

## **BAB II**

### **TINJAUAN UMUM**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Untuk mendukung penelitian ini, maka penulis menggunakan tinjauan pustaka dari penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan objek pembahasan, yaitu mortar busa dan variasi agregat halus. Beberapa hasil penelitian terdahulu antara lain sebagai berikut:

Hidayat dkk. (2016), Analisis Material Ringan Mortar Busa Pada Konstruksi Timbunan Jalan. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh perbandingan deformasi pada tanah dasar akibat beban timbunan konvensional dan timbunan ringan. Hasil analisis menunjukkan bahwa timbunan dengan mortar busa menghasilkan nilai deformasi tanah dasar yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan timbunan konvensional. Penurunan tanah dasar dengan menggunakan timbunan mortar busa hanya sebesar 39,9 mm akibat beban merata dan 98,3 mm akibat beban terpusat. Namun dengan menggunakan timbunan konvensional penurunan tanah dasarnya sebesar 6810 mm.

Atamini dan Moestafa (2018), Evaluasi Stabilitas dan Penurunan antara Timbunan Ringan Mortar Busa Dibandingkan dengan Timbunan Pilihan pada Oprit Jembatan (Studi kasus: *Flyover* Antapani, Kota Bandung). Penelitian ini melakukan analisis stabilitas dan penurunan dengan membandingkan timbunan ringan (mortar busa) dengan timbunan pilihan (tanah merah laterit) menggunakan perangkat lunak *Plaxis Professional 8.6* berdasarkan metode elemen hingga. Penggunaan timbunan ringan menghasilkan nilai penurunan sebesar 3,53 cm dan faktor keamanan (FK) 2,74. Sedangkan untuk timbunan pilihan nilai penurunannya sebesar 13,79 cm dengan faktor keamanan (FK) 1,36. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan timbunan ringan di atas tanah lunak akan menghasilkan penurunan lebih kecil dengan faktor keamanan lebih besar dibandingkan dengan timbunan pilihan.

Fattah dan Nabi (2017), Pengaruh Zona Pasir Terhadap Kuar Tekan Beton Normal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton dan kuat lentur beton dengan menggunakan pasir zona 1, zona 2, dan zona 4. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental di laboratorium. Hasil penelitian

menunjukkan perbandingan kuat tekan beton yang menggunakan pasir zona 1 terhadap beton dengan pasir zona 2 dan beton zona 4 adalah 94,4% dan 91,3%. Dengan demikian berdasarkan penjelasan tersebut maka campuran beton yang menggunakan pasir kasar akan menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan campuran beton yang menggunakan pasir halus.

Supriani dan Islam (2017), Pengaruh Gradasi Pasir Di Kota Bengkulu Terhadap Kuat Tekan Mortar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh karakteristik gradasi pasir terhadap kekuatan mortar. Pengujian dilakukan pada jenis pasir gunung, pasir sungai dan laut. Hasil yang didapatkan bahwa gradasi butur pasir berbeda setiap sumber *quarry*. Kuat tekan mortar yang dihasilkan untuk pasir gunung dari keempat sumber memiliki kekuatan yang merata, namun penukaranan terjadi hampir 50% untuk pergantian adukan (semen : pasir). Untuk pasir sungai pasir Talang Rasau yang paling tinggi kekuatannya memiliki selisih lebih dari 40% dari jenis pasir sungai yang lain. Pasir laut Lakok masuk ke zona II secara signifikan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi 70% dari pasir laut lainnya. Untuk pasir gunung dan pasir laut gradasi dan berat isi berpengaruh terhadap kuat tekan mortar, sedangkan pasir sungai gradasi tidak terlalu mempengaruhi, ada karakteristik lain yang mempengaruhi kekuatan mortar pasir sungai rendah.

## 2.2 Mortar

Mortar pertama kali terbuat dari lumpur dan tanah liat karena persediaan batu sangat kurang. Menurut sejarah, awal membangun kemampuan mortar muncul di Yunani. Mortar dibuat dari batu kapur dengan penambahan abu vulkanik yang memungkinkan untuk mengeras di dalam air yang biasa disebut *pozzolanat* (semen hidrolik).

Mortar merupakan campuran material pasir, semen, dan air dengan komposisi tertentu yang diaduk menggunakan alat/mesin pengaduk. Mortar (sering disebut juga mortel atau spesi) adalah bahan bangunan yang terdiri dari agregat halus, bahan perekat, serta air, dan diaduk sampai homogen. Adukan mortar dibuat kelecekkannya cukup baik sehingga mudah diaduk dan dikerjakan. Mortar sebagai bahan bangunan, biasanya diukur sifat – sifatnya, misalnya kuat tekan, berat jenis,

kuat tarik, daya serap air, kuat rekat dengan bata merah, susutan. (Tjokrodimuljo, 2012).

### 2.2.1 Jenis Mortar

Tjokrodimuljo (2012), membagi mortar berdasarkan jenis ikatnya, yaitu mortar lumpur, mortar kapur, mortar semen, mortar instan, dan mortar khusus.

#### 1. Mortar lumpur

Mortar lumpur terbuat dari campuran pasir, lumpur/tanah liat dan air. Semua bahan-bahan atau material tersebut dicampur menjadi satu dengan perbandingan yang telah dihitung matang. Sebab, jika terlalu sedikit pasir dapat menghasilkan retak-retak pada tembok saat mengeras. Begitu juga jika terlalu banyak pasir dapat menyebabkan adukan kurang melekat.

#### 2. Mortar kapur

Mortar kapur terbuat dari campuran pasir, kapur, semen merah (bata merah yang dihaluskan), dan air. Mula-mula kapur dan pasir dicampurkan dalam keadaan kering lalu tambahkan air. Jangan terlalu banyak menambahkan air secukupnya saja agar hasilnya baik. Umumnya jumlah pasir yang digunakan tiga kali volume kapur, itu karena kapur mengalami penyusutan saat proses pelekatan. Kapur yang dapat digunakan adalah *fat lime* dan *hydraulic lime*.

#### 3. Mortar semen

Mortar semen terbuat dari campuran semen, pasir dan air pada proporsi yang sesuai. Perbandingan jumlah semen dan pasir berkisar antara 1:2 sampai dengan 1:6 tergantung pada kebutuhannya. Mortar semen lebih kuat dari jenis mortar lainnya itulah kenapa mortar semen sering digunakan untuk tembok, kolom, pilar dan bagian-bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini rapat air, mortar semen ini bersifat perekat atau pengikat dalam proses pengerasan.

#### 4. Mortar khusus

Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar kapur dan mortar semen dengan tujuan tertentu. Mortar khusus digunakan dengan tujuan dan maksud tertentu, contohnya mortar tahan api diperoleh

dengan penambahan serbuk bata merah dengan *aluminous cement*, dengan perbandingan satu *aluminous cement* dan dua serbuk batu api. Mortar ini biasanya di pakai untuk tungku api dan sebagainya.

### 2.3 Mortar Busa

Tanah yang dicampur dengan *foam* telah banyak digunakan di Jepang sebagai pelebaran dan proyek timbunan (*back filling*). Tanah kohesi dapat di aplikasikan sebagai material campuran *foam*, material tersebut merupakan material setempat yang apabila dicampur dengan *foam* akan mengembang sehingga kebutuhan material tidak banyak dan pengadaan material timbunan tidak perlu didatangkan dari lokasi lain (Handayani dalam Iqbal, 2012).

Penggunaan material ringan telah banyak dilakukan seperti menggunakan roda ban karet atau limbah buangan hasil produksi baja (*slag*), balai pengembangan pusat jalan dan jembatan belum lama ini mengembangkan suatu teknologi material ringan pengganti timbunan menggunakan mortar busa (Abramson dkk., 2002).

Material ringan mortar busa adalah material menyerupai beton yang terdiri dari campuran material pasir, semen, air, dan cairan busa (*foam agent*), dan berfungsi sebagai bahan pengganti timbunan tanah dengan densitas 7-8 kN/m<sup>3</sup> dan kuat tekan bebas minimal 800 KPa. Material ini digunakan sebagai timbunan konstruksi jalan yang dimaksud untuk mengurangi beban timbunan (Kementerian PUPR, 2017).

Mortar busa adalah gabungan yang terdiri dari campuran antara cairan busa (*foam agent*), semen, pasir dan air. Material timbunan dengan mortar busa menggunakan metode campuran rasio tertentu antara semen, *foam* dengan material pasir. Penambahan *foam* pada campuran mortar akan mengembang hingga 4 (empat) kali volume awal sehingga kebutuhan material dapat dikurangi bila dibandingkan dengan material tanpa campuran *foam* (Handayani dalam Iqbal, 2012).

Mortar busa dapat mengurangi berat timbunan dan mengurangi penurunan serta ketidakstabilan yang berlebihan. Pekerjaan pelaksanaan mortar busa mudah karena dapat memadat sendiri dan berperilaku seperti mortar beton di mana material

campuran tersebut mengeras sesuai dengan waktu (*curing*) yang ditetapkan. Timbunan mortar busa menyerupai konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Menurut Wicaksono dan Iqbal (2020), keunggulan dan kegunaan dari material ringan mortar busa sebagai berikut:

1. Beratnya ringan dan kekuatan cukup tinggi untuk *subgrade* dan fondasi perkerasan jalan.
2. Berat isi dan kuat tekan campuran dapat direncanakan sesuai keinginan sehingga dapat mengurangi tekanan lateral tanah pada suatu struktur bangunan abutment fondasi jembatan atau mengurangi berat timbunan.
3. Tahan terhadap perubahan karakteristik propertis akibat proses kimiawi maupun fisik dan memiliki daya dukung kekuatan selama masa konstruksi pelaksanaannya serta memiliki daya dukung cukup memadai sebagai pondasi perkerasan jalan.

Selain itu, terdapat beberapa kriteria penggunaan material ringan mortar busa (Kementerian PUPR, 2015) yaitu:

1. Memiliki densitas kering material campuran, maksimum  $0,6 \text{ gr/cm}^3$ , sesuai dengan spesifikasi material ringan dengan mortar busa untuk konstruksi jalan.
2. Memiliki kuat tekan minimum 800 KPa.
3. Memiliki *flow* atau daya air sebesar  $18 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$ .
4. Material campuran mengeras sendiri karena berperilaku seperti mortar beton, di mana material campuran tersebut dapat mengeras sesuai dengan waktu pemeraman yang ditetapkan.
5. Menggunakan lapis pencegah retak refleksi atas timbunan mortar-busa, agar retakan yang terjadi di timbunan tidak akan merefleksi ke permukaan perkerasan. Jika tidak digunakan lapisan tersebut, perlu diperhatikan resiko timbulnya retakan refleksi.

### **2.3.1 Spesifikasi Mortar Busa**

Spesifikasi uji fisik dan mekanis material ringan mortar-busa harus sesuai dengan ketentuan Pusjatan. Untuk densitas kering maksimum material ringan lapis

pondasi  $0,8 \text{ gr/cm}^3$ . Dan untuk densitas kering maksimum lapis pondasi bawah  $0,6 \text{ gr/cm}^3$ .

Tabel 2.1 Kekuatan Tekan Minimum (Umur 14 Hari) Material Ringan Lapisan Pondasi

Densitas kering maks ( $\text{gr/cm}^3$ )	Kekuatan tekan minimum (UCS)	
	KPa	$\text{Kg/cm}^2$
0,8	2000	20

(Sumber: Kemen PUPR, 2015)

Tabel 2.2 Kekuatan Tekan Minimum (Umur 14 Hari) Material Ringan Lapisan Pondasi Bawah

Densitas kering maks ( $\text{gr/cm}^3$ )	Kekuatan tekan minimum (UCS)	
	KPa	$\text{Kg/cm}^2$
0,6	800	8

(Sumber: Kemen PUPR, 2015)

## 2.4 Material Pengisi pada Campuran Mortar Busa

### 2.4.1 Semen

Tahun 1790, J. Smeaton dari Inggris menemukan bahwa kapur yang mengandung lempung dan dibakar akan mengeras dalam air. Bahan ini mirip dengan semen yang dibuat bangsa Romawi.

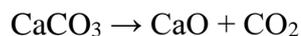
Nama semen Portland (*Portland cement*) diusulkan oleh Joseph Aspdin pada tahun 1824 karena campuran air, pasir, dan batu-batuan yang bersifat pozzolan dan berbentuk bubuk ini pertama kali diolah di pulau Portland, dekat pantai Dorset, Inggris. Semen Portland pertama kali diproduksi di pabrik oleh David Saylor di Coplay Pennsylvania, Amerika Serikat pada Tahun 1875. Sejak itu semen Portland berkembang dan terus dibuat sesuai kebutuhan. Indonesia memiliki banyak pabrik semen portland modern dengan mutu internasional. Pabrik-pabrik tersebut tersebar di Sumatera, Jawa dan Sulawesi.

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu:

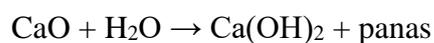
1. Semen non-hidrolik

Semen non-hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non- hidrolik adalah kapur. Kapur dihasilkan oleh proses kimia dan mekanis dari alam. Kapur telah digunakan selama berabad-abad lamanya sebagai bahan adukan dan plesteran untuk bangunan. Hal tersebut dapat dilihat pada piramida-piramida di Mesir yang dibangun 4500 tahun sebelum masehi.

Kapur digunakan sebagai bahan pengikat selama zaman Romawi dan Yunani. Pondasi jalan pada zaman Romawi, termasuk jalan Via Appia, merupakan tanah yang distabilkan dengan kapur. Kini kapur digunakan dalam bidang pertanian, industri kimia, industri karet, industri kayu, industri farmasi, industri baja, industri gula dan industri semen. Jenis kapur yang baik adalah kapur putih, yaitu yang mengandung kalsium oksida yang tinggi ketika masih berbentuk kapur tohor (belum berhubungan dengan air) dan akan mengandung banyak kalsium hidroksida ketika telah berhubungan dengan air. Kapur telah dihasilkan dengan membakar batu kapur atau kalsium karbonat beserta bahan-bahan pengotornya, yaitu magnesium, silikat, besi, alkali, alumina dan belerang. Proses pembakaran dilaksanakan dalam tungku tanur tinggi yang berbentuk vertikal atau tungku putar pada suhu 800–12000 °C. Kalsium karbonat terurai menjadi kalsium oksida dan karbon dioksida dengan reaksi kimia sebagai berikut:



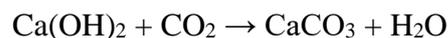
Kalsium oksida yang terbentuk disebut kapur tohor dan jika berhubungan dengan air akan menjadi kalsium hidroksida serta panas. Dengan reaksi kimia adalah:



Proses ini dinamakan dengan proses mematikan kapur (*slaking*) dan hasilnya, yaitu kalsium hidroksida, sering disebut sebagai kapur mati.

Kecepatan berlangsungnya reaksi terutama bergantung pada kemurnian kapur, sehingga semakin tinggi kemurnian kapur yang bersangkutan makin besar daya reaksinya terhadap air. Kapur mati dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu: Dapat dimatikan dengan cepat, dapat dimatikan agak lambat, dapat dimatikan dengan lambat.

Kapur mati dapat didapatkan dengan menambahkan air secukupnya (sekitar sepertiga dari kapur tohor). Dempul kapur diperoleh dengan menambahkan air yang berlebihan pada kapur tohor. Pengikatan kapur terjadi akibat kehilangan air akibat penyerapan oleh batu bata atau akibat penguapan. Proses pengerasan berlangsung akibat reaksi karbondioksida dari udara dengan kapur mati. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Dari reaksi kimia di atas dapat terlihat bahwa akan terbentuk kembali kristal-kristal kalsium karbonat, yang mengikat massa heterogen itu menjadi massa padat. Proses pengerasan ini berjalan lambat dan dapat berlangsung bertahun-tahun sebelum mencapai kekuatan yang penuh. Agar dapat berlangsung, diperlukan aliran udara bebas untuk persediaan karbondioksida yang dapat menembus bagian terdalam dari adukan sehingga proses pengerasan dapat berlangsung menyeluruh. Kapur putih ini cocok untuk menjernihkan plesteran langit-langit, untuk mengapur kamar-kamar yang tidak penting dan garasi, atau untuk membasmi kutu- kutu dalam kandang.

## 2. Semen hidrolik

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

## 3. Semen *portland*

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150, semen Portland didefinisikan

sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen Portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi persyaratan SII 0013-81 atau standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1989, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut (PB.1989:3.2-8).

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia (SII 0013-81) dibagi menjadi 5 jenis, yaitu:

1. Semen portland tipe I

Fungsi semen portland tipe I digunakan untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memakai persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal. Cocok dipakai pada tanah dan air yang mengandung sulfat 0,0% – 0,10% dan dapat digunakan untuk bangunan rumah pemukiman, gedung-gedung bertingkat, perkerasan jalan, struktur rel, dan lain-lain.

2. Semen portland tipe II

Fungsi semen portland tipe II digunakan untuk konstruksi bangunan dari beton massa yang memerlukan ketahanan sulfat (Pada lokasi tanah dan air yang mengandung sulfat antara 0,10–0,20%) dan panas hidrasi sedang, misalnya bangunan dipinggir laut, bangunan dibekas tanah rawa, saluran irigasi, beton massa untuk dam-dam dan landasan jembatan.

3. Semen portland tipe III

Fungsi semen portland tipe III digunakan untuk konstruksi bangunan yang memerlukan kekuatan tekan awal tinggi pada fase permulaan setelah pengikatan terjadi, misalnya untuk pembuatan jalan beton, bangunan-bangunan tingkat tinggi, bangunan-bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat.

#### 4. Semen portland tipe IV

Fungsi Semen Portland tipe IV digunakan untuk keperluan konstruksi yang memerlukan jumlah dan kenaikan panas harus diminimalkan. Oleh karena itu semen jenis ini akan memperoleh tingkat kuat beton dengan lebih lambat ketimbang Portland tipe I. Tipe semen seperti ini digunakan untuk struktur beton masif seperti dam gravitasi besar yang mana kenaikan temperatur akibat panas yang dihasilkan selama proses *curing* merupakan faktor kritis.

#### 5. Semen portland tipe V

Fungsi semen portland tipe V dipakai untuk konstruksi bangunan-bangunan pada tanah/air yang mengandung sulfat melebihi 0,20 % dan sangat cocok digunakan untuk pembuatan beton pada daerah yang airnya mengandung garam sulfat tinggi seperti air laut, instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan, dan pembangkit tenaga nuklir.

### 2.4.2 Pasir

Pasir adalah contoh bahan material butiran. Butiran pasir umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 mm. Materi pembentuk pasir adalah silikon dioksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur. Hanya beberapa tanaman yang dapat tumbuh di atas pasir, karena rongga-rongganya yang besar. Pasir memiliki warna sesuai dengan asal pembentukannya. Pasir juga penting untuk bahan bangunan bila dicampur Semen.

Berdasarkan asal dan sumbernya, pasir dibagi menjadi beberapa jenis:

1. Pasir Alam, yaitu pasir yang bersumber dari gunung, sungai, pasir laut, bekas rawa dan ada juga dari pasir galian.
2. Pasir Galian, Pasir ini diperoleh langsung dari permukaan atau dengan menggali tanah. Pasir jenis ini pada umumnya berbutir tajam, bersudut, berpori dan bebas kandungan garam yang membahayakan. Namun karena diperoleh dengan menggali maka pasir ini sering bercampur dengan kotoran atau tanah, sehingga sering dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

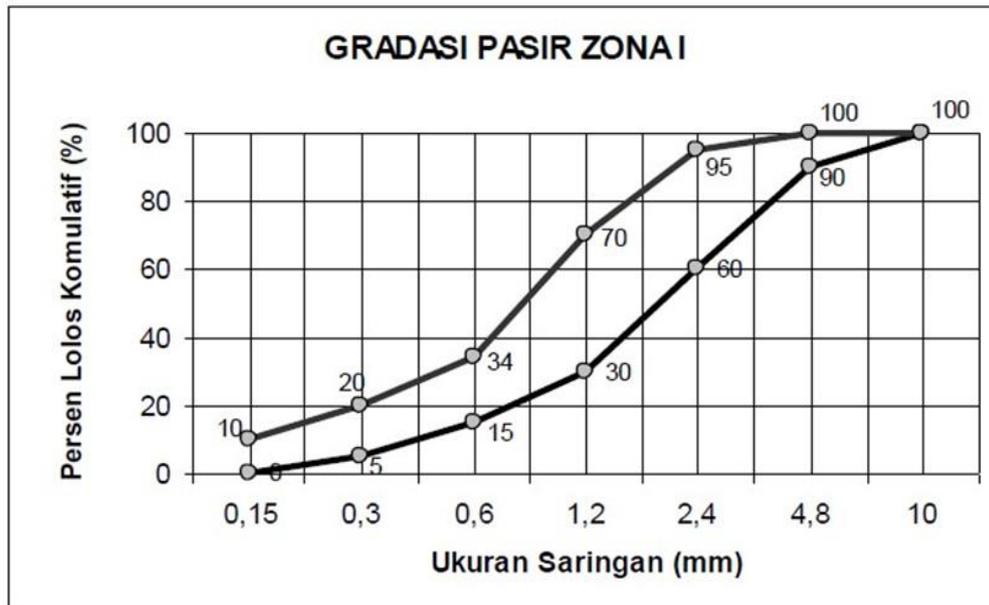
3. Pasir Sungai, Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai, sehingga umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat akibat proses pergesekan. Karena butirannya halus maka baik untuk plester tembok. Namun karena bentuknya yang bulat, daya rekat antar butir pasir ini menjadi agak kurang baik.
4. Pasir Laut, Pasir ini diambil dari pantai. Bentuk butirannya halus dan bulat akibat proses gesekan. Pasir ini banyak mengandung garam, sehingga kurang baik untuk bahan bangunan. Pasir yang mengandung garam akan menyerap kandungan air dari udara, sehingga pasir akan selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan setelah bangunan selesai dibangun. Oleh karena itu, sebaiknya pasir jenis ini tidak digunakan untuk bahan bangunan.
5. Pasir Pabrikasi, yaitu pasir yang didapatkan dari penggilingan bebatuan yang kemudian diolah dan disaring sesuai dengan ukuran maksimum dan minimum agregat halus.

Adapun batas gradasi pasir menurut berdasarkan SNI-03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan grafiknya dapat dilihat pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, Gambar 2.3 dan Gambar 2.4.

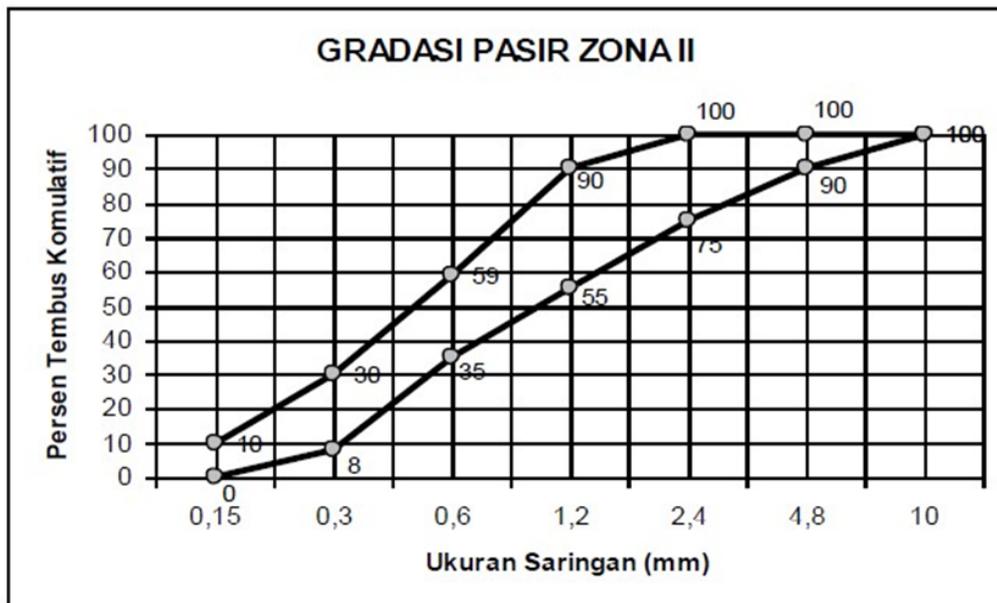
Tabel 2.3 Gradasi Agregat Halaus (Pasir)

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona 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 – 50	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

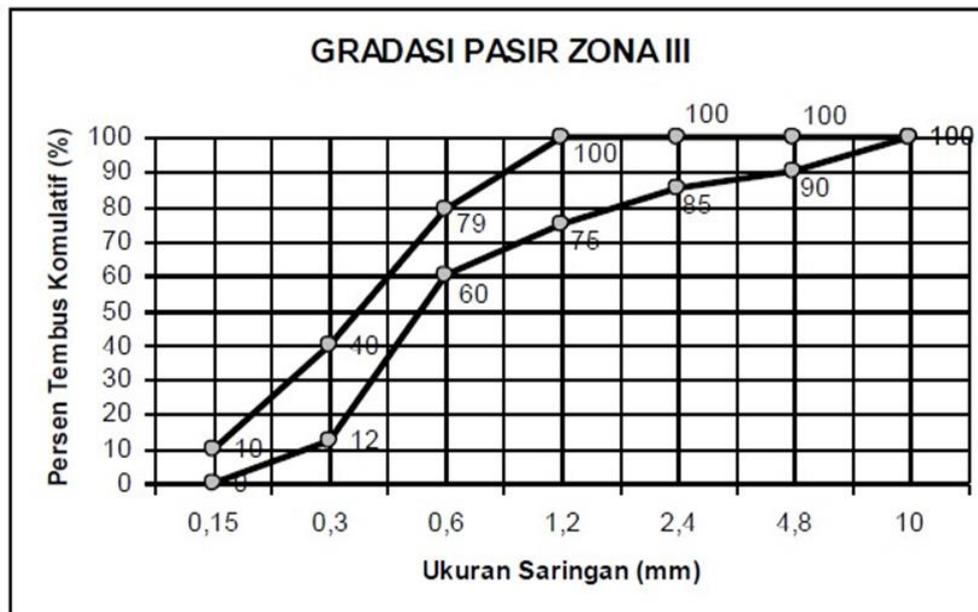
(Sumber: SNI-03-2834-2000)



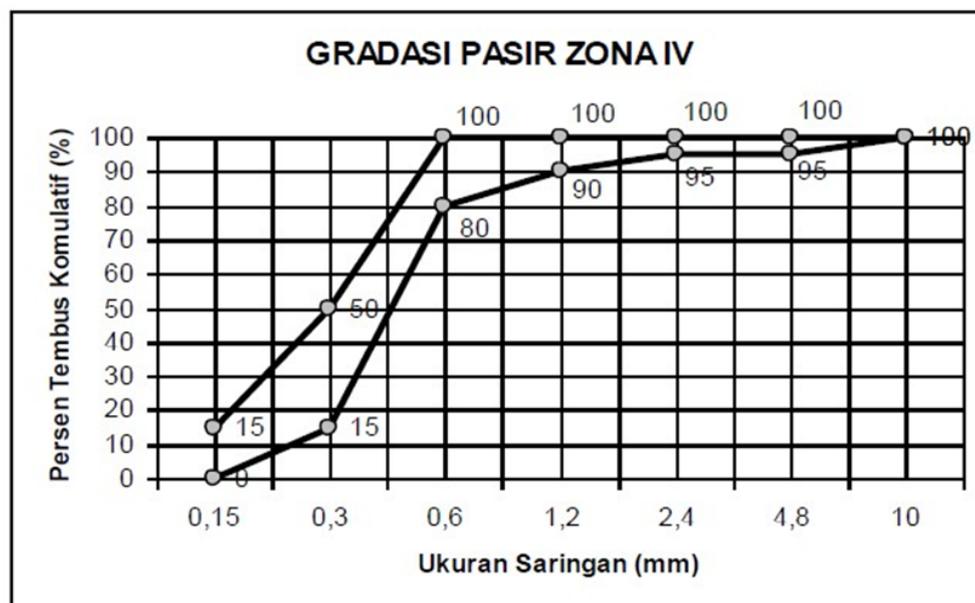
Gambar 2.1 Gradasi Pasir Zona I



Gambar 2.2 Gradasi Pasir Zona II



Gambar 2.3 Gradasi Pasir Zona III



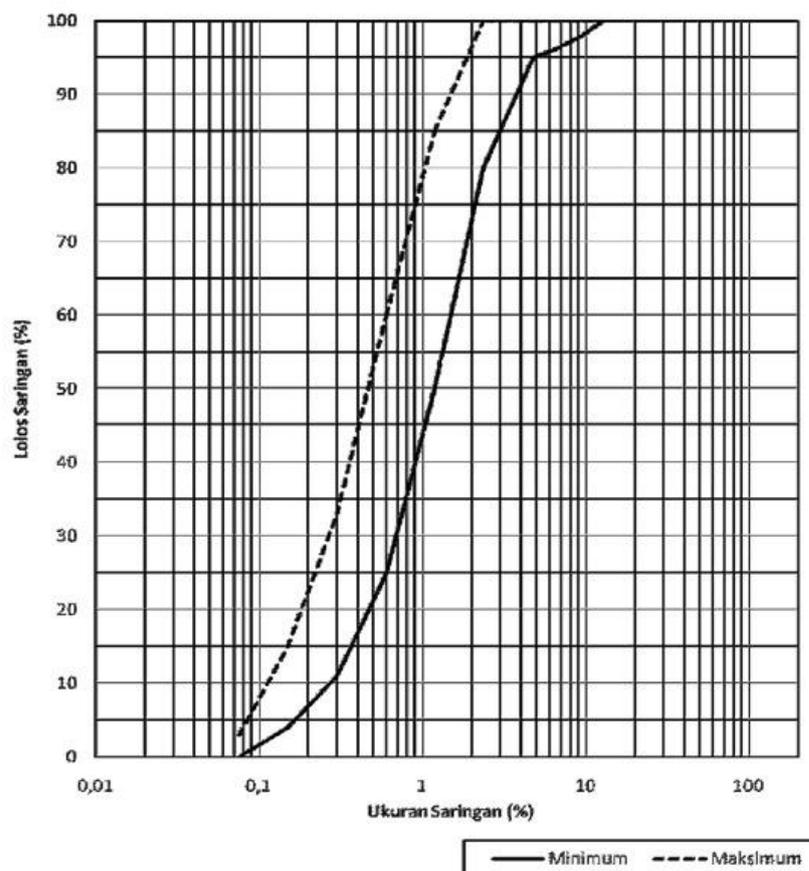
Gambar 2.4 Gradasi Pasir Zona IV

Menurut Draft Spesifikasi Spesifikasi Khusus Interim Seksi 7.16, agregat halus yaitu pasir yang digunakan harus memenuhi spesifikasi Tabel 2.4 dan Gambar 2.5

Tabel 2.4 Grafik Gradasi Agregat Pasir Untuk Mortar Busa

No.	Ukuran Saringan		% Berat Lolos Ayakan	
	Inch / No	mm	Minimum	Maksimum
1	1/2"	12,7	100	100
2	3/8"	9,51	98	100
3	1/4"	6,35	96	100
4	4	4,76	96	100
5	8	2,36	80	100
6	16	1,19	50	85
7	50	0,595	25	60
8	50	0,297	11	33
9	100	0,149	4	15
10	200	0,075	0	3

(Sumber: Kemen PUPR, 2017)



(Sumber: Kemen PUPR, 2017)

Gambar 2.5 Grafik Gradasi Agregat Pasir Untuk Mortar Busa

### 2.4.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan mortar untuk memicu proses kimiawi semen, lalu memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap berat total campuran yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen atau yang biasa disebut sebagai faktor air semen (*water cement ratio*). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton. Air yang dapat digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ, dan lainnya). Air yang dapat diminum bisa digunakan sebagai campuran beton. Air laut tidak boleh digunakan sebagai campuran beton karena memiliki kadar garam yang tinggi.

### 2.4.4 Foam Agent

Cairan busa (*foam agent*) adalah suatu bahan yang terbentuk dengan menjebak banyak sekali gelembung gas dalam benda cair atau padat, utamanya berjenis bahan baku aktif permukaan. Busa (*foam agent*) yang digunakan mengandung protein nabati atau sejenisnya yang dapat menghasilkan gelembung terpisah yang stabil sehingga dapat menghasilkan campuran material ringan yang memenuhi spesifikasi teknis (Kementerian PUPR, 2015).

*Foam agent* merupakan cairan yang apabila dicampur dengan air dan diberikan tekanan udara tertentu akan membentuk busa yaitu senyawa kimia dominan yang teridentifikasi dalam cairan pembentuk busa diantaranya: 1-*dedocanol*, *methoxyacetic acid tridecyl ester* dan 1-*tetradecanol* dapat juga disebut cairan surfactan yang memiliki karakteristik kimia yang hampir sama dengan air. *Foam agent* adalah suatu bahan yang terbuat dari larutan pekat dari bahan surfaktan,

di mana apabila hendak digunakan harus dilarutkan dengan air. Salah satu bahan yang mengandung surfaktan adalah Detergent (Hidayat dkk., 2016)

*Foam agent* merupakan bahan kimia campuran yang berasal dari campuran bahan alami maupun bahan buatan. *Foam agent* dengan bahan alami berupa protein memiliki kepadatan 80 gram/liter, sedangkan bahan buatan berupa bahan sintetik yang memiliki kepadatan 40 gram/liter.

*Foam agent* dapat dibuat dengan mencampurkan bahan-bahan kimia yang sifatnya sebagai pengembang, sama halnya seperti bahan kimia pembuat sabun busa pada sabun. Bahan pengembang busa pada sabun biasanya memakai bahan *texapon*. *Texapon* adalah bahan kimia yang mempunyai fungsi salah satunya mengangkat lemak dan kotoran atau zat yang memiliki sifat surfaktan. *Texapon* sudah sangat dikenal dalam industri pembuatan bahan untuk kebersihan seperti cairan pencuci piring, cairan pencuci tangan, *shampoo* dan lain sebagainya.

Tujuan penggunaan bahan *foaming agent* adalah untuk menambah volume mortar busa tanpa menambah berat dari mortar busa itu sendiri, dengan demikian akan membuat fisik mortar busa dapat dibuat lebih besar dari mortar pada umumnya tetapi mempunyai berat yang hampir sama atau bahkan lebih ringan. *Foam agent* saat dicampur dengan *kalsium hidroksida* yang terdapat pada pasir dan air akan bereaksi sehingga membentuk *hydrogen*. Gas *hydrogen* ini membentuk gelembung-gelembung udara di dalam campuran beton tadi. Gelembung-gelembung udara ini menjadikan volumenya menjadi dua kali lebih besar dari volume semula. Di akhir proses pembusaan, *hydrogen* akan terlepas ke atmosfer dan langsung digantikan oleh udara. Rongga-rongga tersebutlah yang membuat mortar menjadi ringan (ASTM C 796-97).

## **2.5 Kuat Tekan Mortar Busa**

Kekuatan mortar busa merupakan salah satu kinerja utama mortar. Kekuatan tekan adalah kemampuan mortar untuk dapat menerima gaya per satuan luas (Mulyono, 2004). Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASMT C-39 pada umur 28 hari. Kemampuan kuat tekan mortar atau beton yang terbuat dari

semen yang diuji terhadap beban yang diterimanya. Kekuatan tekan dapat mencapai 1000 kg/cm<sup>2</sup> atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan.

Kekuatan tekan mortar busa yang paling umum digunakan untuk timbunan jalan adalah sekitar 800 – 2000 KPa atau 8 - 20 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder dengan ukuran 10 cm x 20 cm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan (*compression testing machine*) sampai benda uji mengalami keruntuhan. Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat tekan yang dinyatakan dalam KPa atau kg/cm<sup>2</sup>.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan adalah:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots 2.1$$

Keterangan:

$\sigma$	Kuat tekan beton (kg/cm <sup>2</sup> )
P	Beban maksimum (kg)
A	Luas penampang benda uji (cm <sup>2</sup> )