BAB 2
STUDI LITERATUR

2.1 Beton

Beton adalah hasil pencampuran semen portland, air, dan agregat. Kadang-kadang juga ditambah bahan tambahan yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia dengan perbandingan tertentu.

Pada proses terbentuknya beton, semen dan air akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai perekat / pengikat dalam proses pengerasan. Pada proses pengerasan, pasta semen dan agregat halus (pasir) akan membentuk mortar yang akan menutup rongga-rongga antara agregat kasar (krikil atau batu pecah) sedangkan pori-pori antara agregat halus diisi oleh pasta semen yang merupakan campuran antara semen dengan air sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang kompak/padat.

Beton memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain sebagai berikut:

Kelebihan Beton:

a. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik
b. Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan
c. Beton segar dapat segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan
d. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang

Kekurangan Beton:

a. Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak, oleh karena itu perlu di beri baja tulangan sebagai penahan gaya tarik

b. Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti

2.2 Karakteristik Beton

Karakteristik dan sifat beton sangat tergantung dari design campuran dan kualitas bahan-bahan penyusunnya, setiap tahapan dalam proses produksi beton dilapangan memegang peranan penting dalam menghasilkan beton yang berkualitas.

1. Penempatan dan penyimpanan material Pasir dan Split

Kesalahan penempatan dan penyimpanan material, dapat menyebabkan menurunnya kwalitas beton. Penempatan pasir dan split(koral) harus sedemikian rupa jangan sampai tercampur oleh bahan-bahan lain. Penggunaan landasan untuk stok material sangat dianjurkan agar dapat mencegah terbawanya tanah saat pengambilan barang.

2. Semen

Dijaga agar tidak lembab, disimpan didalam ruangan atau gudang dan dibawahnya di beri landasan agar uap lantai tidak langsung mengenai semen, karena apabila uap mengenai semen, mengakibatkan kwalitas semen menurun dan sebagian akan mengeras, berubah menjadi butiran butiran kasar.

3. Persiapan dan Proses Pencampuran

Untuk menghasilkan beton dengan kwalitas yang seragam, bahan- bahan penyusun beton harus disiapkan dan ditakar dengan teliti karena akan mempengaruhi homogenitas campuran, pencampuran dapat dilakukan dengan cara manual atau mekanis, pencampuran manual yaitu menggunakan tenaga manusia dengan peralatan cangkul dan skop, disarankan untuk pekerjaan volume beton yang besar sebaiknya dilakukan dengan cara mekanis. Pencampuran mekanis yaitu dengan cara mixer (mollen), utnuk mendapatkan campuran yang baik diperlukan minimal 50

kali putaran mixer atau tidak kurang dari 1 menit untuk volume pengecoran 1 m^3.

Kekentalan adukan beton, harus disesuiakan dengan cara transportasi, cara pemadatan, jenis konstruksi yang bersangkutan dan kerapatan dari tulangan. Kekentalan tersebut bergantung pada berbagai hal. Jumlah dan jenis semen, nilai factor air semen, jenis dan susunan butir dari agregat serta bahan pembantu lain. Untuk mencegah penggunaan beton terlalu encer atau padat, ambil nilai slump minimum 5 cm dan maksimum 15 cm.

4. Pemadatan

Dilakukan sesaat setelah beton dituangkan, dengan tujuan untuk meminimalkan jumlah rongga yang terbentuk didalam beton sehingga beton mempunyai kekuatan yang tinggi. Dan menambah kekedapan air.

5. Perawatan beton.

Sifat-sifat beton seperti kekuatan dan daya tahan akan bertambah dengan perkembangan umur beton, perkembangan ini akan sangat cepat pada umur awal dan berlangsung terus namun dalam kecepatan yang makin melambat. Hilangnya air yang terlalu cepat akan mengakibatkan lambatnya perkembangan mutu beton, dan juga volume beton menyusut mengakibatkan timbulnya tegangan tarik pada permukaan yang mengering, jika tegangan tarik ini terjadi sebelum beton mencapai kekuatan yang memadai maka akan timbul retak pada beton, disarankan sebelum beton mencapai umur dari setelah beton agak mengering sebaiknya di tutupi dengan karung/zak yang basah, digenangi air selama 2 minggu. Beton akan mencapai kekuatan maksimal yaitu pada umur 21 hari. Bila dikehendaki umur beton lebih cepat dapat menggunakan bahan campuran yang dikususkan untuk mempercepat umur beton.

2.3 Material Penyusun Beton

Beton merupakan campuran berbagai macam material seperti semen, agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang bebentuk masa padat. Material yang biasanya digunakan

sebagai bahan inklusi pada beton adalah agregat kasar berupa batu kerikil dan agregat halus berupa pasir.

2.3.1 Agregat

Dalam SNI T-15-1991-03 agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengkat untuk membentuk beton semen hidrolik atau adukan. Pada beton semen, biasanya volume agregat yang digunakan adalah 50-80 % volume total beton, sehingga kondisi agregat yang digunakan sangat berpengaruh pada karakteristik beton.

2.3.1.1 Agregat Berdasarkan Berat Jenis

Berdasarkan berat jenisnya, agregat dapat di bentuk menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Agregat Normal

Agregat normal dihasilkan dari pemecahan batuan atau langsung dari sumber alam. Agregat ini biasanya berasal dari granit, basalt, kuarsa, dan sebagainya. Berat jenis rata-ratanya adalah 2,5-2,7 atau tidak boleh kurang dari 1,2 kg/dm3. Beton yang dibuat dengan agregat normal, yaitu beton yang mempunyai berat isi 2.200-2.500 kg/m3 (SK.SNI.T-15-1990:1). Kekuatan tekannya sekitar antara 15 - 40 MPa.

2. Agregat Ringan

Berdasarkan SNI 2847-2013, agregat ringan adalah agregat yang memenuhi persyaratan ASTM C330M dan mempunyai berat volume (density) dan gumpalan (bulk) lepas sebesar 1120 kg/m3 atau kurang, ditentukan sesuai dengan ASTM C29M. Sedangkan menurut SNI 03-2461-2002 agregat ringan dapat diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu agregat ringan buatan dan agregat ringan alami. Agregat ringan buatan dihasilkan dari proses pengembangan, pemanasan atau sintering dari bahan terak tanur tinggi, lempung, diatome, abu terbang, batu sabak, batu obsidian. Sedangkan agregat ringan alami diperoleh secara alami seperti pung dan scoria, batu letusan gunung atau batuan lahar.

a. Agregat ringan alami, adalah agregat yang diperoleh dari bahan-bahan alami seperti batu apung, skoria (batuan hasil letusan gunung

berapi berwarna gelap berukuran butiran antara 4-32 mm yang mempunyai pori-pori berbentuk memanjang), atau tufa dan merupakan batuan asli vulkanik. Memiliki berat satuan 500-900 kg/m3. Beton dengan agregat ini mempunyai sifat penyerapan air dan pengembangan yang cukup tinggi dengan berat beton 700-1400 kg/m3. (Mulyono T, 2003).

b. Agregat ringan buatan, adalah agregat yang dibuat dengan membekahkan melalui proses pemanasan bahan-bahan, seperti terak dari peleburan besi, tanah liat, diatome (bahan yang menyerupai tanah berasal dari tumbuhan laut yang disebut diatom), abu terang, abu sabak, batu serpih (batu alihan alami dari lepung berbutir halus yang terbentuk karena tekanan dan temperatur sedang), batu lempung, perlit (hasil batuan gunung berapi yang menyerupai gelas, dan mempunyai kandungan air antara 2-5%, dan akan mengembang menjadi asap gelembung gelas bila dipanaskan secara cepat) dan vermikulit (suatu mineral yang berbentuk pipih dan mempunyai sifat mengelupas akibat pemanasan).

   Berat isi agregat ini berkisar 350-880 kg/m^3 untuk agregat kasarnya dan 750-1200 kg/m^3 untuk agregat halus. Campuran kedua agregat tersebut mempunyai berat isi maksimum 1040 kg/m^3. Agregat ringan yang digunakan dalam campuran beton harus memenuhi syarat mutu dari ASTM C-330, "*Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete*".

c. Agregat Besar

   Agregat besar mempunyai berat jenis lebih besar dari 2.800 kg/m^3. Contohnya adalah magnetik (Fe_3O_4), barites ($BaSO_4$) dan serbuk besi. Berat jenis beton yang dihasilkan dapat mencapai 5 kali berat jenis bahannya. Beton yang dibuat dengan agregat ini biasanya digunakan sebagai pelindung dari radiasi sinar-X. Untuk mengetahui apakah suatu agregat merupakan agregat berat, agregat ringan atau normal, dapat diperiksa berat isinya.

2.3.1.2 Agregat Berbentuk

Berdasarkan bentuknya agregat dapat dibedakan (Mulyono T. 2003) sebagai berikut:

1. Bentuk Agregat Bulat (*Rounded*)

   Agregat bulat memiliki rongga udara minimum 33%, sehingga rasio luas permukaannya kecil. Beton yang dihasilkan dari agregat ini kurang cocok untuk struktur yang menekannkan pada kekuatan atau untuk beton mutu tinggi, karena ikatan antara agregat kurang kuat.

2. Bentuk Agregat Bulat Sebagian atau Tidak Teratur (*iregular*)

   Agregat ini memiliki rongga udara yang lebih tinggi sekitar 35-38%, sehingga membutuhkan lebih banyak pasta semen agar mudah dikerjakan. Beton yang dihasilkan dari agregat belum cukup baik untuk struktur yang menekankan pada kekuatan atau untuk beton mutu tinggi, karena ikatan antar agregat belum cukup baik (masih kurang kuat).

3. Bentuk Agregat Bersudut (*angular*)

   Agregat ini mempunyai sudut-sudut yang tampak jelas, yang terbentuk di tempak-tempat perpotongan bidang-bidang dengan permukaan kasar. Rongga udara pada agregat ini berkisar antara 38%-40% sehingga membutuhkan lebih banyak lagi pasta semen agar mudah dikerjakan. Beton yang dihasilkan dari agregat ini cocok untuk struktur yang menekankan pada kekuatan atau untuk beton mutu tinggi karena ikatan antara agregatnya baik juga digunakan untuk bahan lapis perkerasan

4. Bentuk Agregat Panjang

   Agregat ini panjangnya jauh lebih besar daripada lebarnya dan lebarnya jauh lebih besar daripada tebalnya. Agregat jenis ini akan berpengaruh buruk pada mutu beton yang akan dibuat. Agregat jenis ini cenderung berada di rata-rata air sehingga akan terdapat rongga di bawahnya serta kekuatan tekan dari beton yang dihasilkan juga buruk.

5. Bentuk Agregat Pipih

   Agregat ini disebut pipih jika perbandingan tebal agregat terhadap ukuran-ukuran lebar dan tebalnya lebih kecil. Agregat pipih juga tidak baik untuk campuran beton mutu tinggi.

6. Bentuk Agregat Pipih dan Panjang

   Agregat ini mempunyai panjang yang jauh lebih besar daripada lebarnya, sedangkan lebarnya jauh lebih besar dari tebalnya.

2.3.1.3 Agregat Berdasarkan Ukuran Butiran Normal

Ukuran agregat dapat mempengaruhi kuat tekan beton, untuk perbangingan bahan-bahan campuran tertentu, kekuatan tekan beton akan berkurang bila ukuran maksimum bertambah besar dan juga akan menambah kesulitan dalam pengerjaannyan (*workabillity*). Ukuran dan bentuk dari agregat harus disesuaikan dengan syarat yang diberikan oleh ASTM, BS, maupun SNI/SII.

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, ukuran agregat lebih banyak mempengaruhi kemudahan pekerjaan (*workability*). Sehingga pemilihan agregat ini cenderung bergantung pada jenis cetakan dan tulangan. Untuk struktur beton bertulang SK.SNI. 15-1991-03 memberikan batasan untuk butir agregat maksimum yang digunakan sebesar 40 mm.

Sebagai dasar perancangan campuran beton besar butir maksimum agregat, ACI 318,1989:2-1 dan PB,1989:9 memberikan batasan sebagai berikut:

1. Seperlima dari jarak terkecil antara bidang samping cetakan
2. Sepertiga dari tebal plat
3. Tiga perempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang tulangan atau berkas-berkas ataupun dari tendon prestress atau ducting.

Dari ukuran agregat ini, agregat dapat dibedakan menjadi 2 jenis sebagai berikut:

1. Agregat Halus

   Agregat halus adalah agregat yang semua butirnya lolos saringan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5.0 mm (B.S.812,1976).
2. Agregat Kasar

Agregat kasar ialah agregat yang semua butirnya tertinggal diatas saringan 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5.0 mm (B.S.812,1976).



Gambar 2-1 Agregat Halus dan Agregat Kasar

(Sumber: Dokumen Penulis)

2.3.2 Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu semen non-hidrolik dan semen hidrolik. (Mulyono T. 2003).

1. Semen Portland

Semen Portland adalah 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, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. (Mulyono T. 2003)

Berdasarkan SNI-15-2049-2004, Semen dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan penggunaannya. Jenis semen berdasarkan kegunaannya adalah sebagai berikut:

a) Jenis I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada semen jenis lain. Jenis semen ini biasanya digunakan pada kontruksi bangunan, perumahan, gedung bertingkat, jalan, dan jembatan.

b) Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang. Jenis semen ini biasanya digunakan pada pembuatan pondasi/basement dimana tanah dan air terkontaminasi oleh sulfat, pelabuhan/bangunan lepas panti, saluran air pada bangunan.

c) Jenis III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi. Jenis semen ini biasanya digunakan pada pembuatan beton pracetak

d) Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi yang rendah. Jenis semen ini biasanya digunakan pada pembuatan bendungan, basement, pembetonan pada daerah panas

e) Jenis V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi terhadap sulfat

2. *Portland Composite Cement* (PCC)

Semen jenis ini merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lainnya. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag)*, pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35% dari massa semen portland komposit. Semen portland komposit dapat digunakan untuk konstruksi umum seperti pekerjaan beton, pasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen

bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton dan sebagainya. (SNI 15-7064-2004).



Gambar 2-2 Semen

(Sumber: Dokumen Penulis)

2.3.3 Air

Air adalah salah satu dari bahan pembentuk semen yang paling penting, karena berperan untuk membantu reaksi kimia pada semen agar dapat menyatukan agregat-agregat pembentuk beton. Air juga berfungsi sebagai bahan untuk mempermudah dalam pengadukan beton. Kelebihan jumlah air yang dibutuhkan digunakan untuk pelumas, penambahan air tidak boleh terlalu banyak, karena hal ini dapat menyebabkan kekuatan beton menjadi rendah dan dapat membuat beton menjadi keropos. Kelebihan air

yang dicampurkan dalam adukan beton (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan membentuk selaput tipis (*laitance*). Selaput tipis ini nantinya akan mengurangi kelekatan antar lapis-lapis dan merupakan bidang sambung yang lemah. (Tjokrodimuljo,1996)

Air untuk campuran beton minimal yang memenuhi persyaratan air minum, namun hal ini bukan berarti bahwa air untuk campuran beton tidak harus memenuhi standar persyaratan air minum. (Tjokrodimuljo, 1996). Air untuk campuran beton sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter,
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton, asam, zat organik lebih dari 15 gram/liter,
3. Tidak mengandung klorida atau C1 > 0,5 gram/liter,
4. Tidak mengandung senyawa sulfat > 1 gram/liter



Gambar 2-3 Air

(Sumber:Dokumen Penulis)

2.4 Material Baja Tulangan

Material beton lemah tarik sehingga material beton digunakan bersama-sama dengan material baja tulangan atau kawat baja yang menahan tegangan tarik. Dalam SNI Beton, baja tulangan yang dapat digunakan pada elemen beton bertulang dibati hanya pada baja baja tulangan ata kawat baja saja. Belum ada peraturan yang mengatur penggunaan tulangan selain baja tulangan atau kawat baja tersebut pada beton bertulang.

Ada dua jenis tulangan baja yang terdapat di pasaran, yaitu tulangan polos (BJTP) dan tulangan ulir/strip (BJTD). Tulangan polos biasanya mempunyai tegangan leleh minimum sebesar 240 MPa sedangkan tulangan ulir umumnya mempunyai tegangan leleh minimum sebesar 400 MPa.

Diameter baja tulangan ulir yang tersedia di pasaran dapat dilihat pada tabel 2-1. Spesifikasi baja tulangan yang umum digunakan di antaranya adalah ASTM A 615 (1993a) dan ASTM A 706 (1993b).

Tabel 2-1 Tulangan Ulir dan Ukurannya

Jenis	Diameter Nominal (mm)	Berat per meter (Kg)
D10	10	0,617
D13	13	1,042
D16	16	1,578
D19	19	2,226
D22	22	2,984
D25	25	3,853
D29	29	5,185
D32	32	6,313
D36	36	7,990

(Sumber: ASTM A 615 M (1993a) dan ASTM A 706 M (1993b)

*Catatan:

- Diameter nominal tulangan ulir sama dengan diameter tulangan polos yang mempunyai berat per satuan panjang yang sama dengan berat/satuan panjang tulangan ulir

Tulangan polos yang umum terdapat di pasaran ϕ6, ϕ8, ϕ10, ϕ12, ϕ14, dan ϕ16, sedangkan untuk tulangan ulir, hamper semua ukuran yang ada pada tabel di atas ada di pasaran. Berdasarkan SNI Beton Pasal 3.5, baja tulangan yang boleh digunakan pada elemen struktur beton haruslah tulangan ulir; tulangan polos diperkenankan untuk digunakan hanya untuk tulangan spiral atau baja prategang. Penggunaan baja tulangan polos dapat meghasilkan perilaku elemen struktur yang kurang baik (meas dkk. 2012)

2.5 Workability

Salah satu sifat beton sebelum mengeras (beton segar) adalah kemudahan pengerjaan (*workability*). *Workability* adalah tingkat kemudahan pengerjaan beton dalam mencampur, mengaduk, menuang dalam cetakan dan pemadatan tanpa homogenitas beton berkurang dan

beton tidak mengalami *bleeding* (pemisahan) yang berlebihan untuk mencapai kekuatan beton yang diinginkan. *Workability* akan lebih jelas pengertiannya dengan adanya sifat-sifat berikut:

a) *Mobility* adalah kemudahan adukan beton untuk mengalir dalam cetakan
b) *Stability* adalah kemampuan adukan beton untuk selalu tetap homogen, selalu mengikat (koheren), dan tidak mengalami pemisahan butiran (segregasi dan bleeding).
c) *Compactibility* adalah kemudahan adukan beton untuk dipadatkan sehingga rongga-rongga udara dapat berkurang.
d) *Finishibility* adalah kemudahan adukan beton untuk mencapai tahap akhir yaitu mengeras dengan kondisi yang baik.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat *workability* antara lain:

a) Jumlah air yang digunakan dalam campuran adukan beton. Semakin banyak air yang digunakan, maka beton segar semakin mudah dikerjakan.
b) Penambahan semen ke dalam campuran juga akan memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai *fas* tetap.
c) Gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan, maka adukan beton akan mudah dikerjakan.
d) Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah cara pengerjaan beton.
e) Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan dikerjakan.
f) Cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda. Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada jika dipadatkan dengan tangan (Tjokrodimuljo, 1996).

2.6 Proses Curing

Perawatan ini dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan, agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dilakukan minimal selama 7 (tujuh) hari dan beton berkekuatan awal tinggi minimal selama 3 (tiga) hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan dengan perawatan yang dipercepat (PB,1989:29).

Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kekedapan terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

Untuk menjaga agar proses hidrasi beton dapat berlansung dengan sempurna maka di perlukan curing untuk menjaga kelembabannya. Lamanya curing sekitar 7 hari berturut – turut mulai hari kedua setelah pengecoran. Curing dapat dilakukan dengan berbagai macam cara antara lain:

1. Menyemprotkan dengan lapisan khusus (semacam Vaseline) pada permukaan beton.
2. Membasahi secara terus menerus permukaan beton dengan air. Setelah proses curing, di lakukan pengurugan tanah kembali lapis demi lapis.

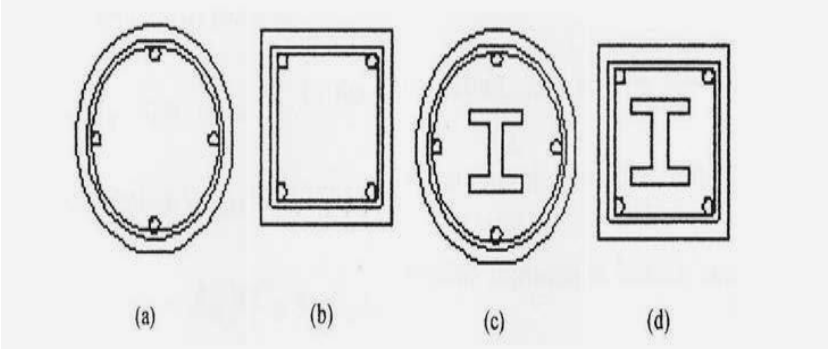
2.7 Struktur Kolom

Elemen struktur kolom merupakan elemen tekan yang menumpu balok yang memikul gaya-gaya pada lantai. Kolom juga dapat didefinisikan sebagai elemen struktur vertical yang berfungsi menyalurkan gaya tekan aksial, dengan atau tanpa momen, dari pelat lantai dana tap ke pondasi. Momen yang disalurkan dapat berupa momen unaksial atau biaksial. Sama halnya dengan balok, kekuatan kolom dievaluasi dengan memperhatikan prinsip-prinsip berikut:

- Distibusi regangan di sepanjang tinggi penampang kolom bersifat linier.
- Tidak terjadi *slip* antara beton dan tulangan.
- Regangan tekan maksimim beton pada kondisi ulimit = 0,003.
- Kekuatan tarik beton diabaikan.

Adapun berbagai tipe kolom ialah sebagai berikut:

a) Kolom persegi dengan tulangan longitudinal dan tlangan pengikat lateral.
b) Kolom bundar dengan tulangan longitudinal, spiral dan pengikat lateral.
c) Kolom komposit dimana profil baja ditanam dalam beton.



Gambar 2-4 Jenis-Jenis Kolom

(Sumber: Dokumen Penulis)

Tulangan pengikat lateral (sengkang ikat) biasanya dipasang dengan spasi maksimum = h (kecuali untuk bangunan yang didesain terhadap gempa). Sengkang ikat pada dasarnya berfungsi untuk:

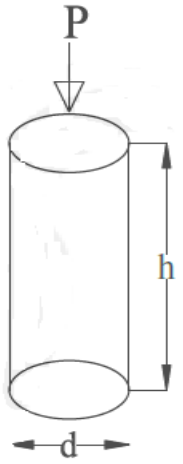
- Memberi tumpuan lateral pada tulangan longitudinal (mengurangi tekuk).
- Memberi kekangan terhadap inti beton.
- Meningkatkan tahanan tulangan longitudinal terhadap tekuk
- Memberikan bentuk pada kolom dan mempertahankan posisi tulangan-tulangan longitudinal selama pengecoran
- Sebagai tulangan sengkang penahan gaya geser

Kolom berspiral umumnya dijumpai pada kolom bundar. Berdasarkan SNI Beton, spasi minimum tulangan = 25mm dan maksimum 75mm. fungsi tulangan spiral adalah mirip dengan fungsi tulangan sengkang ikat. Namun, sebagai pengekang, tulangan spiral adalah lebih efektif dibaningkan dengan tulangan sengkang ikat dalam membuat tekan menjadi lebih daktail.

2.8 Kuat Tekan

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang lazim digunakan berbentuk silinder. Dimensi benda uji standar adalah tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standar ASTM C39-86. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi (*fc'*) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo, 1996).



Gambar 2-5 Benda Uji Silinder

(Sumber: Dokumen Penulis)

Rumus yang digunakan pada persamaan (2-1) untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton berdasarkan percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut (Antono, 1995):

$$fc' = \frac{P}{A} \quad \text{..... (2.1)}$$

Dimana :

fc’ = Kuat Tekan (MPa)

p = Beban Tekan (N)

A = Luas Penampang Benda Uji (mm^2)

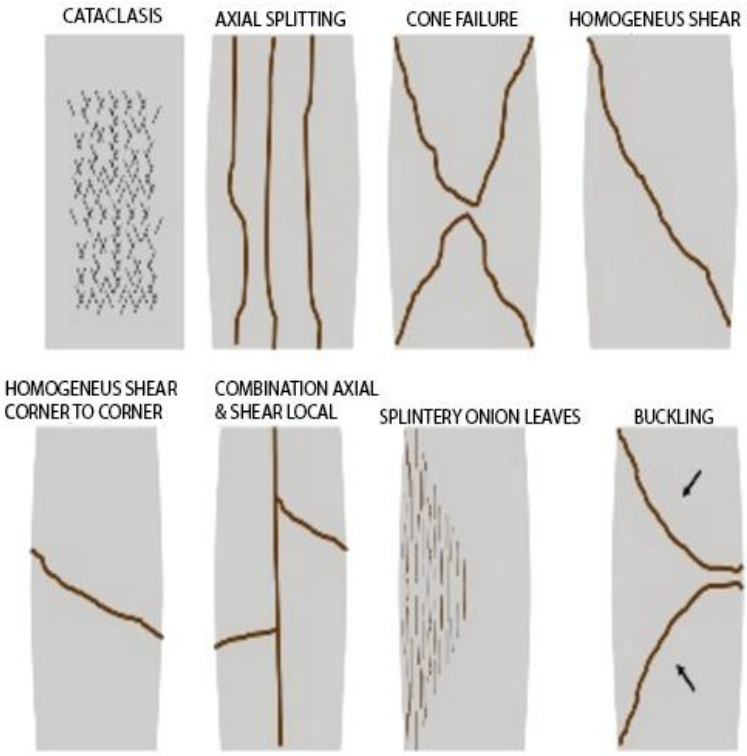
Beton akan mempunyai kuat tekan yang tinggi jika tersusun dari bahan lokal yang berkualitas baik. Bahan penyusun beton yang perlu mendapat perhatian adalah agregat, karena agregat mencapai 70-75% volume beton (Dipohusodo, 1996). Oleh karena kekuatan agregat sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton, maka hal-hal yang perlu diperhatikan pada agregat adalah:

a. Permukaan dan bentuk agregat.
b. Gradasi agregat.
c. Ukuran maksimum agregat

2.9 Pola Retakan Beton Terhadap Uji Tekan

Beton merupakan material komposit yang terbuat dari kumpulan agregat (halus dan kasar) yang saling terikat secara kimiawi oleh produk hidrasi semen protland. Bahan dasar beton, yaitu pasta semen dan agregat, merupakan bahan yang mempunyai sifat regangan dan tegangan yang linier dang etas dalam menahan gaya tekan. Pada saat menahan beban unaksial tekan, beton idealnya mengalami retak-retak yang arahnya paralel terhadap arah tegangan tekan maksimum. Namun kenyataannya, di saat sampel silinder beton dibebani gaya tekan unaksial pada pengujian tekan. Keruntuhan yang terjadi cenderung membentuk pola kerucut. Hal ini disebabkan oleh adanya pengaruh fisik yang timbul pada permukaan beton

yang di bebani. Friksi ini terjadi antara permukaan beton dan permukaan platen baja dari mesin uji tekan.



Gambar 2-6 Macam-Macam Pola Retak Beton

Walaupun beton terbuat dari bahan yang bersifat linier elastik, namun kenyataannya hubungan tegangan-regangannya cenderung bersifat non-linier, bahkan pada saat menahan beban yang kecil sekalipun. Hal ini disebabkan oleh adanya retak-retak yang terbentuk antara bidang agregat dan pasta semen, retak ini disebut retak lekatan (*Bond Crack*). Retak ini dapat terjadi sebelum beton dibebani dan umumnya desebabkan oleh fenomena susut pada beton (akibat perubahan suhu dan kelembapan). Karakteristik non-linier tersebut juga dapat ditimbulkan oleh beberapa faktor lainnya seperti riwayat pembebanan efek jangka panjang, perilaku plastisitas akibat friksi internal, jenis agregat, mekanisme alat pengujian tekan, dan lain-lain (ASCE 1982).

Adapun macam-macam pola retak yang terjadi pada saat pengujian tekan ialah sebagai berikut:

Perilaku beton pada saat dikenakan beban unaksial tekan dapat di jelaskan sebagai berikut:

1. Pada saat beban tekan mencapai 30-40% fc’, perilaku tegangan regengan beton pada dasarnya masih linier. Retak retak lekatan (*Bond Crack*) yang sebelumnya terbentuk, akan tetap stabil dan tidak berubah selama tegangan tekan yang bekerja masih di bawah 30 fc’ (fc’ merupakan kekuatan batas tekan beton)
2. Pada saat beban tekan melebihi 30-40% fc’, retak retak lekatan mulai terbentuk. Pada saat ini, mulai terjadinya deviasi pada hubungan tegangan-regangan dari kondisi linier
3. Pada saat tegangan mencapai 75-90% kekuatan batas, retak-retak lekatan tersebut merambat ke mortar sehingga membentuk pola retak yang kontinu. Pada saat ini, hubungan tegangan-regangan beton semakin menyimpang dari kondisi linier.

2.10 Penelitian Terdahulu

Tabel 2-2 Penelitian Terdahulu

No	Penyusun	Judul	Tahun	Metodologi	Kesimpulan
1	- Febrianti Kumaseh - S. Wallah, R. Pandaleke	Pengaruh Jarak Sengkang Terhadap Kapasitas Beban Aksial Maksimum Kolom Beton Berpenampang Lingkaran Dan Segi Empat.	2015	Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pekerjaan. Dimulai dari persiapan bahan, pemeriksaan bahan, rencana campuran dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dan pengujian benda uji. Semua pekerjaan dilakukan berpedoman pada peraturan/standar yang berlaku dengan penyesuaian terhadap kondisi dan fasilitas laboratorium yang ada. Pemeriksaan material dibatasi hanya pada material tertentu yang penting dalam perhitungan campuran.	Berdasarkan hasil pengujian laboratorium diatas, maka dapat disimpulkan bahwa jarak sengkang tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kapasitas beban aksial maksimum (Pn maks) kolom beton berpenampang persegi (150x150x500 mm) dan lingkaran (150x500 mm), karena hasil kapasitas beban aksial kolom tidak membentuk pola nilai yang teratur sesuai dengan variasi jarak sengkang yang diteliti yaitu 55 mm, 100 mm, & 145 mm.

				Metode penelitian yang digunakan yaitu diawali dengan studi pustaka mengenai literature yang terkait, kemudian dilanjutkan dengan studi eksperimental di Laboratorium Rekayasa Material Fakultas Teknik. Selanjutnya mengevaluasi hasil pengujian kolom beton setelah umur 28 hari.	
2	Badri	Pengaruh Jarak Sengkang Terhadap Kuat Tekan Beton.	2010	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen di lakukan dengan kegiatan penelitian di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNNES. Untuk mendapatkan hasil yang akan menjelaskan hubungan klausa	Bahwa sengkang selain dapat menahan gaya geser juga dapet menguatkan kuat tekan beton di dalamnya, karena beton di dalamnya tertahan oleh sengkang. Hubungan antara jarak sengkang dan kuat tekan beton berbentuk garis lengkung dan dapat menggunakan

				antara variabel-variabel yang akan di selidiki. Dalam penelitian ini yang mempengaruhi kuat tekan adalah besarnya kenaikan beban (P) yang bekerja pada benda uji.	persamaan sebagai berikut: y $=53.601x^{-0.474}$. Kenaikan kuat tekan beton dengan jarak 7,5cm sebesar 94.39%, jarak 5 cm sebesar 123,07% dan jarak 3 cm sebesar 204,09%. Dengan adanya sengkang dapat menambah angka keamanan pada konstruksi beton bertulang
3	- ST. Nur Insani - Wihardi Tjaronge - Jonie Tanijaya	Pengaruh Jarak Sengkang Dengan Variasi Kuat Tekan Pada Kolom	2012	Penelitian ini dilakukan di laboratorium struktur dan bahan Universitas Hasanuddin Kota Makassar. Penelitian ini berlangsung selama 6 (enam) bulan, yakni Maret - Agustus 2012 Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, Desain penelitian ini berupa kolom beton bertulang	Dari hasil penelitian dilaboratorium kami menyimpulkan bahwa Persentase peningkatan beban aksial untuk kuat tekan f'c = 25 MPa untuk jarak sengkang 60 mm sebesar 29.21%, 80 mm sebesar 23.59% dan 100 mm sebesar 12.36%, untuk kuat tekan rencana f'c = 30 MPa

				dengan ukuran 12,5cm x 12,5cm x 100 cm dengan tebal selimut beton 2 cm. Tulangan yang dipakai adalah 4 D10 untuk tulangan utama, Ø6 untuk tulangan sengkang dengan variasi jarak 60 mm, 80 mm, dan 100 mm. Percobaan dibuat dalam 2 variasi kuat tekan yaitu 25 MPa dan 30 MPa. Pembebanan pada Pengujian Kolom dilakukan dengan meletakan beton pada *frame* pengujian dengan memberi perletakan Jepit - bebas dan diberi beban aksial sampai kolom mengalami *failure*	diperoleh persentase peningkatan sebesar 23.13% untuk jarak sengkang 60 mm, 18.21% untuk jarak sengkang 80 mm dan 13.28% untuk jarak sengkang 100mm. Jadi semakin tinggi mutu beton bertulang dengan jarak sengkang yang lebih rapat dapat menghasilkan peningkatan beban yang lebih besar. Nilai Regangan juga dipengaruhi oleh kuat tekan rencana dan juga jarak sengkang. Pada Kuat tekan rencana f'c = 25 MPa lebih tinggi nilai regangannya dibanding kuat tekan rencana 30 MPa. Pada jarak sengkang 60mm menghasilkan nilai

					regangan tertinggi serta 10mm yang terendah, sehingga semakin rapat jarak sengkang, maka akan semakin besar pula nilai regangannya. Untuk model kegagalan yang sering terjadi pada kolom dengan Kuat tekan rencana f'c=25 MPa dan 30 MPa adalah kegagalan material, ini akibat kuatnya pengaruh pengekangan dari sengkang yang mengurangi kemungkinan terjadinya tekuk. Adapun kolom yang terjadi kegagalan tekuk itu dikarenakan adanya eksentrisitas pada kolom.
4	Agus Sugianto	Pengaruh Diameter Sengkang Terhadap	2016	Metode yang diterapkan dalam penelitian	perubahan diameter sengkang mempengaruhi kekuatan geser

	Andi Marini Indriani	Kuat Geser Balok Dengan Variasi Diameter Tulangan Sengkang 6mm, 8mm Dan 10mm.		ini adalah metode eksperimen, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menyelidiki hubungan sebab akibat antara satu sama lain dan membandingkan hasilnya. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian bahan, dan pengujian sengkang terhadap geser balok. Untuk pengujian yang dilakukan menggunakan standart SK SNI.	balok sehingga terjadi penurunan terhadap beban pada balok terhadap kuat geser BG.TR.3 sengkang diameter 10mm, karena jarak tulangan sengkang yang dimiliki BG.TR.3 ≤ syarat jarak tulangan geser minimum. Variasi diameter tulangan sengkang terhadap geser balok memberikan pengaruh sebesar 74,85% pada benda uji BG.TR.2 terhadap benda uji BG.TR.1. dan nilai optimal pada pengujian kuat geser terhadap variasi diameter tulangan sengkang adalah diameter 10mm dengan nilai geser 0,8968 kN.m.