



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA

Kepada Yth.:

Para Pejabat Eselon I di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

**SURAT EDARAN
NOMOR : 44/SE/M/2015**

TENTANG

**PEDOMAN PERANCANGAN CAMPURAN MATERIAL RINGAN
DENGAN MORTAR BUSA UNTUK KONSTRUKSI JALAN**

A. Umum

Dalam rangka pemanfaatan material ringan mortar-busa sebagai material lain yang dapat digunakan untuk timbunan jalan, perlu menetapkan Pedoman perancangan campuran material ringan dengan mortar busa untuk konstruksi jalan dengan Surat Menteri.

B. Dasar Pembentukan

1. Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655);
2. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi, Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
3. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2015 tentang Organisasi Kementerian Negara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 8);
4. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2015 tentang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 16);
5. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 121/P Tahun 2014 tentang Pembentukan Kementerian dan Pengangkatan Menteri Kabinet Kerja Periode Tahun 2014-2019;
6. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 08/PRT/M/2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pekerjaan Umum;

7. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 07/PRT/M/2012 tentang Penyelenggaraan Penelitian dan Pengembangan di Bidang Jalan;
8. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13/PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan.

C. Maksud dan Tujuan

Surat Edaran ini dimaksudkan sebagai acuan bagi Pejabat Eselon I di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, perancang, perencana dan pelaksana dalam menentukan bahan dan komposisi material ringan untuk konstruksi jalan. Tujuannya agar tidak terjadi masalah stabilitas dan penurunan timbunan maupun tekanan lateral berlebih pada abutmen jembatan serta pada konstruksi jalan di atas tanah lunak.

D. Ruang Lingkup

Pedoman perancangan campuran material ringan dengan mortar busa untuk konstruksi jalan menetapkan proses perancangan campuran material ringan dengan mortar busa untuk konstruksi timbunan jalan di atas tanah lunak dengan prosedur khusus yang terkendali melalui pengendalian mutu.

E. Penutup

Ketentuan lebih rinci mengenai pedoman ini tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Surat Edaran ini.

**Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 18 Mei 2015**

**MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT,**



M. Basuki Hadimuljono

M. BASUKI HADIMULJONO

Tembusan disampaikan kepada Yth.:
Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

LAMPIRAN
SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR: 44/SE/M/2015

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

**Perancangan campuran material ringan mortar-busa
untuk konstruksi jalan**



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**

Daftar isi

Daftar isi	i
Daftar tabel	ii
Prakata	iii
Pendahuluan	iv
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Ketentuan	2
4.1 Bahan	2
4.2 Peralatan	4
4.3 Campuran.....	4
5 Prosedur perancangan campuran.....	4
5.1 Pencampuran <i>foam agent</i> (busa) dan air	6
5.2 Pencampuran material (semen, pasir, dan air)	6
5.3 Pencampuran busa (<i>foam</i> dan air) dan material (semen, pasir, air)	6
5.4 Pengujian	7
5.5 Perhitungan	7
Bibliografi.....	14

Daftar tabel

Tabel1 -Gradasi agregat pasir alam berdasarkan ukuran saringan	2
Tabel 2 - Kekuatan tekan minimum (umur 14 hari) material ringan lapis <i>base</i>	4
Tabel 3 - Kekuatan tekan minimum (umur 14 hari) material ringan lapis <i>sub base</i>	4

Prakata

Pedoman perancangan campuran material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan untuk menentukan bahan dan komposisi material ringan untuk konstruksi jalan.

Pedoman ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis 91-01/S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan melalui Gugus Kerja Geoteknik Jalan, Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007 dan dibahas dalam forum rapat teknis yang diselenggarakan pada tanggal 5 Desember 2013 di Bandung oleh Subpanitia Teknis, yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.

Pendahuluan

Sebagai salah satu opsi penanganan jalan di atas tanah lunak, Balai Geoteknik Jalan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan mengembangkan teknologi timbunan ringan mortar-busa (*foam-mortar*). Mortar-busa tersebut mempunyai karakteristik berat isi yang ringan dengan kekuatan yang cukup tinggi sehingga diharapkan tidak terjadi masalah stabilitas dan penurunan timbunan maupun tekanan lateral berlebih pada abutmen jembatan dan juga pada konstruksi jalan.

Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan suatu pedoman mengenai rencana campuran material ringan dengan mortar-busa (pasir, semen, air dan busa) untuk konstruksi jalan yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Pedoman ini dimaksudkan sebagai acuan perancangan dan pelaksanaan dalam melakukan rancangan campuran material ringan dengan mortar busa.

Perancangan campuran material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan

1 Ruang lingkup

Pedoman ini, menetapkan prosedur perancangan campuran material ringan mortar-busa untuk konstruksi timbunan jalan di atas tanah lunak. Semua campuran dirancang menggunakan prosedur khusus, yang terkendali melalui pengendalian mutu, sehingga dapat memenuhi persyaratan serta sesuai dengan rencana.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan pedoman ini.

SNI 03-6861-2002, *Spesifikasi bahan bangunan bagian C (bahan bangunan dari logam bukan besi)*.

SNI 03-6819-2002, *Spesifikasi agregat halus untuk campuran perkerasan beraspal*.

SNI 15-2049-2004, *Semen portland*.

SNI 15-0302-2004, *Semen portland pozolan*.

SNI 15-7064-2004, *Semen portland komposit*.

SNI 3638:2012, *Metode pengujian kuat tekan bebas tanah kohesif*.

ASTM C 230, *Standard specification for flow table for use in the tests of hydraulic cement*.

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan pedoman ini, istilah dan definisi berikut digunakan.

3.1

busa (foam)

suatu bahan yang terbentuk dengan menjebak banyak sekali gelembung gas dalam benda cair atau padat, utamanya berjenis bahan baku aktif permukaan dan protein nabati, berbentuk cairan yang dicampur dengan air dan diaduk dengan alat pengaduk (*foamed generator*) sampai menghasilkan busa

3.2

densitas basah

perbandingan berat terhadap volume campuran mortar-busa dalam keadaan basah

3.3

densitas kering

perbandingan berat terhadap volume campuran mortar-busa dalam keadaan kering oven

3.4

faktor air semen (f.a.s)

rasio antara berat air bebas dan berat semen dalam campuran material ringan

3.5

flow

ukuran kekentalan adukan material ringan yang dinyatakan dalam cm ditentukan dengan *ring* sesuai ASTM C 230

3.6

kuat tekan mortar busa yang disyaratkan (f_c)

kuat tekan minimum yang harus dicapai dengan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter minimum 100 mm

3.7

mortar busa

bahan gabungan yang terdiri dari campuran antara *foaming agent* (cairan busa), semen, pasir dan air

3.8

uji tekan bebas / *unconfined compression test (UCS)*

besarnya tegangan maksimum pada waktu pengujian sampai contoh benda uji mengalami keruntuhan

4 Ketentuan

4.1 Bahan

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

a) Semen

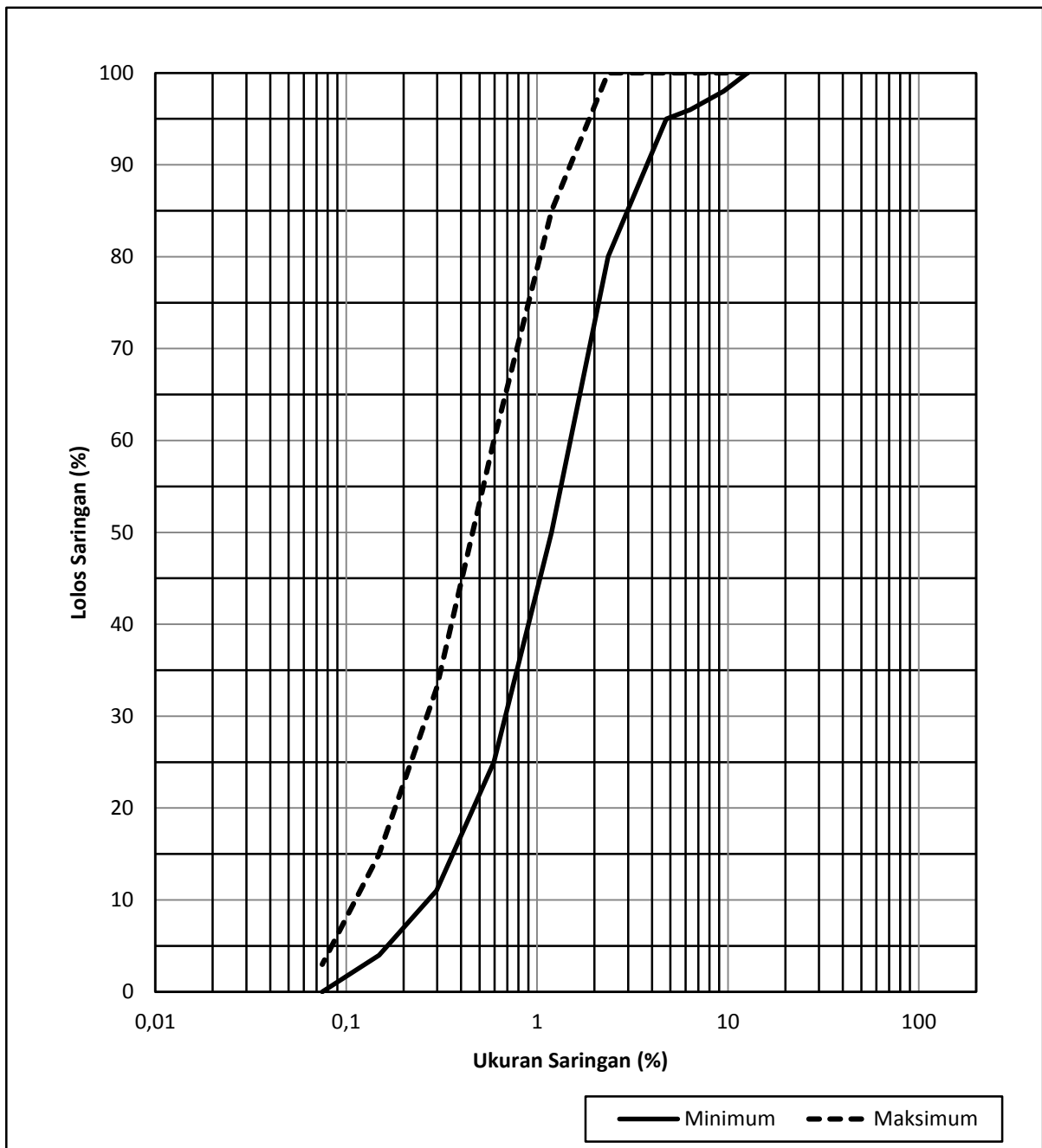
Spesifikasi semen yang digunakan adalah: SNI 15-2049-2004, SNI 15-7064-2004, SNI 15-0302-2004.

b) Agregat

Agregat yang digunakan harus memenuhi spesifikasi sesuai Tabel 1 dan Gambar 1. Pasir harus mempunyai butiran-butiran yang keras dan awet (*durable*). Pasir tidak boleh mengandung lumpur, tanah liat dan material-material gembur/mudah hancur (*clay lumps and friable particles*) lebih dari 3% (SNI 03-6819-2002). Pasir harus bebas dari arang, benda-benda dari kayu serta kotoran-kotoran lainnya yang tidak dikehendaki.

Tabel1-Gradasi agregat pasir alam berdasarkan ukuran saringan

No.	Ukuran Saringan (ASTM)		% Berat Lolos Saringan	
	Inci / 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	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 1 - Grafik gradasi agregat pasir untuk mortar busa

c) Busa (*foam*)

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.

d) Air

Air untuk mencampur adonan material ringan mortar-busa (*foam mortar*) harus sesuai spesifikasi SNI 03-6861-2002.

4.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk perancangan campuran material ringan untuk konstruksi timbunan jalan sebagai berikut :

Peralatan:

- a) Penakaran;
 1. Timbangan dengan kapasitas (20 s.d.50) kg.
 2. Alat penakar.
 3. Tangki air.
- b) Pencampuran dan pengecoran;
 1. Alat pembangkit busa (*foam generator*).
 2. Tangki tekan udara (*air compressor*) dengan kapasitas tekanan (0,6 s.d. 1) MPa.
 3. Alat pengaduk (*laboratory mixer*) dengan kecepatan (30 s.d.60) rpm (*mixer*) dengan *blade* yang berputar.
 4. Pompa mortar ringan (*mortar pump*).
 5. *Stopwatch*.
- c) Pengujian densitas basah;
 1. Sendok mortar.
 2. Cawan/ember kapasitas (1,2 s.d. 10) liter.
 3. Pisau.
- d) Pengujian daya alir (*flowability*);
 1. *Ring flow* (diameter 80 mm, tinggi 80 mm).
 2. Papan plastik/kaca (400x400) mm.
 3. Penggaris.
- e) Pengujian uji tekan bebas (UCS);
 1. Cetakan silinder (diameter 100 mm, tinggi 200 mm).
 2. Alat uji tekan bebas (UCS) harus sesuai SNI 3638 : 2012.

4.3 Campuran

Campuran material ringan dengan mortar busa terdiri dari campuran *foamagent* (cairan busa), semen, pasir, dan air. Ketentuan untuk setiap tahap kegiatan perancangan campuran harus memenuhi spesifikasi sesuai Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 - Kekuatan tekan minimum (umur 14 hari) material ringan lapis base

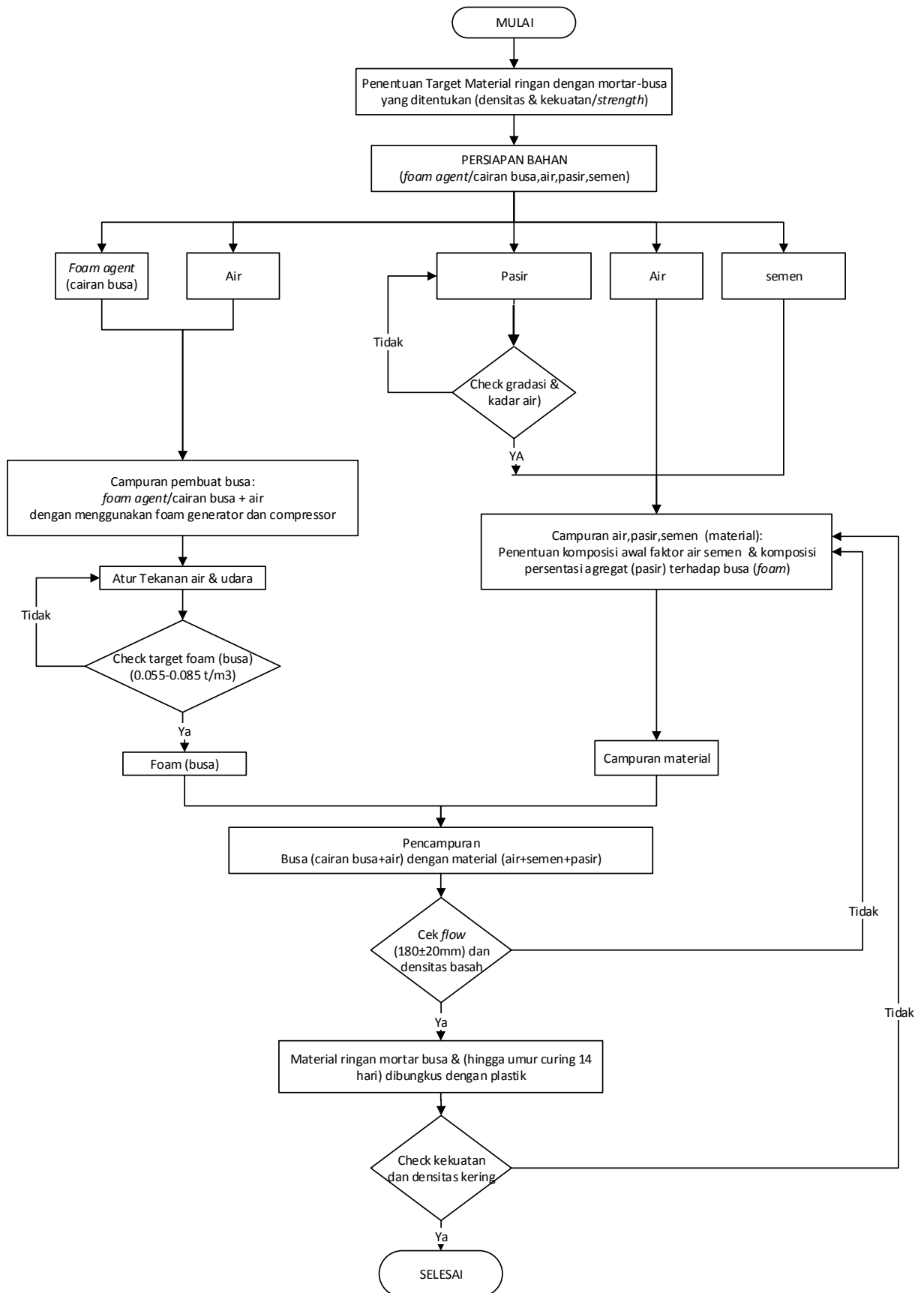
Densitas kering maks (gr/m ³)	kekuatan tekan minimum (UCS)	
	kPa	Kg/cm ²
0,8	2000	20

Tabel 3 - Kekuatan tekan minimum (umur 14 hari) material ringan lapis subbase

Densitas kering maks (gr/cm ³)	kekuatan tekan minimum (UCS)	
	kPa	kg/cm ²
0,6	800	8

5 Prosedur perancangan campuran

Material ringan mortar-busa terdiri dari campuran *foam* (busa), semen, pasir dan air, dengan prosedur perancangan sebagaimana terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 - Bagan alir prosedur perancangan campuran material ringan mortar-busa

5.1 Pencampuran *foam agent* (busa) dan air

Bahan pembuat busa adalah cairan busa (*foam agent*) dan air. Untuk membuat busa dilakukan pencampuran cairan busa dan air dengan menggunakan *foam generator* dan *compressor*. Proses pembentukan busa sebagai berikut :

- a) Takar busa (*foam*) dan air dengan perbandingan volume 1:25, pengukuran dilakukan dengan menggunakan gelas ukur.
- b) Hubungkan *compressor* dengan *foam generator*.
- c) Campurkan *foam* dan air di dalam ember, lalu masukkan ke *foam generator*.
- d) Pastikan campuran foam dan air sudah tercampur.
- e) Timbang hasil campuran berupa busa dengan dimasukkan ke dalam bejana, dengan nilai target standar (0,055s.d.0,085) t/m³.

Bila busa tidak sesuai yang ditargetkan, periksa tekanan air dan udara pada unit *foam generator*.

5.2 Pencampuran material (semen, pasir, dan air)

Campuran material terdiri dari semen, pasir dan air. Semua material dicampur menggunakan *laboratory mixer*, dengan variasi komposisi material sesuai dengan rencana campuran. Hal ini dimaksudkan agar bisa diperoleh spesifikasi material ringan yang dikehendaki. Campuran tersebut harus diperiksa terhadap gumpalan yang terjadi.

- a) Agregat pasir lolos saringan No.10 dan tertahan saringan No.200, periksa gradasi pasir, dan kadar air.
- b) Periksa air yang digunakan pada kondisi standar sesuai SNI 03-6861-2002.
- c) Semen yang digunakan harus sesuai dengan pasal 4.1 a).
- d) Tentukan komposisi awal yang ditargetkan untuk material campuran agregat (pasir), air dan semen. *Job mix* awal campuran sebagai berikut :
 1. Untuk lapis fondasi, rasio campuran agregat pasir dan semen sebesar 1:1, timbang agregat (pasir), semen dan air. Air sebanyak 0,5 dari berat semen.
 2. Untuk lapis *subbase*, rasio campuran agregat pasir dan semen sebesar 1:1,2, timbang agregat (pasir), semen dan air. Air sebanyak 0,5 dari berat semen.
- e) Masukkan agregat dan semen ke dalam bejana *mixer*, lalu diaduk dengan *mixer* selama ± 2 menit.
- f) Masukkan air ke dalam bejana *mixer* yang telah terisi agregat dan semen tersebut, lalu diaduk lagi selama ± 2 menit.

5.3 Pencampuran busa (*foam* dan air) dan material (semen, pasir, air)

Masukan busa (*foam*) dan campuran mortar (pasir, air dan semen) kedalam bejana, kemudian diaduk menggunakan *hand mixer*. Campuran tersebut harus diperiksa terhadap gumpalan yang terjadi, aduk selama ± 2 menit, dan pastikan campuran mortar-busa telah homogen.

5.4 Pengujian

Untuk mendapatkan material ringan dengan mortar-busa sesuai spesifikasi yang diharapkan harus melakukan proses pengujian benda uji, sebagai berikut:

a) *Flow*

Pengujian nilai *flow* material mortar-busa dilakukan dalam kondisi segar, pengecekan *flow* sebagai berikut :

- 1) Tuangkan hasil campuran yang telah terbentuk menjadi mortar-busa diatas bidang yang rata ke dalam *ring flow* hingga batas atas.
- 2) Angkat *ring flow* perlahan hingga mortar-busa mengalir dan menyebar untuk mengetahui nilai *flow*.
- 3) Nilai hasil *flow harus* 180mm \pm 20mm.
- 4) Apabila nilai *flow* tidak memenuhi spesifikasi, dapat dikurangi atau menambah jumlah busa (*foam*) atau mengurangi agregat yang digunakan.

b) Densitas basah

Pengujian densitas basah, dilakukan setelah pengujian *flow* dilakukan. Pengujian densitas basah dilakukan dengan cara menimbang benda uji hasil pengujian *flow* dan mengurangi nilai yang dihasilkan terhadap berat dari *ring flow*.

c) Pengujian uji kuat tekan bebas (UCS)

1. Persiapkan terlebih dahulu cetakan (diameter 100 mm x tinggi 200 mm).
2. Masukkan campuran mortar-busa ke dalam cetakan silinder sesuai dengan kebutuhan (dengan minimal benda uji 3 buah untuk setiap pengujian uji tekan bebas).
3. Beri label pada setiap cetakan silinder dan setiap pengujian.
4. Buka benda uji di dalam cetakan silinder setelah 1 hari, dan dilakukan proses perawatan (*curing*). Pada proses perawatan benda uji dibungkus dengan menggunakan plastik, hal ini dimaksudkan agar benda uji dapat terhindar dari kontaminasi udara bebas sehingga proses hidrasi dapat berlangsung.
5. Oven benda uji selama \pm 24 jam.
6. Timbang benda uji dan hitung densitas kering.
7. Lakukan pengujian tekan bebas pada waktu yang telah ditentukan, yaitu pada masa 14 hari. Apabila hasil uji tekan bebas pada masa *curing* tersebut telah memenuhi syarat, maka campuran tersebut dapat dijadikan sebagai acuan.
8. Periksa nilai hasil pengujian uji tekan benda uji terhadap persyaratan spesifikasi. Spesifikasi fisik dan mekanis material ringan harus sesuai Tabel 2 dan Tabel 3.
9. Apabila kuat tekannya lebih rendah, dapat diatasi dengan menambah jumlah semen.

Jika percobaan tidak memenuhi spesifikasi pada salah satu persyaratan maka dilakukan penyesuaian dan percobaan kembali hingga memenuhi spesifikasi. Campuran yang sesuai spesifikasi dijadikan acuan untuk pelaksanaan pekerjaan konstruksi jalan dengan mortar-busa di lapangan.

5.5 Perhitungan

Perhitungan perancangan komposisi campuran mortar-busa pada skala laboratorium untuk mencapai target kekuatan dan target densitas yang telah ditentukan. Hasil perhitungan

tersebut menghasilkan komposisi jumlah masing-masing bahan dan material untuk dilakukan pembuatan benda uji silinder dengan ukurannya yang telah ditentukan.

Tahapan pencampuran mortar-busa per meter kubik perancangan skala laboratorium yang diperlukan yaitu :

- a) Tentukan nilai berat jenis semen dari hasil pengujian laboratorium.
- b) Tentukan nilai berat isi pasir kondisi SSD dari hasil pengujian laboratorium.
- c) Tentukan nilai berat jenis air.
- d) Tentukan nilai berat jenis *foam* diperoleh dari persyaratan pabrik pembuat *foamagent*.
- e) Penentuan jumlah semen dengan cara coba-coba pada variasi antara 250 kg sampai dengan 300 kg.
 1. Untuk kebutuhan semen per meter kubik adalah berat semen yang diperlukan dibagi berat jenis semen.
 2. Untuk kebutuhan air per meter kubik adalah berat air yang diperlukan dibagi berat jenis air.
- f) Penentuan jumlah air sebesar 50% dari jumlah semen.
 1. Volume campuran (semen+air) adalah jumlah dari kebutuhan semen dan air dalam meter kubik.
 2. Volume agregat+*foam*(busa) diperoleh dari satu meter kubik dikurangi volume campuran.
- g) Penentuan jumlah pasir yang dibutuhkan sebesar persentasi agregat dikali volume agregat+*foam* dikali nilai kondisi berat isi pasir (SSD) dikali 1000 untuk kebutuhan per meter kubik.
- h) Penentuan jumlah *foam* yang dibutuhkan sebesar persentasi *foam* dikali volume agregat+*foam* dikali 1000 untuk kebutuhan per meter kubik.
- i) Penentuan nilai densitas basah rencana diperoleh dari jumlah total campuran yang terdiri dari semen, pasir, persentase agregat pasir dan persentase *foam*.
- j) Penentuan uji *flow* dengan batasan 180 mm \pm 20 mm.
- k) Penentuan densitas basah hasil pengujian campuran mortar busa sesuai dengan target yang ditentukan.
- l) Penentuan densitas kering diperoleh dari hasil pengujian campuran mortar busa yang berbentuk silinder dengan ukuran yang telah ditentukan diuji tekan sehingga diperoleh nilai target kekuatannya.

Lampiran A

(Informatif)

Contoh perhitungan untuk komposisi lapisan *sub base*

Contoh perhitungan :

Diketahui :

1. Berat jenis semen : 3,14 t/m³
 2. Berat jenis air : 1
 3. Target berat jenis *foam* : 0,075 t/m³
 4. Berat isi pasir (pengujian di lab) : 2,69 t/m³
 5. Kadar air pasir (pengujian di lab) : 3,6 %
 6. Pasir kondisi SSD (pengujian di lab) : 4,53
 7. Komposisi rencana awal :
 - Faktor air semen : 50 %
 - Semen : 270 kg
 - Air : 135 kg
- Untuk kebutuhan per m³ :

$$\text{Semen : } \frac{\frac{\text{berat semen (kg)}}{\text{berat jenis semen (t/m}^3)}}{1000} = \frac{\frac{270 \text{ kg}}{3,14 \text{ t/m}^3}}{1000} = 0,086 \text{ m}^3$$

$$\text{Air : } \frac{\frac{\text{berat air (kg)}}{\text{berat jenis air (t/m}^3)}}{1000} = \frac{\frac{135 \text{ kg}}{1 \text{ (t/m}^3)}}{1000} = 0,135 \text{ m}^3$$

Maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume campuran } \textit{foam} \text{ (semen+air)} &= \text{Jumlah semen + air} \\ &= (0,086 + 0,135) \text{ m}^3 \\ &= 0,221 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume campuran material (pasir+foam)} &= 1 - (\text{jumlah semen + air}) \\ &= (1 - 0,221) \text{ m}^3 \\ &= 0,779 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Untuk perancangan material ringan mortar-busa, maka campurannya sebagai berikut:

1. Semen : 270 kg
2. Air : 135 kg
3. Persentase kebutuhan pasir (coba-coba) : 10%
= persentase keb.pasir x berat isi pasir x Vol. campuran material
= 10% x 2,69 x 0,779
= 209,554 kg
4. Persentase kebutuhan *foamagent* (coba-coba) : 90%
= persentase keb.*foam* x SSD *foam* x Vol. campuran material x target berat jenis *foam*
= 90% x 2,69 x 0,779 x 0,075
= 52,583 kg
5. Maka total berat material ringan yang dibutuhkan = juml.semen+air+pasir+*foam*
= (270 + 135 + 209,554 + 52,583) kg
= 667,183 kg
6. Maka densitas basah rencana = total berat / 1000
= 667,183 kg/1000
= 0,667 t/ m³

Tabel A-1
Perhitungan perancangan campuran material ringan mortar-busa

Proyek	Skala Penuh Ruas Jalan Pangkalan Lima - Kumai, Pangkalan Bun, Kalteng
Lokasi Pengujian	Laboratorium Pengujian Balai Geoteknik Jalan
Lokasi Material (pasir)	Pangkalan Bun
Target Kekuatan	800 kPa
Target Densitas	0,600 t/m ³
Air/Semen	50 %
Flow	180+20 mm
Tanggal Pengujian	9-Agustus2012
Jam	10,00 wib

Klasifikasi Material		Input	Satuan
Kondisi SSD Berat Jenis Semen		3,140	-
Kondisi SSD Berat Isi Pasir (pengujian lab) γ_{pasir}		2,690	t/m ³
Berat Jenis Air		1,000	-
Target Berat Jenis Foam (1 : 25)		0,075	t/m ³

PERHITUNGAN MASSA DENSITAS BASAH PENGUJIAN				
Massa wadah		130 kg	130	kg
Massa campuran material		760 kg	760	kg
Densitas basah pengujian		630 kg	0,630	t/m ³

KEBUTUHAN MATERIAL RINGAN MORTAR BUSA UNTUK 1 M ³				
Semen		270 kg	0,086	m ³
Air		135 kg	0,135	m ³

Volume Campuran (Semen+Air)	0,221	m ³
Volume Agregat+foam	0,779	m ³

PERANCANGAN MATERIAL RINGAN MORTAR BUSA UNTUK 1 M ³						
Semen			270,000	kg	270,000	kg
Air			135,000	kg	135,000	kg
Persentase Agregat Halus Pasir	10	%	209,554	kg	209,554	kg
Persentase Foam	90	%	701,111	liter	52,583	kg
Total					667,138	kg
			Densitas Basah rencana		0,667	t/m ³
			Flow		183	mm
			Densitas Basah pegujian		0,630	t/m ³
			Densitas kering oven rencana		0,614	t/m ³

Tabel A-2 Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined*) Umur Pengujian 3 Hari

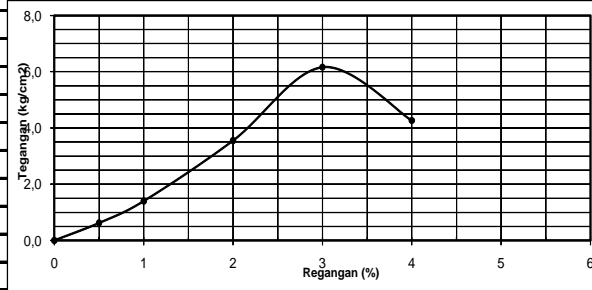
Proyek / Pekerjaan : Timbunan Material Ringan
 Lokasi Contoh : Jembatan Ekang Kepri
 No. Contoh / Kedalaman : 800 kPa (3 Hari) / UNSOAKED
 Jenis Contoh : Pasir

Tanggal	09-Agustus-2012	Tanda Tangan
Dikerjakan	Ayun	
Diperiksa	Sumarno, BE.	

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED*)

SNI 3638:2012

Waktu (menit)	Regangan		Pembacaan Arloji	Kalibrasi cincin	Beban (kg)	Angka Koreksi	Luas Terkoreksi (cm ²)	Tegangan (kg/cm ²)	Berat Isi : gr/cm ³	Sebelum	Sesudah	Kadar Air : %	Sebelum	Sesudah
	Pembacaan Arloji	Regangan Arloji												
0	0	0	0	2,586	0,00	1,000	78,540	0,00	Diameter Contoh, cm	10,00		Nomor cawan		AN
0,5	100	0,50	19	2,586	49,13	1,005	78,934	0,62	Tinggi contoh, cm	20,00		B cont. basah + cawan, gr		106,17
1	200	1,00	43	2,586	111,20				Luas contoh, cm ²	78,54		B cont. kering + cawan, gr		97,26
2	400	2,00	110	2,586	284,46				Isi contoh, cm ³	1570,80		Berat air, gr		8,91
3	600	3,00	193	2,586	499,10				Berat contoh, gr	1037,00		Berat cawan, gr		37,25
4	800	4,00	135	2,586	349,11							Berat cont. kering, gr		60,01
												Kadar air, %		14,85
												Contoh / Benda Uji : Asli / Buatan		
												g/div) qu max : 6,16 kg/cm ²		



Tabel A-3 Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined*) Umur Pengujian 7 Hari

Proyek / Pekerjaan : Timbunan Material Ringan
 Lokasi Contoh : Jembatan Ekang Kepri
 No. Contoh / Kedalaman : 800 kPa (7 Hari) / UNSOAKED
 Jenis Contoh : Pasir

Tanggal	12-Aug-12	Tanda Tangan
Dikerjakan	Zend	
Diperiksa		

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED*)

SNI 3638:2012

Waktu (menit)	Regangan		Pembacaan Arloji	Kalibrasi cincin	Beban (kg)	Angka Koreksi	Luas Terkoreksi (cm ²)	Tegangan (kg/cm ²)	Berat Isi : gr/cm ³	Sebelum	Sesudah	Kadar Air :	Sebelum	Sesudah
	Pembacaan Arloji	Regangan Arloji							Diameter Contoh, cm	Nomor cawan				
0	0	0	0	12,541	0,00	1,000	78,540	0,00	10,00			Nomor cawan		AN
0,5	100	0,50	13	12,541	163,03	1,005	78,934	2,07	20,00			B cont. basah + cawan, gr		106,17
1	200	1,00	27	12,541	338,60	1,010	79,333	4,27	78,54			B cont. kering + cawan, gr		97,26
1,5	300	1,50	39	12,541	489,09	1,015	79,736	6,13	1570,80			Berat air, gr		8,91
2	400	2,00	47	12,541	589,41	1,020	80,143	7,35	1118,00			Berat cawan, gr		37,25
2,5	500	2,50	53	12,541	664,66	1,026	80,554	8,25	0,712			Berat cont. kering, gr		60,01
3	600	3,00	37	12,541	464,01	1,031	80,969	5,73	0,620			Kadar air, %		14,85
Catatan :														
Nomor Alat : 1										Contoh / Benda Uji : Asli / Buatan				
Kalibrasi : 12,541 (kg/div)										qu max : 8,25 kg/cm ²				

Tabel A-4 Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined*) Umur Pengujian 14 Hari

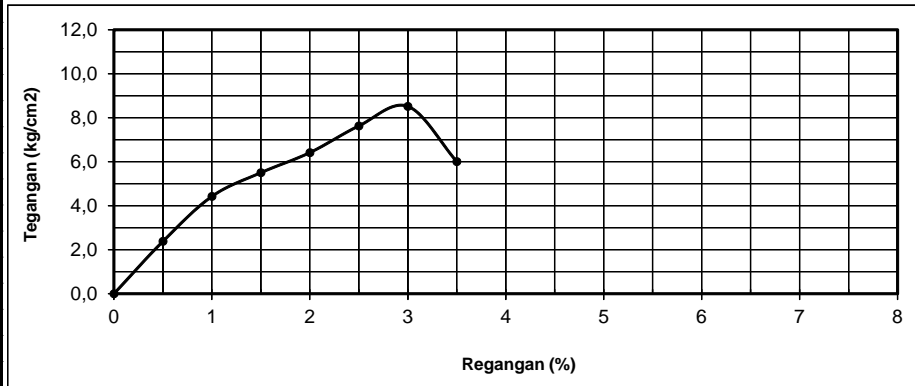
Proyek / Pekerjaan :
 Lokasi Contoh : Jembatan Ekang Kepri
 No. Contoh / Kedalaman : (A3)800 kPa (14 Hari) / UNSOAKED
 Jenis Contoh : Pasir

Tanggal	19-Aug-10	Tanda Tangan
Dikerjakan	Zend	
Diperiksa		

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED*)

SNI 3638:2012

Waktu (menit)	Regangan		Pembacaan Arloji	Kalibrasi cincin	Beban (kg)	Angka Koreksi	Luas Terkoreksi (cm ²)	Tegangan (kg/cm ²)	Berat Isi : gr/cm ³		Kadar Air : %		
	Pembacaan Arloji	Regangan Arloji							Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
0	0	0	0	12,541	0,00	1,000	78,540	0,00	Diameter Contoh, cm	10,00		Nomor cawan	AN
0,5	100	0,5	15	12,541	188,11	1,005	78,934	2,38	Tinggi contoh, cm	20,00		B cont. basah + cawan, gr	117,20
1	200	1,0	28	12,541	351,14	1,010	79,333	4,43	Luas contoh, cm ²	78,54		B cont. kering + cawan, gr	109,40
1,5	300	1,5	35	12,541	438,92	1,015	79,736	5,50	Isi contoh, cm ³	1570,80		Berat air, gr	7,80
2	400	2,0	41	12,541	514,17	1,020	80,143	6,42	Berat contoh, gr	1287,00		Berat cawan, gr	37,45
2,5	500	2,5	49	12,541	614,49	1,026	80,554	7,63	Berat isi, gr/cm ³	0,819		Berat cont. kering, gr	71,95
3	600	3,0	55	12,541	689,74	1,031	80,969	8,52	Berat isi kering, gr/cm ³	0,739		Kadar air, %	10,84
3,5	700	3,5	39	12,541	489,09	1,036	81,388	6,01	Catatan :				
									Nomor Alat :	1		Contoh / Benda Uji :	Asli / Buatan
									Kalibrasi :	12,541	(kg/div)	qu max :	8,52 kg/cm ²



Bibliografi

BASF. *Styropor technical information*. 24558 June 1991/September 1993.

MG Winter, PE Jonhson, JM Reid. *Construction of Road Foundations on Soft Ground using Lightweight Tyre Bales*, Proceedings of international Conference on Problematic Soils, 25-27 May 2005, Eastern Mediteranean University, Famagusta, N. Cyprus. 2005.

NCHRP Report 529. *Guideline and Recommended Standard for Geofom Applications in Highway Embankments*. Transportation Research Board of National Cooperation Highway Research Program. Juli. 2004.

Shimazu, A. *Use of Excavated Excess Soils in Earth Works*. PWRI. Jepang. Tidak bertahun.

Spesifikasi Material Ringan dengan Mortar Busa (foam mortar) untuk Konstruksi Jalan

Tsuchida, T.; Egashira, Kazuhiko. *The Lightweight Treated Soil Method : New Geomaterials for Soft Ground Engineering in Coastal Areas*. Taylor & Francis Routledge. 2004.

Tor Erik Frydenlund¹ and Roald Aabøe². *Long Term Performance and Durability of EPSas a Lightweight Filling Material*.

SNI1964 : 2008, *Cara uji berat jenis tanah*

SNI 1965 : 2008, *Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan*

SNI 3423: 2008, *Cara uji analisis ukuran butir tanah*

SNI 03-6787:2002, *Metode pengujian pH tanah dengan alat pH meter*

SNI 1970:2008, *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus*

SNI 03-1971-2011, *Metode pengujian kadar air agregat*

SNI 03-4428-1997, *Metode pengujian agregat halus atau pasir yang mengandung bahan plastis dengan cara setara pasir*

SNI 03-3637-1994, *Metode pengujian berat isi tanah berbutir halus dengan cetakan benda uji*

SNI 03-6825-2002, *Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil*

**Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 18 Mei 2015**

**MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT,**



M. BASUKI HADIMULJONO

