

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Baking Powder

Natrium bikarbonat adalah senyawa kimia dengan rumus NaHCO_3 . Dalam penyebutannya kerap disingkat menjadi bicnat. Senyawa ini termasuk kelompok garam dan telah digunakan sejak lama.

Senyawa ini disebut juga *baking powder* (powder kue), Sodium bikarbonat, natrium hidrogen karbonat, dan lain-lain. Senyawa ini merupakan kristal yang sering terdapat dalam bentuk serbuk. Natrium bikarbonat larut dalam air. Senyawa ini digunakan dalam roti atau kue karena bereaksi dengan bahan lain membentuk gas karbon dioksida, yang menyebabkan roti "mengembang".

Senyawa ini juga digunakan sebagai obat antasid (penyakit maag atau tukak lambung). Karena bersifat alkaloid (basa), senyawa ini juga digunakan sebagai obat penetral asam bagi penderita asidosis tubulus renalis (ATR) atau rhenal tubular acidosis (RTA). Selain itu, natrium bikarbonat juga dapat dimanfaatkan untuk menurunkan kadar asam urat.

NaHCO_3 umumnya diproduksi melalui proses Solvay, yang memerlukan reaksi natrium klorida, amonia, dan karbon dioksida dalam air. NaHCO_3 diproduksi sebanyak 100.000 ton/tahun (2001).

Powder kue juga diproduksi secara komersial dari powder abu (diperoleh melalui penambangan bijih trona, yang dilarutkan dalam air lalu direaksikan dengan karbon dioksida. Lalu NaHCO_3 mengendap sesuai persamaan berikut:



Bakpuder (bahasa Inggris: *baking powder*) adalah bahan pengembang yang dipakai untuk meningkatkan volume dan memperingan tekstur makanan yang dipanggang seperti muffin, bolu, scone, dan biskuit. Bakpuder bekerja dengan melepaskan gas karbon dioksida ke dalam adonan melalui sebuah reaksi asam-basa, menyebabkan gelembung-gelembung di dalam adonan yang masih basah, dan ketika dipanaskan adonan memuai; ketika adonan matang, gelembung-gelembung itu terperangkap hingga menyebabkan kue menjadi naik dan ringan. Bakpuder dipakai untuk menggantikan ragi ketika rasa fermentasi tidak diinginkan pada makanan yang dihasilkan, atau ketika adonan kurang memiliki sifat elastis untuk menahan gelembung-gelembung gas lebih dari beberapa menit. Roti yang dibuat dengan memakai bahan pengembang kimia disebut roti cepat.

Sebagian besar bakpuder yang tersedia di pasaran dibuat dari unsur basa (biasanya soda kue yang juga dikenal sebagai natrium bikarbonat ditambah satu atau lebih garam asam, dan pati lembam (umumnya pati jagung, meskipun pati kentang juga dapat digunakan). Bakpuder adalah sumber karbon dioksida, dan reaksi asam-basa yang terjadi lebih tepat dijelaskan sebagai dekomposisi soda kue setelah diaktifkan oleh asam, sesuai persamaan berikut:



Penambahan pati lembam dalam bakpuder memiliki beberapa kegunaan, terutama untuk menyerap kelembapan. Dengan terserapnya kelembapan, umur simpan dapat lebih lama karena mencegah terjadinya reaksi unsur asam dan basa

secara prematur. Selain itu, bubuk yang kering juga dapat bercampur dengan mudah, dan bentuk tepung memungkinkan penimbangan yang lebih akurat.

Asam di dalam bakpuder dapat berupa aksi-cepat atau aksi-lambat. Asam aksi-cepat beraksi dalam campuran basah dengan bakpuder pada suhu ruang, sementara asam aksi-lambat tidak akan bereaksi hingga dipanaskan di dalam oven. Bakpuder yang terdiri dari asam-asam aksi-cepat dan aksi-lambat disebut *double acting* (aksi ganda); bakpuder yang hanya berisi satu asam disebut *single acting* (aksi tunggal). Bakpuder *double-acting* hanya melepaskan sebagian gas sewaktu adonan masih basah, dan adonan naik untuk kedua kalinya sewaktu dipanggang di dalam oven, bakpuder *double-acting* menjamin adonan kue panggang menjadi naik, sehingga selisih waktu antara mengaduk adonan dan memanggang tidak begitu memengaruhi hasil akhir kue. Bakpuder *double-acting* inilah yang sekarang ini tersedia secara luas untuk konsumen, meskipun tidak ditulis pada label. Garam asam suhu rendah yang umum, di antaranya krim tartar dan monokalsium fosfat (juga disebut kalsium asam fosfat). Garam asam suhu tinggi di antaranya natrium aluminum sulfat, natrium aluminum fosfat, dan natrium asam pirofosfat.

2.2 Karakteristik Baking Powder (Natrium Bikarbonat)

Senyawa ini disebut juga *baking powder* (powder kue), Sodium bikarbonat, natrium hidrogen karbonat, dan lain-lain. Senyawa ini merupakan kristal yang sering terdapat dalam bentuk serbuk. Natrium bikarbonat larut dalam air (Wikipedia, 2014). Powder kue diklasifikasikan sebagai garam asam, yang

dibentuk dengan menggabungkan asam (karbonat) dan dasar (natrium hidroksida), dan bereaksi dengan bahan kimia lain sebagai alkali ringan. Pada suhu di atas 300 derajat Fahrenheit (149 derajat Celcius), powder kue terurai menjadi natrium karbonat (zat lebih stabil), air, dan karbon dioksida (Purwanto, 2012).

Karakteristik Baking Powder (Natrium Bikarbonat)

1. Memiliki titik lebur yang tinggi.
2. Merupakan senyawa ionik dengan ikatan kuat.
3. Dalam bentuk leburan atau larutan dapat menghantarkan listrik.
4. Sifat larutannya dapat berupa asam, basa, atau netral. Sifat ini tergantung dari jenis asam/basa kuat pembentuknya (Pitriajuliani, 2012).

2.3 Manfaat Baking Powder (Natrium Bikarbonat)

Senyawa ini digunakan dalam roti atau kue karena bereaksi dengan bahan lain membentuk gas karbon dioksida, yang menyebabkan roti "mengembang". Senyawa ini juga digunakan sebagai obat antasid (penyakit maag atau tukak lambung). Karena bersifat alkaloid (basa), senyawa ini juga digunakan sebagai obat penetral asam bagi penderita asidosis tubulus renalis (ATR) atau rhenal tubular acidosis (RTA). Selain itu, natrium bikarbonat juga dapat dimanfaatkan untuk menurunkan kadar asam urat (Wikipedia, 2014).

Berdasarkan sifat fisiknya, powder kue sangat bermanfaat dan digunakan untuk kehidupan rumah tangga. Powder kue dapat menetralkan bau secara kimia, sehingga digunakan sebagai bahan dalam pembuatan sabun mandi dan deodorant. Powder kue juga digunakan sebagai bahan effervescent yang baik dalam antasida

dan produk pembersih gigi tiruan. Natrium bikarbonat juga ditemukan di beberapa anti-plak mencuci mulut-produk dan pasta gigi. Baking powder juga digunakan sebagai ragi dalam membuat makanan yang dipanggang seperti roti atau pancake. Selain untuk rumah tangga, powder kue juga bermanfaat dalam dunia industri. Powder kue dapat memadamkan api sehingga dapat digunakan untuk pemadam kebakaran karena ketika dipanaskan powder kue melepaskan karbon dioksida. Aplikasi yang lain adalah bermanfaat dalam pengendalian pencemaran udara karena menyerap emisi sulfur dioksida dan gas asam lainnya (Purwanto, 2012).

2.4 Proses Industri Baking powder (natrium Bikarbonat)

Baking powder, atau natrium bikarbonat, berasal dari powder abu diperoleh baik melalui proses Solvay atau dari Trona. Sekitar 50 juta tahun yang lalu, ketika tanah sekitar Green River, Wyoming, ditutupi oleh danau 600-persegimil (1.554 kilometer persegi). Seperti menguap dari waktu ke waktu, danau ini meninggalkan deposit 200-miliar-ton Trona murni antara lapisan batu pasir dan serpih. Deposit di Green River Basin cukup besar untuk memenuhi kebutuhan seluruh dunia untuk abu powder dan natrium bikarbonat selama ribuan tahun.

Karena proses sintetis yang digunakan dalam metode Solvay bermasalah dalam hal polusi, Gereja & Dwight Co Inc adalah mendasarkan lebih dan lebih dari manufaktur pada pertambangan Trona. Produsen besar lain powder abu, FMC Corporation, juga bergantung pada Trona untuk memproduksi powder abu dan natrium bikarbonat. Trona ditambang di 1.500 kaki (457,2 meter) di bawah permukaan. Tambang shaft FMC mengandung hampir 2.500 mil (4,022.5 kilometer) dari terowongan dan menutupi 24 mil persegi (62 kilometer persegi).

Lima belas kaki (4,57 meter) dan lebar sembilan kaki (2,74 meter) tinggi, terowongan ini memungkinkan peralatan yang diperlukan dan kendaraan untuk melakukan perjalanan melalui mereka (Purwanto, 2012).

2.4.1 Reaksi Kimia:

NaHCO₃ umumnya diproduksi melalui proses Solvay, yang memerlukan reaksi natrium klorida, amonia, dan karbon dioksida dalam air. NaHCO₃ diproduksi sebanyak 100 000 ton/tahun (2001). Powder kue juga diproduksi secara komersial dari powder abu (diperoleh melalui penambangan bijih trona, yang dilarutkan dalam air lalu direaksikan dengan karbon dioksida. Lalu NaHCO₃ mengendap sesuai persamaan berikut : $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaHCO}_3$ (Wikipedia, 2014).

NaHCO₃ dapat diperoleh dengan reaksi antara karbon dioksida dengan larutan natrium hidroksida. Reaksi awal menghasilkan natrium karbonat: $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Lebih lanjut penambahan karbon dioksida menghasilkan natrium bikarbonat, yang pada konsentrasi cukup tinggi akan mengendap larutan: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3$ (Purwanto, 2012).

2.4.2 Proses Pembentukan Baking Powder(Natrium Bikarbonat)

1. Membuat powder abu

Abu powder kimia dapat diproduksi menggunakan proses Solvay, atau dapat dibuat dari bijih Trona. Jika Trona bijih digunakan, terlebih dahulu harus ditambang. Setelah itu telah dibawa ke permukaan, bijih Trona diangkut ke

berbagai pabrik pengolahan. Di sana, bijih disempurnakan menjadi bubuk sesquicarbonate natrium, powder abu produk intermediate yang benar-benar berisi abu powder (natrium karbonat) dan baking powder (natrium bikarbonat).

2. Selanjutnya, larutan powder abu menengah dimasukkan ke dalam centrifuge, yang memisahkan cairan dari kristal. Kristal-kristal tersebut kemudian dilarutkan dalam larutan bikarbonat (powder abu solusi yang dibuat oleh produsen) dalam dissolver putar, sehingga menjadi larutan jenuh. Solusi ini disaring untuk menghilangkan setiap bahan non larut dan kemudian dipompa melalui tangki umpan ke puncak sebuah menara carbonating.
3. karbon dioksida murni dimasukkan ke bagian bawah menara dan diproses di bawah tekanan. larutan natrium jenuh bergerak melalui menara, mendingin dan bereaksi dengan karbon dioksida untuk membentuk kristal natrium bikarbonat. Kristal ini dikumpulkan di bagian bawah menara dan ditransfer ke centrifuge, di mana solusi berlebih (filtrat) disaring. Kristal-kristal tersebut kemudian dicuci dalam larutan bikarbonat, membentuk filter cake. Sedangkan filtrat dari centrifuge didaur ulang ke dissolver rotary, di mana ia digunakan untuk kristal jenuh powder abu lebih menengah.
4. Filter cake dicuci kemudian dikeringkan pada conveyor belt terus menerus atau dalam tabung pengering vertikal disebut flash dryer.
5. Berikutnya, kristal kering dari natrium bikarbonat dipisahkan menurut ukuran partikel. Standar nilai natrium bikarbonat dan nilai khusus diproduksi untuk memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan, dan ukuran partikel adalah penentu utama nilai (Purwanto, 2012).

2.5 **Prospek persediaan baking powder**

Pada pergantian abad kedua puluh, 53.000 ton (48.071 metrik ton) dari baking powder yang dijual setiap tahun. Sementara populasi meningkat secara dramatis, penjualan tahun 1990 turun menjadi sekitar 32.000 ton (29.024 metrik ton) per tahun. Diri meningkat dan kue tepung dan campuran biskuit telah menurunkan permintaan untuk baking powder sebagai bahan kue penting. Namun demikian, permintaan untuk produk tersebut masih signifikan. Roti komersial (terutama produsen cookie) adalah salah satu pengguna utama produk ini. Salah satu atribut paling penting dari natrium bikarbonat adalah bahwa, bila terkena panas, ia melepaskan gas karbon dioksida (CO_2) yang membuat kenaikan barang baking. Natrium bikarbonat juga digunakan dalam industri farmasi dan kesehatan, dan memiliki aplikasi industri lain juga. Karena itu terus menjadi produk yang penting untuk hari ini dan untuk masa depan (Purwanto, 2012).

2.6 **Beton**

Beton merupakan ikatan dari material-material pembentuk beton, yaitu terdiri dari campuran agregat (kasar dan halus), semen, air, dan ditambah dengan campuran tertentu apabila dianggap perlu. Bahan air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai pengisi. (Paul Nugraha & Antoni, 2007).

Pada umumnya jika berhubungan dengan tuntutan mutu dan keawetan tinggi yang diinginkan, ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam menghasilkan sebuah beton yang bermutu tinggi, meliputi

faktor air semen (FAS), kualitas agregat halus, kualitas agregat kasar, dan penggunaan bahan tambah baik *admixture* (kimia) maupun *aditif* (mineral) (Trimulyono, 2004)

Adapun parameter-parameter yang paling berpengaruh dalam kekuatan beton adalah:

1. Kualitas semen yang digunakan
2. Proporsi semen terhadap campuran
3. Kekuatan dan kebersihan agregat
4. Interaksi antara pasta semen dengan agregat
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton
6. Penempatan, penyelesaian dan pemadatan beton yang benar
7. Perawatan beton
8. Kualitas pelaksanaannya

2.6.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat dibuat bermacam-macam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir yang dilakukan dengan cara khusus, umpamanya *diekspose* agregatnya. Selain tahan terhadap api, beton juga tahan terhadap serangan korosi. Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah sebagai berikut:

1. Kelebihan:

- Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan. Cetakan dapat pula dipakai berulang kali sehingga lebih ekonomis.
- Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.
- Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
- Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah.

2. Kekurangan :

- Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu di beri baja tulangan sebagai penahan gaya tarik.
- Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi (expansion joint) untuk mencegah terjadinya retakan -retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
- Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.
- Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

Tabel 2.1 Unsur-unsur beton

Agregat (kasar+halus)	60 % - 80%
Semen	7% - 15%
Air	14% - 21%
Udara	1% - 8%

(Sumber: *Teknologi Beton*, 2007)

2.6.2 Bahan Penyusun Beton

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama, yaitu semen, agregat dan air. Bila mana diperlukan, bahan tambah dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton. (*Kusmadi, dkk:2008*).

Berikut akan dijelaskan mengenai ketiga bahan penyusun utama beton tersebut:

1. Semen

Semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan – bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. (*Bonardo Pangaribuan, Holcim*). Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu : 1). Semen non-hidrolik, dan 2). Semen Hidrolik.

Semen non-hidrolik tidak dapat mengeras didalam air, akan tetapi dapat mengeras diudara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur.

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozzolan, semen terak, semen alam, semen portland, semen portland-pozzolan, semen terak tanur tinggi, semen alumina, dan semen expansif. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna, dan semen-semen untuk keperluan khusus.

a. Semen Portland

Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

b. Jenis-jenis semen portland:

Sehubung dengan susunan ikatan kimianya, sifat-sifat dan tujuan penggunaannya, semen portland dibagi dalam beberapa jenis. Standar Industri Indonesia SII 0013-1977 menetapkan lima jenis (*type*) semen, yaitu:

- *Type I* adalah semen portland yang digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan secara umum. Untuk penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus.
- *Type II* adalah semen portland yang mempunyai ketahanan sedang terhadap garam-garam sulfat didalam air. Semen ini digunakan untuk konstruksi bangunan atau beton yang berhubungan terus menerus dengan air kotor atau air tanah.

- *Type III* adalah semen portland yang mempunyai sifat yang mengeras cepat atau mempunyai kekuatan awal tinggi pada umur muda. Semen ini digunakan untuk pekerjaan konstruksi atau beton yang mempunyai suhu rendah terutama dinegara-negara yang beriklim dingin.
- *Type IV* adalah semen portland yang mempunyai panas hidrasi rendah, semen jenis ini pengerasan dan perkembangan kekuatannya rendah. Semen ini digunakan untuk pembuatan konstruksi beton yang berdimensi besar dan bentuknya gemuk.
- *Type V* adalah semen portland tahan sulfat, artinya tahan terhadap larutan garam sulfat didalam air. Semen ini digunakan untuk konstruksi yang berhubungan dengan air laut, air limbah industri, untuk bangunan yang terkena gas atau uap kimia yang agresif.

2. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No: 1737-1989-F). Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan.

Agregat suatu bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran, yang berupa butiran atau pecahan, yang termasuk didalamnya antara lain: pasir, kerikil, agregat pecah, abu(debu) agregat.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm. Agregat yang ukurannya lebih besar dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan sipil lainnya, misalnya untuk pekerjaan jalan, tanggul-tanggul penahan tanah, bronjong atau bendungan, dan lainnya. Agregat halus biasanya dinamakan pasir dan agregat kasar dinamakan kerikil, split, batu pecah, dan lainnya.

Bentuk agregat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Secara alamiah bentuk agregat dipengaruhi oleh proses geologi batuan. Setelah dilakukan penambangan, bentuk agregat dipengaruhi oleh cara peledakan maupun mesin pemecah batu dan teknik yang digunakan.

Jika dikonsolidasikan butiran yang bulat akan menghasilkan campuran beton yang lebih baik bila dibandingkan dengan butiran yang pipih dan lebih ekonomis penggunaan pasta semennya.

Agregat halus adalah agregat yang ukurannya lebih kecil dari 6,35 mm, dan agregat kasar ialah agregat yang ukurannya lebih besar dari 6,35 mm. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Komposisi agregat berkisar antara 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya sebagai pengisi, tetapi komposisinya cukup besar, agregat inipun menjadi penting.

Adapun yang dimaksud dengan agregat halus (pasir) adalah :

- Butirannya tajam, kuat dan keras
- Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca
- Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5%. Apabila lebih dari 5% maka pasir harus dicuci.
- Tidak boleh mengandung zat organik, karena akan mempengaruhi mutu beton. Bila direndam larutan 3% NaOH, cairan yang mengendap diatas tidak boleh lebih gelap dari larutan pembanding.
- Harus mempunyai variasi besar butiran (gradasi) yang baik , sehingga rongga sedikit. Mempunyai modulus kehalusan 1.5 – 3.8.

Agregat kasar ialah agregat yang semua butirannya tertinggal diatas ayakan berlubang 4.8 mm. Jenis agregat kasar yang umum adalah sebagai berikut :

- Batu pecah alami : bahan ini didapat dari batu cadas alami yang digali. Batu ini dapat berasal dari gunung api, jenis sedimen, atau jenis metamorf. Meskipun dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, batu pecah kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya.
- Kerikil alami : kerikil didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kemudahan pengerjaan yang lebih tinggi.

- Agregat kasar buatan : terutama berupa slag atau shale yang biasanya digunakan untuk beton berbobot ringan. Biasanya merupakan hasil dari proses lainnya seperti blast-furnace dan lain-lain.
- Agregat untuk perlindungan nuklir dan berbobot berat : dengan adanya tuntutan yang spesifik pada zaman atau sekarang ini, juga untuk pelindung dari radiasi nuklir sebagai akibat dari semakin banyaknya pembangkit atom dan stasiun tenaga nuklir, maka perlu adanya beton yang dapat melindungi dari sinar x, sinar gamma, dan neutron.

Gradasi Agregat dibagi menjadi 2 macam, yaitu gradasi agregat halus dan agregat kasar. Berikut penjelasannya:

- **Agregat Halus**

Keseragaman agregat halus lebih menentukan kelecakan (*workability*) dari pada gradasi dari keseragaman agregat kasar karena mortar berfungsi sebagai pelumas sedangkan agregat kasar hanya mengisi ruang saja. Jumlah agregat halus yang melewati ayakan terkecil mempengaruhi kelecakan, tekstur permukaan dan bleeding. Pasir dibagi kedalam 4 zona. Dalam praktik di Indonesia masih banyak digunakan 4 zona tersebut. Ada beberapa kelemahan pada penerapan zona tersebut, antara lain terjadinya pertautan umum yang salah bahwa material dapat diterima selama berada didalam batas zona padahal kurang beralasan. Modulus kehalusan zona-zona ini juga bertautan. Misalnya, zona 1 memiliki modulus kehalusan antara 4,00 – 2,71, sedangkan zona 2 3,37 sampai 2,11.

Tabel 2.2 : Persentase Lolos Ayakan Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Lewat Butir yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Sumber : Mulyono, Try. 2003. *Teknologi Beton*

- **Agregat Kasar**

ASTM mensyaratkan gradasi agregat melalui persentase berat yang melalui masing masing ayakan.

Tabel 2.3 : Persentase Lolos Ayakan Agregat Kasar

No. Ayakan	Ukuran Ayakan (mm)	% Berat melalui Ayakan Agregat Kasar	
		Batas Bawah	Batas Atas
1 in	25	95	100
¾ in	19		
½ in	12,5	25	60
3/8 in	10		
No.4	5	0	10
No.8	2,5	0	5
No.16	1,2		
No.30	0,6		
N0.50	0,3		
No.100	0,15		
Dasar (pan)			

Sumber : Mulyono, Try. 2003. *Teknologi Beton*

Gradasi agregat kasar untuk ukuran maksimum tertentu dapat divariasikan tanpa berpengaruh besar pada kebutuhan semen dan air yang baik, Karena variasi sulit diantisipasi, sering lebih ekonomis untuk mempertahankan keseragaman penanganan dari pada menyesuaikan proporsi untuk variasi gradasi. Makin besar

diameter maksimum agregat maka semakin ekonomis. Selain itu british standard mensyaratkan gradasi agregat gabungan, yaitu untuk diameter maksimum 10, 20 dan 40 mm.

3. Air

Air yang digunakan adalah air bersih yang bisa diminum, air diperlukan dalam pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada didalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubah menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecah(*workable*).

Air adalah bahan untuk mendapatkan kelecakkan yang perlu untuk penguangan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor di bawah ini :

- Ukuran agregat maksimum : jika ukuran agregat yang digunakan besar maka kebutuhan air menurun (begitu pula jumlah mortar yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit).
- Bentuk butir: jika bentuk agregat yang digunakan berbentuk bulat maka kebutuhan air menurun (batu pecah perlu lebih banyak air).
- Gradasi agregat : bila gradasi agregatnya baik maka kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
- Kotoran dalam agregat : makin banyak silt, tanah liat, dan lumpur maka kebutuhan air meningkat.

- Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar) : agregat halus lebih sedikit maka kebutuhan air menurun.

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum.

Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Kandungan kurang dari 1000 ppm (*parts per million*) masih di perbolehkan meskipun konsentrasi lebih dari 200 ppm sebaiknya dihindari. Kotoran secara umum bisa menyebabkan:

- Gangguan pada hidrasi dan pengikatan
- Gangguan pada kekuatan dan ketahanan
- Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
- Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.
- Bercak-bercak pada permukaan beton.

Sumber air pada penelitian ini adalah jaringan PDAM Tirtanadi yang terdapat di Laboratorium UPT.Pengujian Pengendalian Mutu Binamarga Provsu.

2.7 Absorpsi dan Kadar Air

Air yang terkandung didalam agregat akan mempengaruhi jumlah air yang akan diperlukan di dalam campuran (mix). Agregat yang basah akan membuat campuran lebih basah dan meningkatkan faktor air semen, dan sebaliknya agregat yang kering akan menyerap air campuran dan menurunkan kelecakan beton. Oleh

sebab itu kandungan air pada agregat harus diketahui. Perubahan kadar air tidak hanya tergantung pada pengiriman, tapi juga pengaruh dari cuaca (misal : hujan, panas terik) dan lama penyimpanan.

Pasir yang ditumpuk dan diberikan kesempatan untuk mengering selama 16 jam akan mempunyai kadar air sekitar 5%, dalam keadaan basah antara 7 – 10%, dan memungkinkan hingga 15%. Pasir yang lembab terasa agak basah, tetapi tidak menimbulkan kebasahan ditangan. Kadar air sekitar 2% berat, pasir terasa basah dan sedikit membasahi tangan, membentuk pola ditangan. Kadar air sekitar 4% berat, pasir yang sangat basah, airnya samapai menetes ketika diangkat, semakin membasahi tangan dan tampak mengkilat.

Ada 4 kondisi kandungan air didalam agregat:

1. Kering kerontang (*bone dry – od*)

Bisa didapat dengan memasukkan agregat kedalam oven selama 24 jam pada temperataur 105 - 110° C.

2. Kering Udara (*air dry – ad*)

Bagian luar kering namun bagian dalam masih mengandung air, keadaan agregat lapangan apabila terjemur.

3. Saturated surface dry (SSD)

Ini adalah keadaan paling ideal, yaitu butir didalam sudah jenuh air (*saturated*), Namun bagian sebelah luar masih kering. Kondisi ini dipakai sebagai dasar perhitungan *mix design*.

4. Lembab (*moist atau wet*)

Selain bagian dalam jenuh air, bagian luar juga basah. Didapat dengan merendam agregat selama 24 jam.

Kadar air total adalah persentase jumlah air tersebut terhadap berat agregat kering. Kadar air bebas adalah persentase jumlah air yang diluar butir saja. Kadar air bebas dipakai sebagai dasar untuk perencanaan campuran karena agregat dianggap dalam keadaan SSD. Adanya garam akan menyebabkan korosi pada tulangan, terutama apabila kwalita betonnya jelek. Karena itu secara praktis pasir laut dilarang dipakai sebagai campuran beton.

2.8 Kemudahan Pengerjaan (*Workability*)

Kelecakan adalah kemudahan mengerjakan beton, dimana menuang (*placing*) dan memadatkan (*compacting*) tidak menyebabkan munculnya efek negatif berupa pemisahan (*segregation*) dan pengeluaran (*bleeding*). Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai slump yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton maka semakin mudah pengerjaan antara lain:

a. Jumlah air pencampur

Semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan. Namun, jumlahnya tetap harus diperhatikan agar tidak terjadi segregasi.

b. Kandungan semen

Penambahan semen kedalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai f.a.s (faktor air semen) tetap.

c. Gradasi campuran pasir-kerikil

Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton akan mudah dikerjakan. Gradasi adalah distribusi ukuran dari agregat berdasarkan hasil persentase berat yang lolos pada setiap ukuran saringan dari analisa saringan.

d. Bentuk butiran agregat kasar

Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan.

e. Butir maksimum.

f. Cara pemadatan dan alat pemadat.

Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakkan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit dari pada jika dipadatkan dengan tangan.

2.9 Dasar Teori Beton Non Pasir

Beton non-pasir adalah bentuk simpel beton ringan yang didapat dengan menghilangkan fraksi agregat halus dalam adukan/campuran beton normal. Ketiadaan agregat halus di dalam campuran akan dihasilkan suatu sistem distribusi udara yang sama, yang memasuki masa beton. Keuntungan utama dalam penggunaan beton tanpa agregat halus adalah tingginya kemampuan dalam menahan panas, kemampuan dalam menyerap air, kepadatan dan penyusutan rendah (Ferguson, B. K, 2005).

Menurut Neville, A. M., 1995, penggolongan kelas beton ringan berdasarkan berat volume dan kuat tekan dapat dibagi tiga kelompok yaitu:

1. Beton ringan dengan berat volume rendah (*Low Density Concretes*) untuk non struktur dengan berat jenis antara 300 kg/m³ sampai 800 kg/m³ dan kuat tekan antara 0,35 MPa sampai 7 MPa yang umumnya digunakan untuk dinding pemisah atau dinding isolasi.

2. Beton ringan dengan berat volume menengah (*Moderate Strength Concretes*) untuk struktur ringan dengan berat jenis kg/m³ sampai 1350 kg/m³ dan kuat tekan antara 7 MPa sampai 17 MPa yang umumnya digunakan untuk dinding yang memikul beban.

3. Beton ringan struktur (*Struktur Lightweight Concretes*) untuk struktur dengan berat volume 1350 kg/m³ sampai 1900 kg/m³ dan kuat tekan lebih dari 17 MPa yang dapat digunakan sebagai beton normal.

2.10 Pengujian Beton

Kekuatan tekan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk kubus pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\sigma_b = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

σ_b = Kuat tekan (kg/cm^2)

P = Beban Tekan (kg)

A = Luas Penampang (cm^2)

Pada pengujian ini menggunakan benda uji kubus berukuran 15x15x15.

Ada empat bagian utama yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton, yaitu sebagai berikut:

- Proporsi bahan-bahan penyusunnya.
- Metode perancangan.
- Perawatan
- Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat.