

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Ahmad Syamsul Huda dan Suprpto S.Pd., MT. (2013) Penelitiannya tentang Pengaruh Limbah Keramik Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Mutu Beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu beton dengan campuran limbah keramik sebagai pengganti pasir, serta membuat campuran benda uji spesi kubus sebagai pengganti semen dengan agregat halus limbah keramik.

Campuran beton yang dipakai dalam penelitian ini adalah campuran beton normal dengan perbandingan 1 semen : 1.83 pasir : 2.75 kerikil sebagai kontrol dan dilakukan penambahan limbah agregat halus keramik sebesar 6%, 9%, dan 12% sebagai pengganti pasir, sedangkan untuk pembuatan spesi kubus 5x5x5 dipakai campuran 1PC : 4 Ps dengan menambahkan limbah keramik sebagai pengganti semen memakai variasi yang sama yakni 6%,9% dan 12%.

Hasil dari kuat tekan beton dengan campuran 6% limbah keramik sebagai pengganti pasir mempunyai kenaikan mutu beton sebesar 9.66% dari beton normal. Beton dengan campuran 9% limbah keramik sebagai pengganti pasir mempunyai kenaikan mutu beton sebesar 11.66% dari beton normal, sedangkan mutu beton dengan campuran 12% limbah keramik sebagai pengganti pasir mempunyai kenaikan mutu beton sebesar 8.89% dari beton

normal. Hasil dari pengujian kuat tekan campuran limbah keramik sebagai pengganti semen mengalami peningkatan sebesar 27.876 kN pada variasi 12 % penambahan LK.

Arutu Elkarsa Baeha dkk (2016) Penelitian ini berjudul “Pemanfaatan limbah genteng dan keramik sebagai agregat kasar campuran beton k-350”. Pengujiannya bertujuan untuk mendapatkan beton mutu 35 Mpa dengan memanfaatkan limbah sebagai campuran material beton. Limbah yang dapat digunakan adalah puing bangunan, seperti pecahan genteng, keramik, ataupun pecahan batu bata. Puing bangunan digunakan sebagai pengganti agregat kasar sebanyak 20% dari total bahan agregat kasar yang dibutuhkan. Puing bangunan yang digunakan berupa pecahan genteng dan keramik dengan ukuran maksimum agregat 20 mm.

Hasil perhitungan yang didapatkan dibagi dengan faktor pengali sesuai umur benda uji untuk mendapatkan nilai uji kuat tekan 28 hari. Rata-rata dari nilai uji kuat tekan 28 hari tersebut menunjukkan nilai kuat tekan beton. Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan nilai rata-rata hasil uji tekan untuk benda uji kubus sebesar 17,499 Mpa dan untuk benda uji silinder sebesar 16,332 Mpa.

Titik Karlina (2010) Penelitiannya tentang Pengaruh pemanfaatan pecahan keramik sebagai agregat kasar pada pembuatan bata beton pejal ditinjau dari kuat tekan, serap air dan nilai ekonomisnya. Parameter yang diteliti dalam penelitian ini meliputi karakteristik bahan bata beton pejal, yakni pengujian berat jenis dan gradasi pasir, muntilan, berat jenis, kandungan air,

gradasi pecahan keramik dan serap air bata beton pejal dengan bahan pengganti agregat kasar pecahan keramik pada variasi jumlah semen 300 Kg/m³, 350 Kg/m³, 400 Kg/m³, 450 Kg/m³.

Pengujian bata beton pejal dilakukan pada umur 28 hari. Dari hasil penelitian karakteristik bahan susun bata beton pejal menunjukkan bahwa gradasi pasir muntitan yang dipakai masuk zona 2 yakni pasir agak kasar, berat jenis rata-rata pasir muntitan 2,60 sedangkan berat jenis keramik 1,84. Dari hasil pengujian diketahui kuat tekan bata beton pejal maksimum terdapat pada jumlah semen 400 Kg/m³ yakni sebesar 234,20 Kg/m³, namun demikian pada perbandingan jumlah semen 450 Kg/cm³ mengalami penurunan kuat tekan yakni sebesar 187,89 Kg/cm³. Serap air bata beton pejal terus mengalami kenaikan sejalan dengan penambahan jumlah pasta semen. Serap air terendah terdapat pada jumlah pasta semen 450 Kg/m³ yaitu sebesar 7,65 % dan serap air tertinggi pada jumlah pasta 675 Kg/m³ sebesar 9,16 %. Analisis ekonomis dari bata beton pejal dengan pecahan keramik sebagai agregat kasar memiliki nilai ekonomis kurang baik dibandingkan dengan bata beton biasa. Bata beton dengan agregat pecahan keramik harga per m³ nya adalah Rp. 496.740,- (untuk jumlah semen 300 Kg/m³) dan harga bata beton biasa adalah Rp. 464.380,-. Dari keempat variasi jumlah semen yang memiliki nilai ekonomis yang paling baik adalah jumlah semen 300 Kg/m³ dan kuat tekannya pun masuk dalam mutu I. Dari hasil penelitian ini pecahan keramik dapat direkomendasikan sebagai agregat kasar pada pembuat beton ringan seperti bata beton pejal.

Risdhika Anggita Ghozali (2010) Penelitiannya tentang Pengaruh penggunaan pecahan keramik sebagai bahan pengganti agregat kasar terhadap pembuatan bata beton pejal. Pada penelitian ini variabel yang digunakan adalah perbandingan semen-agregat masing-masing dengan perbandingan berat 1 : 4, 1 : 6, 1 : 8, 1 : 10, dengan f.a.s 0,4. Komposisi perbandingan campuran bata beton pejal non-pasir dengan menambah pecahan keramik dilakukan terhadap volumenya. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan dan serap air. Benda uji dibuat sebanyak 8 buah dalam tiap perbandingan campuran bata beton, masing-masing 5 buah untuk kuat tekan dan 3 buah untuk serap air.

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada perbandingan semen-agregat 1 : 4 dicapai kuat tekan bata beton tertinggi sebesar 8,53 Mpa (syarat mutu II) dan kuat tekan terendah sebesar 3,54 Mpa (syarat mutu IV). Pada penelitian terjadi peningkatan nilai serapan air bata beton pejal non-pasir dari perbandingan campuran semen-agregat 1 : 4 dengan nilai serapan air tertinggi sebesar 7,98 % dan nilai serapan terendah didapat 3,601 % pada variasi perbandingan semen-agregat 1 : 10. Hasil penelitian menunjukkan bahwa agregat pecahan keramik termasuk kedalam jenis beton ringan bisa digunakan dalam pembuatan bata beton pejal.

Kumala Chandra Gandhi (2010) Penelitiannya tentang Pengaruh penggunaan pecahan keramik sebagai pengganti agregat kasar terhadap pembuatan bata beton bertulang. Pada penelitian ini parameter yang diteliti meliputi karakteristik bahan susun bata beton bertulang, yakni pengujian

berat jenis pasir muntilar, gradasi pasir muntilar, berat jenis keramik, kandungan air dan gradasi pecahan keramik, kuat tekan bata beton bertulang dan serap air bata beton bertulang. Agregat kasar yang dipakai berupa pecahan keramik pada berat semen 350 Kg/m^3 dan variasi faktor air semen 0.4, 0.45, 0.5, 0.55, 0.60. Pengujian bata beton bertulang dilaksanakan pada umur 28 hari. Dari hasil penelitian karakteristik bahan susun bata didapat gradasi pasir muntilar yang dipakai masuk zona 2 yakni pasir agak kasar, berat jenis rata-rata pasir muntilar 2,60 sedangkan berat jenis keramik 1,84.

Dari hasil pengujian diketahui kuat tekan bata beton bertulang terus mengalami penurunan sejalan dengan penambahan f.a.s. Kuat tekan Maksimum terdapat pada f.a.s 0.4 yaitu 18,95 Mpa, dan kuat tekan terendah terdapat pada f.a.s 0.6 yaitu 13,85 Mpa. Serapan air bata beton bertulang terus mengalami kenaikan seiring dengan penambahan jumlah pasta semen. Serapan air terendah terdapat pada jumlah pasta 490 Kg/m^3 yaitu 8,2 % dan serapan air maksimum terdapat pada jumlah pasta 560 Kg/m^3 yaitu 11,445 %.

Dari analisa bata beton dengan agregat pecahan keramik diperoleh harga Rp. 472.410,- tiap m^2 , sedangkan bata beton biasa adalah Rp. 475.230,- per m^2 . Dari hasil penelitian ini, keramik dapat direkomendasikan sebagai agregat kasar pada pembuatan beton ringan dan beton non struktur seperti bata beton bertulang.

D.Gopinath dan R.M.Senthamarai (2012) Penelitiannya tentang Sifat Mekanik Beton dengan Agregat Limbah Keramik. Pada penelitian ini Beton disiapkan menggunakan limbah keramik sebagai agregat sebanding dengan

beton konvensional yang disiapkan menggunakan HBG logam. Yang diteliti dalam penelitian ini yaitu Kekuatan kompresif, kekuatan tarik belah, Kekuatan lentur dan modulus elastisitas beton dengan limbah agregat keramik. Kekuatan kompresif dari beton dengan agregat limbah keramik dibandingkan dengan beton konvensional. Persamaan regresi diusulkan untuk memprediksi sifat beton dengan agregat limbah keramik.

Pada Penelitian ini beton sempel sebagai benda uji disiapkan dalam 3 proporsi campuran yang berbeda. Sempel campuran penunjukan CC-300, CC-350 dan CC-400 mengacu pada tiga campuran beton disiapkan menggunakan agregat batu ukuran 20 mm tradisional. Campuran CW-300, CW-350 dan CW-400 disiapkan menggunakan agregat limbah keramik untuk menggantikan agregat batu. Untuk setiap campuran penunjukan, dua spesimen disiapkan dan diuji setelah 28 hari dan 56 hari pengawetan.

Hasilnya menunjukkan bahwa beton disiapkan menggunakan agregat limbah keramik menghasilkan sedikit lebih tinggi kuat tekan dibandingkan dengan beton yang dibuat menggunakan agregat batu tradisional. Peningkatan kompresi kekuatan beton agregat beton agregat lebih tradisional batu beton agregat berada di kisaran 29% hingga 36% pada 28 hari dan dalam kisaran 34% hingga 42% pada 56 hari.

A.R.Pradeep dan M.I.Basava lingana Gowda (2016) Penelitiannya tentang Studi Eksperimental tentang Pengaruh Agregat Halus Keramik pada Penggantian Parsial Pasir Merupakan Salah Satu Bahan dalam Beton. Pada penelitian ini Perbandingan parameternya adalah kekuatan kompresi kubus,

kekuatan tarik split silinder dan kekuatan lentur prisma. Dalam karya ini, agregat halus diganti dengan agregat halus keramik. Proporsi campuran beton konvensional (dengan 0% agregat halus keramik), 10% dan 20% penggantian agregat halus alami dengan agregat halus keramik dilakukan bersama dengan berbagai kadar semen dan kombinasi agregat kasar. Kuantitas konstituen beton diperoleh dari Metode Perancangan Campuran Standar India (IS 10262: 2007). Beton disiapkan di laboratorium menggunakan mixer. Semen, agregat halus dan agregat kasar difiksasi dalam keadaan kering untuk mendapatkan warna seragam dan menghitung jumlah air, yang diperoleh dari uji kemampuan kerja, ditambahkan dan seluruh beton dicampur selama lima menit dalam keadaan basah. Sementara itu cetakannya diikat rapat untuk menghindari kebocoran. Minyak diterapkan pada permukaan bagian dalam cetakan dalam tiga lapisan dengan Poking dengan batang tamping. Spesimen cor dipindahkan dari cetakan setelah 24 jam dan spesimen direndam dalam tangki air bersih. Setelah perawatan spesimen selama 28 hari, spesimen dikeluarkan dari tangki air dan dibiarkan kering di bawah naungan.

Hasil dari penelitian ini kuat tekan beton sedikit menurun dengan peningkatan persentase agregat halus keramik dalam beton tetapi tidak ada banyak variasi dalam kekuatan tekan beton dengan variasi kandungan semen. Kekuatan tarik belah beton sedikit menurun dengan peningkatan persentase agregat halus keramik dalam beton tetapi tidak ada banyak variasi dalam kekuatan tarik perpecahan beton dengan variasi kandungan semen. Kekuatan lentur beton sedikit menurun dengan peningkatan persentase agregat halus

keramik tetapi tidak ada banyak variasi dalam kekuatan tarik perpecahan beton dengan variasi kandungan semen.

B. Beton

Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya.

Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% saja dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik, dengan demikian tersusun pembagian tugas, dimana batang tulangan baja bertugas memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan. Komponen struktur beton dengan kerja sama

seperti itu disebut sebagai beton bertulang baja atau lazim disebut beton bertulang saja. Dalam perkembangannya, didasarkan pada tujuan peningkatan kemampuan kekuatan komponen, sering juga dijumpai beton dan tulangan baja bersama-sama ditempatkan pada bagian struktur dimana keduanya menahan gaya tekan.

Dengan sendirinya untuk mengatur kerja sama antar dua macam bahan yang berbeda sifat dan perilakunya dalam rangka membentuk satu kesatuan perilaku struktural untuk mendukung beban, diperlukan cara hitung berbeda dengan apabila hanya digunakan satu macam bahan saja seperti halnya pada struktur baja, kayu, aluminium, dan sebagainya.

Kerjasama antara bahan beton dan baja tulangan hanya dapat terwujud dengan didasarkan pada keadaan-keadaan; (1) lekatan sempurna antara batang tulangan baja dengan beton keras yang membungkusnya sehingga tidak terjadi penggelinciran diantara keduanya; (2) beton yang mengelilingi batang tulangan baja bersifat kedap sehingga mampu melindungi dan mencegah terjadinya karat baja; (3) angka muai kedua bahan hampir sama dimana untuk setiap kenaikan suhu satu derajat Celcius angka muai beton 0,000010 sampai 0,000013 sedangkan baja 0,000012, sehingga tegangan yang timbul karena perbedaan nilai dapat diabaikan.

Sebagai konsekuensi dari lekatan yang sempurna antara kedua bahan, di daerah tarik suatu komponen struktur akan terjadi retak-retak beton di dekat baja tulangan. Retak halus yang demikian dapat diabaikan sejauh tidak mempengaruhi penampilan struktural komponen yang bersangkutan.

C. Semen Portland

Portland Cement (Semen Portland) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu (Tjokrodimuljo dalam Kumala Chandra Gandhi 2010).

Fungsi semen adalah untuk bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak / padat. Selain itu pasta semen juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat. Walaupun volume semen hanya kira-kira sebanyak 10% saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan perekat yang aktif dan mempunyai harga yang paling mahal dari pada bahan dasar beton yang lain maka perlu diperhatikan/dipelajari secara baik.

Semen portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Semen Portland di Indonesia (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam, SK SNI S-04-1989-F) dibagi menjadi 5 jenis, yaitu:

a. Jenis I

Semen portland untuk konstruksi umum, yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

b. Jenis II

Semen portland untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

c. Jenis III

Semen portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.

d. Jenis IV

Semen portland untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.

e. Jenis V

Semen portland untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

Adapun susunan unsur semen portland adalah Kapur (60-65%), silika (17-25%), alumina (3-8%), besi (0,5-6%), magnesia (0,5-4%), sulfur (1-2%), soda/potash (0,5-1%). Ketika semen dicampur dengan air, timbulah reaksi kimia antara campuran-campurannya. Reaksi-reaksi ini menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan, ada empat macam senyawa yang paling penting yaitu :

1. Trikalsium Aluminate (C_3A), senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas yang menyebabkan pengerasan awal, tetapi kurang kontribusinya pada kekuatan batas, kurang ketahanannya terhadap agresi kimiawi, paling mengalami disintegrasi oleh sulfat air tanah dan tendensinya sangat besar untuk retak-retak oleh perubahan volume.
2. Trikalsium Silikat (C_3S), senyawa ini mengeras dalam beberapa jam dengan melepas sejumlah panas. Kuantitas yang terbentuk dalam ikatan

menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, terutama dalam 14 hari pertama.

3. Dikalsium Silikat (C_2S), senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 sampai 28 hari, dan seterusnya mempunyai ketahanan terhadap agresi yang relatif tinggi penyusutan kering yang relatif rendah.
4. Tetra Calcium Aluminoferrite (C_4AF), senyawa ini kurang tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat-sifat semen (Kumala Chandra Gandhi 2010).

D. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton.

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar disebut dengan agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus, sebagai batas antara ukuran butir yang kasar dan yang halus tampaknya belum ada nilai yang pasti, masih berbeda antara satu disiplin ilmu dengan disiplin ilmu yang lain dan mungkin

juga dari satu daerah dengan daerah yang lain. (Tjokrodimulyo dalam Kumala Chandra Gandhi 2010).

1. Agregat halus (pasir)

- a. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alam dari batuan-batuan atau pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai-bagai mutu beton menurut pasal 4.2. ayat (1), maka agregat halus harus memenuhi satu, beberapa atau semua ayat berikut ini.
- b. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butiran-butiran agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm, apabila kadar lumpu rmelampaui 5%, maka agregat halus harus dicuci.
- d. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-harder (denganlarutanNaOH). 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.

e. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam pasal 3.5. (1), harus memenuhi syarat-syarat berikut :

- ✓ Sisa diatas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat ;
- ✓ Sisa diatas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat ;
- ✓ Sisa diatas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80% dan 95% berat ;

f. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

2. Agregat kasar (kerikil dan batu pecah)

a. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil dari desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pecahan batu. Pada umumnya yang dimaksudkan dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm. Sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai-bagai mutu beton menurut pasal 4.2. ayat (1), maka agregat kasar harus memenuhi satu, beberapa atau semua ayat berikut ini.

- b. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai, apabila butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm, apabila kadar lumpur melampaui 1%, maka agregat kasar harus dicuci.
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
- e. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20t, dengan mana harus dipenuhi dengan syarat-syarat sebagai berikut :
- ✓ Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 – 19 mm lebih dari 24% berat ;
 - ✓ Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19 – 30 mm lebih dari 22% berat ;

atau dengan mesin pengaus Los Angeles, dengan mana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%.

f. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam pasal 3.5. (1), harus memenuhi syarat-syarat berikut :

- ✓ Sisa diatas ayakan 31,5 mm, harus 0% berat ;
- ✓ Sisa diatas ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90% dan 98% berat ;
- ✓ Selisih antara sisa-sisa kumulatif diatas dua ayakan yang berurutan, adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat ;

g. Besar butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari pada seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, sepertiga dari tebal plat atau tiga perempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan. Penyimpangan dari batasan ini diijinkan, apabila menurut penilaian pengawas Ahli, cara-cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa hingga menjamin tidak terjadi sarang-sarang kerikil.

E. Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butir dari agregat. Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai persentasi dari berat butiran yang tertinggal atau lewat di dalam suatu susunan ayakan. Susunan ayakan itu adalah ayakan dengan lubang : 76 mm, 38 mm, 19 mm, 9,6 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,06 mm, 0,30 mm, dan 0,15 mm. (Risdhika Anggita Ghozali 2010).

Tabel. 2.1 Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan Ayakan				% Lolos Saringan / Ayakan			
				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
mm	SNI	ASTM	inch	Gradasi no.1	Gradasi no.2	Gradasi no.3	Gradasi no.4
9,5	9,6	3/8 in	0,375	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100
4,75	4,8	no.4	0,187	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,36	2,4	no.8	0,0937	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,18	1,2	no.16	0,0469	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	0,6	no.30	0,0234	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	0,3	no.50	0,0117	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0,15	0,15	no.100	0,0059	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Sumber : SNI 03 - 2834 - 2000

Tabel 2.2 Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan Ayakan				% Lolos Saringan / Ayakan		
				Ukuran Maks. 10mm	Ukuran Maks. 20 mm	Ukuran Maks. 40 mm
Mm	SNI	ASTM	inch			
75	76	3 in	3			100 - 100
37,5	38	1 1/2 in	1,5		100 - 100	95 - 100
19	19	3/4 in	0,75	100 - 100	95 - 100	35 - 70
9,5	9,6	3/8 in	0,375	50 - 85	30 - 60	10 - 40
4,75	4,8	no.4	0,187	0 - 10	0 - 10	0 - 5

Sumber : SNI 03 - 2834 - 2000.

F. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Dalam pembuatan beton air diperlukan untuk :

1. Bereaksi dengan semen portland.
2. Menjadi pelumas antara butir-butir agregat, agar dapat mudah dikerjakan (diaduk, dituang dan dipadatkan).

Untuk bereaksi dengan semen portland, air yang diperlukan hanya sekitar 25-30% saja dari berat semen, namun dalam kenyataannya jika nilai faktor air

semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 aadukan beton akan dikerjakan, sehingga umumnya nilai faktor air semen lebih dari 0,40 (Kardiyo Tjokrodimulyo dalam Risdhika Anggita Ghozali 2010).

Air sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut (Standar SK SNI S-04-1989-F, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A)

1. Air harus bersih.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang, yang dapat dilihat secara visual. Benda-benda tersuspensi ini tidak boleh lebih dari 2 gram per liter.
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
4. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
5. Tidak mengandung senyawa sulfat (sebagai SO_3) lebih dari 1 gram/liter.

Air harus terbebas dari zat-zat yang membahayakan beton, dimana pengaruh zat tersebut antara lain :

1. Pengaruh adanya garam-garam mangan, timah, seng, tembaga dan timah hitam dengan jumlah cukup besar pada air adukan akan menyebabkan pengurangan kekuatan beton.
2. Pengaruh adanya seng klorida dapat memperlambat ikatan awal beton sehingga beton belum memiliki kekuatan yang cukup dalam umur 2-3 hari.

3. Pengaruh adanya sodium karbonat dan potasium dapat menyebabkan ikat awal sangat cepat dan dalam konsentrasi yang besar akan mengurangi kekuatan beton.
4. Pengaruh air laut yang umumnya mengandung 3,5% larutan garam, sekitar 78 persennya adalah sodium klorida dan 15 persennya adalah magnesium sulfat akan dapat mengurangi kekuatan beton sampai 20% dan dapat memperbesar resiko terhadap korosi tulangan.
5. Pengaruh adanya ganggang yang mungkin terdapat dalam air atau pada permukaan butir-butir agregat, bila tercampur dalam adukan akan mengurangi rekatan antara permukaan butir agregat dan pasta.
6. Pengaruh adanya kandungan gula yang mungkin juga terdapat dalam air. Bila kandungan itu kurang dari 0,05 persen berat air tampaknya tidak berpengaruh terhadap kekuatannya beton. Namun dalam jumlah lebih banyak dapat memperlambat ikatan awal dan kekuatan beton dapat berkurang. (Risdhika Anggita Ghozali 2010).

G. Toleransi Waktu Pengujian

Semua benda uji untuk umur uji yang diijinkan dalam toleransi waktu yang diizinkan seperti yang ditunjukkan pada tabel (SNI 1974:2011).

Tabel 2.3 Toleransi waktu pengujian

Umur uji	Waktu yang diizinkan
12 jam	± 15 menit atau 2,1 %
24 jam	± 30 menit atau 2,1 %
3 hari	± 2 jam atau 2,8 %
7 hari	± 6 jam atau 3,6 %
28 hari	± 20 jam atau 3,0 %
90 hari	± 2 hari atau 2,2 %

Sumber : SNI 1974:2011

H. Keramik

Keramik merupakan salah satu jenis penutup lantai yang memiliki beberapa keunggulan, diantaranya harga yang relatif murah, mempunyai motif yang beragam dengan ukuran yang beragam pula. Bahan baku keramik yang paling sering digunakan adalah *felspard*, *ball clay*, kwarsa, *kaolin*, dan air. Sifat keramik sangat ditentukan oleh struktur kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya [4]. Secara umum, keramik mempunyai sifat rapuh, kuat, dan kaku, serta mempunyai kekuatan tekan yang lebih besar dibandingkan kekuatan tariknya. Jika dilihat dari tipenya, keramik terbagi menjadi dua jenis, yaitu keramik *glazed* dan keramik *unglazed*. Keramik *glazed* adalah

keramik yang diberi lapisan atau *glazur* yang dipakai untuk membuat motif atau tekstur pada salah satu permukaan keramik. Dengan adanya lapisan ini, keramik menjadi tahan air atau api dan mudah dibersihkan karena sangat padat dan tidak berpori. Keramik *unglazed* adalah keramik yang tidak diberi lapisan *glazur* sehingga pembuatan motif dilakukan secara langsung pada tahap produksi. Keramik jenis ini biasanya mempunyai ukuran yang cukup tebal dan berkualitas lebih tinggi dibandingkan keramik lainnya. Jika dibedakan menurut kerapatannya dan kemampuan menyerap air, keramik dibedakan menjadi 4 jenis, yaitu:

1. Keramik yang mempunyai daya serap lebih dari 7%. Keramik jenis ini biasa digunakan di dalam ruangan karena kurang tahan jika terjadi perubahan suhu.
2. Keramik yang mempunyai daya serap antara 3-7% dengan kualitas yang tidak jauh berbeda dengan jenis keramik pertama.
3. Keramik yang mempunyai daya serap sekitar $\frac{1}{2}$ hingga 3% dan biasa digunakan di luar ruangan tetapi tidak boleh terkena sinar matahari secara langsung.
4. Keramik yang mempunyai daya serap $\leq \frac{1}{2}$ % dan biasa digunakan di luar ruangan yang terkena sinar matahari secara langsung.

Jika dilihat dari proses produksinya, keramik dibedakan menjadi dua jenis, yaitu keramik *bicottura* dan keramik *monocottura*. Keramik *bicottura* adalah jenis keramik yang dibuat dengan cara dibakar sebanyak dua kali. Pembakaran pertama untuk permukaan bawah dan pembakaran kedua untuk

memberi lapisan glazur. Keramik ini lebih cocok digunakan untuk menutupi bagian dinding, bukan untuk lantai. Keramik *monocottura* adalah jenis keramik yang dibuat dengan cara dibakar sebanyak satu kali. Jenis keramik ini mempunyai kualitas tinggi dan tahan lama, serta baik untuk digunakan menutup lapisan lantai. Selain itu, jika dilihat dari permukaannya, keramik dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu keramik dengan permukaan licin dan mengkilat, keramik dengan permukaan tidak mengkilat atau *doff*, keramik dengan permukaan tekstur biasa, dan keramik dengan permukaan siku pada sisinya. Keramik dengan permukaan licin dan mengkilat biasa digunakan untuk dinding dan lantai yang kondisinya selalu kering. Keramik dengan permukaan tidak mengkilat biasa dipakai pada bangunan bergaya minimalis. Keramik yang digunakan pada pengujian merupakan keramik yang dihasilkan dari limbah bangunan. (Arutu Elkarsa Baeha 2016).

I. Berat Jenis

Berat jenis agregat adalah rasio antara massa padat agregat dan massa air dengan volume sama (maka tanpa satuan). Karena butir agregat umumnya mengandung pori-pori yang ada dalam butiran dan tertutup / tidak saling berhubungan, maka berat agregat dibedakan menjadi dua istilah, yaitu :

1. Berat jenis mutlak, jika volume benda padatnya tanpa pori.
2. Berat jenis semu (berat jenis tampak) jika volume benda padatnya termasuk pori tertutupnya.

Menurut Kardiyono Tjokrodimuljo agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya , yaitu :

1. Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7. Agregat ini biasanya berasal dari agregat granit, basalt, kuarsa, dan sebagainya. Beton yang dihasilkan beberat jenis sekitar 2,3. Betonnya pun disebut dengan Beton Normal.
2. Agregat berat berberat jenis lebih dari 2,8 misalnya magnetik (Fe_3O_4), barytes ($BaSO_4$), atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan juga berat jenisnya tinggi (sampai 5), yang efektif sebagai dinding pelindung/perisai radiasi sinar X.
3. Agregat ringan mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 yang biasanya dibuat untuk beton ringan. (Risdhika Anggita Ghozali 2010).

J. Beton ($f_c' 21,7 \text{ Mpa}$)

Kuat tekan yang direncanakan : ($f_c' 21,7 \text{ Mpa}$)

Slump : $12 \pm 2 \text{ cm}$

W/C ratio : 0,56

Tabel 2.4 Beton $f_c' 21,7 \text{ Mpa}$

Material	Jumlah	Satuan	Perubahan volume
Semen	384	Kg	1
Pasir	692	Kg	1,609
Kerikil	1039	Kg	2,505
Air	215	Liter	0,700

(SNI-7394-2008)