

**STUDI PROPERTIS PASIR ERUPSI GUNUNG AGUNG DAN  
PENGARUHNYA TERHADAP NILAI CBR AGREGAT KELAS A PADA  
LAPIS PONDASI ATAS**

(Studi Kasus: Pasir Tukad Unda Di Klungkung)

**I Putu Laintarawan, IB Wirahaji, Gede Agustama Adi**

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hindu Indonesia.

**ABSTRAK**

Agregat Kelas A yang berfungsi untuk Lapis Pondasi Atas, merupakan bahan lapis perkerasan berbutir (*granular*) yang sangat penting dalam struktur perkerasan lentur jalan karena berfungsi untuk meneruskan dan menyebarkan beban lalu lintas ke lapisan tanah dasar (*subgrade*). Dirjen Bina Marga meningkatkan persyaratan nilai minimum CBR sebagai indikator kekuatan perkerasan berbutir dari 50% pada spesifikasi umum 2006 menjadi minimum 90% pada spesifikasi umum 2010. Hal ini tentu menuntut bahan material yang lebih selektif. Penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai propertis pasir alam hasil erupsi gunung agung yang terjadi pada akhir tahun 2017. Kemudian diteliti lebih lanjut untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai CBR dalam campuran agregat kelas A sebagai Lapis Pondasi Atas (LPA).

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dengan melakukan eksperimen laboratorium yang dikerjakan di laboratorium teknik jalan dan jembatan milik BBPJK VIII di Samsam Tabanan. Pemeriksaan propertis meliputi pemeriksaan berat jenis (*bulk*, *ssd* dan *apparent*) dan penyerapan (*absorpsi*). Selanjutnya dilakukan pengujian proktor modifild dan pengujian CBR. Benda uji dibuat dengan 4 (empat) varian yaitu dengan substitusi agregat halus pada campuran agregat kelas A data sekunder dengan pasir Tukad Unda dari hasil erupsi Gunung Agung sebesar 10%, 20%, 30% dan 40% (mengganti total 40% agregat halusnya).

Hasil pengujian propertis untuk berat jenis *bulk* pasir Tukad Unda didapat sebesar 2,361, berat jenis *ssd* 2,427, berat jenis *apparent* 2,528 dan penyerapannya sebesar 2,796% sedangkan gradasinya sedikit lebih kasar dari agregat halus data sekunder dimana agregat yang lolos saringan no.200 sebesar 1,76 % jauh lebih kecil dari data sekunder sebesar 9,21 %. Data hasil pengujian CBR *soaked* menunjukkan bahwa untuk agregat A dengan substitusi pasir 10% dan 20% mendapatkan nilai CBR diatas batas minimum yang disyaratkan oleh spesifikasi umum 2010 revisi 3 yaitu sebesar 92,31% dan 90,18%.. Sedangkan untuk campuran agregat A dengan substitusi 30% dan 40% tidak memenuhi syarat karena nilai CBR yang didapat dibawah 90%.

**Kata kunci: Propertis pasir, Lapis Pondasi Atas, Nilai CBR.**

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Lapis perkerasan berbutir (*granular*) memegang peranan penting dalam struktur perkerasan lentur jalan. Lapisan ini secara umum berfungsi meneruskan dan menyebarkan beban

lalu lintas ke lapisan tanah dasar (*subgrade*). Lapis pondasi bawah (LPB) berfungsi sebagai bantalan lapis pondasi atas (LPA) dan untuk menghemat ketebalan LPA. Sedangkan, lapis pondasi atas (LPA) berfungsi sebagai bantalan lapis

perkerasan beraspal, misalnya Laston yang terdiri dari AC-Base, AC-BC, dan AC-WC (Hardiyatmo, 2009).

Spesifikasi Umum 2006 dan 2010 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga memiliki persyaratan yang berbeda. Spesifikasi Umum mengalami perubahan dalam persyaratan nilai CBR minimum untuk lapisan perkerasan berbutir ini. Baik agregat Kelas A maupun agregat Kelas B, dimana perubahan persyaratan nilai CBR minimum mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan, mengingat pentingnya fungsi dari lapisan berbutir ini dalam mendukung lapisan perkerasan beraspal di atasnya. Spesifikasi Umum 2006 memberi persyaratan nilai CBR minimum agregat Kelas A untuk LPA sebesar 50%, dan agregat Kelas B untuk LPB sebesar 35%. Sedangkan, Spesifikasi Umum 2010 mengalami perubahan, meningkat menjadi nilai CBR minimum agregat Kelas A sebesar 90% dan agregat Kelas B sebesar 60% (Dirjen BM, 2006 dan Dirjen BM, 2010).

Peningkatan batas minimum persyaratan nilai CBR ini dengan sendiri menuntut pemilihan material pembentuk agregat A ataupun agregat B yang lebih selektif. Dimana dalam campuran agregat A atau agregat B, fraksi dominan adalah agregat halus/*fine aggregate* (FA). Agregat halus/*fine aggregate* (FA) produksi mesin pemecah batu (*stone crusher*) akan lebih baik digunakan daripada pasir alam. Karena, properties agregat

halus lebih baik daripada pasir alam, terutama masalah kebersihan dan gradasi. Sedangkan, produksi agregat halus lebih mahal dan sering mengalami kelangkaan dalam persediaan pada saat proyek sedang berlangsung. Sehingga, kontraktor menggunakan pasir alam sebagai agregat halus demi keberlanjutan pekerjaannya.

Erupsi Gunung Agung yang terjadi pada akhir tahun 2017, tepatnya mulai terdeteksi pada tanggal 10 Agustus dan mencapai puncaknya dengan erupsi yang cukup besar pada tanggal 27 November 2017 berdampak dimana Gunung Agung mengeluarkan material baru, salah satunya pasir yang kemudian mengalir dibawa air melalui sungai-sungai di sekitar lereng Gunung Agung seperti terjadi di desa Yeh Sah, Tukad Unda, Menanga, dan lain sebagainya di daerah Karangasem (Wikipedia, 2018). Sampai saat ini belum dilakukan penelitian atau studi terhadap properties pasir alam hasil erupsi Gunung Agung yang terjadi pada akhir tahun 2017 ini. Penelitian ini, selain meneliti properties pasir alam hasil erupsi Gunung Agung, juga meneliti pengaruhnya terhadap nilai CBR pada Agregat Kelas A sebagai bahan lapis Pondasi Atas (LPA).

### **Rumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah propertis pasir alam hasil erupsi Gunung Agung yang terjadi di akhir tahun 2017?
2. Bagaimanakah pengaruhnya terhadap nilai CBR dalam campuran agregat kelas A sebagai lapis pondasi atas (LPA)?

### **Tujuan penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui propertis pasir alam hasil erupsi Gunung Agung yang terjadi di akhir tahun 2017.
2. Untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai CBR dalam campuran agregat kelas A sebagai lapis pondasi atas (LPA)

### **Manfaat Penelitian**

Dalarn penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mahasiswa dapat menerapkan teori-teori yang diperoleh selama proses belajar mengajar, pada kegiatan eksperimen di Laboratorium.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terbaru tentang propertis pasir alam erupsi Gunung Agung yang terjadi di akhir tahun 2017.

### **Batasan Masalah**

Untuk mencegah pembahasan yang tidak ada kaitannya dengan tujuan penelitian ini, maka ditetapkan beberapa hal yang akan menjadi batasan objek penelitian, yaitu:

1. Pasir hasil erupsi Gunung Agung yang diuji hanya berasal dari daerah aliran sungai Tukad Unda.
2. Nilai propertis pasir yang diteliti adalah berat jenis, penyerapan dan gradasi.
3. Pengujian benda uji meliputi: kadar air optimum ( $W_{opt}$ ), berat volume kering ( $\rho_d$ ), dan nilai CBR laboratorium (*soaked*).
4. Pengaruh Nilai CBR hanya untuk campuran agregat A pada lapis Pondasi Atas.
5. Job Mix Formula (JMF) yang digunakan adalah Paket Proyek Preservasi dan Rehabilitasi Jalan Bts. Kota Amlapura-Klungkung-Ulundanu-Sakah-Ubud-Istana Presiden Tahun Anggaran 2017 sebagai job mix acuan dan pembanding.

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **Perkerasan Lentur**

Perkerasan Lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal atau bitumen sebagai bahan pengikat campuran. Pada umumnya perkerasan lentur lebih baik digunakan untuk melayani beban lalu lintas dari ringan sampai sedang. Sedangkan untuk beban lalu lintas berat lebih baik digunakan konstruksi perkerasan kaku beton semen, dimana semen sebagai bahan pengikatnya. Lalu lintas ringan sampai sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak di bawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan

dengan konstruksi bertahap (Sukirman, 2003):

Struktur perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis. Tiap lapis memiliki karakteristik campuran yang berbeda-beda. Lapis perkerasan lentur, dari atas sampai ke tanah dasar, yaitu (Sukirman, 2003):

1. Lapis Permukaan (*Surface Course*)
2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)
3. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)
4. Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)

### Lapis Pondasi Atas

Lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas (*base course*). Karena terletak tepat di bawah permukaan perkerasan, maka lapisan ini menerima pembebanan yang berat dan paling menderita akibat muatan, oleh karena itu material yang digunakan harus berkualitas sangat tinggi dan pelaksanaan konstruksi harus dilakukan dengan cermat. Fungsi *base course* antara lain (Sukirman, 1995):

1. Sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan (*surface course*).
2. Lapis perkerasan yang menerima gaya geser dari beban roda dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.
3. Sebagai lapisan peresap, untuk mencegah air masuk ke lapis pondasi bawah (*subbase course*).

Tabel 2. 1 Gradasi Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos
ASTM	(mm)	
1½ “	37,50	100
1”	25,40	79 – 85
¾”	9,50	44 – 58
No. 4	4,75	29 – 44
No. 10	2,00	17 – 30
No. 40	0,425	7 – 17
No. 200	0,0075	2 - 8

Sumber: Spesifikasi Umum Revisi 3 (2010)

Tabel 2. 2 Sifat-sifat Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Sifat - sifat	Kelas A
Abrasi dari Agregat kasar (SNI 2417:2008)	0 – 40%
Indeks Plastisitas (SNI 1966:2008)	0 – 6
Hasil kali Indeks Plastisitas dgn % lolos No. 200	Maks 25
Batas Cair (SNI 1967:2008)	0 - 25
Bagian Yang Lunak (SNI 03-4141-1996)	0 – 5%
CBR rendaman (SNI 03-1744-2012)	Min 90%

Sumber: Spesifikasi Umum Revisi 3 (2010)

Gradasi LPA Kelas A juga diatur dalam Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1. Ukuran terbesar partikel adalah sebesar 1½“ (37,50 mm), mempunyai Indeks Plastisitas sebesar 0 – 6, dengan nilai CBR minimum

sebesar 90%, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2.

### **Material Perkerasan Lapis Pondasi Atas**

Material Lapis Pondasi bahan utamanya terdiri atas agregat atau batu atau granular. Material agregat adalah material berbutir yang keras dan kompak. Agregat mencakup antara lain batu bulat, batu pecah, abu batu, pasir. Disamping untuk lapis pondasi agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam prasarana transportasi, khususnya dalam hal ini pada perkerasan jalan. Daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat yang digunakan.

Pemilihan agregat yang tepat dan memenuhi persyaratan akan sangat menentukan dalam keberhasilan pembangunan atau pemeliharaan jalan. Agregat berpengaruh terhadap kemampuan perkerasan jalan dalam memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Sifat agregat yang merupakan kualitas sebagai material perkerasan jalan adalah:

1. Ukuran dan susunan butiran (*gradasi*)
2. Kebersihan agregat terhadap material lain yang tidak menguntungkan
3. Kekerasan agregat
4. Keawetan dan ketahanan agregat
5. Bentuk butir, tekstur permukaan dan porositas

6. Kelekatan terhadap aspal (Sukirman, 2003).

### **Pasir**

Pasir merupakan material lepas – lepas sehingga diantara material tersebut tidak memiliki gaya ikat satu dengan lainnya, serta memiliki ukuran 0,0625 mm – 2 mm. Apabila pasir tersebut terkompaksi, maka pasir akan berubah menjadi batupasir.

Pasir banyak ditemukan di daerah sungai dan pesisir. Pasir juga bisa ditemukan pada gumuk dan laut dangkal dalam jumlah sedikit. Pasir aluvial mencakup pasir yang ditemukan pada kipas aluvial, alur sungai, dataran banjir, delta danau, dan delta laut. Sebagian besar pasir sungai berasosiasi dengan alur sungai, meskipun sebagian diantaranya dapat keluar dari alur dan membentuk endapan banjir pada dataran banjir. Pasir pesisir tidak hanya mencakup pinggiran pantai, namun juga gosong lepas pantai, dan delta.

### **Propertis Pasir**

Propertis pasir berarti sifat yang melekat pada pasir tersebut. Ketentuan agregat halus dan pasir sebagai persyaratan bahan agregat kelas A terdapat pada spesifikasi umum 2010 revisi 3 diantaranya adalah:

1. Agregat halus dari sumber manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan no 4 (4,75 mm).

2. Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir harus dipisahkan dari agregat kasar.
3. Agregat pecah halus dan pasir harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok pencampur dingin (*cool bin feeds*) yang terpisah sedemikian rupa sehingga rasio agregat pecah halus dan pasir dapat terkontrol dengan baik.
4. Pasir alam dapat digunakan dalam campuran AC sampai suatu batas yang tidak melampaui 15% terhadap berat total campuran.
5. Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.3

Tabel 2. 3 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 60%
Anguralitas dengan Uji kadar rongga	SNI 03-6877-2002	Min45
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-1996	Maks 1%
Agregat lolos ayakan no.200	SNI ASTM C117:2012	Maks 10%

Sumber: Spesifikasi Umum Revisi 3 (2010)

### Erupsi Gunung Agung

Pada bulan September 2017, peningkatan aktivitas gemuruh dan seismik di sekitar gunung berapi menaikkan status normal menjadi waspada dan sekitar 122.500 orang dievakuasi dari rumah mereka di sekitar gunung berapi. Badan Nasional Penanggulangan Bencana menetapkan zona eksklusi sepanjang 12 kilometer di sekitar gunung berapi tersebut pada tanggal 24 September.

Pada tanggal 18 September 2017, status Gunung Agung dinaikkan dari Waspada menjadi Siaga. Pada tanggal 22 September 2017, status Gunung Agung dinaikkan dari Siaga menjadi Awas. Daerah tersebut mengalami 844 gempa vulkanik pada tanggal 25 September, dan 300 sampai 400 gempa bumi pada tengah hari pada tanggal 26 September.

Pada akhir Oktober 2017, status diturunkan dari Awas menjadi Siaga. Ada letusan freatik kecil yang dilaporkan pada tanggal 21 November 2017, pukul 17.05 WITA dengan kolom abu vulkanik mencapai 3.842 meter (12.605 ft) di atas permukaan laut. Kemudian sebuah erupsi magmatik mulai lagi pada hari Sabtu, 25 November 2017. Letusan dahsyat yang dihasilkan dilaporkan meningkat sekitar 1,5-4 km di atas kawah puncak, melayang ke arah selatan dan membersihkan daerah sekitar dengan lapisan gelap abu tipis. Tingkat bahaya resmi tetap di 3, dengan penduduk disarankan untuk tinggal 7,5 km jauhnya dari kawah. Pada tanggal 26

November 2017, pukul 23:37 WITA, sebuah letusan kedua terjadi. Ini adalah letusan kedua yang meletus dalam waktu kurang dari seminggu (Wikipedia,2018).

## METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah jenis penelitian eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium. Serangkaian kegiatan pemeriksaan atau pengujian akan dilakukan sesuai dengan waktu dan prosedur yang sudah ditetapkan. Hasil-hasil pemeriksaan dan pengujian di laboratorium disusun dan disajikan sebagai data primer yang akan dianalisis.

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari penelitian langsung di Laboratorium untuk mendapat nilai propertis pasir sebagai benda uji yaitu pasir Tukad Unda. Hal-hal yang perlu diketahui yaitu gradasi pasir dengan saringan, berat Jenis pasir dan penyerapan. Untuk bahan campuran yaitu agregat A dicari melalui uji kepadatan atau proctor untuk mengetahui berat isi kering dan kadar air optimum serta pengujian CBR untuk mengetahui nilai CBR nya.

Data Sekunder diperoleh dari Job Mix Agregat A PT. Aditya Sinar Pratama pada paket Preservasi dan Rehabilitasi Jalan Bts. Kota Klungkung- Amlapura-Sakah-Ubud-Istana Presiden Tahun Anggaran 2017. Nilai-nilai popertis bahan campuran agregat A milik PT Aditya Sinar

Pratama juga akan dijadikan pembanding dan juga sebagai patokan dalam pencampuran agregat dari pasir Tukad Unda hasilerupsi Gunung Agung.

## Perencanaan Proporsi Agregat Kelas A

Perencanaan proporsi sampel campuran agregat kelas A merujuk pada Job Mix PT. Aditya Sinar Pratama pada Proyek Preservasi dan Rehabilitasi Jalan Batas Kota Amlapura-Klungkung-Ulundanu-Sakah-Ubud-Istana Presiden Tahun Anggaran 2017 sesuai dengan Tabel 3.1

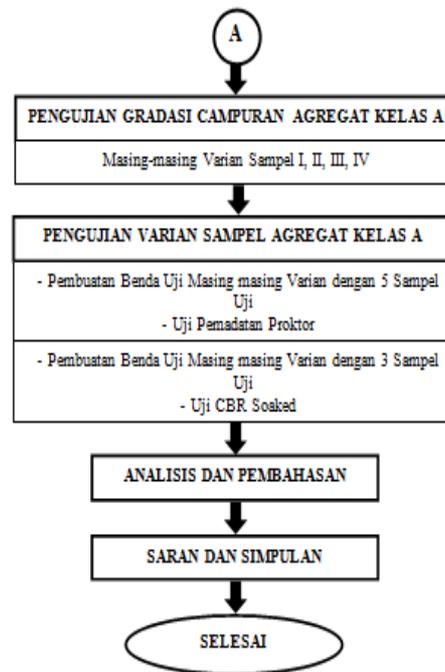
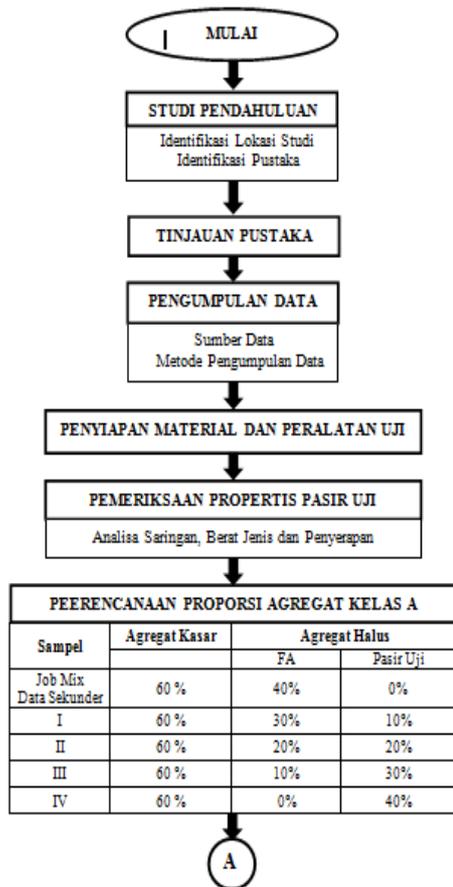
Masing masing sampel akan dibuatkan benda uji untuk mengetahui berat volume Kering, Kadar Air Optimum dan nilai CBRnya.

Tabel 3.1 Perencanaan Proporsi Sampel Campuran Agregat Kelas A

Varian Sampel	Agregat Kasar	Agregat Halus	
		FA	Pasir T. Unda
Job Mix (Data Sekunder)	60 %	40%	0%
I	60 %	30%	10%
II	60 %	20%	20%
III	60 %	10%	30%
IV	60 %	0%	40%

Sumber: PT. Aditya Sinar Pratama (2017), Rujukan Penelitian Azwar dkk (2012) dan Penelitian Suardi dkk (2016)

Kegiatan penelitian dilakukan secara bertahap seperti yang ditampilkan flowcart Gambar 3.1 mulai dari penyiapan bahan sampai pengolahan data hasil benda uji.



Gambar.3.1 Tahapan Kerangka Penelitian

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian berat jenis dan penyerapan pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung dibuatkan dua sampel benda uji. Masing masing sampel di uji kemudian hasilnya dirata-ratakan. Rangkuman hasil pengujian berat jenis dan penyerapan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dimana tabel hasil uji memperlihatkan nilai berat jenis *bulk* untuk pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung sebesar 2,361 untuk berat jenis kering permukaanya (ssd) sebesar 2,427 kemudian berat jenis semu (*apparent*) sebesar 2,528 serta peneyerapannya sebesar 2,794 %.

Dari data tersebut kemudian dibandingkan dengan data berat jenis

dan penyerapan agregat halus dari data sekunder seperti yang terlihat pada Tabel 4.2 dimana untuk pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung berat jenis (*bulk*) nilainya 3,361 lebih kecil dari agregat halus data sekunder sebesar 2,449 demikian juga untuk berat jenis kering permukaan (*ssd*) untuk pasir Tukad Unda sebesar 2,427 nilainya lebih kecil juga dari agregat halus data sekunder sebesar 2,513. Untuk berat jenis semu (*apparent*) pasir Tukad Unda sebesar 2,528 lebih kecil dari agregat halus dengan nilai 2,618 tapi untuk penyerapan pasir Tukad Unda lebih besar dari agregat halus dengan perbandingan 2,794 untuk pasir Tukad Unda dan 2,638 untuk agregat halus.

Tabel 4.1 Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Pasir Tukad Unda

BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR TUKAD UNDA			
URAIAN	I	II	Sarana
Berat benda uji jenis kering permukaan (Bj)	500	500	gram
Berat piknometer + air (Ba)	667,6	664,74	gram
Berat piknometer + air + benda uji (Bt)	990,13	990,19	gram
Berat benda uji kering oven (Bk)	486,42	486,40	gram
URAIAN	I	II	Rata-rata
Berat jenis ( <i>bulk</i> ) $\frac{Bj}{Bk}$	2,345	2,378	2,361
Berat jenis ( <i>ssd</i> ) $\frac{Bj}{Bt-Bk}$	2,410	2,444	2,427
Berat jenis ( <i>apparent</i> ) $\frac{Bj}{Bt-Ba}$	2,509	2,547	2,528
Penyerapan $\frac{Bt-Bk}{Bk} \times 100\%$	2,792	2,796	2,794

Sumber: Pengujian Laboratorium (2018).

Tabel 4.2 Perbandingan Nilai Berat Jenis dan Penyerapan

URAIAN	PASIR TUKAD UNDA	AGREGAT HALUS DATA SEKUNDER
Berat Jenis ( <i>bulk</i> )	2.361	2.449
Berat Jenis ( <i>ssd</i> )	2.427	2.513
Berat Jenis ( <i>Apparent</i> )	2.528	2.618
Penyerapan	2.794	2.638

Sumber: Hasil Analisis (2018)

### Pengujian Gradasi (Analisa Saringan)

Hasil pengujian gradasi pasir Tukad Unda dibandingkan dengan gradasi agregat halus dari data sekunder yang dapat dilihat pada Tabel 4.3, dimana pasir Tukad Unda dan agregat halus dari data sekunder memperlihatkan gradasi pada saringan 1 1/2" dan 1" sama sama lolos 100% kemudian di saringan 3/8" ada perbedaan sedikit dimana pasir tukad unda lolos 98,70% sedangkan agregat halus dari data sekunder mencapai 99,09%. Disaringan no.4 ada perbedaan yang mencapai 5% dimana pasir Tukad Unda lolos 90,85 % dan Agregat halus data sekunder 85,80% lolos. Untuk saringan no.10 pasir Tukad Unda lolos mencapai 67,90% sedangkan agregat halus data sekunder 60,90% lolos. Saringan no.40 hanya sedikit perbedaan dimana pasir Tukad Unda lolos 31,21% dan Agregat halus data sekunder lolos 30,76%.

Perbedaan yang cukup besar ada di saringan no.200, untuk pasir Tukad Unda ada sekitar 1,76% lolos sedangkan agregat halus mencapai 9,21 % lolos. Dari perbandingan data tersebut memperlihatkan bahwa pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung cenderung kasar dibandingkan agregat halus data sekunder.

Tabel 4.3 Perbandingan Gradasi Pasir Tukad Unda dan Agregat Halus

SIEVE SIZE		Pasir Tukad Unda	Agregat Halus
		Lolos (%)	Lolos (%)
1 1/2 "	37.50	100	100
1"	25.00	100	100
3/8"	9.50	98.70	99.09
# 4	4.75	90.85	85.80
# 10	2.00	67.90	60.90
# 40	0.43	31.29	30.76
# 200	0.075	1.76	9.21

Sumber: Hasil Analisis (2018)

### Pengujian Proktor

Pengujian proctor berfungsi untuk mengetahui kadar air optimum dan berat volume kering maksimumnya. Ada empat varian yang akan diuji yaitu varian 1 campuran agregat A dengan substitusi 10% pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung, varian 2 campuran Agregat A substitusi 20% pasir, varian 3 dengan substitusi 30% pasir dan terakhir varian 4 dengan substitusi 40% pasir atau dengan penggantian total agregat halusnya.

Masing-masing varian dibuatkan 5 (lima) sampel uji dengan dengan penambahan air mulai dari 2% dinaikan sebesar 4%, 6%, 8% dan terakhir 10%. Penambahan kadar air yang bertahap dimaksudkan untuk mencari dipenambahan air yang seberapa kadar air optimum dan berat volume kering maksimumnya tercapai. Untuk rangkuman hasil pengujian proctor dapat dilihat pada Tabel 4.4 Tabel 4.4 Kadar Air Optimum dan Berat Volume Kering Maksimum Data Sekunder serta Varian Sampel

	Job Mix Data Sekunder	Varian 1 (Substitusi 10%)	Varian 2 (Substitusi 20%)	Varian 3 (Substitusi 30%)	Varian 4 (Substitusi 40%)
Kadar Air Opt	9,23 %	9,32 %	9,41 %	9,59 %	9,67 %
gd Max	1,913 gr/cm <sup>3</sup>	1,906 gr/cm <sup>3</sup>	1,898 gr/cm <sup>3</sup>	1,872 gr/cm <sup>3</sup>	1,864 gr/cm <sup>3</sup>

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Data pada Tabel 4.4 menunjukkan pada Job Mix data sekunder kadar air optimum yang dicapai sebesar 9,23% dan berat volume keringnya 1,913 gr/cm<sup>3</sup>. Kadar air mengalami kenaikan ketika diberikan perlakuan substitusi pasir sebesar 10% dimana kadar air optimum menjadi 9,32% sedangkan berat volume keringnya turun sebesar 1,906 gr/cm<sup>3</sup>. Pada substitusi pasir Tukad Unda sebesar 20% kadar air optimumnya juga mengalami kenaikan sebesar 9,41% sedangkan berat volume keringnya juga turun sebesar 1,898 gr/cm<sup>3</sup>. Kenaikan untuk kadar air optimum dan penurunan berat

volume kering berlanjut ketika substitusi ditambah menjadi 30% dan 40%. Pada substitusi 30% kadar air optimum naik pada angka 9,59% dan berat volume keringnya pada angka 1,872 gr/cm<sup>3</sup>. Demikian juga pada substitusi 40%, kadar air optimum menjadi 9,67% dan berat volume keringnya sebesar 1,864 gr/cm<sup>3</sup>.

**Pengujian CBR**

Pengujian CBR dilakukan setelah Uji Proktor dimana kadar air Optimun dan berat volume keringnya sudah diketahui. Kadar air optimum dipakai untuk acuan dalam pencampuran varian agregat kelas A dimana setiap varian sudah tercapai berat volume keringnya. Selanjutnya penelitian CBR dilakukan setelah masing masing benda uji direndam selama 4 hari (96 jam).

Hasil Pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.5 hasil uji CBR memperlihatkan penurunan nilai CBR ketika campuran agregat A dari data sekunder dilakukan perlakuan pada agregat halusnya dengan substitusi pasir Tukad Unda dari hasil erupsi Gunung Agung sebanyak 10%, 20%, 30% dan 40%. Nilai CBR Job Mix data sekunder sebesar 93,40% menurun ketika disubstitusikan pasir Tukad Unda sebanyak 10% dengan nilai CBR sebesar 92,31% kemudian menurun lagi ketika disubstitusikan pasir Tukad Unda sebesar 20% menjadi 90,18%. Pada varian ketiga dengan substitusi sebesar 30% nilai CBR kembali menurun menjadi

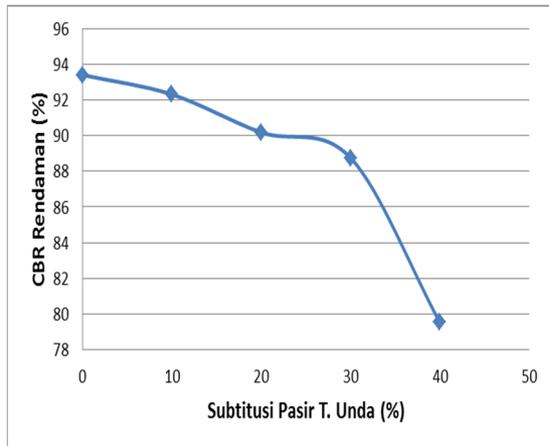
88,76% dan pada substitusi 40% nilai CBR menurun menjadi 79,53%. Hubungan nilai CBR terhadap pertambahan substitusi pasir Tukad Unda dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Data tersebut menunjukkan bahwa nilai CBR dengan substitusi pasir sebanyak 10% dan 20% masih diatas syarat minimal yang dipersyaratkan pada spesifikasi umum 2010 revisi 3 sebesar 90%. Tetapi untuk substitusi pasir sebesar 30% dan 40%, nilai CBR minimal yang dipersyaratkan tidak tercapai sehingga dalam hal ini campuran agrgat A dengan substitusi pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung sebesar 30% dan 40% tidak layak untuk dipakai sebagai bahan lapis pondasi atas pada perkerasan berbutir.

Tabel 4.5 Perbandingan nilai CBR Varian Sampel

	Job Mix	Varian 1	Varian 2	Varian 3	Varian 4
	Data Sekunder	(Substitusi 10%)	(Substitusi 20%)	(Substitusi 30%)	(Substitusi 40%)
CBR Rendaman (4 x 24 jam)	93,40%	92,31%	90,18%	88,76%	79,53%

Sumber: Hasil Analisis (2018)



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Nilai CBR terhadap Substitusi Pasir Tukad Unda pada Agregat Kelas A  
Sumber: Hasil Analisis (2018)

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang dilakukan terhadap data hasil pengujian laboratorium, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada uji propertis pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung menghasilkan data dimana untuk berat jenis (*bulk*, *ssd* dan *apperant*) nilainya lebih kecil dari agregat halus data sekunder sedangkan penyerapannya lebih besar. Dari segi gradasi pasir Tukad Unda sedikit lebih kasar dari agregat halus data sekunder. Hasil data dapat diuraikan sebagai berikut:
  - 1) Berat jenis *bulk* pasir Tukad Unda sebesar 2,361 sedangkan agregat halus data sekunder sebesar 2,449.
  - 2) Berat jenis *ssd* (kering permukaan) pasir Tukad Unda

sebesar 2,427 dan agregat halus data sekunder sebesar 2,513.

- 3) Berat jenis *apparent* (berat jenis semu) pasir Tukad Unda sebesar 2,528 sedangkan agregat halus data sekunder sebesar 2,618
  - 4) Untuk penyerapan pasir Tukad Unda sebesar 2,794% sedangkan agregat halus data sekunder sebesar 2,638%.
  - 5) Gradasi pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung cenderung lebih lebih kasar dibandingkan agregat halus data sekunder, dimana agregat yang lolos saringan no.200 pada pasir Tukad Unda sebesar 1,76% jauh lebih kecil dari agregat halus data sekunder sebesar 9,21%.
2. Pengujian untuk mencari pengaruh nilai CBR pada campuran agregat kelas A dilakukan setelah perendaman 4 x 24 jam dengan hasil sebagai berikut:
    - 1) Substitusi pasir Tukad Unda sebanyak 10% didapat nilai CBR sebesar 92,31%.
    - 2) Substitusi 20% pasir Tukad Unda, CBR yang di dapat sebesar 90,18%.
    - 3) Substitusi 30% pasir Tukad Unda nilai CBRnya sebesar 88,76%.
    - 4) Substitusi 40% pasir Tukad Unda nilai CBR yang didapat 79,53%.

Dari data tersebut menunjukkan ada penurunan nilai CBR ketika ada perlakuan substitusi agregat halus dengan pasir Tukad Unda hasil erupsi Gunung Agung dibandingkan tanpa perlakuan substitusi dimana pada data sekunder nilai CBR yang didapat sebesar 93,40%. Data hasil pengujian CBR ini juga menunjukkan bahwa untuk agregat A dengan substitusi pasir 10% dan 20% mendapatkan nilai CBR diatas batas minimum yang disyaratkan oleh spesifikasi umum 2010 revisi 3 yaitu sebesar 90%. Sedangkan untuk substitusi 30% dan 40% tidak tercapai.

#### Saran

Dari simpulan di atas, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Pengujian dapat dilanjutkan dengan pengujian sifat-sifat lainnya seperti Batas cair, Indeks plastisitas, Gumpalan lempung dan Butiran-butiran mudah pecah.
2. Pengujian propertis material pasir hasil erupsi gunung agung ini hanya menggunakan satu tempat asal material yaitu di daerah aliran sungai Tukad Unda. Penelitian bisa dikembangkan lebih lanjut untuk mengetahui perbedaan propertis material pasir di daerah aliran sungai yang lain di sekitar lereng Gunung Agung.
3. Pengaruh Nilai CBR yang diuji pada penelitian ini hanya pada

agregat A untuk Lapis Pondasi Atas. Penelitian dapat dikembangkan untuk mengetahui pengaruh nilai CBR pada jenis perkerasan berbutir yang lain seperti agregat kelas B untuk Lapis Pondasi Bawah dan agregat kelas S untuk bahan perkerasan tanpa penutup aspal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Fadly, Fakhri Husnan, dan Ririn K. Abudi. 2013. *Kajian Penggunaan Pasir Gunung Donggala sebagai Agregat Halus Pada lapis Pondasi Bawah jalan Raya*. Makalah dalam The 16<sup>th</sup> FSTPT International Symposium UMS Sukarkarta. Surakarta: UMS.
- Achmad, Fadly dan Nospitati Sunardi. 2014. *Penggunaan Sirtu Malango sebagai Bahan lapis pondasi bawah Ditinjau Dari Spesifikasi Umum 2007 dan 2010*. Gorontalo: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo.
- Azwar, Yudit Agus Pranowo, dan Reza Maulana. 2012. *Kajian Peningkatan Nilai CBR Material Lapisan Pondasi Bawah Akibat Penambahan Pasir*. Jurnal Teknik Sipil Volume 1, Nomor 1, Desember 2012. Medan: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Medan.

- Dirjen BM, *Manual Konstruksi dan Bangunan*. 2006 No. 002-03/BM/2006 Pekerjaan lapis Pondasi Jalan Buku 3 Lapis Pondasi Agregat. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Dirjen BM, *Manual Desain Perkerasan Jalan*. 2013 Nomor: 02/M/BM/2013 Jakarta: Kementerian pekerjaan Umum
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Sukirman, Silvia. 1995. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Jakarta: Granit.
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal – Campuran Panas*. Edisi Pertama. Jakarta: Granit.
- Asiyanto. 2008. *Metode Konstruksi Proyek Jalan*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press)
- Saodang, H. 2009. *Konstruksi Jalan*. Buku 3: Struktur dan Konstruksi Jalan Raya. Bandung: Nova.
- Thanaya, A. 2008. *Perkerasan Jalan*. Modul Mata Kuliah Konstruksi Perkerasan Jalan Raya. Denpasar: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Hardiyatmo, H. Ch. 2009. *Pemeliharaan Jalan Raya: Perkerasan, Drainase, Longsor*. Yogyakarta: Gajahmada University Press.
- Anonim SNI 03-1968-1990: *Metode pengujian analisis saringan. Agregat halus dan kasar*
- Anonim SNI 1743-2008: *Cara Uji kepadatan Berat Untuk Tanah*.
- Anonim SNI 2417-2008: *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*.
- Anonim SNI 1744-2012: *Metode Uji California Bearing Ratio (CBR) Laboratorium*.
- Anonim, SNI 6889-2014: *Tata cara pengambilan Contoh Uji Agregat*
- Wikipedia. 2018: *Sejarah Letusan Gunung Agung*