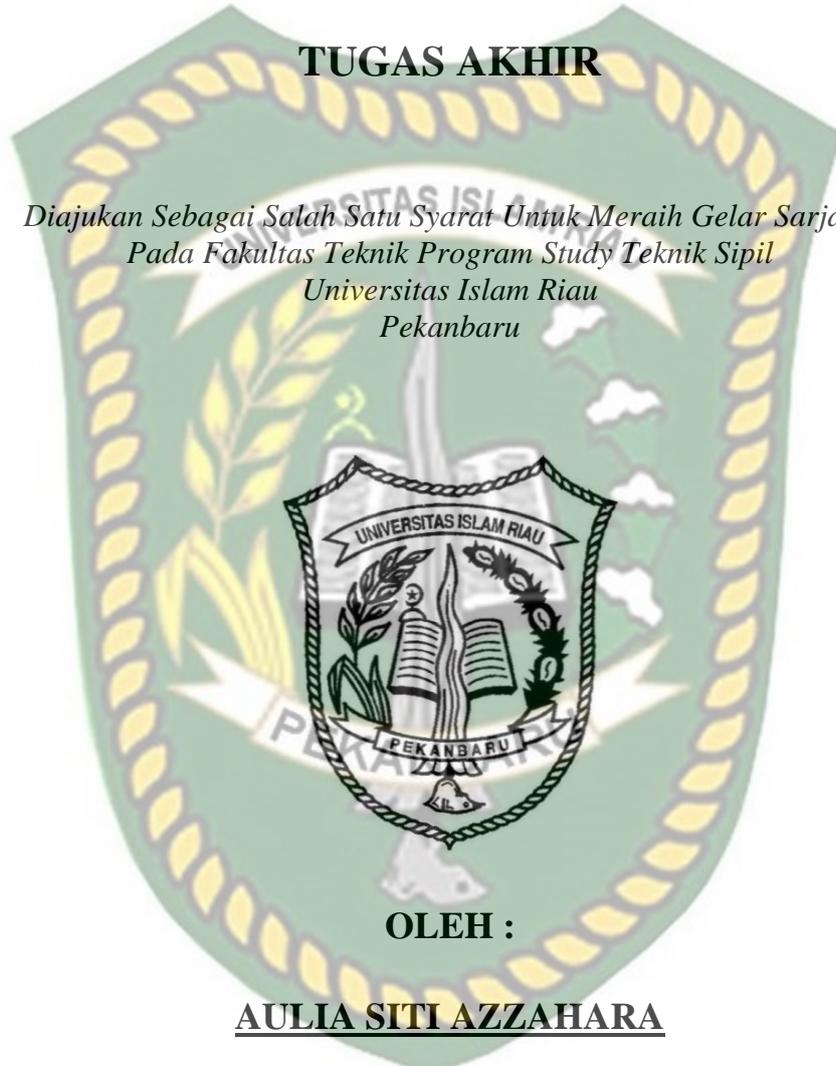


**PENGARUH PENGGUNAAN TIGA JENIS PASIR
TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR BUSA
SEBAGAI TIMBUNAN OPRIT**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Fakultas Teknik Program Study Teknik Sipil
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*



OLEH :

AULIA SITI AZZAHARA

143110093

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademi (Strata Satu), di Universitas Islam Riau.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, April 2019

Yang Bersangkutan Pernyataan

Aulia Siti Azzahara

NPM. 143110093

THE UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH RESULT OF FOAMED MORTAR AS HEAP OF OPRIT USING THREE TYPE SANDS

AULIA SITI AZZHARA

143110093

Abstract:

oprit degression is the one of problem that always have been in bridge construction on soft soil. The problem of collapsing over soft soil is caused by small carrying capacity and excessive reduction. in the period 2006 to 2010, PUSJATAN has developed various innovations to solve problems in weak soil. One of the weak soil handling technologies is the use of foamed mortar material as heap material for road In the construction of fly over SKA, Foamed mortar is used as substitute for soil in heap of oprit. Foamed mortar is a mixture of cement, sand, water and foam agent. The material must be able to make foamed mortar reach the plane strength and not add its own weight. This research will examine the use of sand on foamed mortar. The sand that will be used in this research is river sand, sea sand and land sand, with a percentage of sand on 15%, 20% and 25%.

This research was conducted based on journals, books, and specifications used on foamed mortar. Mixed planning method uses trial and error methods. The research was conducted at the SKA Fly Over construction project and the Civil Engineering Laboratory of the Islamic University of Riau

Based on the results of the research at a percentage of 15% for 7 days the highest compressive strength of foamed mortar was obtained on river sand, while for the age of 14 days and 21 days the highest compressive strength was obtained on sea sand. At the percentage of 20% for the age of 7 days, 14 days and 21 days the highest average compressive strength was obtained on sea sand. At the percentage of 25% the highest compressive strength was obtained on sea sand for the age of samples of 7 days, 14 days and 21 days. The use of various types of sand affected, the proportion of foamed mortar mixture, the weight of foamed mortar mixture, the results of unconfined compressive strength, and the unit weight analysis of foamed mortar. Factors influencing the results of the unconfined compressive strength test of foamed mortar are the levels of sludge in the sand, the percentage of sand use and the age of foam mortar.

Keywords: *Fly Over, Foamed Mortar, Oprit, Sand, Unconfined Compressive Strength*

PENGARUH PENGGUNAAN TIGA JENIS PASIR TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR BUSA SEBAGAI TIMBUNAN OPRIT

AULIA SITI AZZAHARA
143110093

Abstrak:

Penurunan oprit merupakan salah satu masalah yang sering terjadi pada konstruksi jembatan yang dibangun diatas tanah lunak. Permasalahan keruntuhan timbunan di atas tanah lunak disebabkan oleh daya dukung yang kecil dan penurunan berlebihan. Dalam kurun tahun 2006 sampai dengan 2010 berbagai teknologi penanganan tanah problematik telah diteliti dan dikembangkan di Balai Geoteknik Jalan, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. Salah satu teknologi penanganan tanah problematik tersebut adalah penggunaan material timbunan jalan mortar busa (*foamed mortar*) sebagai material timbunan. Pada pembangunan *fly over* simpang SKA Pekanbaru, untuk pekerjaan timbunan oprit digunakan mortar busa sebagai pengganti tanah timbunan. Berhubungan dengan hal tersebut penulis akan meneliti mortar busa dengan menggunakan tiga jenis pasir, yaitu pasir sungai (Bangkinang), laut (Rupat) dan darat (Kulim) dengan persentase 15%, 20% dan 25%.

Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan pada jurnal, buku-buku, dan spesifikasi yang digunakan pada mortar busa. Metode perencanaan campuran menggunakan metode coba- coba atau *trial mix*. Penelitian dilakukan di proyek pembangunan *Fly Over* SKA dan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

Berdasarkan hasil penelitian pada persentase 15% untuk umur 7 hari hasil kuat tekan rata- rata tertinggi mortar busa didapat pada pasir sungai, sementara untuk umur 14 hari dan 21 hari kuat tekan rata- rata tertinggi didapat pada pasir laut. Pada persentase 20% untuk umur 7 hari, 14 hari dan 21 hari kuat tekan rata- rata tertinggi didapat pada pasir laut. Pada persentase 25% kuat tekan rata-rata tertinggi didapat pada pasir laut untuk umur contoh 7 hari, 14 hari dan 21 hari. Penggunaan berbagai jenis pasir memberikan beberapa terhadap proporsi campuran mortar busa, berat isi adukan mortar busa, kuat tekan mortar busa dan angka pori pada mortar busa. Selain itu faktor- faktor yang mempengaruhi kuat tekan mortar busa berdasarkan penelitian ini adalah kadar lumpur pada pasir, persentase penggunaan pasir dan umur mortar busa.

Kata Kunci: *Fly Over*, Mortar Busa, Oprit, Pasir, Uji Kuat Tekan Bebas (UCS)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penurunan oprit merupakan salah satu masalah yang sering terjadi pada konstruksi jembatan yang dibangun diatas tanah lunak. Permasalahan keruntuhan timbunan di atas tanah lunak disebabkan oleh daya dukung yang kecil dan penurunan berlebihan. Pemadatan yang kurang sempurna pada saat pelaksanaan, akibat tebal pemadatan tidak mengikuti ketentuan pelaksanaan atau kadar air optimum tidak terpenuhi.

Dalam kurun tahun 2006 sampai dengan 2010 berbagai teknologi penanganan tanah problematik telah diteliti dan dikembangkan di Balai Geoteknik Jalan, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. Teknologi- teknologi tersebut telah diuji coba dalam skala penuh dilapangan. Salah satu teknologi penanganan tanah problematik tersebut adalah penggunaan material timbunan jalan mortar busa (*foamed mortar*) sebagai material timbunan (Iqbal, 2012). Teknologi mortar busa juga dapat digunakan sebagai material timbunan pada oprit, yang dapat mengurangi penggunaan girder dan menghemat biaya konstruksi hingga 70% (Balai Litbang Geoteknik Jalan, 2016).

Pada pembangunan *fly over* simpang SKA Pekanbaru, untuk pekerjaan timbunan oprit digunakan mortar busa sebagai pengganti tanah timbunan. mortar busa merupakan campuran semen, air, pasir, dan *foam agent*. Mortar busa sendiri memiliki spesifikasi tertentu untuk material pembentuknya. Material tersebut haruslah mampu membuat mortar busa mencapai kekuatan yang telah direncanakan dan tidak menambah berat sendiri dari mortar busa tersebut.

Berhubungan dengan hal yang tersebut diatas penulis ingin meneliti mengenai penggunaan pasir pada mortar busa. Disamping itu, penulis ingin meneliti pengaruh apa saja yang menyebabkan kuat tekan mortar busa tercapai atau tidak. Dalam hal ini penulis akan meneliti mortar busa dengan menggunakan tiga jenis pasir, yaitu pasir sungai (Bangkinang), laut (Rupat) dan darat (Kulim) dengan persentase 15%, 20% dan 25%. Hal lainnya yang menjadi latar belakang

penelitian ini adalah umur mortar busa, pada proyek pembangunan *fly over* SKA umur sampel yang diuji adalah 7 hari dan 14 hari, pada penelitian ini penulis juga ingin mengetahui bagaimana kuat tekan mortar busa pada umur 21 hari. Sehingga nantinya dapat menjadi referensi terkait mortar busa.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa perbandingan kuat tekan mortar busa yang menggunakan pasir sungai, pasir darat dan laut dengan persentase 15%, 20%, dan 25% pada setiap jenis pasir?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan berbagai jenis pasir terhadap mortar busa?
3. Apa saja faktor yang mempengaruhi kuat tekan mortar busa?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui kuat tekan tertinggi mortar busa yang menggunakan pasir sungai, pasir darat dan laut dengan persentase 15%, 20%, dan 25% pada setiap jenis pasir.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan berbagai jenis pasir terhadap mortar busa.
3. Mengetahui faktor- faktor apa saja yang mempengaruhi kuat tekan mortar busa.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan pelaku konstruksi untuk mengetahui kuat tekan mortar busa di umur 7, 14 dan 21 hari pada jenis pasir yang berbeda.

2. Untuk mengetahui pengaruh positif dan negatif penggunaan tiga jenis pasir dengan persentase 15%, 20% dan 25% terhadap mortar busa.

1.5. Batasan Masalah

Dalam hal ini, untuk mempersingkat dan memperjelas penelitian agar dapat dapat dibahas dengan baik dan tidak meluas, maka penulis mengambil beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Menggunakan variasi persentase pasir terhadap *foam* pada campuran mortar busa 15%, 20%, dan 25%.
2. Jenis pasir yang digunakan adalah pasir sungai dari Bangkinang, pasir laut dari Rupat, dan pasir darat dari Kulim.
3. Pada penelitian ini hanya membatasi uji kuat tekan bebas mortar busa pada umur 7, 14, dan 21 hari.
4. Uji kuat tekan bebas mortar busa pada masing- masing umur dan variasi sebanyak 3 buah sampel.
5. Semua benda uji dibuat dengan cetakan silinder 10 x 20 cm.
6. Benda uji tidak menggunakan perawatan apapun.
7. Penelitian ini menggunakan semen Padang OPC (*Ordinary Portland Cement*).
8. Penelitian ini menggunakan *Foam Agent* jenis nabati dari PT. Samacon.
9. Air yang digunakan berasal dari sumur bor di proyek pembangunan *Fly Over* simpang SKA.
10. Untuk setiap material yang digunakan tidak dilakukan pengujian kimia, sehingga penelitian ini mengabaikan sifat dan kandungan kimia pada material.
11. Pencampuran adukan dengan menggunakan molen.
12. Berat isi *foam* yang digunakan pada penelitian ini mengikuti *Job Mix Formula* Mortar Busa yang digunakan pada pada proyek pembangunan *Fly Over* SKA, yaitu $0,080 \text{ t/m}^3$.
13. Berat semen dan faktor air semen mengikuti *Job Mix Formula* Mortar Busa yang digunakan pada pada proyek pembangunan *Fly Over* SKA.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Tinjauan pustaka merupakan peninjauan kembali penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang telah dilakukan untuk memberikan solusi bagi penelitian yang sedang dilakukan agar mendapatkan hasil penelitian yang sangat memuaskan. Suatu tinjauan pustaka berfungsi sebagai peninjauan kembali pustaka tentang masalah yang berkaitan dengan bidang permasalahan yang dihadapi. Pada penelitian ini penulis menggunakan tinjauan pustaka dari penelitian- penelitian sebelumnya yang telah diterbitkan, buku atau jurnal yang ditulis para peneliti terdahulu.

2.2. Penelitian Terdahulu

Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan pada material ringan mortar busa antara lain sebagai berikut:

Iqbal (2012), “Kajian Penanganan Tanah Lunak dengan Timbunan Jalan Mortar Busa”. Tujuan penyusunan naskah ilmiah ini adalah menyiapkan naskah ilmiah sebagai input dalam mengkinikan pedoman perencanaan, pedoman pelaksanaan, dan spesifikasi teknologi penanganan tanah lunak dengan menggunakan timbunan jalan dengan mortar busa. Sasaran dari kegiatan TA 2012 adalah tersedianya bukti teknis kinerja timbunan ringan dengan mortar busa dalam jangka panjang. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian pustaka, analisis dan evaluasi kinerja timbunan yang mencakup kaji ulang terhadap data monitoring, permodelan numerik dan evaluasi kinerja timbunan mortar busa dengan membandingkan hasil monitoring yang dilakukan pada oprit jembatan Kedaton dan ruas jalan Pangkalan Bun. Berdasarkan analisis dan kriteria yang disyaratkan Kimpraswil (2002b) dan SCDOT (2008), disimpulkan bahwa timbunan ringan dengan mortar busa pada oprit Jembatan Kedaton memenuhi kriteria stabilitas dan deformasi. Faktor keamanan timbunan diprediksi sebesar 2.47, sedangkan menurut persyaratan Kimpraswil (2002b) minimal sebesar 1.4.

Penurunan yang terjadi pada oprit dengan timbunan ringan tersebut memenuhi syarat deformasi dari kedua pedoman tersebut baik dari segi penurunan diferensial maupun kecepatan penurunan pasca konstruksi. Untuk ruas jalan Pangkalan Bun Dari hasil analisis, disimpulkan bahwa timbunan ringan dengan mortar busa memberikan kinerja yang memenuhi kriteria stabilitas menurut Kimpraswil 144 Kajian Penanganan Tanah Lunak dengan Timbunan Jalan Mortar Busa (2002b). Faktor keamanan diprediksi sebesar 1.88 sedangkan persyaratan minimum adalah 1.4.

Atamini dan Moestofa (2018) “Evaluasi Stabilitas dan Penurunan antara Timbunan Ringan Mortar Busa Dibandingkan dengan Timbunan Pilihan pada Oprit Jembatan (Studi Kasus: *Fly over* Antapani, Kota Bandung)” Ada berbagai solusi yang dapat dilakukan agar suatu struktur dapat dibangun di atas tanah lunak. Salah satu solusi itu adalah pengurangan beban dengan menggunakan timbunan ringan. Analisis stabilitas dan penurunan dilakukan dengan membandingkan timbunan ringan (mortar busa) dan timbunan pilihan (tanah merah laterit) menggunakan perangkat lunak Plaxis Professional 8.6 berdasarkan metode elemen hingga. Penelitian ini menggunakan model MohrCoulomb untuk timbunan pilihan, sedangkan model Elastisitas Linier untuk timbunan ringan. Studi kasus ini dilakukan pada proyek *Fly over* Antapani (Kota Bandung, Jawa Barat). 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. Akhirnya dapat disimpulkan bahwa penggunaan timbunan ringan di atas tanah lunak akan menghasilkan penurunan lebih kecil (50,36%) dibandingkan dengan timbunan pilihan.

2.3. Keaslian Penelitian

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian lainnya adalah, pada penelitian ini peneliti mencoba untuk membuat mortar busa dengan menggunakan tiga jenis pasir, yaitu pasir sungai (Bangkinang), pasir laut (Rupat), dan pasir darat (Kulim). Dengan menjadikan *Job Mix Formula* pekerjaan timbunan ringan mortar busa

pada pembangunan *Fly Over* SKA sebagai acuan komposisi awal yaitu dengan persentase penggunaan pasir 20% dari campuran pasir dan *foam*. Kemudian peneliti juga memvariasikan penggunaan pasir 15% dan 25% sebagai pembanding dan umur sampel yang diuji adalah umur 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Maka penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Oprit

Oprit jembatan merupakan segmen jalan yang menghubungkan jalan raya dengan jembatan. Fungsi "menghubungkan" mengandung pengertian bahwa oprit secara geometri harus memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan yang akan pindah dari trase jalan raya ke trase jembatan dan dari trase jembatan ke trase jalan raya lagi. Dengan demikian ada persyaratan teknis berupa pemenuhan terhadap standar alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal dalam perencanaan geometri.

Dari segi tanah timbunan oprit, perlu direncanakan sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang berlaku bagi perencanaan jalan di daerah timbunan. Tanah timbunan untuk oprit juga harus dipadatkan lapis demi lapis mengikuti ketentuan-ketentuan teknis yang diatur di dalam Spesifikasi, sampai pada tinggi permukaan tertentu untuk menempatkan lapis-lapis perkerasan pada oprit. Lapis-lapis perkerasan pada oprit harus direncanakan berdasarkan ketentuan-ketentuan teknis yang berlaku, bisa berupa rigid pavement ataupun flexible pavement. Pemilihan type perkerasan di atas oprit, apakah rigid pavement atau flexible pavement tergantung pada keputusan kebijakan pemilik pekerjaan. Selain itu ada kemungkinan pembuatan oprit jembatan memerlukan penimbunan yang agak tinggi. Untuk itu tidak tertutup kemungkinan diperlukan adanya dinding penahan tanah untuk oprit jembatan jika ruang yang tersedia untuk penempatan oprit terbatas.

3.2. Timbunan

Timbunan yang didesain dan dibangun dengan seksama akan mempunyai lereng yang stabil dan sampai tingkat tertentu, tidak akan mengalami penurunan. Disamping itu, aspek yang perlu diperhatikan pada pekerjaan timbunan adalah pemilihan bahan serta pematatannya agar diperoleh timbunan stabil. Dalam kondisi yang paling jelek, longsor dapat terjadi dalam bentuk keruntuhan total

pada suatu segmen jalan. Namun demikian, pada timbunan yang disiapkan dengan seksama hal tersebut jarang terjadi, tetapi hanya dalam bentuk longsoran minor dimana tanah (sebagai pondasi perkerasan) biasanya bergerak sedikit ke arah luar dan ke arah bawah. Longsor sering terjadi apabila perkerasan dibangun terlalu dekat dengan tepi timbunan, terutama sebagai akibat pelebaran perkerasan.

Pada perkerasan beton semen, terjadinya longsoran biasanya ditunjukkan dengan membukanya sambungan memanjang serta penurunan pelat. Longsoran dapat dibagi menjadi tiga jenis sebagai berikut:

1. Longsor translasi – pergeseran antara bidang yang satu terhadap bidang yang lain yang biasanya terjadi pada timbunan yang dibangun di sepanjang permukaan yang miring.
2. Longsor rotasi – masa tanah bergeser pada suatu bidang berbentuk lengkung atau lingkaran.
3. Longsor permukaan – pergerakan lapisan tipis bahan ke arah bawah permukaan lereng.

Longsor rotasi merupakan longsor yang mendapat perhatian besar dalam mekanika tanah, karena kerentanannya (susceptibility) terhadap analisis secara matematik. Terjadinya longsor sering menunjukkan perlunya pemasangan sistem drainase (drains) untuk memotong (intercepting) air rembesan (seepage water).

3.3. Bahan Timbunan dan Pemadatan

Persyaratan teknis yang harus dipenuhi bahan timbunan adalah, pertama, setelah dipadatkan dengan seksama bahan harus menjadi konstruksi yang stabil (bebas penurunan) dan kedua, bahan tidak boleh mudah rusak akibat cuaca.

Persyaratan pertama menjadikan gambut (peat) atau lempung organik tidak dapat digunakan sebagai bahan timbunan. Pedoman kasar yang biasanya dijadikan dasar untuk memilih bahan timbunan adalah kepadatan kering maksimumnya (sebagaimana yang diuji menurut metoda pemadatan standar) serta kepekaannya akibat lingkungan (terutama air dan panas).

Pada pekerjaan timbunan, pemadatan merupakan aspek yang sangat penting, karena kepadatan yang memadai akan mengurangi penurunan, meningkatkan

stabilitas lereng serta mengurangi kecenderungan menyerap air. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi pemadatan telah berkembang pesat.

3.4. Macam- Macam Timbunan

Timbunan dibagi 2 macam sesuai dengan maksud penggunaannya yaitu:

1. Timbunan biasa, adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir subgrade yang disyaratkan dalam gambar perencanaan tanpa maksud khusus lainnya. Timbunan biasa ini juga digunakan untuk penggantian material existing subgrade yang tidak memenuhi syarat. Bahan timbunan biasa harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:
 - a. Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan biasa harus terdiri dari tanah yang disetujui oleh Pengawas yang memenuhi syarat untuk digunakan dalam pekerjaan permanen.
 - b. Bahan yang dipilih tidak termasuk tanah yang plastisitasnya tinggi, yang diklasifikasi sebagai A-7-6 dari persyaratan AASHTO M 145 atau sebagai CH dalam sistim klasifikasi “Unified atau Casagrande”. Sebagai tambahan, urugan ini harus memiliki CBR yang tak kurang dari 6 %, bila diuji dengan AASHTO T 193.
 - c. Tanah yang pengembangannya tinggi yang memiliki nilai aktif lebih besar dari 1,25 bila diuji dengan AASHTO T 258, tidak boleh digunakan sebagai bahan timbunan. Nilai aktif diukur sebagai perbandingan antara Indeks Plastisitas (PI) – (AASHTO T 90) dan presentase ukuran lempung (AASHTO T 88).
2. Timbunan pilihan, adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir subgrade yang disyaratkan dalam gambar perencanaan dengan maksud khusus lainnya, misalnya untuk mengurangi tebal lapisan pondasi bawah, untuk memperkecil gaya lateral tekanan tanah dibelakang dinding penahan tanah talud jalan. Bahan timbunan pilihan harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

- a. Timbunan hanya boleh diklasifikasikan sebagai “Timbunan Pilihan” bila digunakan pada lokasi atau untuk maksud yang telah ditentukan atau disetujui secara tertulis oleh Pengawas.
- b. Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan harus terdiri dari bahan tanah berpasir (sandy clay) atau padas yang memenuhi persyaratan dan sebagai tambahan harus memiliki sifat tertentu tergantung dari maksud penggunaannya. Dalam segala hal, seluruh urugan pilihan harus memiliki CBR paling sedikit 10 %, bila diuji sesuai dengan AASHTO T 193.

3.5. Mortar

Mortar (sering disebut juga mortel atau spesi) adalah bahan bangunan terdiri dari agregat halus, bahan perekat serta air, dan diaduk sampai homogen. Adukan mortar dibuat kekecekannya cukup baik sehingga mudah dikerjakan (diaduk, dibawa ke tempat pembuatan dengan “uji sebar” dengan alat berupa “meja sebar”. Mortar sebagai bahan bangunan, biasa diukur sifat-sifatnya, misalnya kuat tekan, berat jenis, kuat tarik, daya serap air, kuat rekat dengan bata merah, susutan, dan sebagainya. (Tjokrodimuljo, 2012)

Fungsi utama mortar adalah menambah lekatan dan ketahanan ikatan dengan bagian-bagian penyusun suatu konstruksi. Kekuatan mortar tergantung pada kohesi pasta semen terhadap partikel agregat halusnya. Mortar mempunyai nilai penyusutan yang relatif kecil. Mortar harus tahan terhadap penyerapan air serta kekuatan gesernya dapat memikul gaya-gaya yang bekerja pada mortar tersebut. Jika penyerapan air pada mortar terlalu besar/cepat, maka mortar akan mengeras dengan cepat dan kehilangan ikatan adhesinya.

3.6. Jenis Mortar

Mortar terbagi berdasarkan jenis bahan ikatnya menjadi empat jenis, yaitu mortar lumpur, mortar kapur, mortar semen dan mortar khusus. (Tjokrodimuljo,2012), lebih jelasnya sebagai berikut:

1. Mortar Lumpur

Mortar lumpur dibuat dari campuran air, tanah liat/lumpur, dan agregat halus. Perbandingan campuran bahan-bahan tersebut harus tepat untuk memperoleh adukan yang kelecakannya baik dan mendapatkan mortar (setelah keras) yang baik pula. Terlalu sedikit pasir menghasilkan mortar yang retak-retak setelah mengeras sebagai akibat besarnya susutan pengeringan. Terlalu banyak pasir menyebabkan adukan kurang dapat melekat dengan baik. Mortar lumpur ini dipakai untuk bahan dinding tembok atau bahan tungku api di pedesaan

2. Mortar kapur

Mortar kapur dibuat dari campuran pasir, kapur, semen merah dan air. Kapur dan pasir mula-mula dicampur dalam keadaan kering kemudian ditambahkan air. Air diberikan secukupnya untuk memperoleh adukan dengan kelecakan yang baik. Selama proses pelekatan kapur mengalami susutan sehingga jumlah pasir yang umum digunakan adalah tiga kali volume kapur. Mortar ini biasa dipakai untuk perekat bata merah pada dinding tembok bata, atau perekat antar batu pada pasangan batu.

3. Mortar Semen

Mortar semen dibuat dari campuran air, semen Portland, dan agregat halus dalam perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen dan volume agregat halus berkisar antara 1 : 2 dan 1 : 8. Mortar ini lebih besar daripada mortar lumpur atau mortar kapur, oleh karena itu biasa dipakai untuk tembok, pilar, kolom, atau bagian bangunan lain yang menahan beban. Karena mortar semen ini lebih rapat air (dibandingkan dengan mortar lain sebelumnya) maka juga dipakai untuk bagian luar bangunan dan atau bagian bangunan yang berada dibawah tanah (terkena air).

4. Mortar Khusus

Mortar khusus ini dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar 1.2) dan 1.3) di atas dengan tujuan tertentu. Mortar ringan diperoleh dengan menambahkan *asbestos fibres*, *jutes fibres* (serat

alami), butir – butir kayu, serbuk gergaji kayu, serbuk kaca dan lain sebagainya. 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.

3.7. Mortar Busa

Bahan timbunan ringan yang dimaksud adalah “*foamed embankment mortar*” disebut juga sebagai “*high grade soil*” karena mempunyai beberapa keunggulan dan kegunaan secara optimal, sebagai berikut (Febrijanto,2008):

1. Beratnya ringan dan kekuatan cukup tinggi untuk *subgrade* dan pondasi perkerasan jalan, berat isi dan kuat tekan tanah campuran ini dapat direncanakan sesuai keinginan sehingga dapat mengurangi tekanan lateral tanah pada suatu struktur bangunan abutment pondasi jembatan atau mengurangi berat timbunan.
2. Karena berupa campuran “*foamed embankment*”, maka memiliki perilaku tahan terhadap perubahan karakteristik propertis akibat *phisical* atau *chemical process* selama masa konstruksi pelaksanaannya dan memiliki daya dukung kekuatan selama masa konstruksi pelaksanaannya dan memiliki daya dukung kekuatan yang cukup memadai sebagai pondasi perkerasan jalan.

Kriteria material ringan mortar busa (*foamed mortar*) adalah sebagai berikut:

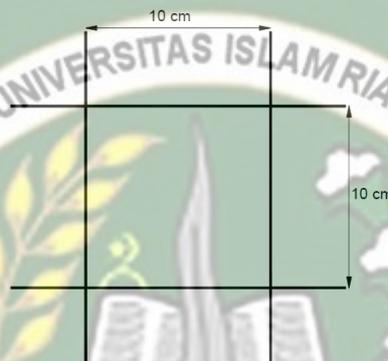
1. Densitas 0,6-0,8 t/m³,
2. Nilai *flow* 180 ± 20 mm,
3. Kuat tekan 800-2000 kN/m²

Mempunyai kemudahan pelaksanaan, yaitu dapat disemprotkan dan memadat sendiri.

Teknologi mortar busa yang dibahas adalah menggunakan metode campuran rasiotertentu antara semen, *foam* dengan bahan tanah/pasir. Material yang digunakan dapat merupakan material setempat atau material yang diperoleh dari lokasi lain seperti pasir. Dengan menambahkan *foam* pada campuran mortar,

maka material campuran akan mengembang hingga sampai 4 (empat) kali volume awal. Sehingga kebutuhan material dapat dikurangi bila dibandingkan dengan material tanpa campuran *foam* (Handayani,2007)

Untuk penggunaan mortar busa pada timbunan yang memiliki banyak lapisan, maka digunakan anyaman baja (*wire mesh*) untuk mengurangi bidang longsor. Ukuran anyaman baja dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Ukuran Pemasangan Anyaman Baja (Iqbal, 2012)

Pada timbunan yang menggunakan mortar busa, lebar dan panjang anyaman baja harus diatur sedemikian rupa sehingga pada saat dipasang, anyaman baja tersebut tepat pada posisi nya dan tidak bergeser. Apabila mortar busa dilakukan dengan dua kali pengecoran, maka permukaan lapisan pertama harus rata dan terletak pada kedalaman tidak kurang dari 5 cm dibawah permukaan akhir mortar busa. Anyaman diletakkan diatas lapis pertama pengecoran.

Penghamparan lapisan pertama harus mencakup seluruh lebar pengecoran dengan panjang yang cukup untuk memungkinkan agar anyaman dapat digelar pada posisi akhir tanpa kelebihan anyaman. Untuk mencegah anyaman bergeser maka lembar anyaman yang berdampingan harus diikat kuat. Pengecoran lapisan selanjutnya, campuran dituang diatas anyaman baja. Untuk jangka waktu tertentu permukaan lapisan pertama tidak boleh dibiarkan terbuka lebih dari 30 menit.

3.8. Material Pembentuk Mortar Busa

Bahan- bahan yang digunakan untuk campuran material ringan untuk konstruksi timbunan jalan adalah sebagai berikut:

3.8.1. Semen

Spesifikasi semen yang digunakan adalah: SNI 15-2049-2004 (Semen Portland), SNI 15-7064-2004 (Semen Portland Komposit), SNI 15-0302-2004 (Semen Portland Pozolan). Semen yang dipergunakan melalui pengujian sebagai berikut:

- a. *Specific gravity* dari semen PC.
- b. Kehalusan dari semen PC dengan mempergunakan *air permeability apparatus* (ASTM C 204 – 11. 2011).
- c. Lamanya waktu pengikatan dari semen PC dengan *vicat needle* (ASTM C 191-04, 2004).
- d. *Compressive strenght* dari mortar semen PC

Dalam hal dipergunakan semen curah dalam silo, maka pada saat akan dipergunakan dalam adukan mortar, temperatur semen tersebut tidak boleh lebih dari 70^o C.

3.8.2. Agregat

Pasir yang dimaksud adalah pasir alam (*natural sand*), seperti pasir sungai, pasir galian atau disebut sebagai pasir mortar berkualitas baik dan memenuhi persyaratan umum/ tekni serta persyaratan gradasi.

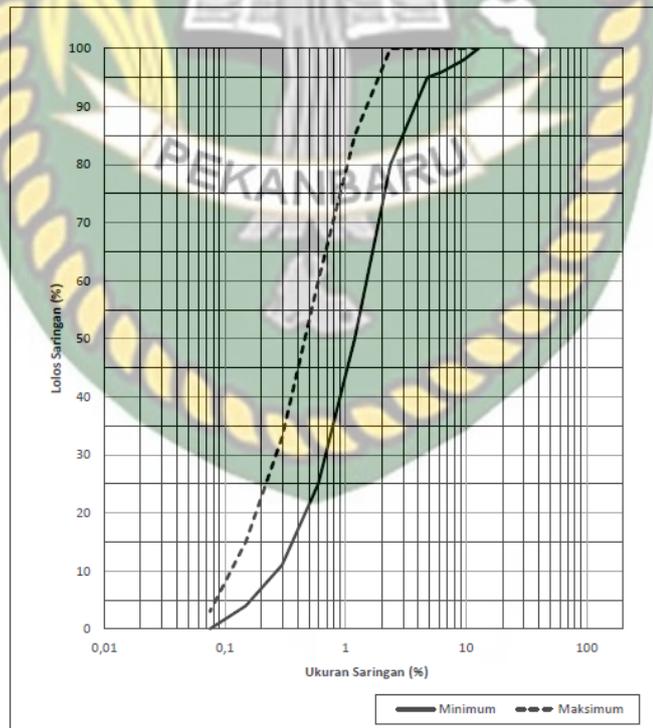
Pasir yang digunakan adalah pasir yang berkualitas baik dan memenuhi persyaratan umum/ teknis serta persyaratan gradasi ASTM C 33- 97 (1997) seperti pada tabel 3.1. pasir harus mempunyai butiran- butiran yang keras dan awet (*durable*). Pasir tidak boleh mengandung lumpur, tanah liat dan material-material gembut/ mudah hancur (*clay lumps and friable particles*) lebih dari 3% (SNI 03-6819-2002 : Spesifikasi Agregat Halus untuk Campuran Perkerasan Beraspal).

Harus bebas dari arang, benda- benda dari kayu serta kotoran- kotoran lainnya yang tidak dikehendaki. Tidak boleh mengandung terlalu banyak butir- butir yang pipih (*flat pieces*) atau berbentuk panjang (*enlongated pieces*) serta pecahan- pecahan kulit kerang. Bahan pencampur tidak diizinkan menggunakan abu batu. Pasir yang diizinkan yaitu pasir dengan ukuran maksimum 4,75 mm

lolos saringan no. 4, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.1 dan gambar 3.2.

Tabel 3.1. Persyaratan pasir (ASTM C 33-97,1997)

No.	Ukuran Saringan		% Berat Lolos Saringan	
	Nomor Saringan	Uk. Saringan (mm)	Min	Maks
1	1/2"	12,7	100	100
2	3/8"	9,51	98	100
3	1/4"	6,35	96	100
4	No. 4	4,76	95	100
5	No. 8	2,36	80	100
6	No. 16	1,19	50	85
7	No. 30	0,595	25	60
8	No. 50	0,297	11	33
9	No. 100	0,149	4	15
10	No. 200	0,075	0	3



Gambar 3.2 Grafik gradasi agregat pasir untuk mortar busa (Surat Edaran Kementerian PUPR Nomor : 44/SE/M/2015)

3.8.3. Material Agent

Cairan busa yang digunakan mengandung protein nabati atau sejenisnya yang dapat menghasilkan gelembung terpisah yang stabil sehingga dapat menghasilkan campuran material ringan yang memenuhi spesifikasi teknis. Senyawa kimia dominan yang teridentifikasi dalam cairan pembentuk *foam*, yaitu 1-Dodecanol, *Methoxyacetic acid tridecyl ester* dan 1-Tetradecanol. Cairan *foam* atam dapat disebut cairan *surfactant*, memiliki karakteristik fisik dan kimia yang hampir sama seperti air. Berat isi *foam* yang disyaratkan adalah 0,050 s/d 0,085 t/m³.

3.8.4. Air

Air untuk mencampur adonan material ringan mortar busa (*foam mortar*) harus sesuai spesifikasi SNI 03-6861-2002 (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A(Bahan Bukan Logam)). Air yang digunakan haruslah air bersih, tawar (pH air > 5,5) dan bebas dari minyak, bahan- bahan organik atau bahan- bahan / zat lainnya. Besar kandungan sulfat dan *chloride* dalam air tersebut tidak boleh melebihi batas- batas yang telah ditentukan sesuai dengan spesifikasi yang bisa merusak mutu dan kekuatan material mortar busa. Air adukan tidak boleh mengandung butir- butir zat padat lebih dari 0,20% dan tidak boleh mengandung larutan garam 1,5%.

3.9. Pengujian Material

Pengujian material ini mencakup jumlah serta jenis agregat yang baik yang persyaratannya sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan, sehingga hasil pengujian material ini dapat digunakan untuk kepentingan perencanaan, antara lain:

3.9.1. Analisa Saringan

Analisa saringan adalah suatu usaha untuk mendapatkan distribusi ukuran butir tanah dengan menggunakan analisis saringan (SK SNI 03-3423-1994). Analisa saringan agregat ialah penentuan persentase berat butir agregat yang lolos dari saringan agregat yang satu dengan saringan agregat yang lain, kemudian data yang dapat digambarkan pada grafik pembagian butir.

Analisa saringan ditentukan dengan menggunakan rumus yang diperoleh dari persamaan berikut:

$$\text{Persentase (\%)} \text{ tertahan} = \frac{\text{Jumlah berat tertahan}}{\text{Berat bahan kering}} \times 100 \dots\dots\dots (\text{per. 3.1})$$

$$\text{Persentase (\%)} \text{ Lolos} = 100\% - \text{Persentase (\%)} \text{ tertahan} \dots\dots\dots (\text{per. 3.2})$$



Gambar 3.3 Saringan Standar ASTM (ASTM C 33-97,1997)

3.9.2. Pemeriksaan Berat Jenis

Pengujian berat jenis ini dimaksud sebagai pegangan dalam pengujian yang bertujuan untuk mencari angka berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh dan berat jenis semu serta besarnya angka penyerapan.

Perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat adalah sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis (bulk)} : \frac{Bk}{Bj - Ba} \dots\dots\dots(\text{per. 3.3})$$

$$\text{Berat jenis permukaan jenuh} : \frac{Bj}{Bj - Ba} \dots\dots\dots(\text{per. 3.4})$$

$$\text{Berat jenis Semu (apparent)} : \frac{Bk}{Bj - Ba} \dots\dots\dots(\text{per. 3.5})$$

$$\text{Penyerapan (absorption)} : \frac{B_j - B_k \times 100}{B_k} \dots\dots\dots(\text{per. 3.6})$$

Dimana :

B_j = Berat benda uji kering oven (gr)

B_k = Berat benda uji kering permukaan (gr)

B_a = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gr)

3.9.3. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur ini bertujuan untuk memperoleh persentase jumlah bahan dalam agregat melalui saringan 200 (0,075 mm). jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan 200 adalah bahan yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) sesudah agregat dicuci sampai air cucian tidak keruh lagi.

$$\text{Persentase kadar lumpur} = \frac{B_k \text{ sebelum} - B_k \text{ sesudah}}{B_k \text{ sebelum}} \times 100\% \dots(\text{per. 3.7})$$

Dimana :

B_k sebelum = Berat benda uji kering sebelum dicuci (gr)

B_k sesudah = Berat benda uji kering sesudah dicuci (gr)

3.9.4. Pemeriksaan Kadar Air Agregat

pemeriksaan kadar air bertujuan untuk menentukan kadar air agregat dengan cara mengeringkan didalam oven selama 24 jam.

1. Peralatan yang digunakan sebagai berikut :
 - a. Timbangan
 - b. Cawan
 - c. Oven
2. Langkah kerja sebagai berikut :
 - a. Timbang berat cawan.
 - b. Masukkan benda uji basah kedalam cawan dan timbang.
 - c. Hitung berat benda uji dengan cawan.
 - d. Keringkan benda uji beserta cawan selama 24 jam.
 - e. Setelah benda uji kering, dinginkan dan timbang kembali.

- f. Berat benda uji sebelum dioven dikurangi dengan berat benda uji setelah dioven, didapat berat air (W1).
- g. Berat benda uji setelah dioven, dikurangi berat cawan, didapatkan berat benda ujin tanpa cawan (W2).
- h. Hitung persentase kadar air dengan rumus :

$$\frac{W1}{(W2)} \times 100\% \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana :

W1: Berat air (gr)

W2: Berat agregat kering (gr)

3.10. Perancangan Campuran Mortar Busa

Teknologi timbunan mortar busa yang dibahas adalah menggunakan metode campuran rasio tertentu antara semen, *foam*, air, dan pasir. Material yang digunakan dapat berupa material setempat atau material yang diperoleh dari lokasi lain. Dengan penambahan *foam* pada campuran mortar, maka campuran akan mengembang sampai dengan 4 (empat) kali volume awal sehingga kebutuhan material dapat dikurangi bila dibandingkan dengan material tanpa campuran *foam*. Metode ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai berat isi dan kekuatan dapat direncanakan sesuai kebutuhan.

Pembuatan rancangan campuran diperoleh berdasarkan perhitungan rancangan dan percobaan dilaboratorium untuk mendapatkan komposisi material campuran timbunan mortar busa sesuai target yang diinginkan. Langkah- langkah pembuatan *mix design* adalah dengan cara coba- coba komposisi material hingga mencapai kriteria yang disyaratkan. Adapun kriteria yang diisyaratkan untuk material ringan mortar busa dapat dilihat pada tabel 3.2 dan tabel 3.3:

Tabel 3.2 Kekuatan Tekan Minimum Mortar Busa Lapis Pondasi Atas (Surat Edaran PUPR No. 44/SE/M/2015)

Umur (Hari)	Kuat Tekan Minimum (UCS) (kPa)	Maks. Berat Isi (Densitas) (t/m ³)

7	1900	0,8
14	2000	0,8

Tabel 3.3 Kekuatan Tekan Minimum Mortar Busa Lapis Pondasi Bawah (Surat Edaran PUPR No. 44/SE/M/2015)

Umur (Hari)	Kuat Tekan Minimum (UCS) (kPa)	Maks. Berat Isi (Densitas) (t/m ³)
7	750	0,8
14	800	0,8

Untuk menentukan proporsi campuran mortar busa per meter kubik hal pertama yang harus dilakukan adalah, menentukan berat semen yang digunakan dan menentukan faktor air semen yang akan digunakan pada proses pembuatan mortar busa. Hal ini bisa dilakukan dengan cara coba- coba (*trial mix*). Berat semen yang syaratkan adalah 250 kg sampai dengan 300 kg, dan berat air maksimum sebesar 50% dari jumlah semen.

Setelah menentukan berat semen dan berat air yang akan digunakan dalam pencampuran mortar busa, hal selanjutnya adalah menentukan proporsi air dan semen untuk kebutuhan per meter kubik, dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\text{Semen} = \frac{\text{Berat Semen (kg)}}{\text{Berat Jenis Semen}} \dots\dots\dots(\text{per.3.9})$$

$$\text{Air} = \frac{\text{Berat Air (kg)}}{\text{Berat Jenis Air}} \dots\dots\dots(\text{per. 3.10})$$

$$\text{Volume campuran semen + air} = [\text{jumlah semen + air}] \text{ m}^3 \dots\dots\dots(\text{per.3.11})$$

$$\text{Volume campuran Pasir + Foam} = [1 - (\text{jumlah semen+ air})] \text{ m}^3 \dots\dots(\text{per.3.12})$$

Untuk menentukan berat pasir dan *foam* yang akan digunakan dengan persamaan berikut:

$$\text{Berat pasir} = \frac{\text{persentase pasir (coba- coba)} \times \text{vol. Campuran pasir dan foam} \times \text{Berat jenis pasir}}{\dots\dots\dots} \dots\dots(\text{per.3.13})$$

$$\text{Berat foam} = \frac{(100\% - \text{persentase pasir (coba- coba)}) \times \text{vol. Campuran pasir dan Foam} \times \text{berat isi foam}}{\dots\dots\dots} \dots\dots(\text{per.3.14})$$

3.11. Pengujian Mortar Busa

Pengujian timbunan ringan dengan mortar busa adalah sebagai berikut:

1. Permukaan timbunan menggunakan mortar busa harus diperiksa dengan mistar lurus sepanjang 3 meter, harus dilaksanakan tegak lurus dan sejajar.
2. Pengujian untuk pemeriksaan toleransi kerataan yang diisyaratkan harus mulai dilaksanakan segera setelah penghamparan dan perataan, penyimpangan yang terjadi harus diperbaiki dengan membuang atau menambahkan bahan sebagaimana diperlukan.

a) Ketentuan Berat Isi, UCS dan *Flow*

Berat isi dan kekuatan tekan bebas timbunan menggunakan mortar busa dan *flow* harus sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan.

b) Jumlah Pengambilan Benda Uji

Pengambilan benda uji pada umumnya dilakukan di unit produksi mortar busa dengan frekuensi pengujian setiap pengecoran 10 m³ adukan harus diambil benda uji silinder secara uji petik (*random sampling*) untuk setiap minimum 3 kali pengujian dan setidaknya setiap satu hari sekali mewakili untuk pengecoran hari itu, juga untuk minimum 3 (tiga) kali pengujian.

3. Untuk menguji kekuatan tekan mortar busa dengan uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*) mengikuti SNI 3638:2012 (Metode Uji Kuat Tekan Bebas Tanah Kohesif). Pada saat awal- awal pengecoran, harus mengambil minimal sebanyak 20 (dua puluh buah benda uji silinder yang masing- masing dites pada umur 7 hari dan 14 hari.
4. Dari hasil pengetesan benda uji tersebut diatas, maka harus dipakai sebagai dasar untuk mempertimbangkan apakah perlu diadakan perubahan dalam campuran (*mix design*) dan cara pelaksanaannya.
5. Benda- benda uji tersebut harus dibuat/ disiapkan menurut cara standar tentang pembuatan dan perawatan benda uji di laboratorium.
6. Pengujian dilaksanakan setelah benda uji mencapai umur tertentu dan setiap pengujian harus terdiri dari 3 (tiga) buah benda uji jadi setiap rangkaian pengujian, masing- masing 3 (tiga) benda uji.

3.12. Pengujian Berat Isi dan *Flow* Mortar Busa

Pengujian berat isi material campuran yang telah tercampur dengan busa dilakukan setelah proses pencampuran. Pengujian nilai *flow* material mortar busa dilakukan dalam kondisi segar. Bahan tersebut dituangkan ke dalam *flow cone* hingga batas atasnya, kemudian *flow cone* diangkat perlahan hingga sampel mengalir dan menyebar, lalu hitung diameternya. Diameter hasil *flow* 180 mm \pm 20 mm. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pengujian *flow* (Dokumentasi Penulis)

3.13. Uji Kuat Tekan Bebas

Uji kuat tekan bebas ini terutama dimaksudkan untuk mendapatkan dengan cepat kuat tekan bebas tanah berkohesi sehingga dapat dilakukan pengujian tanpa tahanan keliling (SNI 3638:2012 : Metode Uji Kuat Tekan Bebas Tanah Kohesif).

Adapun perhitungan yang dilakukan pada pengujian kuat tekan bebas (UCS) dapat menggunakan persamaan- persamaan berikut:

1. Hitung regangan aksial (ϵ_1), sampai 0,1% terdekat, sesuai dengan beban yang diberikan sebagai berikut:

$$\epsilon_1 = \frac{\Delta H}{H_0} \times 100 \dots\dots\dots (\text{per. 3.15})$$

Dimana:

ϵ_1 adalah regangan aksial, dinyatakan dalam %.

ΔH adalah perubahan tinggi benda uji sesuai bacaan pada arloji ukur deformasi, dinyatakan dalam mm.

H_0 adalah tinggi benda uji semula, dinyatakan dalam mm.

2. Luas penampang rata- rata atau luas terkoreksi (A_c) dihitung sesuai dengan beban yang diberikan, sebagai berikut:

$$A_c = \frac{A_0 \times 10^{-6}}{(1 - \epsilon_1)} \dots\dots\dots (\text{per. 3.16})$$

Dimana:

A_c adalah luas penampang rata- rata atau luas terkoreksi, dinyatakan dalam m^2

A_0 adalah luas penampang rata- rata benda uji semula, dinyatakan dalam satuan mm^2

ϵ_1 adalah regangan aksial untuk beban yang diberikan, dinyatakan Dalam bilangan desimal

3. Hitung tegangan tekan (σ_c), sampai 1 kN/m^2 (1 kPa) terdekat, sesuai dengan beban yang diberikan sebagai berikut:

$$\sigma_c = \frac{P}{A_c} \dots\dots\dots (\text{per. 3.17})$$

Dimana:

σ_c adalah tegangan tekan, dinyatakan dalam kN/m^2

P adalah beban yang diberikan, dinyatakan dalam kN

A_c adalah luas penampang rata- rata atau luas terkoreksi sesuai dengan beban yang diberikan, dinyatakan dalam m^2

3.14. Perhitungan Angka Pori

Perhitungan angka pori dapat dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan sebagai berikut:

a. Kadar Air

Kadar air (w) merupakan perbandingan antara berat air (W_w) dengan berat butiran (W_s) dalam tanah tersebut, dinyatakan dalam persen. Kadar air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \dots\dots\dots(\text{Per. 3.18})$$

Dimana:

W = Kadar Air (%)

W_w = Berat Air (gr)

W_s = Berat Benda Uji Kering (gr)

b. Porositas

Porositas (n) adalah perbandingan antara volume rongga (V_v) dengan volume total (V). dapat digunakan dalam bentuk persen maupun desimal. Porositas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$n = \frac{V_v}{V} \dots\dots\dots(\text{Per. 3.19})$$

Dimana :

n = Porositas

V_v = Volume Rongga

V = Volume Total

c. Angka Pori (e)

Angka pori (e) didefinisikan sebagai perbandingan antara volume pori (V_v) dengan volume butiran padat (V_s). Angka pori dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

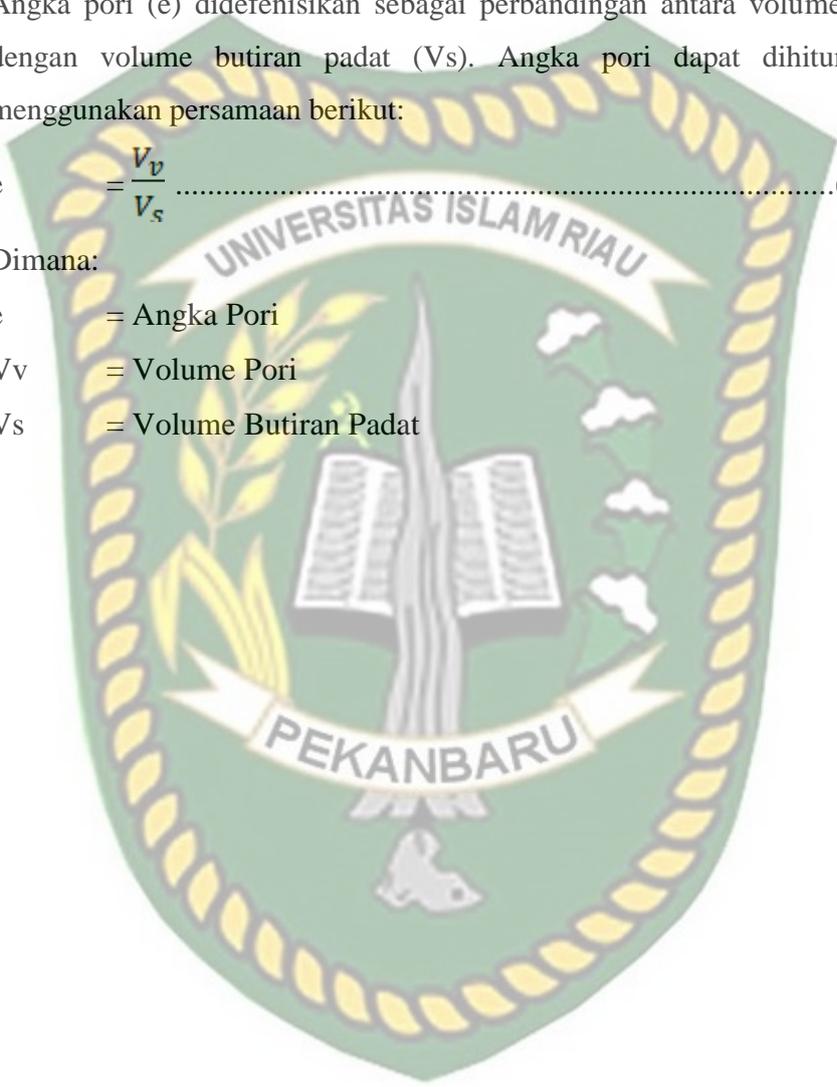
$$e = \frac{V_v}{V_s} \dots\dots\dots(\text{Per. 3.20})$$

Dimana:

e = Angka Pori

V_v = Volume Pori

V_s = Volume Butiran Padat



BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Proyek Pembangunan *Fly Over* SKA dan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Riau. Untuk pemeriksaan material dan pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Riau, sedangkan untuk pembuatan sampel dilakukan di Proyek Pembangunan *Fly Over* SKA.

4.2. Bahan Penelitian

Bahan- bahan yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen
Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen dari PT. Semen Padang (OPC).
2. Air
Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dari sumur bor pada proyek pembangunan *fly over* SKA Pekanbaru.
3. Pasir
Pasir yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir sungai dari Bangkinang, pasir laut dari Rupert, dan pasir darat dari Kulim.
4. *Foam Agent*
Foam agent yang digunakan pada penelitian ini adalah *foam agent* dari PT. Samacon dapat dilihat seperti gambar 4.1, yang nanti nya akan di campur air, dengan perbandingan 1 : 25. Kemudian campuran *foam agent* dengan air tersebut diberi tekanan hingga mendapat kan berat isi rencana, dalam penelitian ini berat isi rencana *foam* (busa) adalah 0,080 t/m³. Berat isi rencana *foam* ini mengikuti berat isi rencana yang digunakan pada *Job Mix Formula* proyek pembangunan *fly over* SKA Pekanbaru.



Gambar 4.1 *Foam Agent* (Dokumentasi Penulis)

4.3. Peralatan Penelitian

Sebagai prasyarat dan prosedur penelitian diperlukan teknik pengumpulan data. Hal itu dimaksudkan supaya data yang didapat akurat. Dalam pengumpulan data diperlukan juga instrumen atau alat yang dapat digunakan sebagai pengumpul data yang *valid*. Peralatan yang digunakan sebagai berikut:

1. Cawan

Alat ini digunakan sebagai tempat untuk menempatkan benda uji sebelum melakukan pengujian selanjutnya. Cawan tersebut terbuat dari aluminium yang tahan panas sehingga tidak akan mempengaruhi keadaan benda uji tersebut, ukurannya berbeda-beda dari yang kecil sampai dengan yang besar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Cawan (Dokumentasi Penulis)

2. Oven

Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi sampai ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Oven (Dokumentasi Penulis)

3. Palu

Palu terbuat dari besi dengan tangkai kayu. untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Palu (Dokumentasi Penulis)

4. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur nilai *flow* dari mortar busa. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Meteran (Dokumentasi Penulis)

5. Saringan

Saringan digunakan untuk mengayak agregat halus agar mendapatkan analisa saringan. Ukuran saringan yang digunakan dalam penelitian ini

adalah 1/2" (12,7 mm), 3/8" (9,51 mm), 1/4" (6,35 mm), No.4 (4,76 mm), No.8 (2,36 mm), No. 16 (1,19), No. 30 (0,595 mm), No.50 (0,297 mm), No.100 (0,149 mm), No.200 (0,075 mm). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Saringan (Dokumentasi Penulis)

6. Timbangan

Timbangan harus mempunyai ketelitian 0,3% dari berat yang ditimbang atau 0,1% dari kapasitas maksimum timbangan. Timbangan yang digunakan dalam pengujian ini terdiri dari :

- a. Timbangan dengan kapasitas 20 kg
- b. Timbangan dengan kapasitas 3 kg

Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Timbangan (Dokumentasi Penulis)

7. *Picnometer*

Picnometer terbuat dari kaca yang mempunyai skala penunjuk yang nantinya digunakan sebagai alat ukuran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Picnometer* (Dokumentasi Penulis)

8. Kerucut Terpancung

Kerucut terpancung digunakan saat pengujian berat jenis agregat halus, yaitu untuk memeriksa keadaan kering permukaan jenuh agregat halus. Terbuat dari baja dengan diameter atas 35 mm dan bawah 80 mm, tinggi 70 mm dan tebal 1 mm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Kerucut Terpancung (Dokumentasi Penulis)

9. *Ring Flow*

Ring flow digunakan pada pengujian daya alir (*flowability*). Terbuat dari baja dengan diameter 80 mm dan tinggi 80 mm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 *Ring Flow* (Dokumentasi Penulis)

10. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan pada pengujian berat isi mortar busa. Gelas ukur yang digunakan adalah gelas ukur dengan kapasitas 1 liter. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Gelas Ukur (Dokumentasi Penulis)

11. Mesin Pengaduk Beton (Molen)

Mesin ini berfungsi untuk mengaduk bahan pembuat mortar busa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Mesin Pengaduk Beton (Molen) (Dokumentasi Penulis)

12. Cetakan Mortar Busa

Cetakan mortar busa terbuat dari baja. Dalam penelitian ini cetakan yang digunakan adalah cetakan silinder dengan tinggi 200 mm dan diameter 100 mm yang berfungsi untuk mencetak mortar busa setelah pengadukan material selesai. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Cetakan Mortar Busa (Dokumentasi Penulis)

13. Foam Generator Set

Foam generator Set adalah alat yang digunakan sebagai pembangkit busa. Terdiri dari *Foam Generator* dan kompresor. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4.14



Gambar 4.14 *Foam Generator Set* (Dokumentasi Penulis)

4.4. Tahapan Penelitian

1. Persiapan

Dalam melaksanakan penelitian perlu dilakukan persiapan diantaranya perizinan pemakaian laboratorium, perizinan untuk melakukan penelitian pada proyek *fly over* SKA, pengumpulan bahan/mengambil sample material, persiapan alat penelitian dan persiapan blanko isian data.

2. Pemeriksaan Agregat

Adapun pengujian material terdiri dari analisa saringan, berat jenis dan penyerapan agregat, kadar air dan kadar lumpur agregat.

3. Perencanaan Campuran

Adapun metode yang dilakukan dalam perencanaan rancangan campuran mortar busa (*Mix Design*) ini berdasarkan Metode Coba (*Trial Mix*) dengan memperhitungkan jumlah material yang dibutuhkan dalam merencanakan campuran mortar busa yang kita inginkan. Namun untuk berat isi foam dan jumlah semen yang digunakan mengacu pada *job mix formula* yang digunakan pada proyek pembangunan *fly over* SKA.

4. Pemeriksaan Berat Isi *Foam*

Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah berat isi *foam* yang akan digunakan telah sesuai target yang diinginkan. Pemeriksaan berat isi dilakukan dengan cara mengatur tekanan angin pada *foam generator set* kemudian *foam* yang dituang pada gelas ukur kapasitas 1 liter ditimbang, lalu hasil timbangan tersebut dikurangi berat gelas ukur kemudian dibagi dengan volume gelas ukur.

5. Pembuatan Mortar

Pencampuran semen dan pasir dilakukan selama ± 2 menit menggunakan mesin pengaduk beton (molen), setelah ± 2 menit masukkan air kedalam molen kemudian diaduk lagi ± 2 menit.

6. Pencampuran Mortar dengan *Foam*

Masukkan *foam* kedalam campuran mortar, lalu diaduk ± 2 menit. Campuran mortar dan busa harus dipastikan tidak menggumpal dan homogen.

7. Pemeriksaan Berat Isi Mortar Busa

Pemeriksaan berat isi (densitas) mortar busa dilakukan untuk mengetahui apakah berat isi mortar busa tersebut telah sesuai dengan berat isi yang direncanakan. Pemeriksaan berat isi mortar dilakukan dengan cara menuangkan mortar busa segar kedalam gelas ukur kapasitas 1 liter. Kemudian ditimbang, hasil timbangan dikurangi berat gelas ukur lalu dibagi dengan volume gelas ukur.

8. Pemeriksaan *Flow*

Pemeriksaan *flow* dilakukan untuk mengetahui apakah daya alir (*flowability*) mortar busa sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, yaitu $18 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$. Pemeriksaan *flow* dilakukan dengan cara meletakkan *ring flow* diatas plat kaca datar, kemudian mortar busa

segar dimasukkan kedalam *ring flow* tersebut, selanjutnya ring flow diangkat perlahan. Kemudian ukur lebar aliran mortar busa yang ada diatas plat kaca tersebut.

9. Pembuatan Benda Uji

Benda uji mortar busa dibuat dengan menggunakan silinder berukuran 10 cm x 20 cm.

10. Uji Kuat Tekan Bebas

Uji kuat tekan bebas dilakukan untuk mengetahui apakah mortar busa yang dibuat telah mencapai kekuatan yang direncanakan yaitu 750 kPa untuk umur 7 hari dan 800 kPa untuk umur 14 hari. sebelum uji kuat tekan bebas dilakukan benda uji ditimbang terlebih dahulu. Pada penelitian ini pengujian kuat tekan bebas dilakukan pada umur mortar busa 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. dengan banyak benda uji masing-masing 3 benda uji untuk setiap umur dan variasi.

11. Pemeriksaan Kadar Air Mortar Busa

Pemeriksaan kadar air mortar busa dilakukan dengan cara mengambil sedikit mortar busa yang telah diuji kuat tekan bebas, kemudian ditimbang berat sebelum dan sesudah di oven. Selanjutnya hasil timbangan di bandingkan dan dikali 100%. Pengujian kadar air dilakukan untuk umur 7 hari, 14 hari dan 21 hari, sesuai pengujian kuat tekan bebas.

12. Data

Data diperoleh setelah seluruh penelitian yang dilakukan di proyek pembangunan *Fly Over* SKA dan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Riau selesai dilaksanakan.

13. Hasil Data, Analisis & Pembahasan

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dan dianalisa.

14. Kesimpulan dan Saran

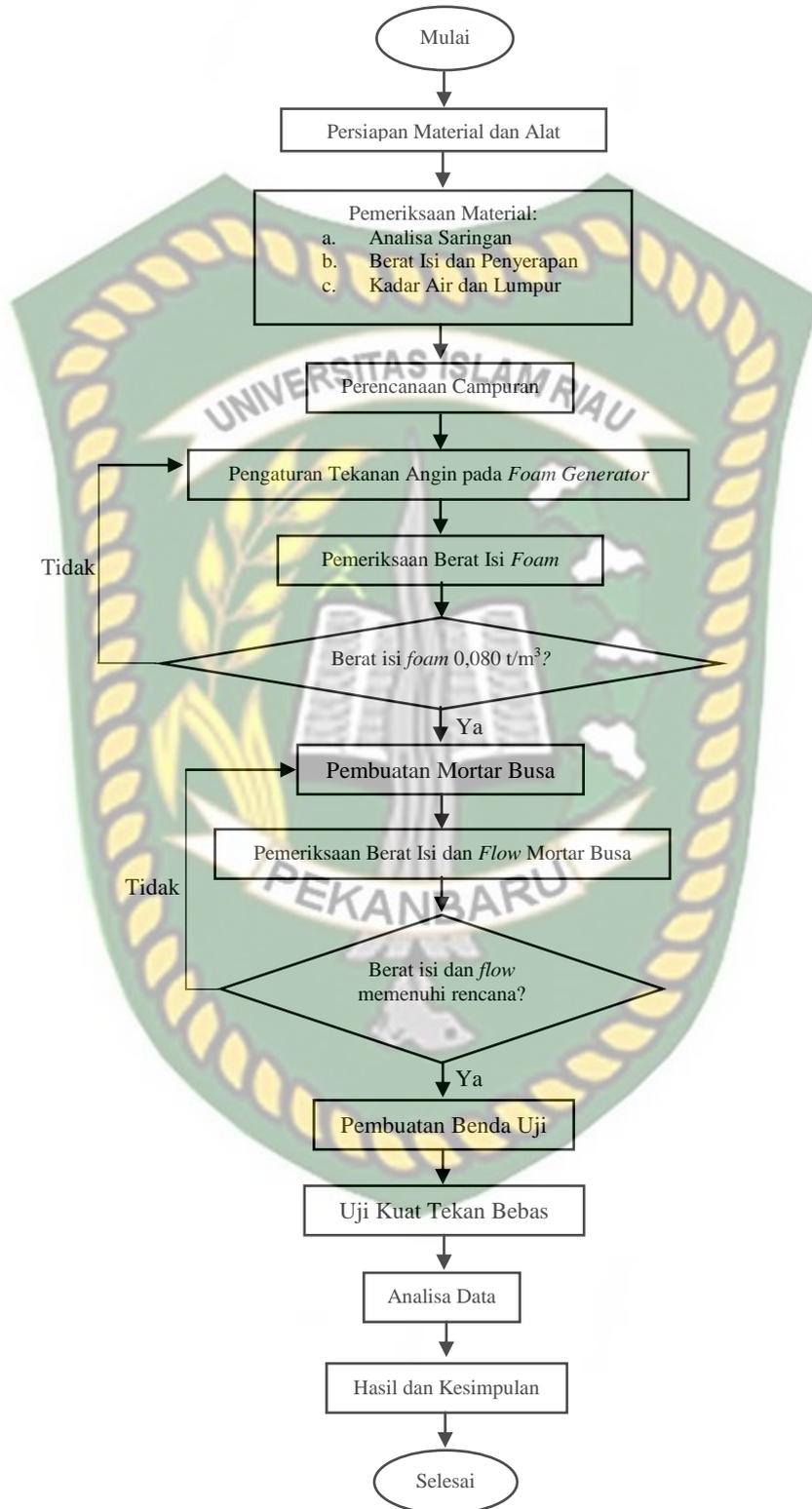
Kesimpulan dan saran bertujuan menyimpulkan apa yang telah didapat dari hasil penelitian dan saran memberi saran kepada peneliti selanjutnya dan bagi para kontruksi.

Untuk lebih jelasnya tahapan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.15 diagram alir berikut ini:



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau



Gambar 4.15 Diagram Alir Penelitian

4.5. Analisa Data

Analisa data uji kuat tekan bebas pada penelitian ini mengacu pada SNI 3638:2012. Jumlah benda uji sebanyak 81 sampel. Sampel penelitian untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Sampel Penelitian

Umur	Jenis Pasir	Persentase			Jumlah Sampel
		15%	20%	25%	
7 hari	Pasir Sungai	3	3	3	9
	Pasir Laut	3	3	3	9
	Pasir Darat	3	3	3	9
14 hari	Pasir Sungai	3	3	3	9
	Pasir Laut	3	3	3	9
	Pasir Darat	3	3	3	9
21 hari	Pasir Sungai	3	3	3	9
	Pasir Laut	3	3	3	9
	Pasir Darat	3	3	3	9
					81

Sumber: Data Penelitian

Penentuan banyaknya sampel yang harus dibuat pada penelitian ini adalah minimal 3 benda uji untuk tiap pengujian kuat tekan setiap umur sampel (Iqbal, 2012). Sehingga pada penelitian ini didapat jumlah sampel sebanyak 81. Karena terdapat 9 variasi dan 3 umur untuk pengujian sampel.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Material dan Benda Uji

Mortar busa adalah campuran antara semen, pasir, air, dan *foam agent*. Pada penelitian ini akan membahas mengenai hasil uji kuat tekan bebas mortar busa dengan berbagai jenis pasir. Adapun jenis pasir yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir sungai (Bangkinang), pasir laut (Rupat), dan pasir darat (Kulim). Untuk semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen padang OPC. Air yang digunakan adalah air sumur bor yang ada *batching plan* mortar busa proyek *Fly Over SKA*. *Foam Agent* yang digunakan pada penelitian ini adalah *foam agent* nabati dari PT. Samacon. Pada bab ini akan dibahas hasil pengujian agregat, hasil pengujian berat isi dan *flow* mortar busa, kemudian akan membahas mengenai hasil uji kuat tekan bebas (UCS) mortar busa.

5.2 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus

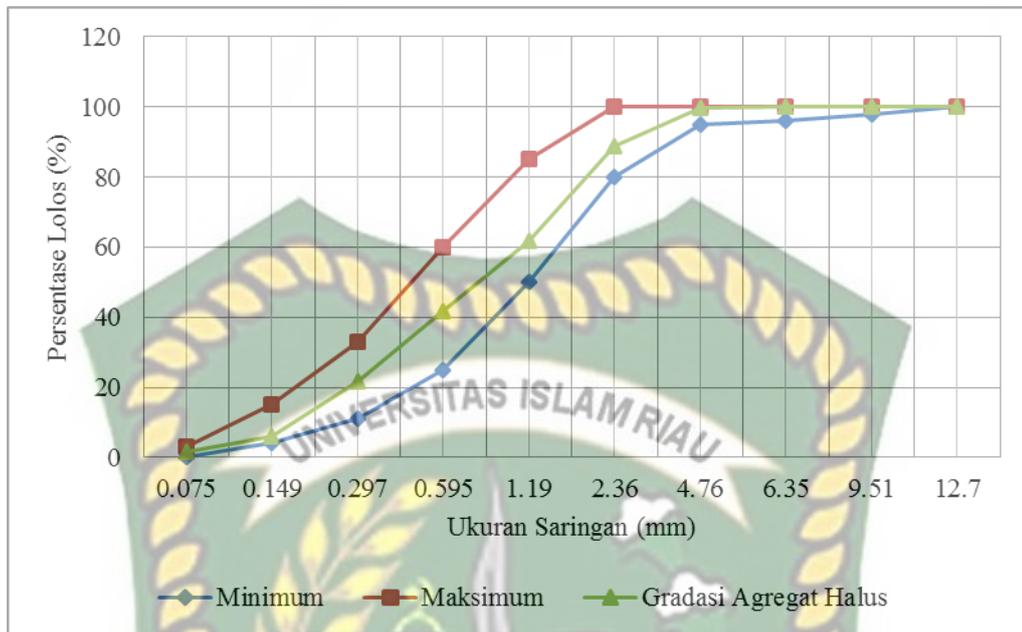
Gradasi agregat halus dinyatakan dengan nilai persentase banyaknya agregat halus yang tertinggal atau melewati suatu susunan saringan 4,8 mm. Hasil persentase lolos saringan pasir Sungai (Bangkinang) dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Presentase Lolos Agregat Halus Pasir sungai Bangkinang

Nomor Ayakan	1/2	3/8	1/4	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
Ukuran Ayakan (mm)	12,7	9,51	6,35	4,76	2,36	1,19	0,595	0,297	0,149	0,075
Lolos (%)	100	100	99,75	99,68	88,77	61,85	41,89	21,70	6,17	1,61

Sumber: Hasil analisa peneliti

Berdasarkan tabel 5.1 pemeriksaan analisa saringan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran pada agregat halus dan menentukan batas gradasi pasir sungai Bangkinang dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Grafik persentase lolos agregat halus pasir sungai Bangkinang (Hasil Analisa Peneliti)

Dari gambar 5.1 dapat dilihat bahwa pasir Sungai (Bangkinang) memenuhi spesifikasi lolos saringan minimum dan maksimum yang telah ditentukan untuk material pembentuk mortar busa sesuai Surat Edaran nomor : 44/SE/M/2015.

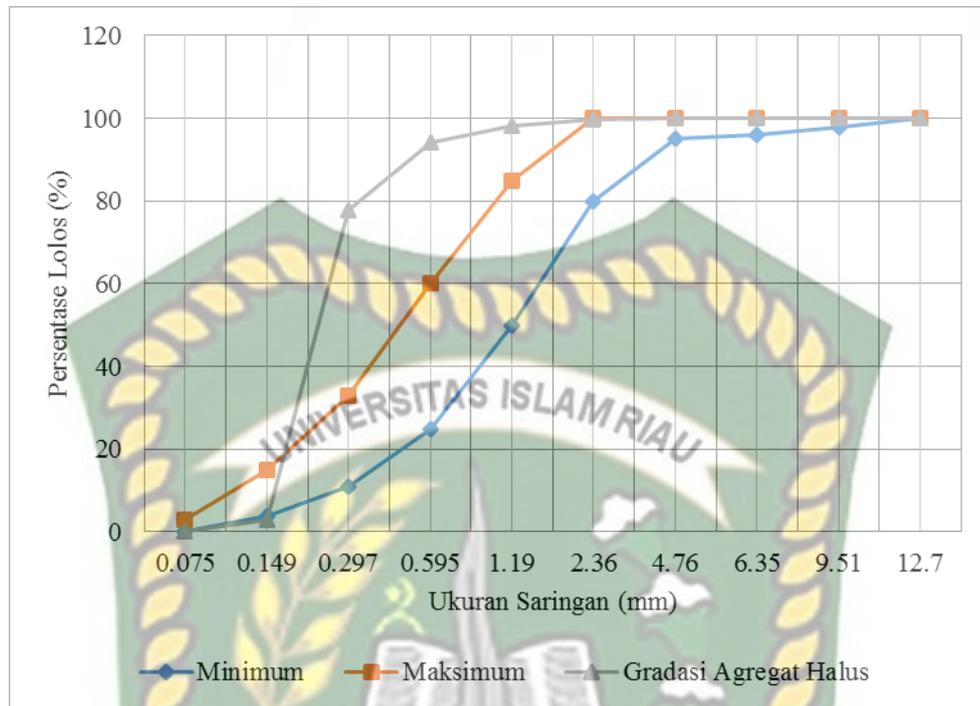
Untuk hasil pemeriksaan analisa saringan persentase lolos agregat halus pasir Laut (Rupat) dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Presentase Lolos Agregat Halus Pasir laut Rupat

Nomor Ayakan	1/2	3/8	1/4	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
Ukuran Ayakan (mm)	12,7	9,51	6,35	4,76	2,36	1,19	0,595	0,297	0,149	0,075
Lolos (%)	100	100	100	100	99,82	98,19	94,10	77,89	2,93	0,00

Sumber: Hasil analisa peneliti

Berdasarkan tabel 5.2 pemeriksaan analisa saringan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran pada agregat halus dan menentukan batas gradasi pasir laut Rupat dapat dilihat pada gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Grafik persentase lolos agregat halus pasir laut Rupas (Hasil Analisa Peneliti)

Dari gambar 5.2 dapat dilihat bahwa pasir laut (Rupas) tidak memenuhi spesifikasi lolos maksimum dan minimum yang telah ditentukan untuk material pembentuk mortar busa sesuai Surat Edaran nomor : 44/SE/M/2015. Namun hasil pemeriksaan tersebut diabaikan, karena pada penelitian ini, peneliti ingin melihat pengaruh yang ditimbulkan dari penggunaan pasir laut sebagai adukan mortar busa.

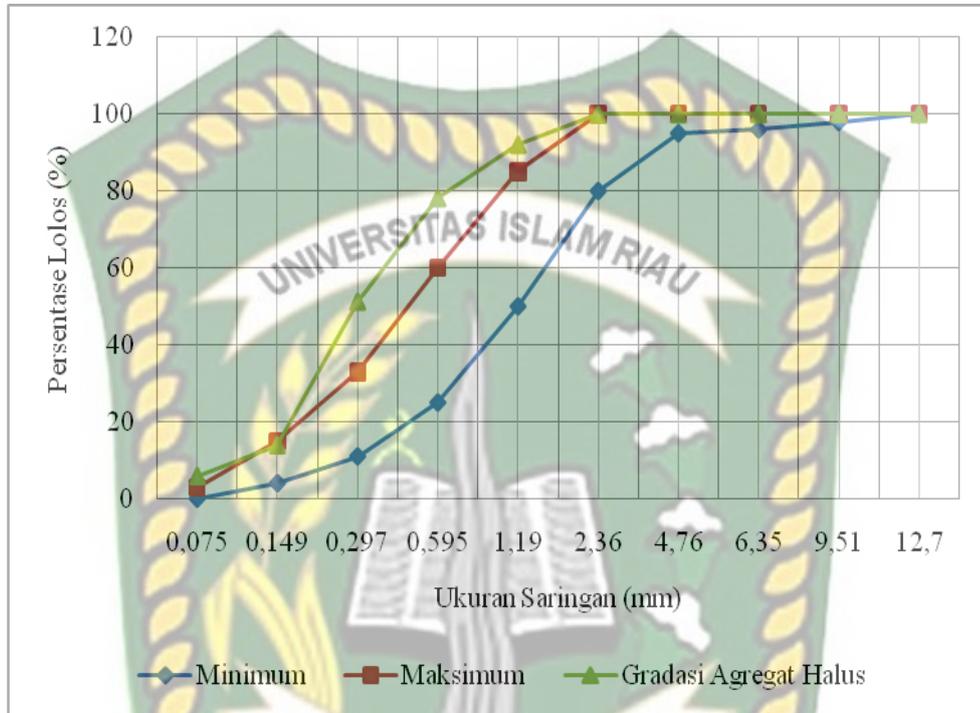
Untuk hasil pemeriksaan analisa saringan persentase lolos agregat halus pasir darat (Kulim) dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Presentase Lolos Agregat Halus Pasir darat Kulim

Nomor Ayakan	1/2	3/8	1/4	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
Ukuran Ayakan (mm)	12,7	9,51	6,35	4,76	2,36	1,19	0,595	0,297	0,149	0,075
Lolos (%)	100	100	100	100	99,87	92,00	78,10	51,16	13,83	5,76

Sumber: Hasil analisa peneliti

Berdasarkan tabel 5.3 pemeriksaan analisa saringan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran pada agregat halus dan menentukan batas gradasi pasir darat Kulim dilihat pada gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5.3 Grafik persentase lolos agregat halus pasir Darat Kulim (Hasil Analisa Peneliti)

Berdasarkan gambar 5.3 dapat diketahui bahwa pasir pasir darat Kulim tidak memenuhi spesifikasi gradasi yang telah ditentukan pada Surat Edaran nomor : 44/SE/M/2015. Namun hasil pemeriksaan tersebut diabaikan, sama hal nya dengan pasir laut karena pada penelitian ini, peneliti ingin melihat pengaruh yang ditimbulkan dari penggunaan pasir darat sebagai adukan mortar busa.

5.3 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan

Pemeriksaan berat jenis serta penyerapan air material dilakukan untuk mengetahui berat jenis kering permukaan jenuh SSD (*saturated surface dry*) serta untuk memperoleh angka berat jenis curah, dan berat jenis semu. Analisa dapat dilihat pada Lampiran A-7, hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Material

Material	Berat Jenis Semu	Berat Jenis Permukaan Jenuh	Berat Jenis	Penyerapan (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Pasir Sungai Bangkinang	2,65	2,55	2,50	2,24
Pasir Laut Rupat	2,91	2,60	2,44	6,10
Pasir Darat Kulim	2,65	2,59	2,55	1,40

Sumber: Hasil analisa peneliti

Berdasarkan tabel 5.4 dapat dilihat bahwa pasir laut rupat memiliki berat jenis permukaan lebih besar dari pasir sungai Bangkinang dan pasir darat Kulim. Pasir laut rupat memiliki berat jenis permukaan jenuh (SSD) sebesar 2,60, sedangkan nilai berat jenis terendah adalah pasir sungai bangkinang, yaitu 2,55.

5.4 Hasil Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk memperoleh persentase dari kadar air yang terkandung dalam agregat. Analisa dapat dilihat pada LampiranA-11, hasil pemeriksaan kadar air dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Material	Kadar Air (%)
(1)	(2)
Pasir Sungai Bangkinang	3,363
Pasir Laut Rupat	3,169
Pasir Darat Kulim	6,481

Sumber: Hasil Analisa Peneliti

Berdasarkan tabel 5.5 dapat dilihat bahwa pasir darat Kulim memiliki kadar air tertinggi dari pasir lainnya yaitu 6,481 %, sedangkan pasir sungai Bangkinang memiliki kadar air sebesar 3,363 % dan kadar air pasir laut rupat sebesar 3,169 %.

Sehingga pada perancangan campuran nanti nya diperlukan koreksi kadar air untuk campuran mortar busa.

5.5 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur ini menggunakan metode penjumlahan bahan dalam agregat yang lolos saringan #200 (0,075) yang dimaksudkan sebagai acuan dalam pegangan untuk melaksanakan pengujian dan untuk melakukan jumlah setelah dilakukan pencucian benda uji. Analisa dapat dilihat pada Lampiran A-10 dan hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5.6 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur

Material	Kadar Lumpur (%)
(1)	(2)
Pasir Sungai Bangkinang	2,977
Pasir Laut Rupert	0,583
Pasir Darat Kulim	5,161

Sumber: Hasil Analisa Peneliti

Berdasarkan tabel 5.6 dapat dilihat bahwa pasir darat Kulim memiliki kadar lumpur 5,161 % dimana hal ini tidak memenuhi spesifikasi material untuk campuran mortar busa yaitu 800 kPa untuk lapisan pondasi bawah, dan 2000 kPa untuk lapisan pondasi atas. Kadar lumpur yang tinggi pada agregat dapat mengurangi kuat tekan pada mortar busa. Sementara pasir sungai Bangkinang dan pasir laut Rupert masih memenuhi spesifikasi kadar lumpur yang disyaratkan yaitu tidak lebih dari 3%.

5.6 Job Mix Formula Mortar Busa

Perencanaan campuran mortar busa bertujuan untuk mengetahui proporsi campuran antara semen, pasir, busa (*foam*), dan air. Analisa dapat dilihat pada Lampiran A-12, hasil perencanaan campuran beton untuk tiap m³ sebelum koreksi

kadar air dan perencanaan campuran beton untuk 9 benda uji silinder 10 cm x 20 cm (satu kali adukan *concrete mixer*) dapat dilihat pada tabel 5.7 dan tabel 5.8:

Tabel 5.7 Proporsi campuran mortar busa untuk tiap m³ sebelum koreksi kadar air SSD (*Saturated Surface Dry*)

Variasi	Proporsi Campuran Material Per- m ³			
	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)	Foam (kg)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Pasir Sungai 15%	320	144	288,56	51,30
Pasir Laut 15%	320	144	294,22	51,30
Pasir Darat 15%	320	144	293,09	51,30
Pasir Sungai 20%	320	144	384,75	48,28
Pasir Laut 20%	320	144	392,29	48,28
Pasir Darat 20%	320	144	390,79	48,28
Pasir Sungai 25%	320	144	480,94	45,26
Pasir Laut 25%	320	144	490,37	45,26
Pasir Darat 25%	320	144	488,48	45,26

Sumber: Hasil Analisa Peneliti

Berdasarkan tabel 5.7 dapat dilihat untuk setiap persentase berat pasir laut yang digunakan lebih banyak daripada pasir lainnya, yaitu sebesar 294,22 kg/m² untuk persentase 15%, 392,29 kg/m² untuk persentase 20%, dan 490,37 kg/m² untuk persentase 25%. Sementara untuk berat pasir terendah tiap persentase adalah pasir sungai, yaitu 288,56 kg/m² untuk persentase 15%, 384,75 kg/m² untuk persentase 20%, dan 480,94 kg/m² untuk persentase 25%. Hal ini terjadi karena untuk menentukan berat material yang digunakan adalah dengan mengkalikan volume proporsi material dengan berat jenis material nya. Dari hasil analisa peneliti berat jenis pasir laut yang lebih besar dari pasir lainnya merupakan

faktor yang menyebabkan berat material pasir laut yang digunakan lebih besar dari pasir lainnya pada setiap persentase.

Tabel 5.8 Proporsi campuran mortar busa untuk 9 benda uji silinder ukuran 10 cm x 20 cm sebelum koreksi kadar air SSD (*saturated surface dry*).

Variasi	Proporsi campuran untuk sekali adukan / 9 silinder (berat material per- $m^3 \times 0,021206$			
	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)	Foam (kg)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Pasir Sungai 15%	6,786	3,054	6,119	1,088
Pasir Laut 15%	6,786	3,054	6,239	1,088
Pasir Darat 15%	6,786	3,054	6,215	1,088
Pasir Sungai 20%	6,786	3,054	8,159	1,024
Pasir Laut 20%	6,786	3,054	8,319	1,024
Pasir Darat 20%	6,786	3,054	8,287	1,024
Pasir Sungai 25%	6,786	3,054	10,199	0,960
Pasir Laut 25%	6,786	3,054	10,399	0,960
Pasir Darat 25%	6,786	3,054	10,359	0,960

Sumber: Hasil analisa peneliti

Untuk menentukan proporsi campuran mortar busa untuk satu kali adukan (9 benda uji silinder 10 x 20 cm) adalah dengan mengkalikan berat material per- m^3 dengan 0,021206 dimana 0,02126 didapat dari hasil perhitungan volume silinder dengan faktor aman. Sama halnya dengan berat material per meter kubik, berat pasir tertinggi adalah pasir laut untuk tiap persentase, yaitu 6,239 kg untuk persentase 15%, 8,319 kg untuk persentase 20%, dan 10,399 kg untuk persentase

25%. Sedangkan berat pasir terendah adalah pasir sungai untuk tiap persentase, yaitu 6,119 kg untuk persentase 15%, 8,159 untuk persentase 20%, dan 10,199 kg untuk persentase 25%. Perhitungan lebih jelas dapat dilihat pada lampiran A-28.

Sementara untuk proporsi campuran mortar busa setelah koreksi kadar air dapat dilihat pada tabel 5.9 dan 5.10.

Tabel 5.9 Proporsi campuran mortar busa untuk tiap m³ sesudah koreksi kadar air SSD (*Saturated Surface Dry*)

Variasi	Proporsi Campuran Material			
	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)	Foam (kg)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Pasir Sungai (15%)	320	140,759	291,80	51,30
Pasir Laut (15%)	320	152,62	285,60	51,30
Pasir Darat (15%)	320	129,11	307,86	51,30
Pasir Sungai (20%)	320	139,68	389,07	48,28
Pasir Laut (20%)	320	155,50	380,80	48,28
Pasir Darat (20%)	320	123,68	420,25	48,28
Pasir Sungai (25%)	320	138,60	486,34	45,26
Pasir Laut (25%)	320	158,87	476,00	45,26
Pasir Darat (25%)	320	119,19	513,10	45,26

Sumber: Hasil analisa peneliti

Berdasarkan tabel 5.9 dapat dilihat setelah koreksi kadar air terdapat penambahan dan pengurangan berat air yang digunakan pada setiap variasi campuran mortar busa, selain air berat pasir pada masing- masing campuran juga berubah, karena ada nya perbedaan tingkat penyerapan dan kadar air pada tiap

pasir. Untuk persentase penyerapan pada pasir, pasir sungai 2,24%, pasir laut 6,10%, dan pasir darat 1,40%, dan kadar air masing masing pasir adalah, pasir sungai 3,363%, pasir laut 3,169%, dan pasir darat 6,481%. Berbeda dengan proporsi campuran sebelum koreksi kadar air, setelah koreksi kadar air untuk tiap persentase pasir, berat pasir tertinggi terdapat pada pasir darat, yaitu 307,86 kg untuk persentase 15%, 420,25 kg untuk persentase 20%, dan 513,10 kg untuk persentase 25%, dan berat pasir terendah adalah pasir laut, yaitu 285,60 kg untuk persentase 15%, 380,80 untuk persentase 20%, dan 476,00 kg untuk persentase 25%. Hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh tingkat penyerapan air pada pasir. Perhitungan lebih jelas dapat dilihat pada Lampiran A-29.

Tabel 5.10 Proporsi campuran mortar busa untuk 9 benda uji silinder ukuran 10 cm x 20 cm sesudah koreksi kadar air SSD (*saturated surface dry*).

Variasi	Proporsi Campuran Material			
	Semen (kg)	Pasir (kg)	Foam (kg)	Air (kg)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Pasir Sungai (15%)	4,525	4,125	0,725	1,990
Pasir Laut (15%)	4,525	4,038	0,725	2,158
Pasir Darat (15%)	4,525	4,352	0,725	1,825
Pasir Sungai (20%)	4,525	5,500	0,683	1,975
Pasir Laut (20%)	4,525	5,383	0,683	2,198
Pasir Darat (20%)	4,525	5,805	0,683	1,755
Pasir Sungai (25%)	4,525	6,875	0,640	1,954
Pasir Laut (25%)	4,525	6,729	0,640	2,239
Pasir Darat (25%)	4,525	7,254	0,640	1,685

Sumber: Hasil analisa peneliti

Sama halnya seperti menentukan proporsi campuran mortar busa untuk sekali adukan sebelum koreksi kadar air, perbedaannya hanya proporsi campuran sekali adukan sesudah koreksi kadar air didapatkan dari hasil kali proporsi campuran per- m^3 yang sudah di koreksi kadar air dikali dengan perhitungan

volume silinder dan faktor aman. Berat pasir tertinggi untuk proporsi campuran sekali adukan setelah koreksi kadar air adalah pasir darat, yaitu 4,038 kg untuk persentase 15%, 5,383 kg untuk persentase 20%, dan 6,729 kg untuk persentase 25%. Perhitungan lebih jelas dapat dilihat pada Lampiran A-35.

5.7 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Adukan Mortar Busa

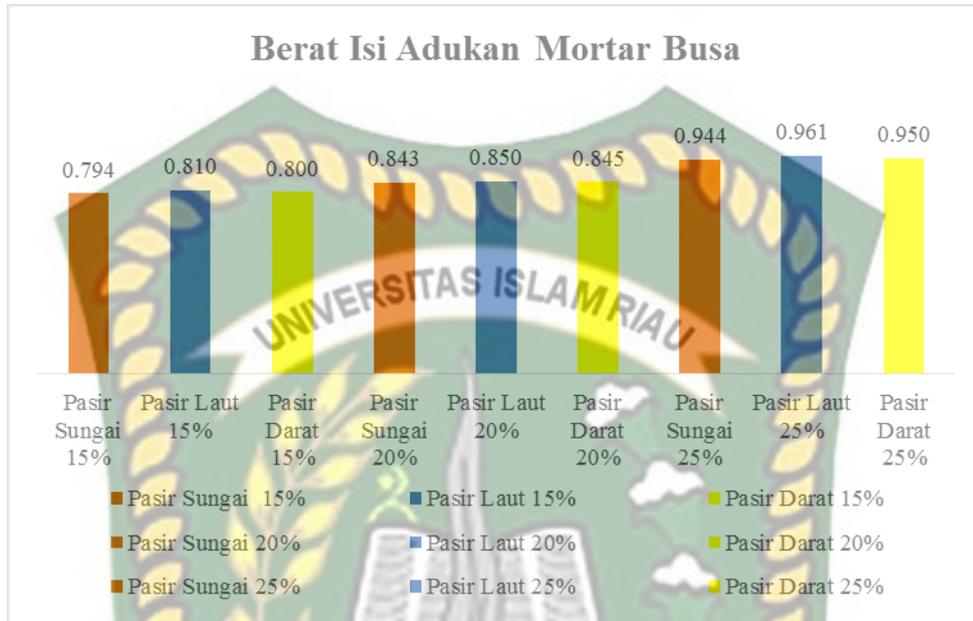
Pengujian berat isi adukan mortar busa dilakukan dengan cara menimbang benda uji yang telah dimasukkan kedalam gelas ukur dengan kapasitas 1 liter. Kemudian hasil dari berat hasil penimbangan benda uji dikurangi berat gelas ukur selanjutnya dibagi dengan volume gelas ukur. Adapun hasil dari pemeriksaan berat isi adukan mortar busa pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.11 dan perbandingan tiap variasi dapat dilihat pada gambar 5.4.

Tabel 5.11 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Adukan Mortar Busa

No	Variasi Mortar Busa	Berat Isi Adukan (t/m ³)
(1)	(2)	(3)
1.	Pasir Sungai (15%)	0,794
2.	Pasir Laut (15%)	0,810
3.	Pasir Darat (15%)	0,800
4.	Pasir Sungai (20%)	0,843
5.	Pasir Laut (20%)	0,850
6.	Pasir Darat (20%)	0,845
7.	Pasir Sungai (25%)	0,944
8.	Pasir Laut (25%)	0,961
9.	Pasir Darat (25%)	0,950

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 5.11 hasil pemeriksaan berat isi adukan mortar busa,



maka dapat dibuat grafik seperti gambar 5.4 berikut.

Gambar 5.4 Hasil Perbandingan Berat Isi Adukan Mortar Busa (Hasil Penelitian)

Berdasarkan gambar 5.4 dapat dilihat pada setiap jenis pasir terjadi peningkatan berat isi adukan mortar busa setiap persentase pasir yang digunakan ditambah. Berat isi tertinggi setiap persentase terdapat ada mortar busa yang menggunakan pasir laut yaitu $0,810 t/m^3$ untuk persentase 15%, $0,850 t/m^3$ untuk persentase 20%, dan $0,961 t/m^3$ untuk persentase 25%. Sedangkan berat isi terendah adalah pasir sungai, yaitu $0,794 t/m^3$ untuk persentase 15%, $0,843$ untuk persentase 20%, dan $0,944 t/m^3$ untuk persentase 25%. Jadi dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase dan berat jenis pasir, maka semakin tinggi berat isi yang didapat pada adukan mortar busa.

5.8 Hasil Pengujian *Flow* (Daya Alir) Adukan Mortar Busa

Pengujian *flow* dimaksudkan untuk mengetahui apakah daya alir adukan mortar busa telah memenuhi persyaratan sesuai spesifikasi, yakni $180 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$. Hasil pengujian *flow* mortar busa pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.12.

Tabel 5.12 Hasil Pengujian *Flow* Adukan Mortar Busa

No	Variasi Mortar Busa	Nilai <i>Flow</i> (mm)
(1)	(2)	(3)
1.	Pasir Sungai (15%)	200
2.	Pasir Laut (15%)	200
3.	Pasir Darat (15%)	195
4.	Pasir Sungai (20%)	195
5.	Pasir Laut (20%)	190
6.	Pasir Darat (20%)	190
7.	Pasir Sungai (25%)	185
8.	Pasir Laut (25%)	180
9.	Pasir Darat (25%)	185

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 5.12 dapat dilihat bahwa setiap variasi adukan mortar busa memiliki daya alir yang berbeda-beda, dan daya alir tersebut masih memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan yakni 160 mm s/d 200 mm.

5.9 Hasil Analisa Uji Kuat Tekan Bebas Mortar Busa

Pengujian kuat tekan mortar busa dilakukan pada benda uji umur 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Untuk masing- masing hari benda uji dibuat sebanyak 3 buah benda uji untuk setiap variasi jenis dan persentase pasir.

Berdasarkan hasil uji kuat tekan bebas maka didapat nilai kuat tekan mortar busa untuk masing- masing hari dan masing- masing variasi yang berbeda, analisa dapat dilihat pada Lampiran A-39 dan Lampiran B. Sedangkan hasil uji kuat tekan bebas dapat dilihat pada tabel- tabel berikut ini:

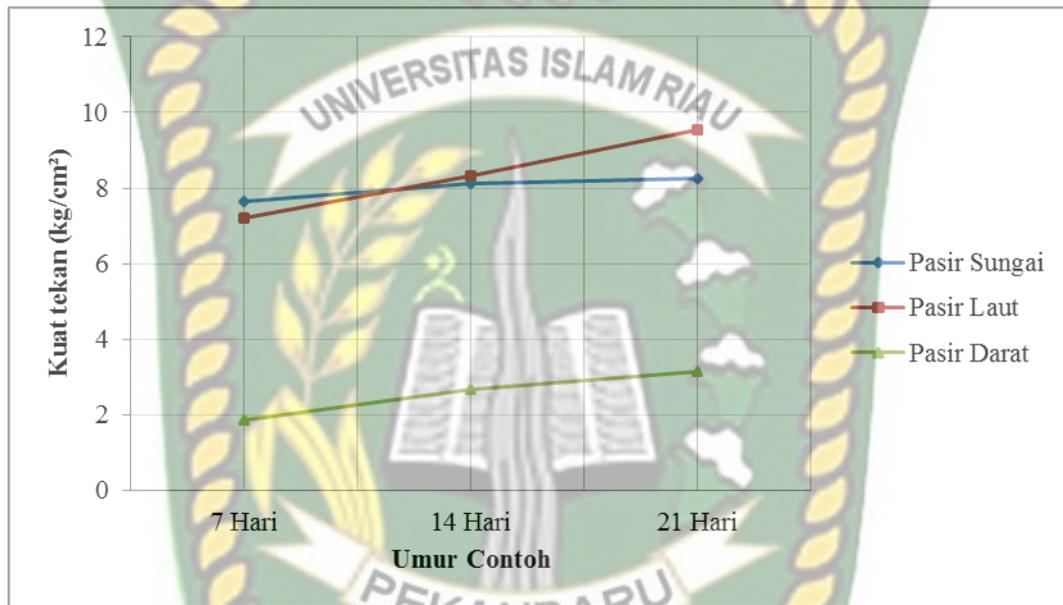
Tabel 5.13 Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Mortar Busa dengan Persentase Pasir 15%

No. Contoh	Umur 7 Hari			Umur 14 Hari			Umur 21 Hari		
	P. Sungai	P. Laut	P. Darat	P. Sungai	P. Laut	P. Darat	P. Sungai	P. Laut	P. Darat
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	7,82	7,51	1,69	8,02	8,17	2,88	8,17	9,51	3,3
2	7,65	7,16	2,04	8,13	8,34	2,53	8,27	10,03	3,13
3	7,47	6,99	1,83	8,23	8,41	2,6	8,34	9,09	3,06

Rata-rata	7,65	7,22	1,85	8,13	8,31	2,67	8,26	9,54	3,16
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Sumber: Hasil Analisa Peneliti

Dapat dilihat pada penelitian ini kuat tekan rata-rata mortar busa yang menggunakan pasir darat mendapatkan angka terendah dari variasi pasir lainnya. Dari tabel 5.14 dapat dibuat grafik hasil uji kuat tekan bebas mortar busa seperti pada gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5 Grafik UCS Mortar Busa Pasir 15% (Hasil Analisa Peneliti)

Berdasarkan gambar 5.5 dapat dilihat pada persentase pasir 15% pasir Sungai memiliki kuat tekan tertinggi untuk umur 7 hari dengan kuat tekan rata-rata 7,56 kg/cm², kemudian kuat tekan rata-rata pasir sungai meningkat menjadi 8,13 kg/cm² pada umur 14 hari, dan kuat tekan rata-rata pasir sungai masih meningkat menjadi 8,26 kg/cm² pada umur 21 hari.

Sementara pasir laut memiliki kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari adalah 7,22 kg/cm² berada dibawah kuat tekan rata-rata yang didapat pasir sungai untuk umur 7 hari dan hal ini tidak sesuai spesifikasi kuat tekan minimum mortar busa untuk umur 7 hari, namun pada umur 14 hari pasir laut juga mengalami peningkatan seperti pasir sungai yakni dengan kuat tekan rata-rata sebesar 8,31 kg/cm² dimana kuat tekan rata-rata pasir laut lebih besar dari pasir sungai pada umur 14 hari. Pada umur 21 hari kuat tekan rata-rata pasir laut masih meningkat

menjadi $9,54 \text{ kg/cm}^2$ lebih tinggi dari kuat tekan yang pasir sungai pada umur 21 hari.

Sedangkan pasir darat mendapatkan kuat tekan rata- rata sebesar $1,85 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 7 hari, $2,67 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 7 hari, dan $3,16 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 21 hari. Meskipun sama halnya dengan pasir sungai dan pasir laut yang mengalami peningkatan kuat tekan rata- rata pada setiap umur contoh, akan tetapi kuat tekan pada pasir darat tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan yakni harus memiliki kuat tekan minimum sebesar $7,5 \text{ kg/cm}^2$ untuk umur 7 hari dan memiliki kuat tekan minimum $8,00 \text{ kg/cm}^2$ untuk umur 14 hari.

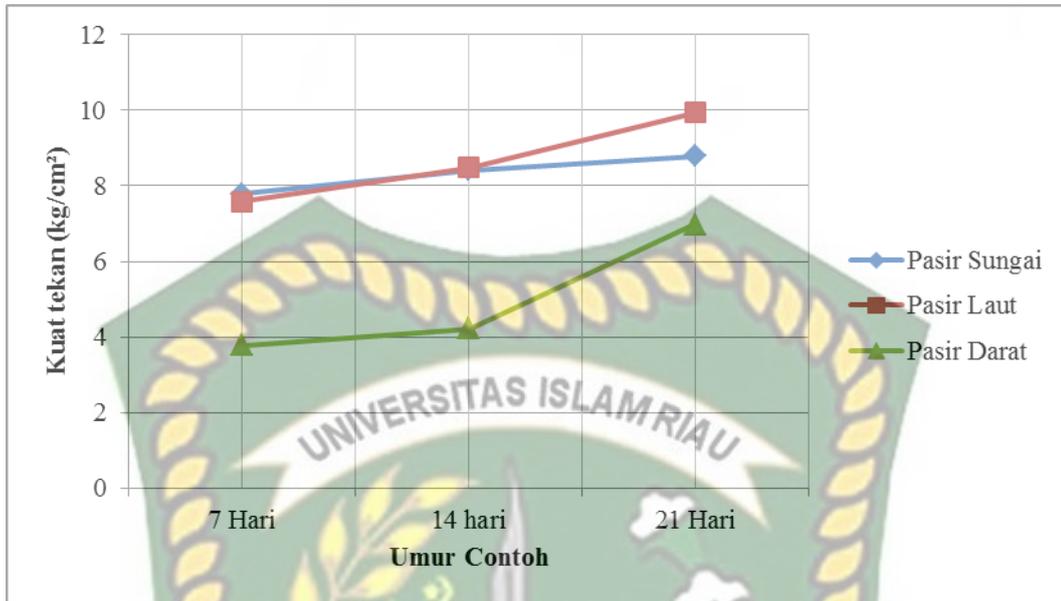
Pasir laut (Rupat) mendapatkan kuat tekan tertinggi dikarenakan kandungan silica yang terdapat pada pasir rupa. Kandungan silica (SiO_2) pada pasir laut (Rupat) adalah sebesar 95% (Kausarian,dkk 2017)

Tabel 5.14 Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Mortar Busa dengan Persentase Pasir 20%

No. Contoh	Umur 7 Hari			Umur 14 Hari			Umur 21 Hari		
	P. Sungai	P. Laut	P. Darat	P. Sungai	P. Laut	P. Darat	P. Sungai	P. Laut	P. Darat
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	7,79	7,41	3,67	8,34	8,17	4,00	8,69	9,51	7,20
2	7,65	7,51	3,6	8,41	8,9	4,17	8,86	10,37	6,88
3	7,93	7,86	4,05	8,52	8,41	4,45	8,79	9,92	6,85
Rata-rata	7,79	7,59	3,77	8,42	8,49	4,21	8,78	9,94	6,98

Sumber: Hasil Analisa Peneliti

Berdasarkan Tabel 5.14 dapat dilihat bahwa ketiga jenis pasir dengan persentase 20% mengalami peningkatan kuat tekan rata- rata dari umur 7 hari, 14 hari hingga 21 hari. Untuk umur 7 hari kuat tekan tertinggi adalah pasir sungai yakni $7,79 \text{ kg/cm}^2$. Pada umur 14 hari kuat tekan rata- rata tertinggi adalah pasir laut dengan kuat tekan rata- rata $8,49 \text{ kg/cm}^2$ dan pada umur 21 hari kuat tekan rata- rata tertinggi adalah pasir laut dengan kuat tekan sebesar $9,94 \text{ kg/cm}^2$. Dari tabel 5.14 dapat dibuat grafik seperti gambar 5.6



Gambar 5.6 Grafik UCS Mortar Busa 20% (Hasil Analisa Peneliti)

Berdasarkan grafik pada gambar 5.6 Pasir darat juga mengalami peningkatan kuat tekan dari tiap umur contoh, sama halnya dengan pasir laut dan sungai dengan persentase 20%, akan tetapi sama seperti persentase pasir 15% pasir darat masih memiliki kuat tekan dibawah spesifikasi yang ditentukan yakni $3,77 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 7 hari, $4,21 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 14 hari, dan $6,98 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 21 hari.

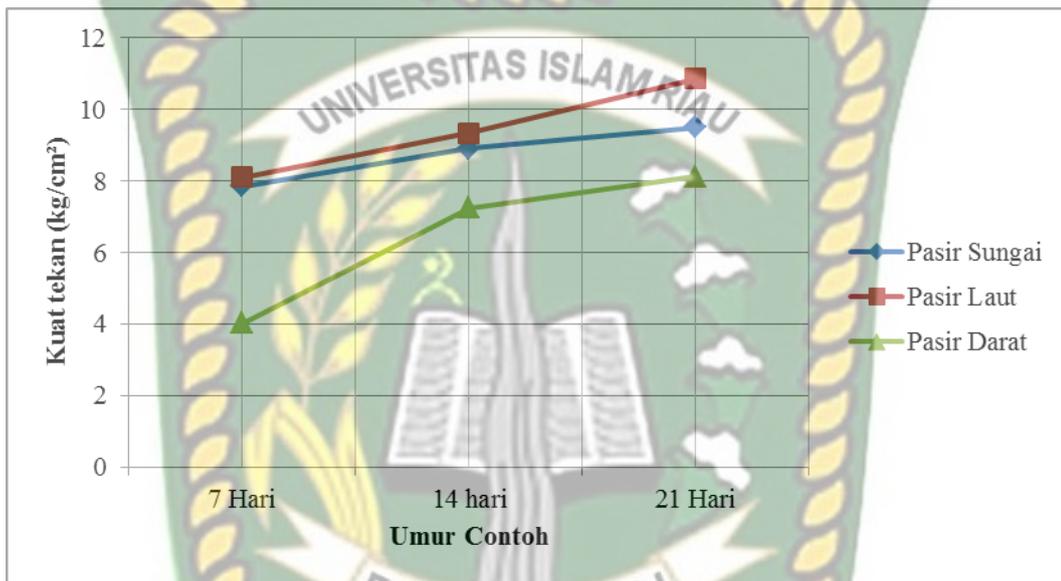
Tabel 5.15 Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Mortar Busa dengan Persentase Pasir 25%

No. Contoh	Umur 7 Hari			Umur 14 Hari			Umur 21 Hari		
	P. Sungai	P. Laut	P. Darat	P. Sungai	P. Laut	P. Darat	P. Sungai	P. Laut	P. Darat
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	7,99	8,17	3,65	8,99	9,168	7,58	9,68	10,37	8,09
2	7,93	8,06	4,00	8,75	8,82	7,02	9,54	10,72	8,13
3	7,65	8,1	4,45	8,99	9,51	7,13	9,27	11,48	8,16
Rata-rata	7,86	8,11	4,03	8,91	9,34	7,24	9,50	10,86	8,13

Sumber: Hasil Analisa Peneliti

Berdasarkan Tabel 5.15 ketiga jenis pasir dengan persentase 25% memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dari kuat tekan persentase 15% dan 20% untuk setiap umur. Sama seperti persentase 15% dan 20% pasir sungai dan pasir laut memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dari kuat tekan pasir darat. Adapun nilai rata-rata

dari kuat tekan mortar busa pada umur 7 hari adalah, pasir sungai $7,86 \text{ kg/cm}^2$, Pasir Laut $8,11 \text{ kg/cm}^2$, Pasir Darat $4,03 \text{ kg/cm}^2$. untuk umur 14 hari kuat tekan rata- rata nya dalah Pasir Sungai $8,91 \text{ kg/cm}^2$, Pasir Laut $9,34 \text{ kg/cm}^2$, Pasir Darat $7,24 \text{ kg/cm}^2$. Sedangkkn umur 14 hari kuat tekan rata- rata mortar busa adalah, pasir Sungai $9,50 \text{ kg/cm}^2$, Pasir Laut $10,86 \text{ kg/cm}^2$, Pasir Darat $8,13 \text{ kg/cm}^2$ ·Dari tabel 5.15 dapat dibuat grafik seperti gambar 5.7



Gambar 5.7 Grafik UCS Mortar Busa Pasir 25% (Hasil Analisa Peneliti)

Berdasarkan grafik pada gambar 5.7, pada mortar busa dengan persentase pasir 25% ini pasir darat masih belum mencapai kuat tekan sesuai spesifikasi kuat tekan minimum mortar busa pada umur 7 hari dan 14 hari, pasir darat 25% baru mencapai kuat tekan $8,13 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 21 hari.

5.10 Hasil Analisa Angka Pori Mortar Busa

Angka pori didefinisikan sebagai perbandingan antara volume rongga dengan volume butiran, biasanya dinyatakan dalam desimal. Adapun pada penelitian ini analisa perhitungan angka pori secara lengkap dapat dilihat pada lampiran A-40 dan Lampiran B dan hasil analisa angka pori dapat dilihat pada tabel 5.16.

Tabel. 5.16 Angka Pori Mortar Busa

Variasi Pasir	Umur Contoh		
	7 Hari	14 hari	21 Hari
(1)	(2)	(3)	(4)
Pasir Sungai 15%	0,196	0,210	0,335
Pasir Sungai 20%	0,101	0,113	0,197
Pasir Sungai 25%	0,056	0,126	0,073
Pasir Laut 15%	0,328	0,190	0,225
Pasir Laut 20%	0,202	0,224	0,205
Pasir Laut 25%	0,098	0,200	0,150
Pasir Darat 15%	0,082	0,178	0,270
Pasir Darat 20%	0,234	0,210	0,235
Pasir Darat 25%	0,128	0,335	0,346

Sumber: Hasil Analisa Peneliti

Berdasarkan tabel 5.16 dapat dilihat bahwa semakin tinggi persentase yang digunakan maka semakin kecil angka pori mortar busa dan semakin rendah persentase pasir yang digunakan maka semakin tinggi angka pori dari mortar busa. Dapat dilihat dari tabel 5.16 angka pori terbesar didapat pada mortar busa yang menggunakan pasir laut 15% sedangkan angka pori terkecil didapat pada mortar busa yang menggunakan pasir sungai 25%.

Dapat disimpulkan bahwa pasir berbutir halus dapat membuat rongga yang lebih banyak pada mortar busa, sedangkan pasir dengan gradasi yang sesuai spesifikasi yang telah ditentukan membuat rongga yang lebih sedikit pada mortar busa. Jadi dapat diketahui bahwa gradasi ukuran butiran agregat halus mempengaruhi rongga pada mortar busa.

5.11 Pengaruh Penggunaan Tiga Jenis Pasir

Berdasarkan hasil penelitian penggunaan tiga jenis pasir menghasilkan busa dengan karakteristik yang berbeda. Penggunaan tiga jenis pasir mempengaruhi hal-hal sebagai berikut:

1. Proporsi campuran mortar busa

Dapat dilihat pada sub bab 5.6, penggunaan pasir yang berbeda menghasilkan proporsi campuran yang berbeda.

2. Berat isi adukan mortar busa

Dapat dilihat pada sub bab 5.7, penggunaan tiga jenis pasir menghasilkan berat isi adukan mortar busa yang berbeda. Pada tiap persentase penggunaan pasir, pasir sungai memiliki berat isi adukan paling rendah dibandingkan pasir laut dan pasir darat. Sementara berat isi adukan tertinggi didapat pada pasir laut untuk setiap persentase dan nilai berat isi adukan mortar busa pasir darat berada diantara nilai berat isi pasir sungai dan pasir laut untuk tiap persentase penggunaan pasir.

3. Kuat tekan mortar busa

Dapat dilihat pada sub bab 5.9, penggunaan tiga jenis pasir menghasilkan mortar busa dengan kuat tekan yang berbeda- beda.

4. Angka pori

Penggunaan pasir yang berbeda menghasilkan angka pori yang berbeda pada mortar busa untuk setiap variasi pada penelitian ini.

5.12 Faktor- faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Mortar Busa

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat dilihat faktor- faktor yang mempengaruhi kuat tekan mortar busa adalah sebagai berikut:

1. Kadar Lumpur pada Pasir

Sesuai hasil analisa pada sub bab 5.5 dan 5.9 dapat disimpulkan bahwa pada persentase persentase 15%, 20% dan 25% pasir sungai dan pasir laut sudah memenuhi kuat tekan minimum sesuai spesifikasi yang telah ditentukan, sedangkan pasir darat dapat mencapai kuat tekan minimum yang disyaratkan apabila menggunakan persentase pasir 25% dengan umur contoh 21 hari. Hal ini disebabkan oleh kadar lumpur pasir darat yang tinggi dan tidak sesuai dengan spesifikasi pasir yang telah ditentukan sebagai campuran mortar busa, karena kadar lumpur yang tinggi atau lebih dari 3% pada pasir dapat mengurangi kekuatan dari

mortar busa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pasir darat tidak direkomendasikan sebagai bahan campuran mortar busa.

2. Persentase Penggunaan Pasir

Berdasarkan hasil analisa pada sub bab 5.6 dan 5.9 dapat dilihat bahwa semakin besar persentase pasir yang digunakan pada setiap jenis pasir, maka semakin tinggi hasil uji kuat tekan mortar busa untuk setiap jenis pasir yang berbeda.

3. Umur Mortar Busa

Dapat dilihat dari hasil analisa sub bab 5.9, semakin tinggi umur contoh benda uji, maka semakin tinggi hasil uji kuat tekan pada mortar busa.



BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan terhadap kuat tekan mortar busa dengan tiga jenis pasir pada beberapa persentase, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian pada persentase 15% untuk umur 7 hari hasil kuat tekan rata-rata tertinggi mortar busa didapat pada pasir sungai, sementara untuk umur 14 hari dan 21 hari kuat tekan rata-rata tertinggi didapat pada pasir laut. Pada persentase 20% untuk umur 7 hari, 14 hari dan 21 hari kuat tekan rata-rata tertinggi didapat pada pasir laut. Pada persentase 25% kuat tekan rata-rata tertinggi didapat pada pasir laut untuk umur contoh 7 hari, 14 hari dan 21 hari.
2. Penggunaan berbagai jenis pasir memberikan beberapa pengaruh antara lain, penggunaan pasir sungai (Bangkinang) menghasilkan mortar busa dengan berat isi adukan yang paling ringan untuk setiap persentase pasir, hasil uji tekan bebas mortar busa yang menggunakan pasir sungai (Bangkinang) juga telah memenuhi spesifikasi kuat tekan yang diisyaratkan untuk setiap persentase penggunaan pasir, angka pori pada mortar busa yang menggunakan pasir sungai (Bangkinang) memiliki angka pori yang kecil diantara pasir lainnya. Penggunaan pasir laut (Rupat) menghasilkan mortar busa dengan berat isi adukan yang tinggi, tetapi pasir laut rupat memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi untuk setiap persentase pasir, hal tersebut disebabkan oleh tingginya kadar silika pada pasir laut (Rupat), selain itu pasir laut (Rupat) memiliki proporsi penggunaan pasir tertinggi untuk setiap variasi mortar busa, sedangkan pasir darat (Kulim) memiliki kuat tekan terendah hal tersebut disebabkan kadar lumpur yang tinggi pada pasir darat (Kulim).

3. Faktor- faktor yang mempengaruhi hasil uji kuat tekan bebas mortar busa adalah kadar lumpur pada pasir, persentase penggunaan pasir dan umur mortar busa.

6.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan terhadap kuat tekan mortar busa dengan tiga jenis pasir pada beberapa persentase, peneliti ingin menyampaikan beberapa saran terkait penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

1. Untuk penelitian berikutnya yang ingin meneliti mengenai kuat tekan mortar busa dapat menjadikan perbandingan berat isi foam sebagai parameter pembanding yang menjadi faktor pengaruh kuat tekan mortar busa.
2. Penelitian selanjutnya juga dapat meneliti mengenai korelasi antara uji kuat tekan bebas dengan uji penetrometer pada mortar busa.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat membandingkan kuat tekan mortar busa dengan menggunakan perbandingan *foam agent* nabati dan *foam agent* sintesis sebagai faktor yang mempengaruhi kuat tekan mortar busa.
4. Penelitian selanjutnya dapat meneliti mortar busa dengan umur contoh lebih dari 21 hari.
5. Untuk pekerjaan mortar busa pasir laut dan pasir sungai bisa digunakan sebagai bahan campuran mortar busa namun penggunaan pasir darat tidak direkomendasikan.
6. Batas penggunaan pasir pada mortar busa adalah 20% pasir, karena lebih dari 20% pasir mortar busa akan menjadi lebih berat meskipun kuat tekannya tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 33 – 97. 1997. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. ASTM International, West Conshohoken, PA, USA.
- Atamini, Hamdan, dan Benny Moestofa. 2018. *Evaluasi Stabilitas dan Penurunan antara Timbunan Ringan Mortar Busa Dibandingkan dengan Timbunan Pilihan pada Oprit Jembatan (Studi Kasus: Flyover Antapani, Kota Bandung)*. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional. Vol. 4.
- Balai Litbang Geoteknik Jalan, 2016, *Teknologi Material Ringan Mortar Busa dan CSS Untuk Jalan dan Jembatan*, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Febrijanto, 2008. *Laporan Akhir Penyusunan DED Uji Coba Skala Penuh Timbunan Badan Jalan Dengan Material Ringan*. Laporan Penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan. Departemen Pekerjaan Umum. Indonesia.
- Handayani, Fasma. 2007. *Timbunan Badan Jalan Dengan Bahan Timbunan Ringan*. Laporan Penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan. Departemen Pekerjaan Umum. Indonesia.
- Iqbal, Maulana. 2012. *Kajian Penanganan Tanah Lunak dengan Timbunan Jalan Mortar Busa*. Penerbit Informatika. Bandung.
- Kausarian, Husnul, dkk. 2017. *The Origin And Distribution Of Silica Mineral On The Recent Surface Sediment Area, Northern Coastline Of Rupert Island, Indonesia*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. Vol. 12.
- Kemen. PU, 2011. *Konsensus R0 Pedoman Perencanaan Timbunan Jalan dengan Menggunakan Material Ringan Beton Busa*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Kimpraswil. 2002b. Pt T- 10- 2002- B. *Panduan Geoteknik 4: Desain dan Konstruksi*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Kimpraswil). Jakarta.
- SNI 15- 2049- 1994: *Semen Portland*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03- 6819- 2002: *Agregat Halus Untuk Campuran Perkerasan Beraspal*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 15 7064- 2004: *Semen Portland Komposit*, Badan Standarisasi Nasional.

SNI 3638: 2012 *Metode Uji Kuat Tekan-Bebas Tanah Kohesif*, Badan Standarisasi Nasional.

Surat Edaran kementerian pupr No. : 41/SE/M/2015, *Pedoman Pelaksanaan Timbunan Material Ringan Mortar-Busa Untuk Konstruksi Jalan*

Surat Edaran Kementerian PUPR No. : 42/SE/M/2015 *Pedoman Perencanaan Teknis Timbunan Material Ringan Mortar-Busa Untuk Konstruksi Jalan A.*

Surat Edaran Kementerian PUPR No. : 44/SE/M/2015 *Pedoman Perancangan Campuran Material Ringan Dengan Mortar Busa Untuk Konstruksi Jalan*

Surat Edaran Kementerian PUPR No. : 46/SE/M/2015 *Pedoman Spesifikasi Material Ringan Dengan Mortar Busa Untuk Konstruksi Jalan*

Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2012. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit KMTS FT UGM. Yogyakarta.

