

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Wuryanti (2005), pada umumnya, profil *Lipped Channel* digunakan untuk gording. Namun, saat ini pemakaian profil tersebut tidak terbatas untuk gording saja tetapi juga untuk elemen struktur lainnya, seperti digunakan untuk struktur utama rumah tahan gempa.

Menurut Wigroho (2009), profil *Lipped Channel* merupakan bentukan dingin (*Cold-Deformed*). Profil ini disebut sebagai profil yang tidak kompak dan akan mudah mengalami tekuk. Beberapa cara untuk mengatasi ketidakkompakkan profil semacam ini, diantaranya:

- a. Memberi perkuatan baja tulangan yang dipasang secara vertikal menghubungkan antara sayap atas dan bawah pada bagian sisi profil yang terbuka. Penambahan perkuatan arah vertikal sayap profil lebih stabil dan tidak mudah tertekuk,
- b. Penggabungan dua profil C yang tidak simetris, saling berhadap-hadapan bermanfaat agar profil menjadi simetris dan dapat menambah kestabilannya,
- c. Penambahan cor beton pada rongga profil C diharapkan dapat mencegah tekukan pada sayap profil.

Haribhawana (2008) menguji profil kanal C sebagai kolom dengan diberi perkuatan/pengaku tulangan transversal. Dari hasil penelitian tersebut, kolom langsing baja profil kanal C mampu menahan beban rata-rata sebesar 1488,23 kg.

Defleksi maksimumnya terjadi pada kolom dengan jarak pengaku transversal 75 mm yaitu sebesar 9,8 mm, pada jarak pengaku transversal 5 cm, 10 cm dan tanpa pengaku berturut-turut sebesar 9,1 mm, 5,92 mm, dan 5,43 mm. Variasi pengaku transversal yang dapat menahan beban secara optimal pada jarak 5 cm.

Kurnia (2009) melakukan penelitian kuat tekan kolom baja profil C ganda dengan pengaku pelat lateral. Hasil penelitian yang diperoleh adalah pada kolom langsing profil C ganda mampu menahan beban rata-rata sebesar 3199,68 kg. Defleksi maksimum kolom langsing yang terjadi adalah pada kolom dengan jarak pengaku lateral 250 mm yaitu sebesar 33,56 mm, pada jarak pengaku lateral 100 mm, 150 mm, dan 200 mm berturut-turut sebesar 26,8 mm, 23,02 mm, dan 21,61 mm. Variasi pengaku lateral yang dapat menahan beban secara optimal pada jarak 100 mm.

Laksono (2009) menguji profil C sebagai kolom dengan cor beton pengisi dan perkuatan transversal. Hasil penelitian yang diperoleh adalah kolom langsing tanpa beton pengisi sebesar 2499,75 kg dan pada kolom langsing dengan cor beton pengisi sebesar 3699,63 kg. Penambahan cor beton meningkatkan kekuatan pada kolom pendek rata-rata sebesar 148%. Defleksi maksimum terbesar pada kolom langsing tanpa cor beton pengisi adalah sebesar 19,05 mm pada perkuatan 75 mm. Pada kolom langsing dengan cor beton terjadi pada perkuatan 75 mm sebesar 27,1 mm.

Jiwandono (2010) menguji kolom kanal C ganda dengan cor beton ringan pengisi dengan diberi beban konsentrik dengan pengaku baja pelat arah lateral. Hasil penelitian yang diperoleh adalah pada kolom langsing profil C setelah diberi

cor beton ringan mengalami kenaikan beban yang diterima rata-rata sebesar 69,204 %. Kemampuan kolom yang dapat menahan beban terbesar, baik kolom langsing atau kolom pendek, baik berpengisi maupun tanpa pengisi beton ringan adalah kolom dengan variasi jarak pengaku 100 mm. Defleksi maksimum pada kolom langsing tanpa pengisi beton ringan terjadi pada jarak pengaku 250 mm sebesar 17,4072 mm. Defleksi maksimum pada kolom langsing berpengisi beton ringan terjadi pada jarak pengaku 150 mm sebesar 28,6165 mm.

Dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya, pemberian cor beton pengisi terbukti dapat mencegah tekuk lokal yang terjadi. Hal itu disebabkan oleh karena dengan adanya pemberian cor beton pengisi, dapat meningkatkan kemampuan beban yang diterimanya hingga dapat melalui beban teoritisnya.

2.1. Beton

Menurut SK-SNI-T-15-1991-03, yang dimaksud dengan beton adalah suatu campuran antara semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, serta dapat juga diberikan tambahan lainnya.

Dipohusodo (1996) mengatakan bahwa beton normal memiliki berat jenis 2300 – 2400 kg/m³, juga nilai kekuatan dan daya tahan (*durability*) yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

- a. Nilai banding campuran,
- b. Mutu bahan susun,
- c. Metode pelaksanaan pengecoran,
- d. Pelaksanaan *finishing*,
- e. Temperatur,
- f. Kondisi perawatan pengerasannya.

Dipohusodo (1996) juga mengatakan bahwa beberapa hal tersebut di atas dapat menghasilkan beton yang memberikan kelecakan (*Workability*) dan konsistensi dalam pengerjaan beton, ketahanan terhadap korosi lingkungan khusus (kedap air, korosif, dll) dan dapat memenuhi uji tekan yang direncanakan.

Menurut Dobrowolski (1998), beton ringan mempunyai berat jenis di bawah 1900 kg/m³. Menurut Neville dan Brooks (1987), beton ringan mempunyai berat jenis di bawah 1800 kg/m³. Jenis-jenis beton ringan menurut Dobrowolski (1998) dan Neville dan Brooks (1987) dapat dikelompokkan sesuai tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Jenis-Jenis Beton Ringan Menurut Dobrowolski (1998) dan Neville and Brooks (1987)

Sumber	Jenis Beton Ringan	Berat Jenis (kg/m ³)	Kuat Tekan (Mpa)
Dobrowolski (1998)	Beton dengan berat jenis rendah (<i>Low-Density Concretes</i>)	240-800	0,35-6,9
	Beton ringan dengan kekuatan menengah (<i>Moderates-Strength Lightweight Concretes</i>)	800-1440	6,9-17,3
	Beton ringan struktur (<i>Structural Lightweight Concretes</i>)	1440-1900	>17,3
Neville and Brooks (1987)	Beton ringan penahan panas (<i>Insulating Concrete</i>)	<800	0,7-7
	Beton ringan untuk pemasangan batu (<i>Masonry Concretes</i>)	500-800	7-14
	Beton ringan struktur (<i>Structural Lightweight Concretes</i>)	1400-1800	>17

Beton ringan struktural adalah beton yang menggunakan agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³ dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural.

Jenis agregat ringan yang dipilih berdasarkan tujuan konstruksi menurut SK SNI T-03-3449-2002 dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Jenis Agregat Ringan yang Dipilih Berdasarkan Tujuan Konstruksi

Konstruksi Beton Ringan	Beton Ringan		Jenis Agregat Ringan
	Kuat Tekan (Mpa)	Berat Isi (kg/m ³)	
Struktural : Minimum	17,24	1400	<ul style="list-style-type: none"> • Agregat yang dibuat melalui proses pemanasan dari batu. • Serpih, batu lempung, batu sabak, terak besi atau abu terbang
Maksimum	41,36	1850	
Struktural Ringan: Minimum	6,89	800	<ul style="list-style-type: none"> • Agregat ringan alam. • Skoria atau batu apung
Maksimum	17,24	1400	
Struktural Sangat Ringan sebagai Isolasi :			<ul style="list-style-type: none"> • Perlit atau vemikulit
Minimum	-	-	
Maksimum	-	800	

Metode yang digunakan untuk mendapatkan beton ringan menurut Tjokrodinuljo (1996) adalah sebagai berikut :

- a. Membuat gelembung-gelembung udara dengan menambahkan bubuk aluminium ke dalam adukan semen, sehingga timbul pori-pori di dalam beton.
- b. Menggunakan agregat yang mempunyai berat satuan yang lebih kecil, misalnya: tanah liat dan batu apung.

- c. Pembuatan beton tanpa menggunakan agregat halus yang disebut “beton non-pasir”. Agregat kasar yang digunakan berdiameter 20 mm atau 10 mm.

2.2. Baja

Salmon (1986) membagi struktur baja dibagi menjadi tiga kategori umum, yaitu :

- a. Struktur rangka / *frame structure*, yang elemennya bisa terdiri dari batang tarik, kolom, balok, dan batang yang mengalami gabungan lenturan dan beban aksial;
- b. Struktur selaput / *shell*, yang tegangan aksialnya dominan;
- c. Struktur gantung / *suspension*, yang sistem pendukung utamanya mengalami tarikan yang dominan.

Menurut Spiegel (1991), baja konstruksi adalah *alloy steel* (baja paduan), yang pada umumnya mengandung lebih dari 98 % besi dan karbon yang biasanya kurang dari 1 %. Walaupun komposisi aktual kimiawi yang sangat bervariasi untuk sifat-sifat yang diinginkan (kekuatannya dan ketahanannya terhadap korosi), baja juga dapat mengandung elemen paduan lainnya, seperti : silikon, magnesium, sulfur, fosfor, tembaga, krom, nikel, dalam berbagai jumlah.

2.3. Bahan Penyusun Beton

2.3.1. Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker*, terutama yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. Suatu semen jika diaduk dengan air akan terbentuk adukan yang disebut pasta semen, sedangkan jika diaduk dengan air kemudian ditambahkan pasir menjadi mortar semen dan jika ditambahkan lagi dengan kerikil atau batu pecah disebut beton. Dalam campuran beton, semen bersama air adalah sebagai kelompok yang aktif. Kelompok aktif ini berfungsi sebagai perekat atau pengikat, sedangkan kelompok pasif yaitu pasir dan kerikil berfungsi sebagai pengisi.

Fungsi semen ialah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi masa yang kompak atau padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Dalam campuran beton, semen menempati kira-kira 10% dari volume beton. Karena merupakan bahan aktif maka penggunaannya harus dikontrol dengan baik. Di dalam semen terkandung bahan atau senyawa kimia yang mengandung kapur, silikat, alumina dan oksida besi yang semuanya menjadi unsur-unsur pokok.

Bahan baku pembentuk semen adalah :

- a. Kapur (CaO) – dari batu kapur,
- b. Silika (SiO_2) – dari lempung,
- c. Alumina (Al_2O_3) – dari lempung.

juga dengan sedikit persentase Magnesia (MgO) dan juga sedikit Alkali. Selain itu, Oksida besi terkadang juga ditambahkan untuk mengontrol komposisinya.

Menurut Tjokrodimuljo (1996), kandungan bahan kimia yang terkandung dalam semen dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kandungan Bahan-Bahan Kimia Dalam Bahan Baku Semen

Oksida	%
Kapur, CaO	60 – 65
Silika, SiO ₂	17 – 25
Alumina, Al ₂ O ₃	3 – 8
Besi, Fe ₂ O ₃	0,5 – 6
Magnesia, MgO	0,5 – 4
Sulfur, SO ₃	1 – 2
Soda/Potash, Na ₂ O + K ₂ O	0,5 – 1

Tjokrodimuljo membagi semen portland menjadi beberapa tipe, yaitu :

Tipe I : untuk konstruksi biasa di mana tidak diperlukan suatu sifat khusus.

Tipe I A : semen *air entraining* yang penggunaannya sama dengan tipe I.

Tipe II : untuk konstruksi biasa di mana diinginkan perlawanan terhadap sulfat maupun panas dari hidrasi yang sedang.

Tipe II A : semen *air entraining* yang penggunaannya sama dengan tipe II.

Tipe III : untuk konstruksi di mana diinginkan kekuatan permulaan yang tinggi.

Tipe III A : semen *air entraining* yang penggunaannya sama dengan tipe III.

Tipe IV : untuk konstruksi di mana diinginkan panas hidrasi yang rendah.

Tipe V : untuk konstruksi di mana diinginkan daya tahan yang tinggi terhadap sulfat.

Semen *air entraining* adalah semen portland di mana selama proses pembuatannya dicampurkan bahan untuk mengisikan udara. Jadi, semen tersebut mengandung campuran kimia yang bersama-sama dengan semen digerinda halus sehingga akan menimbulkan gelembung-gelembung udara berdiameter 0,5 mm yang tersebar merata di seluruh beton. Gelembung-gelembung udara ini akan memberikan ketahanan beton terhadap pembekuan, meskipun kuat tekan beton ini agak lebih rendah.

Setelah semen bercampur dengan air terjadi dua macam proses yaitu proses pengikatan (*setting process*) dan proses pengerasan (*hardening process*).

Proses pengikatan berawal beberapa menit setelah pencampuran yang disebut *initial set* (pengikatan awal) dan berakhir setelah beberapa jam disebut *final set* (akhir pengikatan). Waktu pengikatan adalah jangka waktu dari mulai mengikatnya semen setelah berhubungan dengan air sampai adukan semen menunjukkan kekentalan yang tidak memungkinkan lagi untuk dikerjakan lebih lanjut.

Proses pengerasan sudah mulai sejak semen berhubungan dengan air. Proses kimia dalam pengerasan terdiri dari *hidrasi* atau *hidratasi* dan *hidrolisa*. *Hidrasi* adalah pembentukan senyawa-senyawa baru dengan air. *Hidrolisa* adalah perubahan dari suatu komponen menjadi komponen-komponen lain akibat pengaruh kimia dan air.

Pada proses *hidrasi* terjadi pembebasan panas yang disebut panas *hidrasi*. Untuk *hidrasi* dari semen diperlukan air hanya kira-kira 20% dari berat semen itu. Tetapi, air kelebihan juga diperlukan untuk memberikan semacam pelincir pada butir-butir semen, sehingga adukan mudah diolah dan dikerjakan. Air kelebihan ini mutlak harus ada, kemudian akan menguap dan meninggalkan pori-pori di dalam semen yang sedang mengeras, dan memudahkan pembentukan retak-retak akibat susut, tetapi jumlah air kelebihan ini harus dibatasi.

Proses pengerasan semen portland merupakan suatu proses kompleks menuju ke pembentukan komponen-komponen baru di dalam batu semen yang semula tidak ada di dalam *klinker*.

2.3.2. Air

Menurut Tjokrodimuljo (1996), air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan kurang lebih 25% dari berat semen. Namun, dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang kurang dari 0,35 sulit dilaksanakan. Kelebihan air yang ada digunakan sebagai pelumas. Penambahan air untuk pelumas tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton

akan berkurang. Selain itu, akan menimbulkan *bleeding*. Hasil *bleeding* ini berupa lapisan tipis yang mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton. Fungsi air di dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pelicin bagi agregat halus dan agregat kasar.
2. Bereaksi dengan semen untuk membentuk pasta semen.
3. Penting untuk mencairkan bahan / material semen ke seluruh permukaan agregat.
4. Membasahi agregat untuk melindungi agregat dari penyerapan air vital yang diperlukan pada reaksi kimia.
5. Memungkinkan campuran beton mengalir ke dalam cetakan.

Penggunaan banyaknya air dapat dinyatakan dalam suatu berat atau satuan volume. Dalam praktek yang normal, air biasa diukur dengan satuan volume yaitu liter. Kuantitas (jumlah) air yang akan digunakan untuk beton dengan mutu tertentu harus dihitung setelah melalui kelembaban (kadar air) dari agregat halus dan agregat kasar. Kadar air dari agregat akan mengurangi jumlah air yang diperlukan untuk campuran beton. Sebaliknya, kadang-kadang agregat dapat menyerap air dari campuran beton. Dalam hal ini, perlu ditemukan cara untuk mengatasi penyerapan tersebut yaitu dengan meningkatkan jumlah air yang perlu ditambahkan dalam campuran beton. Jadi, air yang digunakan untuk campuran beton dapat berasal dari :

1. Air yang diserap dalam agregat, yang membuat agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry = SSD*).

2. Air yang ditambah selama proses pencampuran (*mixing*). Jumlahnya dikoreksi dengan air permukaan pada agregat dan atau tanpa air yang diserap dalam agregat, tergantung pada pengambilan dasar perhitungan dalam perbandingan air / semen (fas).
3. Air permukaan pada agregat. Jumlahnya bervariasi serta mempengaruhi jumlah air total untuk campuran beton.

Air yang digunakan dalam campuran beton minimal memenuhi persyaratan sebagai air minum, tetapi tidak berarti air pencampur beton harus memenuhi persyaratan sebagai air minum. Dalam pemakaian air untuk beton, sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut (Tjokrodimuljo, 1996) :

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gr/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/liter.

2.3.3. Agregat

Agregat adalah material yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk pembentuk beton, yang di antaranya adalah pasir, kerikil, batu pecah, di mana agregat berfungsi sebagai bahan pengisi dan jumlahnya sekitar 75 % volume beton. Dalam teknologi beton, agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar dan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus.

Dalam campuran beton, agregat yang diperhitungkan adalah agregat dalam keadaan *Saturated Surface Dry (SSD)*/jenuh kering muka. Jenuh kering muka adalah keadaan di mana permukaan agregat tidak ada airnya, tetapi bagian dalamnya terisi oleh air, sedangkan berat jenis agregat adalah berat jenis partikel agregat dalam keadaan jenuh kering muka.

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan agar agregat dapat digunakan untuk memberikan campuran beton yang baik :

a. Bentuk agregat

Sifat bentuk dari butir-butir agregat belum terdefinisikan dengan jelas sehingga sifat-sifat tersebut sulit diukur dengan baik dan pengaruhnya terhadap beton juga sulit diperiksa dengan teliti.

Namun, bentuk butir lebih ditentukan oleh dua sifat yang tidak saling tergantung, yaitu kebulatan dan sferikal. Bentuk agregat lebih berpengaruh pada beton segar daripada beton yang sudah mengeras. Berdasarkan bentuk butiran agregat, dapat dibedakan menjadi seperti di bawah ini:

1. Agregat bulat,
2. Agregat bulat sebagian,
3. Agregat bersudut,
4. Agregat panjang,
5. Agregat pipih.

b. Tekstur permukaan butiran

Tekstur permukaan ialah suatu sifat permukaan yang tergantung pada ukuran permukaan butir agregat seperti halus atau kasar, mengkilap atau

kusam dan bentuk kekasaran permukaan. Secara visual, umumnya pemeriksaan tekstur permukaan butiran agregat dapat dibedakan menjadi sangat halus, halus, bergranuler, kasar, berkilat, berpori-pori, dan berlubang.

c. Ukuran maksimum agregat

Ukuran maksimum agregat yang digunakan adalah ukuran yang ditentukan oleh lubang saringan tertentu. Akan tetapi besar butir maksimum agregat tidak dapat terlalu besar karena banyak faktor yang membatasinya. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka ukuran maksimum butir agregat umumnya dipakai 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm.

d. Gradasi

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama/seragam, volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butirnya bervariasi, akan terjadi volume pori yang kecil. Butir yang kecil akan mengisi pori di antara butir-butir yang lebih besar sehingga pori-porinya semakin sedikit yang akhirnya menghasilkan kemampuan yang tinggi.

Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai prosentase berat butiran yang tertinggal atau lewat di dalam suatu susunan ayakan. Susunan ayakan yang digunakan dengan lubang 76 mm, 38 mm, 19 mm, 9,6 mm, 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm.

2.3.3.1. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegasi alami batuan ataupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 3/16 inci atau 5 mm (lolos saringan no. 4).

Pada umumnya agregat halus yang dipergunakan sebagai bahan dasar pembentuk beton adalah pasir alam, sedangkan pasir yang dibuat dari pecahan batu. Umumnya, tidak cocok untuk pembuatan beton karena biasanya mengandung partikel yang terlalu halus yang terbawa pada saat pembuatannya.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh agregat halus menurut Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A adalah sebagai berikut :

1. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan $\pm 2,2$.
2. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
3. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
 - Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 12%
 - Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 10%
4. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih besar dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur

adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,060 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka, agregat halus harus dicuci.

5. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari *Abrams-Harder*. Untuk itu, bila direndam larutan 3% NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap daripada warna larutan pembanding. Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan air pada umur yang sama.
6. Susunan besar butir agregat halus harus memenuhi modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8 dan harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan butir menurut zona 1, 2, 3, dan 4 dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
 - Sisa di atas ayakan 4,8 mm harus maksimum 2% berat
 - Sisa di atas ayakan 1,2 mm harus maksimum 10% berat
 - Sisa di atas ayakan 0,3 mm harus maksimum 15% berat
7. Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi, reaksi pasir dengan alkali harus negatif.

8. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.
9. Agregat halus yang digunakan untuk maksud spesi plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan di atas (pasir pasang).

Susunan besar butir agregat halus lebih penting daripada susunan besar butir agregat kasar karena agregat halus bersama dengan semen dan air membentuk mortar yang akan melekatkan dan mengisi rongga-rongga antar butiran agregat kasar sehingga beton yang dihasilkan permukaannya menjadi rata.

Pemakaian agregat halus yang terlalu sedikit akan mengakibatkan :

1. Terjadi *segregasi* karena agregat kasar dengan mudah saling memisahkan diri akibat mortar yang tidak dapat mengisi rongga-rongga antara butiran agregat kasar dengan baik.
2. Campuran akan kekurangan pasir yang disebut *under sanded*.
3. Adukan beton akan menjadi sulit untuk dikerjakan sehingga dapat menimbulkan sarang kerikil.
4. *Finishing* akan menghasilkan beton dengan permukaan kasar.
5. Beton yang dihasilkan menjadi tidak awet.

Jika pemakaian agregat halus terlalu banyak maka, akan mengakibatkan :

1. Campuran menjadi tidak ekonomis.
2. Diperlukan banyak semen untuk mencapai kekuatan yang sama yang dihasilkan oleh campuran dengan perbandingan optimum antara agregat halus dan agregat kasar.

3. Campuran akan kelebihan pasir yang disebut *over sanded*.
4. Beton yang dihasilkan menunjukkan gejala rangkak dan susut yang lebih besar.

2.3.3.2. Agregat Kasar Buatan

Selain dari alam (hasil desinterasi alam yang biasanya berbentuk bulat), agregat kasar dapat juga diperoleh dari hasil pemecahan batu menjadi ukuran yang sesuai keinginan ataupun kebutuhan. Pemecahan batu tersebut dapat dilakukan dengan tenaga manusia dan mesin pemecah batu.

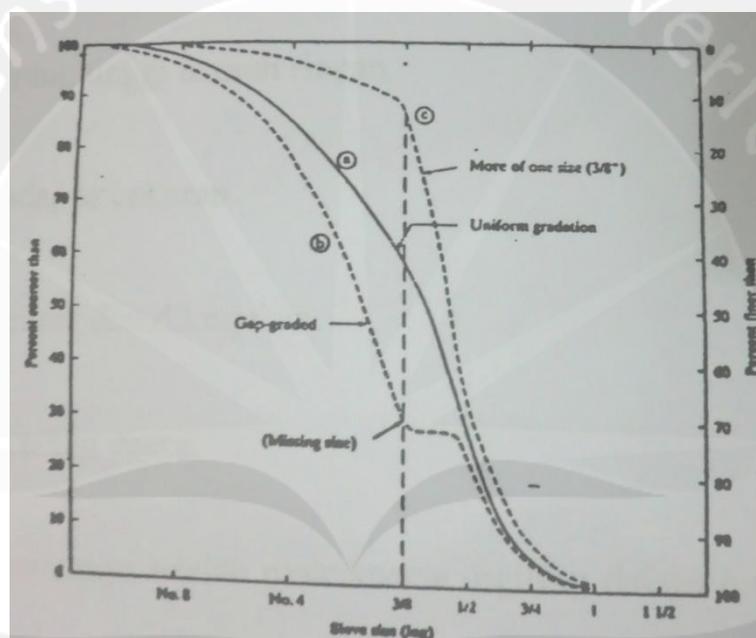
Agregat kasar atau kerikil dapat dikatakan bagus, harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Berbutir keras,
- b. Tidak berpori agar dapat menghasilkan beton yang keras,
- c. Sifat tembus air kecil,
- d. Bersifat kekal (tidak mudah hancur atau pecah),
- e. Tidak mengandung lumpur lebih dari 1 %,
- f. Tidak mengandung zat reaktif alkali yang dapat menyebabkan pengembangan beton,
- g. Tidak boleh lebih dari 20 % bentuk butir pipih karena butir pipih kurang mampu menahan beban, menyebabkan rongga besar, dan membutuhkan pasta semen yang lebih banyak,
- h. Bergradasi baik agar beton yang dihasilkan pampat.

Batas-batas gradasi kerikil terdapat dalam tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4 Gradasi Kerikil (Tjokrodimuljo, 1996)

Lubang	Besarnya Butir Maksimum (% Berat Butir yang Lewat Ayakan)	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4.8	0-5	0-10



Gambar 2.1 Kurva Distribusi Ukuran Butir (Tjokrodimuljo, 1996)

Pada penelitian ini digunakan *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) sebagai pengganti kerikil. AAC adalah bata ringan yang terbuat dari bahan baku berkualitas tinggi dengan standar *Deutsche Industrie Norm* (DIN) dan diproduksi di Indonesia dengan teknologi Jerman.

AAC memberikan kemudahan, kecepatan serta kerapian bagi kebutuhan konstruksi, seperti : bangunan rumah tinggal, gedung komersial, bangunan industri dan fasilitas umum.

Kelebihan dari AAC adalah sebagai berikut :

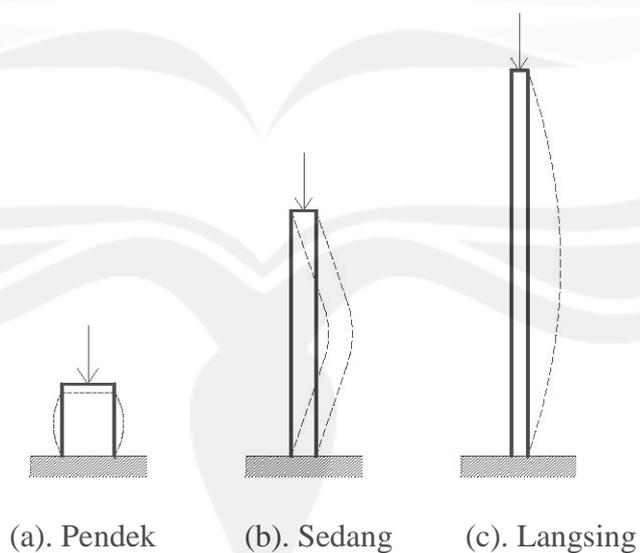
- a. Ringan sehingga pemasangan dinding AAC menjadi rapi dan cepat serta mengurangi beban konstruksi,
- b. Ketahanan yang baik terhadap gempa bumi,
- c. Lebih tahan air,
- d. Mempunyai sifat tidak mudah terbakar dan perambatan panas yang rendah,
- e. Dapat meredam suara,
- f. Tahan cuaca,
- g. Kuat tekan tinggi.

Penelitian ini menggunakan AAC sebagai pengganti kerikil karena pemilihan beton ringan dalam penelitian ini adalah sebagai beton yang digunakan dalam struktur ringan untuk menghadapi gempa. Selain itu, Semen, pasir, dan kerikil adalah bahan-bahan penyusun beton yang merupakan sumber daya alam yang terbatas. Masalah tersebut membuat kita dituntut untuk berinovasi dan menentukan alternatif lain sebagai pengganti beton. Maka, beton ringan dapat menjadi suatu alternatif yang ditawarkan sebagai pengganti beton yang biasa digunakan tersebut.

2.4. Kolom

Bagian konstruksi desak vertikal dalam sebuah konstruksi lazimnya diidentifikasi sebagai kolom. Selain itu kolom adalah elemen struktur tekan yang mempunyai dimensi panjang jauh lebih besar daripada dimensi melintangnya. Pada elemen struktur tekan, masalah yang paling penting diperhatikan adalah masalah stabilitas. Tidak seperti elemen struktur tarik yang bebannya cenderung menahan elemen struktur pada posisinya, elemen struktur tekan sangat peka terhadap faktor-faktor yang dapat menimbulkan peralihan lateral atau tekuk (Spiegel, 1991)

Berdasarkan ragam kegagalannya kolom dibagi menjadi tiga kelompok yaitu kolom langsing, kolom sedang, dan kolom pendek. Tampak seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.2 Jenis Kolom dan Ragam Keruntuhan
(Spiegel, 1991)

Kolom langsing atau kolom panjang ragam kegagalannya adalah tekuk dalam selang elastis. Tekuk itu terjadi pada tegangan tekan yang masih dalam selang elastis. Kolom pendek atau kolom gemuk ragam kegagalannya bukan karena tekuk elastis. Kolom itu gagal karena mencapai leleh (leleh sebagai kriteria kegagalan), jadi beban runtuh ditentukan sebagai hasil kali f_y dan luas penampang melintang. Kolom sedang adalah jenis kolom yang terletak diantara kedua kriteria itu, kolom ini gagal dengan tekuk inelastis apabila leleh yang terlokalisasi terjadi. Kegagalan ini diawali dengan adanya perlemahan dan kehancuran. Kegagalannya tidak dapat ditentukan baik dengan menggunakan kriteria tekuk elastis kolom panjang maupun dengan kriteria leleh kolom pendek (Spiegel, 1991).

Nilai kekuatan untuk bahan komposit tidak sama dengan bahan dari baja (SNI 03-2847-2002). Perpaduan dua bahan atau lebih sering disebut komposit sehingga nilai kekakuannya merupakan perpaduan dari dua bahan atau lebih tersebut.