

# JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL

P-ISSN NO. 2598-9758 E-ISSN NO. 2598-8581

VOL. 2, NO. 2, DESEMBER 2018



Diterbitkan oleh  
Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat  
Politeknik Negeri Banjarmasin  
bekerjasama dengan  
Jurusan Teknik Sipil - Politeknik Negeri Banjarmasin

# **JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL POLITEKNIK NEGERI BANJARMASIN**

Jurnal Gradasi Teknik Sipil diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Banjarmasin. Ruang lingkup makalah meliputi Bidang Teknik dan Manajemen dengan konsentrasi Bidang Transportasi, Geoteknik, Struktur, Keairan dan Manajemen Konstruksi. Isi makalah dapat berupa penyajian isu aktual di bidang Teknik Sipil, review terhadap perkembangan penelitian, pemaparan hasil penelitian, dan pengembangan metode, aplikasi, dan prosedur di bidang Teknik Sipil. Makalah ditulis mengikuti panduan penulisan.

## **Penanggung Jawab**

Nurmahaludin, ST, MT.

## **Dewan Redaksi**

Ketua : Dr. Fitriani Hayati, ST, M.Si.  
Anggota : Riska Hawinuti, ST, MT.  
Nurfitriah, S.Pd, MA.  
Ir. Rusliansyah, M.Sc.

## **Reviewer**

Dr. Ir. Yanuar Jarwadi Purwanto, MS. (Institut Pertanian Bogor)  
Dr. Ir. Achmad Rusdiansyah, MT. (Universitas Lambung Mangkurat)  
Dr. Ir. M. Azhar, M. Sc. (Institut Sains dan Teknologi Nasional)  
Dr. Ir. Endang Widjajanti, MT. (Institut Sains dan Teknologi Nasional)  
Joni Irawan, ST, MT. (Politeknik Negeri Banjarmasin)  
Yusti Yudiawati, ST, MT. (Politeknik Negeri Banjarmasin)

## **Editing dan Tata Bahasa**

Nurfitriah, S.Pd., MA.

## **Desain dan Tata Letak**

Abdul Hafizh Ihsani

## **Alamat Redaksi**

Jurusan Gradasi Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin, Jl. Brigjen H. Hasan Basri 70123  
Banjarmasin Telp/Fax 0511-3307757; Email: gradasi.tekniksipil@poliban.ac.id

## JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL

### DAFTAR ISI

Perencanaan Struktur Atas Jembatan Komposit Sungai Nipah Desa Darul Aman Kecamatan Rupert ... ( 1 - 9 )

*Nur Aspaliza, Indriyani Puluhulawa, Armada*

Perencanaan Jembatan Rangka Baja Pelengkung Sungai Liong ... ( 10 - 21 )

*Febry Suhendra, Faisal Ananda, Alamsyah*

Pengaruh Agregat Setempat Terhadap Nilai Indeks dan Biaya pada Analisa Satuan Pekerjaan Beton f'c 20 MPa ... ( 22 – 29 )

*Muhammad Humaidi, Khairil Yanuar, Aunur Rafik*

Pengaruh Posisi, Jumlah Layer Dan Mutu Kayu Terhadap Balok Laminasi Kayu Mahang Dan Kayu Meranti ... ( 30 - 35 )

*Indriyani Puluhulawa*

Pengaruh Supeltas Terhadap Tingkat Pelayanan Simpang Jalan Trans Kalimantan-Komplek Griya Permata ... ( 36 – 44 )

*Riska Hawinuti*

Perancangan Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal Gradasi Batas Tengah Menggunakan *Claystone* ... ( 45 - 54 )

*Ahmad Norhadi, H. Muhammad Fauzi, Akhmad Marzuki, Zuraida*

# Perancangan Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal Gradasi Batas Tengah Menggunakan *Claystone*

Ahmad Norhadi<sup>1</sup>, H. Muhammad Fauzi<sup>2</sup>, Akhmad Marzuki<sup>3</sup>, Zuraida<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin

<sup>4</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin

e-mail: \*<sup>4</sup>a.norhadi@poliban.ac.id (corresponding author)

## Abstrak

*Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal merupakan struktur lapisan yang kuat karena menerima beban langsung kendaraan di atas permukaan jalan. Pada Umumnya pembuatan jalan akses lokasi pertambangan tidak menggunakan perkerasan dengan penutup aspal. Salah satu bahan untuk perkerasan jalan pertambangan umumnya memanfaatkan hasil galian permukaan tambang itu sendiri menggunakan clay stone sebagai tambahan campuran atau filler untuk struktur lapis pondasi agregat. Clay stone merupakan batuan sedimen yang sifatnya kuat jika di dalam tanah dan akan menjadi lembek jika terendam air. Material Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal didominasi oleh partikel halus yaitu maksimum diameter 19 mm sehingga sulit untuk mengatur komposisi gradasi. Sehingga untuk mendapatkan komposisi gradasi Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal yang ideal maka perlu dilakukan "Penelitian Perancangan Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal pada Gradasi Batas Tengah dengan Menggunakan Clay Stone". Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai komposisi campuran antara clay stone dan batu pecah, nilai kandungan PI (Indeks Plastis) dan nilai CBR*

*Material Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal harus memenuhi ketentuan sifat-sifat bahan sesuai dengan spesifikasi Umum Bina Marga Edisi Tahun 2010 Revisi 3, gradasi terdiri dari material lolos saringan  $\frac{3}{4}$ , nilai batas cair maksimum 35%, nilai indeks plastisitas minimum 4% dan maksimum 15%, gumpalan lempung dan butiran-butiran mudah pecah minimal 0% dan maksimum 5%, abrasi agregat kasar maksimum 40% dan memiliki nilai CBR (California Bearing Ratio) minimum 60%.*

*Dari hasil penelitian ini dapat diketahui komposisi campuran antara clay stone dan batu, nilai PI (Indeks Plastis) dan nilai CBR dari gradasi Batas Tengah Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal. Komposisi campuran antara clay stone dan agregat batu pecah pada gradasi batas tengah yaitu batu pecah 1-2 sebesar 20%, batu pecah 1-1 sebesar 33%, abu batu sebesar 35%, dan clay stone sebesar 12%. Berdasarkan hasil pemeriksaan batas cair dan batas plastis, didapat nilai Indeks Plastis (PI) dari clay stone sebesar 35,696% dan untuk kombinasi campuran agregat batu pecah dengan tambahan 12% clay stone sebesar 13,941%. Berdasarkan hasil pemeriksaan kepadatan dan CBR Laboratorium, didapat nilai CBR desain dari agregat batu pecah sebesar 73%, clay stone sebesar 1,150% dan untuk kombinasi campuran clay stone dan agregat batu pecah sebesar 64%.*

**Kata kunci**— Lapis Pondasi, Clay Stone, Indeks Plastis (PI), California Bearing Ratio(CBR)

## Abstract

*"Lapis Pondasi Agregat tanpa penutup aspal" is a strong layer structure because it receives a direct load of vehicles above the surface. In general, the making of access roads for mining sites does not use pavement with asphalt. One of the materials for mining pavement generally uses the mine's surface excavation using a clay stone as an addition to a mixture or filler for the aggregate layer structure. Clay stone is a sedimentary rock that is strong if it is in the soil and will become soft when submerged in water. "Lapis Pondasi Agregat tanpa penutup aspal" is dominated by fine particles which is a maximum diameter of 19 mm making it difficult to adjust the gradation composition. So to get the ideal gradation of "Lapis Pondasi Agregat tanpa penutup aspal" composition, it is necessary to do Research on "Lapis Pondasi Agregat tanpa penutup aspal" on Middle Border Gradations Using Clay Stone". The purpose of this study was to determine the value of the mixture composition between clay stone and broken stone, the value of PI content (plastic index) and CBR value*

*“Lapis Pondasi Agregat tanpa penutup aspal” must meet the requirements of material properties in accordance with the General Revised 3rd Edition of Bina Marga specifications, the gradation consists of material passed the filter  $\frac{3}{4}$ , maximum liquid limit value of 35%, minimum plasticity index value of 4% and maximum 15 %, clumps of clay and fragile granules of at least 0% and a maximum of 5%, coarse aggregate abrasion is a maximum of 40% and has a minimum CBR (California Bearing Ratio) value of 60%.*

*From the results of this study, it can be seen the mixture composition between clay stone and stone, PI value (plastic index) and CBR value from the gradation of the middle boundary of the “Lapis Pondasi Agregat tanpa penutup aspal”. The composition of the mixture of clay stone and aggregate rock broke on the middle boundary gradation, ie 1-2% broken stone by 20%, 1-1 broken stone by 33%, stone ash by 35%, and clay stone by 12%. Based on the results of the examination of the liquid limit and plastic limit, the Plastic Index (PI) value of the clay stone was 35.696% and for the combination of the mixture of broken stone with an additional 12% clay stone was 13.941%. Based on the results of laboratory density and CBR examinations, it was found that the design CBR value of broken stone aggregate was 73%, the clay stone was 1,150% and for the combination of clay stone and aggregate rock was broken by 64%..*

**Keywords**— Foundation Layer, Clay Stone, Plastic Index (PI), California Bearing Ratio (CBR)

## I. PENDAHULUAN

Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal (LAPTA) memiliki struktur lapisan yang kuat karena menerima beban langsung kendaraan di atas permukaan jalan, lapisan strukturnya tidak ditutupi beton atau aspal. Biasanya pembuatan jalan menuju lokasi pertambangan tidak menggunakan perkerasan dengan penutup aspal. LAPTA mempunyai kekurangan seperti tidak kedap air, mudah rusak, masih berdebu dan terpengaruh cuaca. Bahan untuk perkerasan jalan pertambangan umumnya memanfaatkan hasil galian permukaan tambang dengan menggunakan claystone sebagai tambahan campuran. Jalan akses tambang perlu dilakukan perawatan berkala serta pemilihan material yang tepat dan baik agar akses jalan yang dilewati bisa bertahan sesuai dengan umur rencana.

Material LAPTA harus memenuhi ketentuan karakteristik bahan sebagaimana terdapat pada spesifikasi Umum Bidang Bina Marga Edisi Tahun 2010 Revisi 3.

Material LAPTA didominasi oleh partikel butiran halus yaitu maksimum diameter 19 mm sehingga sulit untuk mengatur komposisi gradasi. Gradasi yang terbentuk cenderung gradasi yang tidak ideal, yaitu di atas batas atas atau di bawah batas bawah. Komposisi yang tidak ideal berdampak kepada parameter pendukung CBR rendah dan berakibat jalan menjadi sering rusak. komposisi gradasi

LAPTA yang ideal bisa didapat dengan suatu perancangan komposisi gradasi batas tengah dengan menambahkan limbah tambang batubara claystone. Claystone adalah batuan sedimen yang sifatnya kuat jika di dalam tanah dan akan menjadi lembek jika terendam air. Penambahan claystone pada komposisi LAPTA dimaksudkan sebagai pemanfaatan claystone itu sendiri sehingga tidak terbuang sia-sia dan juga untuk mengurangi jumlah abu batu yang digunakan sehingga biaya pembangunan jalan di pertambangan lebih ekonomis.

Dari pemaparan diatas penulis melakukan penelitian dengan mengangkat judul “Perancangan Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal Gradasi Batas Tengah Menggunakan Claystone”.

Berdasarkan uraian diatas maka ditetapkan tujuan penelitian adalah mengetahui komposisi campuran antara claystone dengan batu pecah pada gradasi batas tengah LAPTA, mengetahui nilai PI (Indeks Plastis) pada gradasi batas tengah LAPTA dan mengetahui besarnya nilai CBR dari gradasi batas tengah LAPTA.

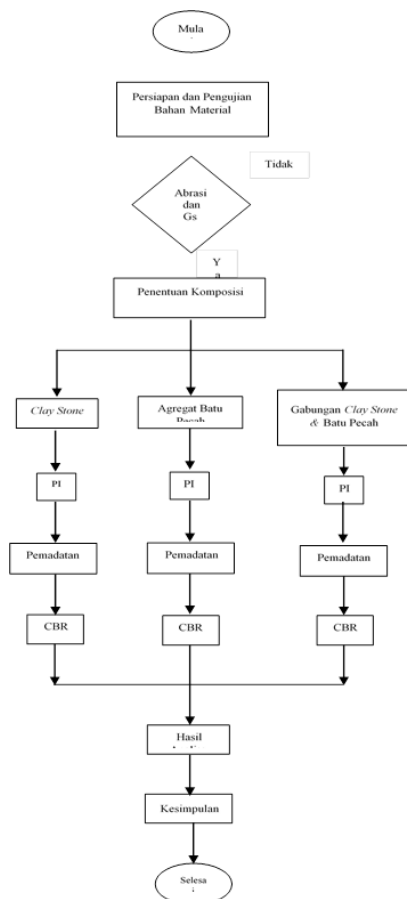
## II. METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan pengambilan sampel LAPTA di *stockpile* yang terdiri dari material abu batu, agregat medium dan agregat kasar dari *Stone Crusher*. **Pelaksanaan pengujian menggunakan**

**Standar Nasional Indonesia (SNI).** Pengujian material LAPTA seperti Tabel I dibawah ini.

**TABEL I**  
Pengujian Material Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal

Pengujian	Standar
Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar	SNI 03-1968-1990
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	SNI 03-1970-2008
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	SNI 03-1969-2008
Berat Jenis Tanah	SNI 03-1964-2008
Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm)	SNI 03-4142-1996
Analisis Ukuran Butir Tanah	SNI 03-3423-2008
Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah	SNI 03-1966-2008
Penentuan Batas Cair Tanah	SNI 03-1967-2008
Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah	SNI 03-4141-1996
Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles	SNI 03-2417-2008
Kepadatan Ringan	SNI 03-1742-2008
Kepadatan Berat	SNI 03-1743-2008
CBR ( <i>California Bearing Ratio</i> )	SNI 03-1744-2012



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapat dari pengujian LAPTA tanpa menggunakan claystone di laboratorium adalah sebagai berikut:

a) Pengujian Berat Jenis (BJ) Agregat Kasar dan BJ Agregat Halus

Berdasarkan pengujian dan perhitungan yang terlampir didapatkan BJ abu batu (AB) adalah 2,743 gram, BJ fraksi agregat batu pecah (BP) 1-1 sebesar 2,650 gram dan BJ fraksi agregat BP 1-2 sebesar 2,689 gram telah memenuhi syarat SNI.

b) Pengujian Keausan Agregat

Berdasarkan pengujian menggunakan mesin Los Angeles menggunakan cara B didapatkan nilai abrasi rata-rata sebesar 28,09% dan sudah memenuhi syarat pada Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Divisi 5 yaitu maksimal 40%.

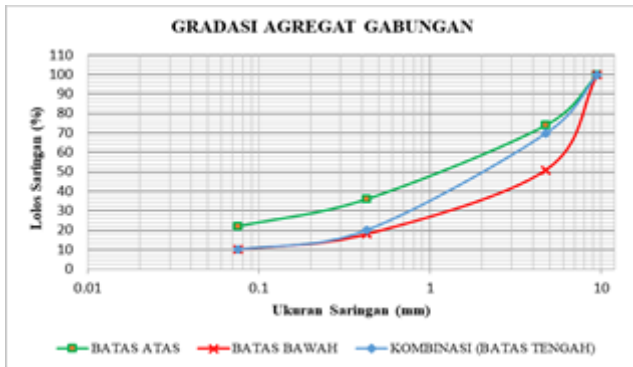
c) Pengujian Analisa Saringan Agregat Gabungan

Material yang digunakan untuk pengujian adalah fraksi agregat BP, yaitu fraksi 1-1, 1-2 dan AB. Fraksi agregat BP 1-1 merupakan agregat yang lolos saringan ¾ inci, Fraksi agregat BP 1-2 merupakan agregat yang lolos saringan 1 inci dan tertahan saringan ¾ inci dan untuk AB merupakan fraksi agregat halus. Fraksi ini telah lolos saringan No. 4. Hasil dari pengujian didapatkan data persen lolos (Tabel 8).

**TABEL II**  
Ketentuan Gradasi untuk Lapis Permukaan Jalan Tanpa Penutup Aspal

Ukuran Ayakan	Kombinasi				Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal	
	Opening (mm)	Fraksi R.P 1-2 (Ag. Kasar)	Fraksi B.P 1-1 (Ag. Medium)	Abu Batu (Lulus # No.4)	Batas Bawah	Batas Atas
3/4"	19,00	25,00	10,00	65,00	100,00	100,00
No.4	4,75	0,07	4,72	65,00	51,00	74,00
No.40	0,425	0,06	0,40	19,52	18,00	36,00
No.200	0,075	0,05	0,09	9,84	10,00	22,00
Batas	0,00	0,00	0,00	0,00		

Sumber : Hasil Perhitungan Analisa Saringan



Gambar 2. Kurva Gradasi Agregat Gabungan untuk Agregat

Hasil dari perhitungan persen lolos pada Tabel II didapat gradasi gabungan dari agregat kasar - agregat halus, dengan penjabaran fraksi BP 1-2 sebesar 25%, fraksi BP 1-1 sebesar 10%, AB sebesar 65%.

d) Uji Gumpalan Lempung, dan Uji Butir-Butir Mudah Pecah dalam Agregat

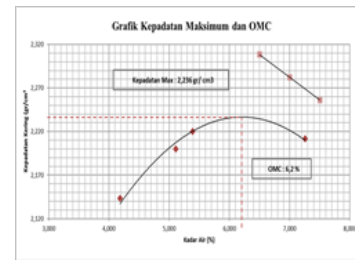
Dari pengujian yang dilakukan diperoleh nilai 4,636% dan sudah memenuhi syarat Spesifikasi (5%).

e) Uji Batas Cair dan Batas Plastis Agregat

Berdasarkan pengujian batas cair dan batas plastis agregat dapat diketahui material AB tidak dapat digiling, maka disimpulkan bahwa bahwa material AB termasuk non plastis.

f) Hasil Pengujian Kepadatan Berat Agregat

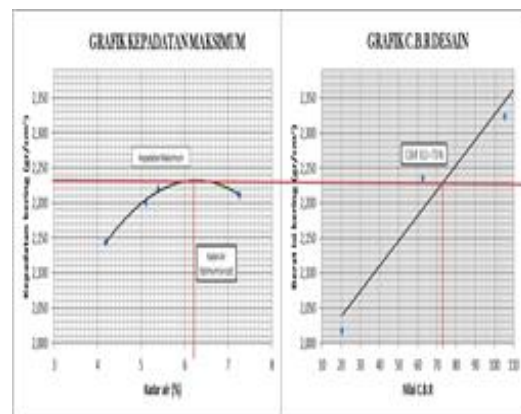
Hasil dari pengujian kepadatan berat agregat dengan merujuk kepada SNI 03-1743-2008 Cara D adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Hubungan Kepadatan Kering dan Kadar Air untuk Agregat

Gambar 3 menggambarkan hubungan moisture content dengan dry density. Dari gambar tersebut didapatkan nilai MDD (maximum dry density) atau kepadatan kering maksimum yaitu sebesar sebesar 2,236gr/cm<sup>3</sup> dan nilai OMC (optimum moisture content) atau kadar air optimum yaitu sebesar 6.2%. Nilai MDD dan OMC akan dijadikan acuan untuk melakukan pengujian CBR (California Bearing Ratio).

g) Hasil Grafik Design CBR Laboratorium  
Hasil Grafik Design CBR Laboratorium dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik Kepadatan Berat dan CBR Laboratorium untuk Agregat

Berdasarkan gambar grafik di atas menunjukkan pada grafik nilai kepadatan kering maksimum sebesar 2,236 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air sebesar 6,2% dihubungkan dengan grafik CBR desain sebesar 73%. Hasil tersebut telah memenuhi syarat spesifikasi Sifat-Sifat Bahan untuk Lapis Permukaan Jalan Tanpa Penutup Aspal.



TABEL III

Ringkasan Hasil Pemeriksaan Agregat dari *Base Camp Asphalt Mixing Plant* (AMP) PT. Salamandra Petramuya

No.	Macam Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Metode Pengujian
1.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	2,743 gr		SNI 1970 : 2008
2.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar			
	Fraksi Agregat Batu Pecah (1-1)	2,650gr		SNI 1969 : 2008
	Fraksi Agregat Batu Pecah (1-2)	2,674gr		
3.	Batas Cair	-		SNI 1967 : 2008
4.	Batas Plastis	-		SNI 1966 : 2008
5.	Indeks Plastis	Non Plastis	4-15 %	SNI 1966 : 2008
6.	Analisa Saringan Agregat Halus Dan Kasar			
	No. Saringan	% Lolos		SNI 1968 : 1990
	1/2"	100	100	
	No. 4	69,8	51-74	
	No. 40	20,07	18-36	
	No. 200	9,95	10-22	
7.	Kerasan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles	28,09%	0-40 %	SNI 2417 : 2008
8.	Gumpalan Lempung dan Butiran-Butiran Mudah Pecah	4,636%	0-5%	SNI 4141 : 1996
9.	Kepadatan Berat			SNI 1743 : 2008
	Kadar Air Optimum	6,20%		
	Berat Kering Maksimum	2,236gr/cm <sup>3</sup>		
10.	CBR Laboratorium (Rendaman)	73%	Min 60%	SNI 1744 : 2008
Kesimpulan : Material Memenuhi Syarat Sebagai Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal				

Sumber: Hasil Perhitungan 2018

Hasil Pengujian Clay Stone Tanpa Agregat

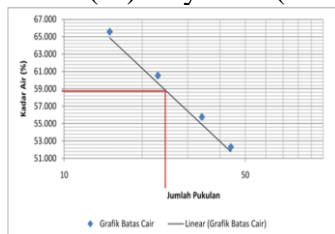
Hasil dari pengujian clay stone tanpa agregat di laboratorium adalah sebagai berikut:

a) Pemeriksaan Berat Jenis Tanah (Claystone)

Pengujian berat jenis tanah di laboratorium dengan merujuk metode SNI 03-1964-2008. Dari hasil diperoleh berat jenis tanah rata-rata sebesar 2,538 gram. Menurut standar Mektan, BJ tanah yang didapatkan masuk ke dalam jenis Lempung Organik.

b) Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Claystone

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai Indeks Plastis (PI) claystone (Tabel IV).



Gambar 5. Grafik Batas Cair untuk Clay Stone

Berdasarkan pengujian batas cair, didapatkan moisture content pada 25 ketukan adalah sebesar 58,90% sebagai nilai LL dan nilai PI 35,696% (Tabel IV).

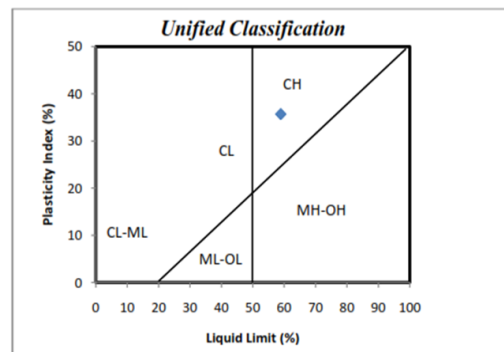
TABEL IV  
Nilai Indeks Plastis (PI)

LL	PL	PI
58,900	23,204	35,696

Menurut sistem klasifikasi AASHTO untuk tanah, persentase lolos saringan nomor 200 lebih besar dari 97,201%, secara umum tanah berada di kelompok lempung. Untuk mengetahui indeks kelompok dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 GI &= (97,201 - 35) [ 0,2 + 0,005 (58,9 - 40) ] + \\
 & [ 0,001 (97,201 - 15)(35,696 - 10) ] \\
 &= 20,430 \\
 &= 20 \text{ (pembulatan)}
 \end{aligned}$$

Nilai batas cair (LL) lebih besar dari 58,90%, harga indeks plastisitas (PI) lebih besar dari 35,696% dan lebih besar dari harga batas cair (LL) dikurangi 30% serta nilai GI sebesar 20 maka tanah termasuk golongan A-7-6 (20).



Gambar 6. Unified Classification untuk Clay Stone

Dengan diketahui nilai batas cair (LL), nilai indeks plastisitas (PI) dan dimasukkan ke dalam grafik Unified Classification maka dapat diketahui golongan tanah. Nilai batas cair (LL) lebih besar dari 58,90% dengan harga indeks plastisitas (PI) lebih besar dari 35,696% menunjukkan bahwa



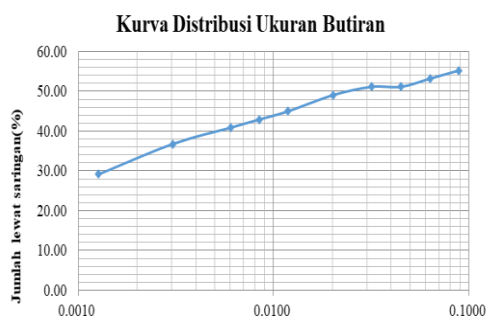
claystone termasuk golongan CH (Clay of High Plasticity).

c) Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm)

Berdasarkan pengujian tersebut, didapat nilai jumlah bahan lolos sebesar 97,201% yang berarti > 90% bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm) atau bahkan hampir mendekati 100%. Sehingga dari hasil tersebut untuk mengetahui analisa saringan material claystone harus dilakukan pemeriksaan hydrometer. Berdasarkan pengujian laboratorium dengan perendaman ±24 jam, dan bahan lolos saringan No.200 sebesar 97,201%, claystone berubah menjadi sifat aslinya yaitu clay atau tanah liat.

d) Pemeriksaan *Hydrometer*

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mendapatkan gradasi tanah yang butirnya sangat kecil yakni lebih kecil dari saringan Nomor 200.



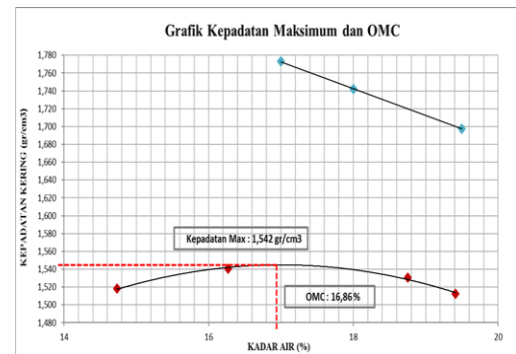
Gambar 7. Grafik Kurva Distribusi Ukuran Butiran

Dari gambar grafik 7 partikel berukuran < 0,002 mm yaitu lempung sebesar 32% dan partikel berukuran 0,002 – 0,06 mm yaitu lanau sebesar 52%.

Untuk mengetahui aktivitas tanah maka dilakukan perbandingan indeks plastis dengan % fraksi ukuran lempung. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan didapat nilai aktivitas tanah 1,105 yang ada di tabel aktivitas tanah menurut Manual of Soil Laboratory Testing Volume. 1 Head KH, ELE International Ltd sebagai lempung normal.

e) Pemeriksaan Kepadatan Ringan pada Clay Stone

Hasil dari pemeriksaan kepadatan ringan untuk tanah dengan menggunakan metode Uji Kepadatan Berat Cara A (SNI 03-1742-2008).

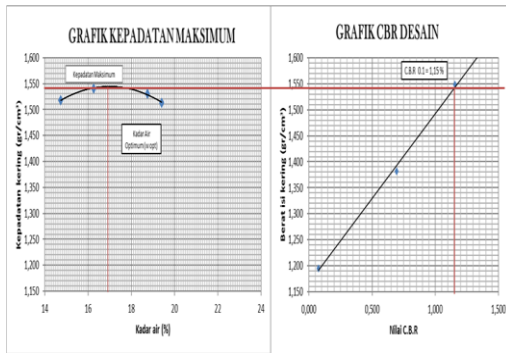


Gambar 8. Grafik Hubungan Kepadatan Kering dan Kadar Air untuk Clay Stone

Gambar 8 menunjukkan grafik hubungan antara dry density dan moisture content yang dibuat untuk mendapatkan maximum dry density dan optimum moisture content. Berdasarkan Gambar 8 tersebut didapat nilai kepadatan kering maksimum sebesar 1,542gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum sebesar 16,86%. Nilai maximum dry density dan optimum moisture content ini akan dijadikan sebagai acuan untuk melakukan pemeriksaan CBR (California Bearing Ratio).

f) Hasil Grafik Kepadatan Ringan dan CBR Laboratorium

Hasil Grafik Kepadatan Ringan dan CBR Laboratorium dapat dilihat pada gambar 9 berikut:



Gambar 9. Grafik Kepadatan Ringan dan CBR Laboratorium untuk Clay Stone

Dari gambar diatas menunjukkan pada grafik nilai maximum dry density 1,542 gr/cm<sup>3</sup> dan moisture content 16,86% dihubungkan dengan grafik CBR desain diperoleh nilai CBR desain laboratorium sebesar 1,150%, yang berarti syarat spesifikasi tidak terpenuhi dari nilai CBR desain ini.

TABEL V  
Ringkasan Hasil Pemeriksaan Clay Stone

No.	Macam Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Metode Pengujian
1.	Berat Jenis Tanah	2,538gr		SNI 1964 : 2008
2.	Batas Cair	58,90%	Maks. 35%	SNI 1967 : 2008
3.	Batas Plastis	23,204%		SNI 1966 : 2008
4.	Indeks Plastis	35,696%	4-15 %	SNI 1966 : 2008
5.	Hydrometer	55,25%		SNI 3423 : 2008
6.	Kadar Lumpur	97,20%		SNI 4142 : 1996
7.	Kerusakan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles	-	0-40 %	SNI 2417 : 2008
8.	Kepadatan Ringan			SNI 1742 : 2008
	Kadar Air Optimum	16,86%		
	Berat Kering Maksimum	1,542gr/cm <sup>3</sup>		
9.	CBR Laboratorium (Rendaman)	1,150%	Min 60%	SNI 1744 : 2008
Kesimpulan : Material Tidak Memenuhi Syarat Sebagai Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal				

Sumber: Hasil Perhitungan 2018

### Pengujian LAPTA dengan Tambahan Claystone

Hasil pengujian LAPTA dengan menggunakan claystone di laboratorium adalah sebagai berikut:

- a) Analisa Saringan Gabungan Agregat dengan Claystone

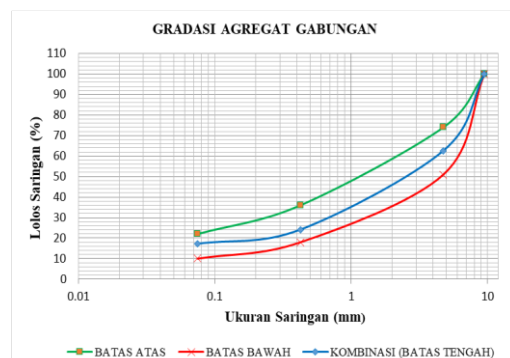
Material yang digunakan pada pengujian adalah material agregat BP 1-1, material agregat BP 1-2, AB dan claystone. Material agregat BP 1-1 adalah agregat yang lolos saringan ¾ inci (19,00 mm), material agregat BP 1-2 adalah agregat yang lolos saringan 1 inci (25,40 mm) dan tertahan pada saringan ¾ inci (19,00 mm), AB adalah material agregat halus yang lolos pada saringan No.4 (4,75 mm) dan untuk claystone merupakan material tanah yang lolos saringan No.200 (0,075 mm). Hasil pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar disajikan pada Tabel di bawah ini.

TABEL VI

Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Gabungan

ASTM	Opening (mm)	Kombinasi				Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal	
		Fraksi B.P 1-2 (Ag. Kasar)	Fraksi B.P 1-1 (Ag. Medium)	Abu Batu (Lolos # No.4)	Clay Stone	Batas Bawah	Batas Atas
		20	33	35	12	100,00	
¾"	9,5	20,00	33,00	35,00	12,00	100,00	100,00
No.4	4,75	0,06	15,59	35,00	12,00	62,65	51,00
No.40	0,425	0,05	1,63	10,51	12,00	24,19	18,00
No.200	0,075	0,02	0,29	5,30	11,66	17,27	10,00
Pan		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Sumber : Hasil Perhitungan Analisa Saringan



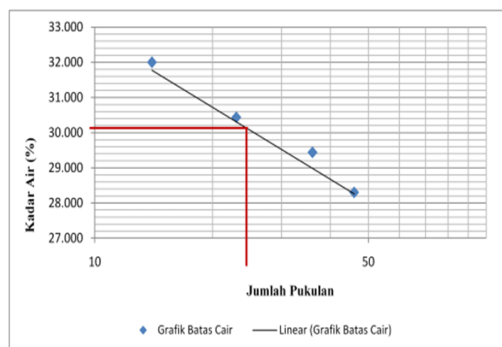
Gambar 10. Kurva Gradasi Agregat Gabungan untuk Kombinasi Agregat dengan Clay Stone

Hasil dari perhitungan persen lolos sebagaimana yang ada di Tabel VI didapat gradasi gabungan dari agregat kasar dan agregat halus, serta material tambahan claystone yaitu material agregat BP 1-2 sebesar 20%, material agregat BP 1-1 sebesar 33%, AB sebesar 35%, dan claystone 12%. Proporsi tersebut dibuat dengan menambahkan material

claystone yang digunakan untuk mengurangi jumlah bahan AB pada LAPTA.

b) Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis pada Agregat dengan Tambahan Clay Stone

Pengujian batas cair dan batas plastis pada agregat dengan tambahan claystone dilakukan untuk mengetahui nilai PI dari material agregat gabungan BP 1-2, BP 1-2, AB dan claystone. Hasilnya digambarkan oleh grafik di Gambar 11.

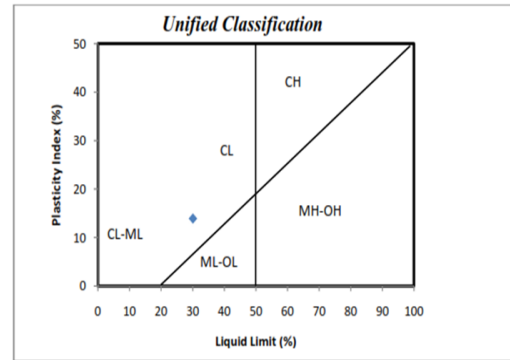


Gambar 11. Grafik Batas Cair untuk Kombinasi Agregat dengan Clay Stone

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai kadar air pada ketukan 25 adalah sebesar 30.100% sebagai nilai LL dan didapat nilai Indeks Plastisitas (PI) sebesar 13,941%.

TABEL VII  
Nilai Indeks Plastisitas (PI)

LL	PL	PI
30,100	16,159	13,941

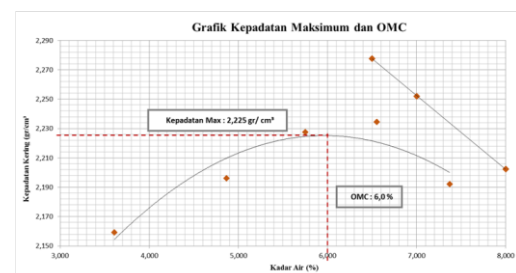


Gambar 12. Unified Classification untuk Kombinasi Agregat dengan Clay Stone

Dengan diketahui nilai batas cair (LL), nilai indeks plastisitas (PI) dan dimasukkan ke dalam grafik Unified Classification maka dapat diketahui golongan tanah. Nilai batas cair (LL) lebih besar dari 30.100% dengan harga PI lebih besar dari 13.941% maka disimpulkan claystone termasuk golongan lempung dengan plastisitas rendah. Dari hasil nilai Indeks Plastisitas (PI) tersebut telah memenuhi spesifikasi Sifat-Sifat Bahan untuk LAPTA.

c) Pemeriksaan Kepadatan Berat pada Agregat dengan Tambahan Clay Stone

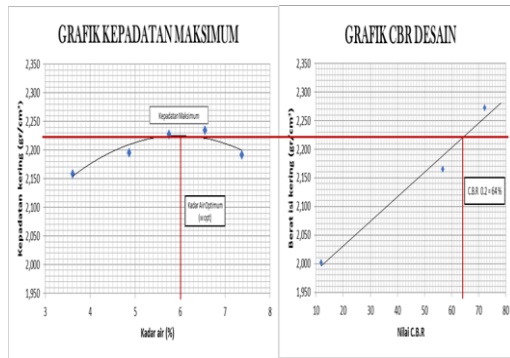
Hasil dari pemeriksaan kepadatan berat untuk agregat dengan tambahan claystone dengan menggunakan metode Uji Kepadatan Berat Cara D (SNI 03-1742-2008) adalah sebagai berikut.



Gambar 13. Grafik Hubungan Kepadatan Kering dan Kadar Air untuk Kombinasi Agregat dengan Clay Stone

d) Hasil Grafik Kepadatan Berat dan CBR Laboratorium

Hasil Grafik Kepadatan Berat dan CBR Laboratorium dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Kepadatan Berat dan CBR Laboratorium untuk Kombinasi Agregat dengan Clay Stone

Dari gambar diatas menunjukkan grafik nilai kepadatan kering maksimum 2.225 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air 6.0% dihubungkan dengan grafik CBR desain diperoleh nilai CBR desain laboratorium sebesar 64%. Nilai CBR desain tersebut memenuhi Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Divisi 5.

TABEL VIII  
Ringkasan Hasil Pemeriksaan Material Agregat Kombinasi dengan Clay Stone

No.	Macam Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Metode Pengujian
1.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	2,743 gr		SNI 1970 : 2008
2.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar			SNI 1969 : 2008
	Fraksi Agregat Batu Pecah (1-1)	2,650gr		
	Fraksi Agregat Batu Pecah (1-2)	2,674gr		
3.	Batas Cair	30,100	Maks. 35%	SNI 1967 : 2008
4.	Batas Plastis	16,159		SNI 1966 : 2008
5.	Indeks Plastis	13,941	4-15 %	SNI 1966 : 2008
6.	Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar			SNI 1968 : 1990
	No. Saringan	% Lolos		
	¾"	100	100	
	No. 4	62,65	51-74	
	No. 40	24,19	18-36	
	No. 200	17,27%	10-22	
7.	Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles	28,09%	0-40 %	SNI 2417 : 2008
8.	Gumpalan Lempung dan Butiran-Butiran Mudah Pecah	4,64%	0-5%	SNI 4141 : 1996
9.	Kepadatan Berat			SNI 1743 : 2008
	Kadar Air Optimum	6,0 %		
	Berat Kering Maksimum	2,225 gr/cm <sup>3</sup>		
10.	CBR Laboratorium (Rendaman)	64%	Min 60%	SNI 1744 : 2008
Kesimpulan : Material Memenuhi Syarat Sebagai Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal				

Sumber: Hasil Perhitungan 2018

Dengan komposisi material agregat batu pecah 1-2 sebesar 20%, agregat batu pecah 1-1 sebesar 33%, abu batu sebesar 35%, dan clay stone sebesar 12%.

TABEL IX  
Ringkasan Pemeriksaan Material dengan Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Divisi 5

No.	Macam Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan			Spesifikasi
		Clay Stone	Agregat	Kombinasi Gabungan Agregat	
1.	Batas Cair	58,900%	-	30,100%	Maks. 35%
2.	Indeks Plastis	35,696%	Non Plastis	13,941%	4-15 %
3.	Gumpalan Lempung Dan Butiran-Butiran Mudah Pecah	-	4,640%	4,640%	0-5 %
4.	Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles	-	28,090%	28,090%	Maks. 40%
5.	CBR Laboratorium (Rendaman)	1,150%	73%	64%	Min. 60%

Sumber: Hasil Perhitungan 2018

#### IV KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian claystone, pengujian agregat tanpa claystone dan pengujian kombinasi agregat dengan claystone dapat disimpulkan bahwa claystone tidak memenuhi syarat sebagai timbunan biasa dan sebagai LAPTA. Agregat tidak memenuhi syarat sebagai LAPTA karena material agregat mempunyai sifat non plastis. Kombinasi agregat dengan claystone memenuhi syarat sebagai LAPTA bersumber dari Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Divisi 5.

#### REFERENSI

Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1969 : 2008. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1970 : 2008. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1964 : 2008. Metode Pengujian Berat Jenis Tanah. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 1990. SNI 1968 : 1990. Metode Pengujian Analisa Saringan. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 2417 : 2008. Metode Pengujian Abrasi. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1966 : 2008. Metode Pengujian Batas Plastis. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1967 : 2008. Metode Pengujian Batas Cair. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI 4142 : 1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam

- Agregat yang Lolos Saringan No.200 mm.*  
Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 3423 : 2008. Metode Pengujian Analisis Ukuran Butiran Tanah.* Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1996. *SNI 4141 : 1996. Metode Pengujian Gumpalan Lempung dan Butiran-butiran Mudah Pecah.* Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum Divisi 5.* Jakarta..
- Hardiyatmo, Hary Christady. 1992. *Mekanika Tanah 1.* PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Mekanika Tanah 1 Edisi Kelima.* Yogyakarta..
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2011. *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah.* Yogyakarta.
- Hutapea, Bigman. 2015. *Geoteknik Bandara Bagian 2.* (<http://gloopic.net/article/penerbangan/geoteknik-bandara-bag-2>, diakses tanggal 27 Juli 2018).
- M. Das, Braja. 1988. *MEKANIKA TANAH Jilid 1.* Noor Endah & Indra surya B. Mochtar. Surabaya.
- Norhadi, Ahmad. dkk. 2015. *Penentuan Nilai CBR dengan Variasi Gradasi Batas Bawah Terhadap Batas Tengah pada Lapis Pondasi Agregat Kelas A.* Jurnal Poros Teknik vol 7 No. 2, Desember, 2015. Jurnal poros Teknik Poliban 2015.
- Spesifikasi Umum. 2010. *(Revisi 3) Divisi 5 Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton.* Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.