. Letakkan plastik diatas lubang besar cincin konik, balikkan, ratakan dan licinkan kelebihan pasta pada lubang yang kecil dengan sendok perata.
9. Letakkan cincin konik dibawah jarum vicat.
10. Jatuhkan jarum vicat setiap 15 menit sampai mencapai penurunan
    25 mm, setiap menjatuhkan jarum, catatlah penurunan yang berlangsung selama 30 detik.
11. Jarak antara titik-titik menjatuhkan jarum adalah tidak boleh kurang dari 0,5 cm dan jarak titik penusukan ke pinggir cincin konik tidak boleh kurang 1 cm.

3.4.2 Air

Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan Air yang mengandung banyak kotoran akan mengganggu proses pengerasan atau kekuatan beton.

Dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.Air yang mengandung banyak kotoran akan mengganggu proses pengerasan atau kekuatan beton.

3.4.2.1 Agregat Kasar

Untuk agregat kasar berupa batu krikil. Pengujian dilakukan terdiri dari berat jenis dan pemeriksaan keausan dengan mesin Los Angeles.

1. Berat Jenis

a. Pilih sampel krikil yang akan diuji dengan kriteria permukaan rata, lalu timbang berat batu tersebut.
b. Siapkan alat-alat seperti cawan petri, mangkok dan air raksa.
c. Timbang cawan petri, lalu catat hasilnya.
d. Tuang air raksa ke dalam mangkok hingga penuh, kemudian ditimbang.

e. Letakkan mangkok berisi air raksa tersebut di atas cawan petri dengan berhati-hati, jangan sampai air raksa tumpah.
f. Masukkan sampel batuan tersebut ke dalam air raksa.
g. Hitung volume air raksa yang tumpah diatas cawan petri.
h. Hitung berat jenis batuan tersebut.

2. Pemeriksaan Penyerapan Agregat Kasar

a. Agregat yang tertahan di saringan ½' diambil dan ditimbang sebanyak1000 gram.
b. Rendam agregat selama 24 jam kemudian dicuci sampai bersih.
c. Agregat dikeringkan dengan menggunakan kain lap sampai keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) dan kemudian agregat ditimbang.
d. Agregat dikeringkan dalam oven sampai dengan suhu 110 derajat celciussampai kering.
e. Agregat didinginkan kemudian ditimbang beratnya.

3. Pemeriksaan Keausan dengan Mesin Los Angeles

a. Agregat diambil sebanyak 2500 gram yang lolos saringan 3/4" dan tertahan saringan 1/2". Agregat diambil sebanyak 2500 gram yang lolos saringan 1/2" dan tertahan saringan 3/8".
b. Buka mesin *Los Angeles Abration*,masukkan agregat tersebut dan bola baja sebanyak 8 butir dimasukkan ke dalamnya, lalu ditutup kembali.
c. Mesin *Los Angeles Abration* dihidupkan kembali.
d. Putaran yang dibutuhkan sebanyak 500 putaran, dengan kecepatan mesin 33 putaran/menit. Untuk kekurangan putaran, hidupkan mesin *Los Angeles Abration* kembali, dan hitung jumlah kekurangan putaran dengan*counter*.
e. Kemudian didiamkan selama 5 menit, agar debunya mengendap.
f. Debu yang jatuh ditampung dengan penampung, penutupnya dibuka. Lalu bola baja dan agregat yang ada di dalamnya dikeluarkan lalu ditampung dalam penampung.
g. Agregat yang ada di penampung disaring dengan saringan No. 12.
h. Agregat yang tertahan saringan No. 12 ditimbang dan dihitung keausan yang dimiliki.

4. Kadar air

Metode ini sebagai acuan untuk menentukan besarnya kadar air agregat. Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, yang dinyatakan dalam persen. Peralatan yang digunakan, antara lain, timbangan, oven, dan talam logam tahan karat.

Prosedur pengujian melalui tahapan sebagai berikut:

a) Menimbang dan mencatat berat talam (W1).
b) Memasukkan benda uji ke dalam talam, kemudian ditimbang dan dicatatberatnya (W2).
c) Menghitung berat benda uji (W3 = W2 - W1).
d) Mengeringkan benda uji beserta talam di dalam oven.
e) Setelah kering, menimbang dan mencatat berat benda uji beserta talam(W4).
f) Menghitung berat benda uji kering (W5 = W4 - W1).
g) Hitung kadar air agregat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:Kadar air agregat = 100 x (W3 – W5) / W5

   Keterangan:

   W3 = berat benda uji semula berat

   W5 = benda uji kering

5. Analisa Saringan Agregat Kasar.

   Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untukmenentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan saringan.

   Prosedur pengujian melalui tahapan sebagai berikut:

a) Keringkan benda uji dalam oven pada suhu (110 ± 5) sampai berat tetap. Sebaiknya untuk mendapatkan hasil dengan ketelitian tinggi dilakukan minimal dua kali pengujian.
b) Keluarkan benda uji, lalu dinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram.
c) Susun saring dari yang lubangnya paling besar dari atas kebawah (jangan terbalik), masukkan benda uji dan langsung di ayak. Bila tidak tersedia.

   saringan dan mesin pengguncang dengan kapasitas besar, maka pengayakan dilakukan dengan cara manual.

d) Keluarkan benda uji dari masing-masing saringan dan letakkan masing- masing pada talam.
e) Timbang dan catat berat benda uji yang tertahan di masing-masing saringan. Dalam pembersihan saringan, gunakan sikat kawat untuk saringan dengan lubang besar, dan kuas untuk lubang yang halus.
f) Keluarkan benda uji dari masing-masing saringan dan letakkan masing- masing pada talam.

g) Timbang dan catat berat benda uji yang tertahan di masing-masing saringan. Dalam pembersihan saringan, gunakan sikat kawat untuk saringan dengan lubang besar, dan kuas untuk lubang yang halus.

6. Berat isi

Prosedur pengujian melalui tahapan sebagai berikut:

a) Keringkan benda uji dalam oven pada suhu (110 ± 5)° C sampai berat tetap.
b) Keluarkan benda uji dari oven lantas dinginkan pada suhu kamar selama1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram
c) Letakkan silinder ukur pada tempat yang datar. Untuk pengujian berat volume padat, masukkan benda uji per 1/3 bagian dan tiap bagian di tumbuk 25 kali merata, lalu diratakan, dikerjakan sampai volume penuh. Sedang untuk pengujian berat volume gembur, benda uji dimasukkan dalam silinder sampai penuh (tanpa pemadatan) lalu diratakan.
d) Timbang berat silinder berisi benda uji dan dicatat beratnya Hitung volume silinder.

3.4.3 Agregat Halus

3.4.3.1 Pasir

Yang termasuk dalam pengujian bahan agregat halus adalah pemeriksaan kandungan zat organik, pemeriksaan kandungan lumpur, pemeriksan gradasi agregat halus, dan berat jenis agregat halus.

a. Pemeriksaan kandungan zat organik
    1. Mengambil pasir kira – kira ± 130 cm3
    2. Mengeringkan pasir tersebut didalam tungku pada suhu 105 derajatselama 36 jam.
    3. Megeluarkan pasir dari tungku, kemudian mendingkan dengan *exicator* .
    4. Memasukkan pasir 130 cm3 tersebut kedalam tabung gelas ukur 250 cc
    5. Menuangkan NaOH 3% ke dalam gelas ukur sampai batas 200 cc
    6. Mengocok gelas ukur yang berisi pasir dengan NaOH 3% selama 10 menit dan membiarkannya selama 24 jam.
    7. Mengamati dan mencatat warna larutan yang terdapat di atas pasir dan membandingkannya dengan *Gardner Standart Colour*.
b. Pemeriksaan kandungan lumpur

1. Menimbang pasir kering sebanyak 100 gr dan memasukkannya ke dalam gelas ukur 250 cc.
2. Mengisi air ke dalam gelas ukur sampai setinggi 12 cm di atas permukaan pasir dan mengocoknya selama 1 menit, kemudian biarkan selama 1 menit, lalu buang airnya.
3. Mengulang langkah a dan b sampai airnya jernih.
4. Menghitung kandungan lumpur

c. Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus
1. Mengeringkan pasir dalam tungku pada suhu 105 ^{o} C selama kurang lebih24 jam.
2. Mengeluarkan pasir dari tungku dan mendinginkannya ke dalam *exicator*
3. Menimbang pasir (B gram)
4. Timbang berat awal masing-masing ayakan
5. Susun ayakan dengan susunan ayakan sebagai berikut Ø 9,5 mm; Ø 4,75 mm; Ø 2,36 mm; Ø 1,18 mm; Ø 0,60 mm; Ø 0,30 mm; Ø 0,15; Pan.
6. Timbang 500 gr pasir kering oven kemudian masukkan ke dalam ayakan yang telah disusun
7. Saringan diletakkan di mesin pengayak lalu nyalakan mesin pengayak selama 10 menit dan kemudian diamkan mesin pengayak selama 5 menit.
8. Timbang berat setiap ayakan + pasir yang tertahan di ayakan tersebut, kemudian hitung % lolos agregat halus tersebut.
9. Dari pemeriksaan tersebut, didapatkan nilai modulus halus butir (MHB), yaitu nilai yang digunakan untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butiran agregat. Semakin besar nilai MHB-nya, maka butir- butir agregat tersebut juga akan semakin besar.

d. Pemeriksaan Berat Jenis
1. Agregat yang tertahan saringan ½’ diambil dan ditimbang sebanyak 1000gr.
2. Rendam agregat selama 24 jam kemudian dicuci sampai bersih
3. Agregat yang sudah bersih ditimbang dalam air dengan menggunakankeranjang yang telah ditimbang terlebih dahulu di dalam air.
4. Agregat dikeringkan dengan menggunakan kain lap sampai keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) dan kemudian agregat ditimbang.

5. Agregat dikeringkan dalam *oven* dengan suhu 110o C sampai kering.
6. Agregat di dinginkan dan kemudian timbang beratnya.

a. Pembuatan Benda Uji

Pengujian beton bertujuan untuk mengetahui apakah Aluminium dapat memiliki kadar beton yang memiliki kuat tekan yang optimal. Dalam prosespengujian beton, haruslah melewati beberapa tahap. Tahap yang paling mendasar adalah pembuatan benda uji beton. Tahap pembuatan benda uji dimulai dengan menghitung *campuran 1:2:3* (rencana adukan beton). Jumlah benda uji dapatdilihat dari tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3. 1 Jumlah Benda Uji Beton Slinder (D= 30 cm dan H= 15 cm)

Proporsi/Hari	28 Hari
Normal	12
Spiral 3 cm	12
Spiral 4 cm	12
Spiral 6 cm	12

(Sumber:Penulis)

Pembuatan beton dilakukan seperti pembuatan beton secara konvensional. Kemudian campuran beton dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk silinder. Setelah beton mengering, benda uji dirawat dengan cara direndam di dalam bak berisi air selama 27 hari sebelum pengujian H-1 untuk beton. Setelah 27 hari benda uji dikeluarkan dari dalam bak dan dikeringkan terlebih dahulu selama 24 jam sebelum diuji.

b. Pengujian Slump

Uji Slump adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran mortar dan beton segar (fresh

concrete) untuk menentukan tingkat *workability*nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji slump menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air. Dalam suatu adukan/campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena menentukan tingkat workability nya atau tidak. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu betonrendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang terlalu keringmenyebabkan adukan tidak merata dan sulit untuk dicetak.

Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk mengukur kelecakan dari adukan beton yang berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*Workability).* Pada pengujian ini, yang dimaksudkan dengan nilai *slump* beton adalah hasil penurunan adukan campuran beton saat kerucut *Abrams* diangkat.Tahapan pengujian slum sebagai berikut:

a) Basahi cetakan kerucut dan plat dengan kain basah
b) Letakkan cetakan di atas plat
c) Isi 1/3 cetakan dengan beton segar, padatkan dengan batang logam sebanyakmerata dengan menusukkannya. Lapisan ini penusukan bagian tepi dilakukan dengan besi dimiringkan sesuai dengan dinding cetakan. Pastikan besi menyentuh dasar. Lakukan 25-30 x tusukan.
d) Isi 1/3 bagian berikutnya (menjadi terisi 2/3) dengan hal yang sama sebanyak 25-30 x tusukan. Pastikan besi menyentuh lapisan pertama.
e) Isi 1/3 akhir seperti tahapan nomor 4.
f) Setelah selesai dipadatkan, ratakan permukaan benda uji, tunggu kira-kira 1/2 menit. Sambil menunggu bersihkan kelebihan beton di luar cetakan dan di plat.
g) Cetakan diangkat perlahan TEGAK LURUS ke atas
h) Ukur nilai slump dengan membalikkan kerucut di sebelahnya menggunakan perbedaan tinggi rata-rata dari benda uji. Toleransi nilai slump dari beton segar 10±2 cm.
i) Jika nilai slump sesuai dengan standar, maka beton dapat digunakan dansiap untuk di cetak.

c. Perawatan Benda Uji

Perawatan beton adalah suatu metode pekerjaan yang bertujuan untuk menjaga permukaan beton segar selalu lembab dan jangan sampai terkena panas dari matahari secara

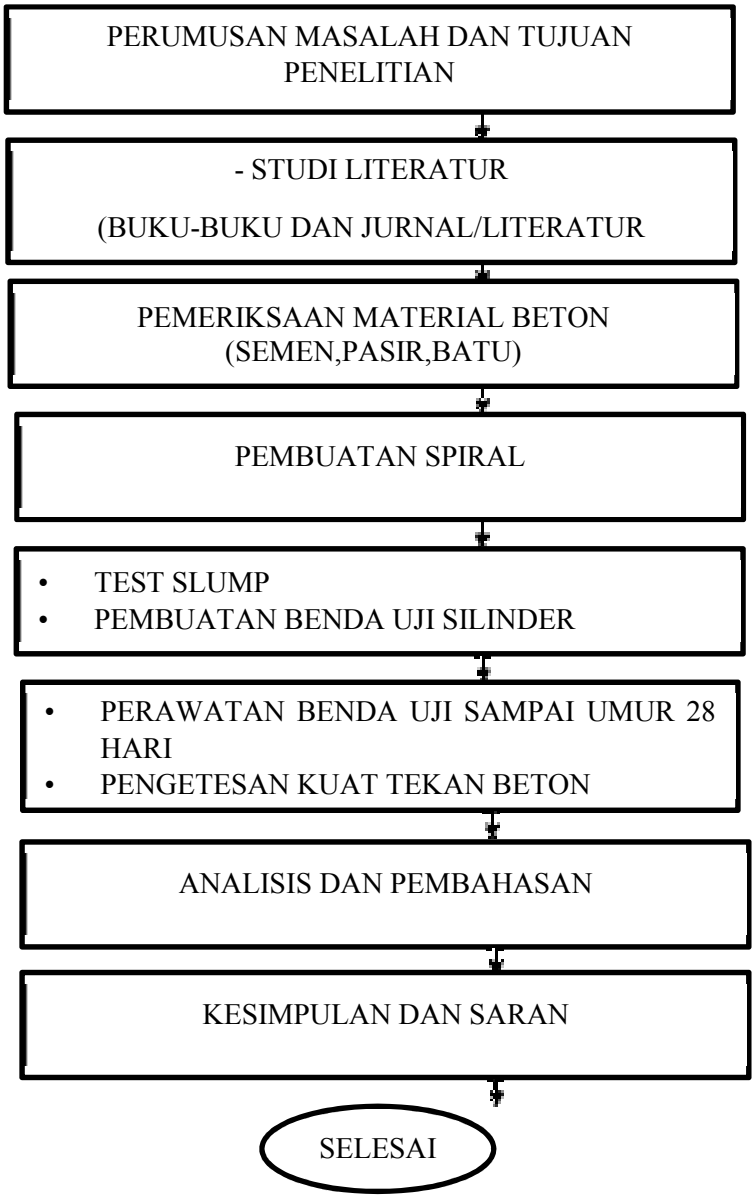
langsung, sejak adukan beton dipadatkan hingga beton dianggap cukup keras. Perawatan beton dilakukandengan cara memasukkan beton ke dalam bak berisi air selama 28 hari. Setelah 28 hari, benda uji dikeluarkan dari dalam bak dan dikeringkan terlebih dahulu sebelum diuji. Perawatan benda uji dilakukan sebagai berikut:

a) Dalam waktu 30 menit sesudah dilepas dari cetakan, rendam kedalam bak berisi air hingga semua permukaan benda uji terendam air.
b) Penyimpangan dalam keadaan basah, yaitu dengan perendaman dalam air jenuh.
c) Benda uji silinder harus dirawat sekurang kurangnya 20 jam sebelumpengujian pada umur 28 hari, beton silinder dan kubus harus disimpan dalam air.

d. Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah perbandingan antara beban tekan yang diberikan kepada benda uji dengan satuan luas menggunakan mesin tekan. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik. Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 1000 kg/cm2 atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 - 500 kg/cm2 . Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder dengan ukuran 15 x 30 cm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum sampai benda uji pecah di bagi dengan luas penampang benda uji merupakan nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam MPa atau kg/cm2.

e. Bagan Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

(Sumber: Penulis)