

KAJIAN KELAYAKAN PENGGUNAAN MATERIAL TANAH PUTIH DARI PULAU ROTE SEBAGAI PENGGANTI PASIR ALAM DALAM PRODUK MORTAR DAN BETON

Diarto Trisnoyuwono¹⁾, Abia Erasmus Mata²⁾, Welem MWL Daga³⁾

^{1),2),3)} Dosen Politeknik Negeri Kupang, Jln. Adisucipto Penfui Kupang

diartopoltek@gmail.com

Abstract

Di Provinsi NTT juga dapat ditemukan wilayah dengan keterbatasan ketersediaan material agregat (terutama pasir) yang memenuhi standar untuk konstruksi bangunan, daerah tersebut adalah Kabupaten Rote Ndao. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan pembangunan dengan tetap bisa memanfaatkan potensi daerah maka dibutuhkan suatu rekayasa material. Di Pulau Rote terdapat deposit batu gamping (tanah putih) di daerah diperbukitan. Sehingga pemanfaatan tanah putih patut dipertimbangkan. Tanah putih sebagai pengganti fraksi pasir alam, sedangkan untuk fraksi agregat kasar tetap mengambil dari quarry setempat. Terhadap material tanah putih diberi dua jenis perlakuan, pertama menggunakan material sesuai kondisi fisik asli dari hasil galian di quarry dan kedua, fraksi halus butiran yang lolos saringan No.200 tidak dipakai dalam campuran. Hasilnya tanah putih ketika tanah putih dipakai dalam produk mortar, dapat memenuhi kelas mortar M, S dan N, artinya mortar tersebut bisa dipakai dari aplikasi plesteran sampai dengan pasangan batu pondasi dan tembok penahan. Aplikasi tanah putih untuk produk beton dapat menghasilkan kuat tekan beton hingga K300 sehingga dapat dipakai untuk pembangunan box culvert, perkerasan kaku, jembatan komposit sampai rumah tinggal.

Keywords: pulau rote, tanah putih, mortar, beton

PENDAHULUAN

Kondisi wilayah Indonesia yang terdiri dari banyak pulau, masing – masing memiliki karakteristik geologi yang berbeda, termasuk potensi material agregatnya. Khusus untuk keperluan membuat produk konstruksi, terdapat syarat khusus yang harus dipenuhi, misalnya bentuk, ukuran, kekuatan, bobot dan keawetan. Tidak semua wilayah memiliki potensi agregat yang memenuhi syarat tersebut, sehingga untuk memenuhi standar material untuk konstruksi mereka harus mendatangkan dari luar pulau atau wilayah, contohnya wilayah provinsi Kalimantan timur yang mendatangkan agregat dari Sulawesi Barat, Kepulauan Talaud yang membeli agregat dari Sulawesi Utara dan termasuk Kabupaten Rote Ndao yang harus mengambil material pasir dari Kabupaten kupang karena di wilayahnya tidak cukup tersedia pasir alam yang memenuhi standar kelayakan untuk bangunan

Jika setiap wilayah yang ingin memenuhi kebutuhan infrastruktur harus mendatangkan agregat dari luar wilayahnya maka akan berdampak pada biaya konstruksi yang mahal. Dalam bidang teknik sipil terdapat satu cabang ilmu yang dikenal sebagai rekayasa material. Ilmu tersebut salah satunya mengajarkan untuk menemukan inovasi baru

material bangunan, misalnya yang memiliki keunggulan sifat mekanik (lebih kuat, lebih ringan, lebih murah dan lebih tahan lama) atau memanfaatkan material yang oleh sebagian masyarakat dianggap sebagai sampah atau material yang tidak memenuhi syarat sebagai bahan bangunan, untuk mewujudkannya dibutuhkan campur tangan teknologi, serangkaian uji coba dan penelitian

Di Provinsi NTT juga dapat ditemukan wilayah dengan keterbatasan ketersediaan material agregat (terutama pasir) yang memenuhi standar untuk konstruksi bangunan, daerah tersebut adalah Kabupaten Rote Ndao. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan pembangunan dengan tetap bisa memanfaatkan potensi daerah maka dibutuhkan suatu rekayasa material. Secara astronomis Kabupaten Rote Ndao terletak pada posisi paling selatan Wilayah Nusantara yaitu antara 10°25' LS – 11°15' LS dan 121°49' BT – 123°26' BT. Dengan batas-batas wilayah : Sebelah Utara – Laut Sawu, Sebelah Selatan – Samudera Hindia, Sebelah Timur – Selat Pukuafu, Sebelah Barat – Laut Sawu. Pulau Rote mempunyai luas dengan total ± 1.731 km², dengan posisinya tersebut menjadikannya pulau terluar di batas bagian selatan Negara Republik Indonesia.

Di Pulau Rote sebenarnya terdapat sumber pengambilan pasir alam di sungai namun karena kadar lumpurnya yang tinggi pasir tersebut tidak direkomendasikan oleh Pemkab untuk dijadikan bahan bangunan khususnya untuk proyek pemerintah. Selain itu ada sumber eksplorasi material pasir yang secara turun temurun dimanfaatkan oleh masyarakat yaitu dari kawasan pantai, secara teknis gradasi pasir pantai yang tergolong zona halus serta kekerasan butiran yang rendah tidak akan memenuhi syarat sebagai bahan beton, kemudian pasir pantai juga mengandung garam yang dapat memicu korosi pada tulangan baja dalam beton sehingga umur bangunan menjadi singkat, dari aspek kelestarian lingkungan eksplorasi pasir yang berlebihan di kawasan pantai dikhawatirkan akan berdampak pada kelestarian wilayah pesisir, luasan wilayah pantai akan berkurang dan beresiko untuk timbul bencana banjir rob.

Di Pulau Rote diketahui memiliki deposit batu gamping (masyarakat setempat menyebutnya dengan tanah putih) yang berada diperbukitan, sebarannya hampir merata, sehingga pemanfaatan tanah putih perlu dipertimbangkan. Apabila hasil penelitian ini menunjukkan kecenderungan yang positif, maka diharapkan masyarakat di Pulau Rote secara perlahan dapat beralih menggunakan material tanah putih sehingga tidak perlu lagi mengeksplorasi pasir dari kawasan pantai atau menggunakan pasir dari sungai yang tinggi kadar lumpurnya.

Di sini tanah putih dipakai sebagai pengganti fraksi pasir alam, sedangkan untuk fraksi agregat kasar tetap mengambil dari quarry setempat. Terhadap material tanah putih akan diberi 2 (dua) jenis perlakuan, yaitu pertama menggunakan material sesuai kondisi fisik asli dari hasil galian di quarry dan kedua, fraksi halus butiran yang lolos saringan No.200 tidak dipakai dalam campuran. Hal ini dimaksudkan agar diketahui karakteristik masing – masing produk (mortar dan beton) apabila menggunakan dalam 2 jenis perlakuan tersebut, sehingga masyarakat dapat memutuskan untuk menggunakan secara langsung material tanah putih atau perlu diayak terlebih dahulu.

Beton dengan fraksi pasir sirtu tanah putih dirancang pada mutu K175, yang dimaksudkan untuk aplikasi rumah tinggal sederhana, sedangkan produk mortar akan dicoba membuat beberapa variasi perbandingan campuran antara semen dengan sirtu tanah putih, kemudian dinilai berapa kuat tekannya untuk setiap variasi.

METODE PENELITIAN

Topik penelitian ini adalah untuk meneliti kelayakan material tanah putih sebagai pengganti pasir alam dalam produk mortar dan beton untuk bangunan rumah tinggal sederhana. Dalam upaya tersebut

maka perlu melakukan serangkaian eksperimen terhadap material dan pembuatan benda uji di fasilitas laboratorium untuk mengetahui karakteristik material tanah putih serta produk mortar dan beton. Oleh sebab itu metode pendekatan yang dipilih adalah eksperimen pada sampel material. Sehingga jenis penelitian yang sesuai adalah penelitian laboratorium, yaitu dengan menjalankan prosedur pengujian terhadap material dan produk aplikasinya untuk mendapatkan data – data empiris penilaian kelayakan material tanah putih.

Subyek penelitian yang ditentukan adalah material tanah putih yang diperoleh dari 2 (dua) sumber pengambilan di Pulau Rote, yaitu di lahan milik Bapak Lens dan Bapak Budi. Pengambilan material secara sampel acak (karena deposit tanah putih dianggap seragam karakteristik fisiknya) sesuai kebutuhan jumlah berat material untuk melakukan pemeriksaan properties fisik dan mekanik.

Variable – variable yang akan diteliti terdiri atas variable terikat (dependent variable) yaitu kuat tekan mortar dan beton yang bergantung atau dipengaruhi oleh variable bebasnya (independent variable) yaitu desain campuran (mix design), properties atau karakteristik material tanah putih dan jenis perlakuan pada material (tanpa menghilangkan fraksi butiran lolos saringan no. 200 dan menggunakan material sesuai kondisi pengambilan dari quarry) sedangkan yang menjadi variable kontrol standar bahan mortar dan beton dengan bahan pasir alami yang ditentukan oleh SNI

Data Yang Dibutuhkan

Data – data yang dibutuhkan untuk mendukung variable – variable yang ditentukan adalah berupa data – data kualitatif yang diperoleh melalui serangkaian prosedur pengujian di laboratorium terhadap material tanah putih dan produk mortar serta beton.

Instrumen Penelitian

Berdasarkan jenis data, maka instrument yang dibutuhkan dapat berupa standar peraturan yang berlaku nasional dan set peralatan pengujian di fasilitas laboratorium, seperti berikut ini :

- SNI 03-6882-2002 tentang spesifikasi mortar untuk pekerjaan pemasangan
- SNI 03-6825-2002 tentang metode pengujian kekuatan tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil
- SNI 03-2834-2000 tentang perancangan campuran beton normal
- set peralatan pengujian sifat – sifat fisik material tanah putih
- set peralatan pengujian sifat – sifat mekanik mortar dan beton

Benda Uji

Berikut ini disampaikan jumlah benda uji pengujian sifat fisik material untuk campuran serta pengujian mekanik produk mortar dan beton untuk masing – masing sumber pengambilan material.

Tabel 1. Kebutuhan Benda Uji

No.	Item Pengujian	Jenis benda uji	Jumlah	Satuan
A. Mortar				
1	Analisa saringan agregat halus	Tanah putih	± 800	Gram
2	Kadar air	Tanah putih	± 1.100	Gram
3	Bahan lolos saringan #200	Tanah putih	± 2.100	Gram
4	Berat jenis & Penyerapan agregat halus	Tanah putih	1.000	Gram
5	Berat isi agregat halus	Tanah putih	± 8.000	Gram
6	Kuat tekan mortar untuk 6 variasi campuran	Kubus mortar	18	Buah
B. Beton				
1	Analisa saringan agregat kasar	Kerikil	±9.100	Gram
2	Analisa saringan agregat halus	Tanah putih	± 800	Gram
3	Kadar air agregat kasar	Kerikil	± 8.400	Gram
4	Kadar air agregat halus	Tanah putih	± 1.100	Gram
5	Pengujian bahan lolos saringan #200	Tanah putih	± 2.100	Gram
6	Berat jenis & penyerapan agregat kasar	Kerikil	± 12.200	Gram
7	Berat jenis & penyerapan agregat halus	Tanah putih	± 1.000	Gram
8	Berat isi agregat kasar	Kerikil	± 27.700	Gram
9	Berat isi agregat halus	Tanah putih	± 8.000	Gram
10	Abrasi los angeles	Kerikil	5000	Gram
11	Kuat tekan untuk material tanpa perlakuan	Silinder beton	9	Buah
12	Kuat tekan untuk material dengan perlakuan	Silinder beton	9	Buah

Metode Analisa Data

Data hasil pengujian sifat – sifat fisik material akan digunakan untuk mendesain campuran untuk mortar dan beton. Kemudian dibuat benda uji, direndam dalam air selama 28 hari dan akhirnya diuji kuat tekannya. Setelah diperoleh data kuat tekan untuk masing – masing jenis produk beserta jenis perlakukannya, maka akan diketahui klasifikasi mortar dan beton yang bisa dihasilkan dari penggunaan material tanah putih

HASIL

Material tanah putih yang diproduksi menjadi mortar dan beton akan berfungsi sebagai agregat halus. Tanah putih yang diambil dengan cara penggalian di quarry wujudnya bisa berupa campuran antara fraksi butiran halus, butiran kasar sampai dengan berbentuk bongkahan. Oleh Karena hasil penelitian ini nantinya akan diaplikasikan oleh masyarakat maka khusus untuk produk beton, perlu untuk mengkondisikan tanah putih dengan 2 (dua) kondisi berbeda yaitu pertama, tanah putih dipakai dengan kondisi asli dari hasil galian dan kondisi kedua tanah putih disortir dengan cara penyaringan agar distribusi partikel butirannya sesuai dengan distribusi ukuran partikel pasir alam, sedangkan untuk produk mortar, tanah putih harus melalui proses penyortiran agar diperoleh fraksi pasir. Penyortiran menggunakan saringan #200 untuk membuang fraksi butiran halus dan saringan #4 untuk fraksi ukuran lebih besar 4,8 mm.



Gambar 1. Wujud tanah putih yang telah disortir

Mortar

Material yang masuk di fasilitas laboratorium pengujian bahan Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Kupang berasal dari 2 (dua) quarry yang berbeda, yaitu dari lahan Pak Budi dan Pak Lens, karena material tanah putih mengandung berbagai ukuran butiran dari halus hingga bongkahan maka jika akan dipakai sebagai campuran produk mortar untuk pekerjaan pemasangan, komposisi tanah putih tersebut harus memiliki distribusi ukuran butiran seperti pasir alam. Usaha yang perlu ditempuh adalah dengan menyaringnya dengan menghilangkan ukuran fraksi lebih besar dari 5 mm, sedangkan untuk ukuran butiran lebih kecil dari pada 0,2 mm (lolos saringan #100) tetap dipakai.

Pemeriksaan sifat – sifat fisik material

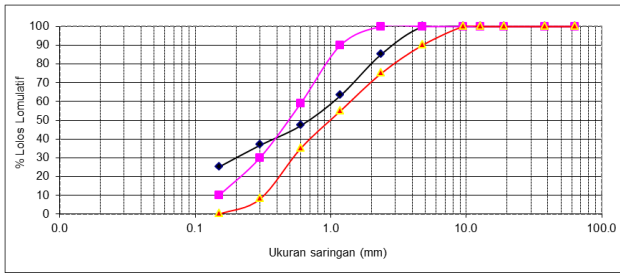
Dari rangkaian pengujian sifat – sifat fisik material tanah putih dapat disampaikan hasilnya pada Tabel 2. berikut ini.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Material

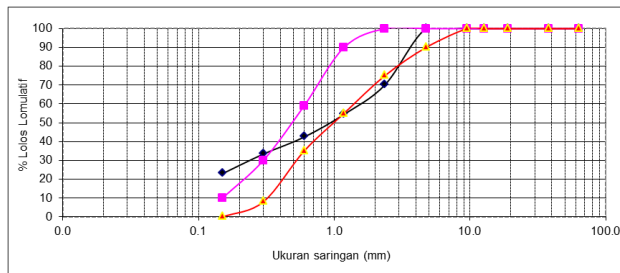
Item pengujian	Lens	Budi
Kadar air agregat halus	12,183 %	6,355 %
Pengujian bahan lolos saringan #200	13,58 %	16,39 %
Pengujian berat jenis agregat halus	2,498	2,501
Pengujian penyerapan agregat halus	4,275 %	3,231 %
Pengujian berat isi agregat halus	1,34 %	1,309 %

Pemeriksaan terhadap distribusi ukuran butiran tanah putih, dapat dilihat pada Gambar 2 untuk material yang diambil dari lahan quarry Bapak Lens. Kemudian pemeriksaan material dari lahan Bapak Budi grafik analisa saringan ada di Gambar 3.

Dari hasil analisa ayakan, diketahui gradasinya dapat masuk klasifikasi di zona II yaitu “pasir agak kasar”. Walaupun diketahui fraksi halusnya (lolos saringan #50 dan #100) porsinya lebih banyak (melewati rentang spesifikasi). Namun butiran halus tersebut tidak tergolong sebagai material perusak karena bukan material organik/lempung



Gambar 2. Grafik distribusi ukuran partikel butiran tanah putih (Lens)



Gambar 3. Grafik distribusi ukuran partikel butiran tanah putih (Budi)

Perancangan Campuran Mortar

Perincian desain campuran mortar beserta data uji meja sebar untuk mengetahui workability mortar disampaikan berikut ini :

Tabel 3. Desain Campuran Mortar (Lens)

DESAIN CAMPURAN MORTAR				
SNI 03-6882-2002				
Lokasi	: Lens			
URAIAN	SEMEN	TANAH PUTIH	AIR	
PROPORSI VOLUME	1	3	0.68	
BOBOT ISI (KG/M3)	1250	1336	1000	
FAKTOR PENGUBAH	0.374	0.374		
BERAT BAHAN	467.8	1500	320	
NILAI SEBAR	11.5			
URAIAN	SEMEN	TANAH PUTIH	AIR	
PROPORSI VOLUME	1	4	0.88	
BOBOT ISI (KG/M3)	1250	1336	1000	
FAKTOR PENGUBAH	0.281	0.281		
BERAT BAHAN	350.9	1500	310	
NILAI SEBAR	11.5			
URAIAN	SEMEN	TANAH PUTIH	AIR	
PROPORSI VOLUME	1	5	1.03	
BOBOT ISI (KG/M3)	1250	1336	1000	
FAKTOR PENGUBAH	0.225	0.225		
BERAT BAHAN	280.7	1500	290	
NILAI SEBAR	11.1			
URAIAN	SEMEN	TANAH PUTIH	AIR	
PROPORSI VOLUME	1	6	1.20	
BOBOT ISI (KG/M3)	1250	1336	1000	
FAKTOR PENGUBAH	0.187	0.187		
BERAT BAHAN	233.9	1500	280	
NILAI SEBAR	11.5			
URAIAN	SEMEN	TANAH PUTIH	AIR	
PROPORSI VOLUME	1	7	1.35	
BOBOT ISI (KG/M3)	1250	1336	1000	
FAKTOR PENGUBAH	0.160	0.160		
BERAT BAHAN	200.5	1500	270	
NILAI SEBAR	11.3			
URAIAN	SEMEN	TANAH PUTIH	AIR	
PROPORSI VOLUME	1	8	1.48	
BOBOT ISI (KG/M3)	1250	1336	1000	
FAKTOR PENGUBAH	0.140	0.140		
BERAT BAHAN	175.4	1500	260	
NILAI SEBAR	11.5			

Tabel 4. Desain Campuran Mortar (Budi)

DESAIN CAMPURAN MORTAR				
SNI 03-6882-2002				
Lokasi	: Budi			
URAIAN	SEMEN	TANAH PUTIH	AIR	
PROPORSI VOLUME	1	3	0.63	
BOBOT ISI (KG/M3)	1250	1309	1000	
FAKTOR PENGUBAH	0.382	0.382		
BERAT BAHAN	477.5	1500	300	
NILAI SEBAR	11.5			
URAIAN	SEMEN	TANAH PUTIH	AIR	
PROPORSI VOLUME	1	4	0.78	
BOBOT ISI (KG/M3)	1250	1309	1000	
FAKTOR PENGUBAH	0.286	0.286		
BERAT BAHAN	358.1	1500	280	
NILAI SEBAR	11.5			
URAIAN	SEMEN	TANAH PUTIH	AIR	
PROPORSI VOLUME	1	5	0.94	
BOBOT ISI (KG/M3)	1250	1309	1000	
FAKTOR PENGUBAH	0.229	0.229		
BERAT BAHAN	286.5	1500	270	
NILAI SEBAR	10.1			
URAIAN	SEMEN	TANAH PUTIH	AIR	
PROPORSI VOLUME	1	6	1.09	
BOBOT ISI (KG/M3)	1250	1309	1000	
FAKTOR PENGUBAH	0.191	0.191		
BERAT BAHAN	238.7	1500	260	
NILAI SEBAR	10.5			
URAIAN	SEMEN	TANAH PUTIH	AIR	
PROPORSI VOLUME	1	7	1.25	
BOBOT ISI (KG/M3)	1250	1309	1000	
FAKTOR PENGUBAH	0.164	0.164		
BERAT BAHAN	204.6	1500	255	
NILAI SEBAR	11.0			
URAIAN	SEMEN	TANAH PUTIH	AIR	
PROPORSI VOLUME	1	8	1.40	
BOBOT ISI (KG/M3)	1250	1309	1000	
FAKTOR PENGUBAH	0.143	0.143		
BERAT BAHAN	179.0	1500	250	
NILAI SEBAR	11.1			

Pembuatan Benda Uji Kubus Mortar

Pembuatan benda uji mortar, untuk setiap variasi campuran (enam variasi) dibuat 3 (tiga) benda uji kubus berukuran 5 x 5 x 5 cm³. Karena material yang dipakai berasal dari 2 (dua) lokasi yang berbeda maka total jumlah kubus yang dicetak adalah : 2 lokasi x 8 variasi x 3 kubus = 48 buah kubus

Pengujian Mekanik Kubus Mortar

Pengujian mekanik yang diberikan pada benda uji kubus adalah uji kuat tekan pada mesin universal testing machine (UTM). benda uji kubus sebelumnya telah melewati prosedur curing/perawatan dengan cara direndam dalam air selama 28 hari, tujuannya untuk memberi waktu bagi komponen senyawa semen habis bereaksi dengan air, sehingga matriks mortar lebih padat dan kuat. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 5 untuk material dari quarry Lens dan Tabel 6 untuk material dari quarry Budi.

Tabel 5. Hasil Analisis Pengujian Kuat Tekan Mortar (Quarry Lens)

No	Perbandingan (cm)	Dimensi			Luas Penampang (m ²)	Volume (cm ³)	Umur (hari)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan		
		P (cm)	L (cm)	T (cm)					(Kpa)	Kg/cm ²	(Mpa)
1	1 : 3	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	60,06	24024,0	295,1	24,024
2	1 : 3	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	59,38	23752,0	291,8	23,752
3	1 : 3	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	61,97	24788,0	304,5	24,788
Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari									24188,0	297,2	24,188
1	1 : 4	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	42,24	16896,0	207,6	16,896
2	1 : 4	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	43,1	17240,0	211,8	17,240
3	1 : 4	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	43,48	17392,0	213,7	17,392
Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari									17176,0	211,0	17,176
1	1 : 5	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	35,11	14044,0	172,5	14,044
2	1 : 5	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	35,97	14388,0	176,8	14,388
3	1 : 5	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	33,93	13572,0	166,7	13,572
Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari									14001,3	172,0	14,001
1	1 : 6	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	27,05	10820,0	132,9	10,820
2	1 : 6	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	25,43	10172,0	125,0	10,172
3	1 : 6	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	24,24	9696,0	119,1	9,696
Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari									10229,3	125,7	10,229
1	1 : 7	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	25,58	10232,0	125,7	10,232
2	1 : 7	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	24,9	9960,0	122,4	9,960
3	1 : 7	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	24,8	9920,0	121,9	9,920
Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari									10037,3	123,3	10,037
1	1 : 8	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	22,22	8888,0	109,2	8,888
2	1 : 8	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	21,95	8780,0	107,9	8,780
3	1 : 8	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	23,06	9224,0	113,3	9,224
Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari									8964,0	110,1	8,964

Tabel 6. Hasil Analisis Pengujian Kuat Tekan Mortar (Quarry Budi)

No	Perbandingan (cm)	Dimensi			Luas Penampang (m ²)	Volume (cm ³)	Umur (hari)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan		
		P (cm)	L (cm)	T (cm)					(Kpa)	Kg/cm ²	(Mpa)
1	1 : 3	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	51,16	20464,0	251,4	20,464
2	1 : 3	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	80,82	32328,0	397,2	32,328
3	1 : 3	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	80,03	32012,0	393,3	32,012
4	1 : 3	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	78,72	31488,0	386,8	31,488
Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari									29073,0	357,2	29,073
1	1 : 4	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	33,73	13492,0	165,8	13,492
2	1 : 4	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	34,52	13808,0	169,6	13,808
3	1 : 4	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	31,91	12764,0	156,8	12,764
Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari									13354,7	164,1	13,355
1	1 : 5	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	28,52	11408,0	140,2	11,408
2	1 : 5	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	28,24	11296,0	138,8	11,296
3	1 : 5	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	30,54	12216,0	150,1	12,216
Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari									11640,0	143,0	11,640
1	1 : 6	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	27,46	10984,0	134,9	10,984
2	1 : 6	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	27,78	11112,0	136,5	11,112
3	1 : 6	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	29,25	11700,0	143,7	11,700
Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari									11265,3	138,4	11,265
1	1 : 7	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	24,92	9968,0	122,5	9,968
2	1 : 7	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	25,17	10068,0	123,7	10,068
3	1 : 7	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	25,41	10164,0	124,9	10,164
Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari									10066,7	123,7	10,067
1	1 : 8	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	24,59	9836,0	120,8	9,836
2	1 : 8	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	24,35	9740,0	119,7	9,740
3	1 : 8	5,00	5,00	5,00	0,00250	125,0	28	25,32	10128,0	124,4	10,128
Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari									9901,3	121,6	9,901

Beton

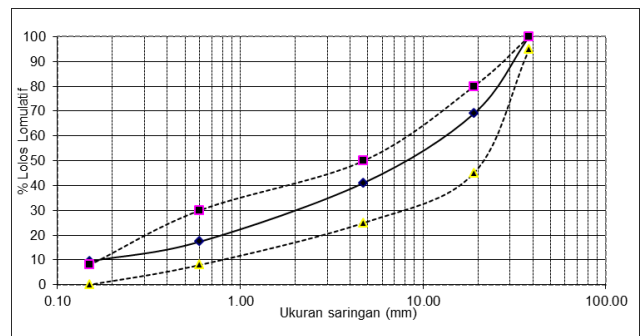
Material tanah putih yang diambil dari sumbernya bentuk butirannya beragam, dari bongkahan dengan berbagai macam ukuran dan butiran halus, karena material yang diteliti ini akan direkomendasikan

penggunaannya oleh masyarakat maka perlu dilakukan simulasi pada material tanah putih ini apakah bisa dipakai secara langsung untuk campuran beton atau perlu proses pengolahan lebih lanjut, misalnya harus disaring terlebih dahulu untuk membuang partikel halusnya. Oleh sebab itu dalam penelitian ini akan digunakan 2 jenis kondisi, yang pertama material tanah putih digunakan dengan kondisi apa adanya dari hasil galian dan kondisi kedua kandungan butiran halus yang lolos saringan #200 akan dihilangkan dengan cara disaring.

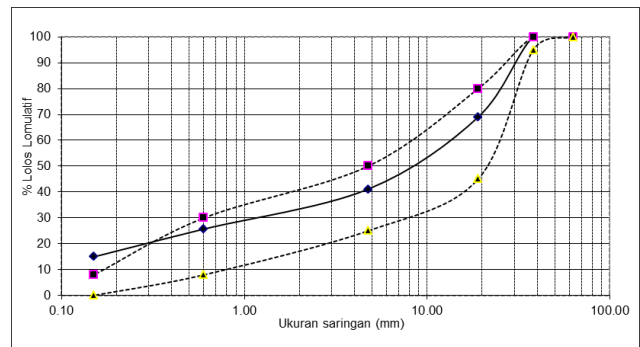
Pemeriksaan Sifat – Sifat Fisik Material

Pemeriksaan material campuran bahan beton dimaksudkan untuk mengetahui apakah terdapat kesesuaian dengan standar material beton (SNI 03-1750-1990, Mutu dan Cara Uji Agregat Beton; SNI 15-2049-1994, Semen Portland) selain itu akan menjadi input data untuk desain campuran beton (SNI 03-2834-2000, tata cara pembuatan rencana campuran beton normal).

Karena beton normal terdiri atas beberapa variasi ukuran agregat, maka untuk mendapatkan suatu konstituen agregat yang solid untuk menunjang mutu beton yang baik, beragam fraksi agregat tersebut harus dicampur menjadi satu. Berikut ini adalah gambar grafik yang menunjukkan hasil uji analisa saringan untuk agregat gabungan.



Gambar 4. Grafik analisa saringan untuk agregat gabungan (quarry budi)



Gambar 5. Grafik analisa saringan untuk agregat gabungan (quarry budi)

Selanjutnya dari serangkaian pengujian sifat – sifat fisik material agregat kasar dan tanah putih, maka hasilnya dapat dirangkum dalam Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik Agregat

No.	Item Pengujian	Quarry Lens	Quarry Budi	Spesifikasi
1	Kadar air agregat kasar		1,514 %	
2	Kadar air tanah putih	12,183 %	6,355 %	
3	Berat isi agregat kasar		1,39 gram/cm ³	
4	Berat isi tanah putih	1,34 gram/cm ³	1,309 gram/cm ³	
5	Berat jenis SSD agregat kasar		2,685	
6	Berat jenis SSD tanah putih	2,498	2,501	
7	Nilai abrasi agregat kasar		31,47 %	40 %
8	Bahan dalam agregat kasar yang lolos saringan #200		0,36 %	1 %
9	Bahan dalam tanah putih yang lolos saringan #200	13,58 %	16,39 %	5 %
10	Setara pasir		96,65 %	

Perancangan Campuran Beton

Perancangan campuran beton dilakukan untuk mendapatkan proporsi campuran material berdasarkan sifat – sifat fisik material penyusun dan kuat tekan target. Berikut ini adalah rangkuman hasil desain campuran beton.

Tabel 8. Rancangan Campuran Beton (Quarry Bpk. Lens)

NO	PARAMETER	HASIL	SYARAT		SATUAN
			Min	Maks.	
1	Batu Pecah 20/40	1047.02	-	-	kg
2	Tanah Putih (Rote, Lens)	705.30	-	-	kg
3	Air	211.25	-	-	kg
4	Semen Tonasa	405.66	-	-	kg
5	Kuat Tekan Beton Rata-rata (Cuci)	341.67	175	-	kg/cm ³
6	Kuat Tekan Beton Rata-rata (Tidak Dicuci)	265.23	175	-	kg/cm ³
7	Berat Jenis SSD Tanah Putih (Rote, Lens)	2.498	-	-	
8	Berat Jenis SSD Batu Pecah 20/40	2.685	-	-	
9	Berat Jenis SSD Relatif Agregat	2.611	-	-	
10	Kadar Air Tanah Putih (Rote, Lens)	12.183	-	-	%
11	Kadar Air Batu Pecah 20/40	1.514	-	-	
12	Kadar Lumpur Tanah Putih (Rote, Lens)	13.58	-	5	%
13	Kadar Lumpur Batu Pecah 20/40	0.361	-	1	
14	Setara Pasir Tanah Putih (Rote, Lens)	96.65	-	-	%
15	Abrasi Pecah	31.47	-	40	%

Tabel 9. Rancangan Campuran Beton (Quarry Bpk. Budi)

NO	PARAMETER	HASIL	SYARAT		SATUAN
			Min	Maks.	
1	Batu Pecah 20/40	1047.02	-	-	kg
2	Tanah Putih (Rote, Budi)	712.52	-	-	kg
3	Air	204.03	-	-	kg
4	Semen Tonasa	405.66	-	-	kg
5	Kuat Tekan Beton Rata-rata	299.98	175	-	kg/cm ³
6	Kuat Tekan Beton Rata-rata	265.23	175	-	kg/cm ³
7	Berat Jenis SSD Tanah Putih (Rote, Budi)	2.501	-	-	
8	Berat Jenis SSD Batu Pecah 20/40	2.685	-	-	
9	Berat Jenis SSD Relatif Agregat	2.612	-	-	
10	Kadar Air Tanah Putih (Rote, Budi)	6.355	-	-	%
11	Kadar Air Batu Pecah 20/40	1.514	-	-	
12	Kadar Lumpur Tanah Putih (Rote, Budi)	16.39	-	5	%
13	Kadar Lumpur Batu Pecah 20/40	0.361	-	1	
14	Setara Pasir Tanah Putih (Rote, Budi)	96.65	-	-	%
15	Abrasi Pecah	31.47	-	40	%

Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel Silinder Beton

Benda uji silinder dibuat dalam 2 kondisi yaitu beton yang menggunakan material tanah putih dengan kondisi asli (perlakuan 1) dan kondisi butiran halus yang lolos saringan #200 dihilangkan (perlakuan 2). Rekapitulasi hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Hasil Uji Kuat Tekan Sampel Silinder Beton

Asal Material	Jenis Perlakuan	Umur Benda	f'c (Mpa)
Budi	1	7	12,72727
		14	15,74411
		28	19,42088
	2	7	15,93266
		14	19,51515
		28	24,41751
Lens	1	7	19,13805
		14	24,09697
		28	21,58923
	2	7	19,42088
		14	23,94613
		28	27,81145

PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat fisik tanah putih dapat digunakan untuk keperluan *mix design* mortar dan beton karena menggunakan parameter uji yang sama.

Hasil pengujian sifat fisik material tanah putih

- Data kadar air dan penyerapan agregat halus digunakan untuk mengkoreksi porsi air dalam campuran
- Persentase bahan lolos saringan #200 menunjukkan porsi butiran halus / debu dalam material tanah putih, namun hal ini tidak mengganggu kinerja campuran dan produk mortar karena bukan tergolong material organik/lempung. Material halus tersebut dapat digolongkan sebagai filler bagi matriks beton
- Data berat jenis agregat dibutuhkan untuk mengetahui klasifikasi menurut bobotnya apakah tergolong agregat ringan, normal atau berat. Nilai berat jenis juga bisa digunakan untuk memprediksi kepadatan butiran agregat. Nilai BJ 2,5 mengindikasikan butiran agregat cukup padat dan tergolong agregat normal.
- Data berat isi digunakan untuk merencanakan campuran mortar serta untuk keperluan menakar porsi agregat ke dalam campuran.

Hasil analisa ayakan terhadap material tanah putih dari kedua sumber pengambilan, diketahui gradasinya dapat masuk klasifikasi di zona II yaitu "pasir agak kasar". Walaupun diketahui fraksi halusnya (lolos saringan #50 dan #100) porsinya lebih banyak (melewati rentang spesifikasi). Namun butiran halus tersebut tidak tergolong sebagai material perusak karena bukan material organik/lempung. Selain itu secara teori, mortar yang menggunakan pasir dengan klasifikasi zona II akan memiliki sifat plastis yang lebih rendah, kekuatan lebih tinggi dan tekstur yang agak kasar sehingga

kurang tepat jika digunakan untuk pekerjaan plesteran dinding.

Kuat Tekan Benda Uji Mortar

Terhadap hasil yang ada di Tabel 5 dan Tabel 6 maka dapat disajikan kuat tekan rata – ratanya beserta aplikasi dari setiap variasi campuran untuk berbagai keperluan konstruksi sipil, di Tabel 11 berikut ini

Tabel 11. Klasifikasi Kelas Mortar

Asal Quarry	Komposisi campuran PC : tanah putih	Kuat tekan rata-rata, kgf/cm ² (MPa)	Kelas Mortar	Jenis Aplikasi Mortar	
Lens	1 : 3	297,20 (24,18)	Kelas M	Pasangan batu TPT* & pondasi, plesteran eksterior/trasram	
	1 : 4	211,00 (17,17)	Kelas M	Pasangan batu TPT* & pondasi, plesteran eksterior/trasram	
	1 : 5	172,00 (14,00)	Kelas S	Pasangan batu TPT* & pondasi, plesteran eksterior/trasram	
	1 : 6	125,70 (10,23)	Kelas N	Batako, pasangan batako, pasangan pondasi rumah sederhana, plesteran interior	
	1 : 7	123,30 (10,04)	Kelas N	Batako, pasangan batako, pasangan pondasi rumah sederhana, plesteran interior	
	1 : 8	110,10 (8,96)	Kelas N	Batako, pasangan batako, pasangan pondasi rumah sederhana, plesteran interior	
	Budi	1 : 3	357,20 (29,07)	Kelas M	Pasangan batu TPT* & pondasi, plesteran eksterior/trasram
		1 : 4	164,10 (13,35)	Kelas S	Pasangan batu TPT* & pondasi, plesteran eksterior/trasram
1 : 5		143,00 (11,64)	Kelas S	Pasangan batu TPT* & pondasi, plesteran eksterior/trasram	
1 : 6		138,40 (11,62)	Kelas S	Pasangan batu TPT* & pondasi, plesteran eksterior	
1 : 7		123,70 (10,06)	Kelas N	Batako, pasangan batako, plesteran interior	
1 : 8		121,60 (9,90)	Kelas N	Batako, pasangan batako, plesteran interior	

Kuat tekan benda uji beton

Dari hasil yang ada di Tabel 10 khusus yang ditunjukkan pengujian benda uji silinder yang berumur 28 hari dengan kuat tekan beton rencana K175 (175 kgf/cm²) baik untuk tanah putih dengan kondisi 1 (kondisi asli dari galian) dan kondisi 2 (butiran halus yang lolos saringan #200 dihilangkan), menunjukkan hasil positif yaitu kuat tekannya melebihi target.

Hasil desain campuran beton harus dijabarkan lebih lanjut agar dapat diaplikasikan oleh masyarakat. Desain campuran akan memberikan hasil porsi material dalam satuan berat, agar hasil desain tersebut bisa digunakan maka harus dikonversi menjadi perbandingan volume. Dalam Table 12 menunjukkan perbandingan hasil desain campuran antara standar nasional (SNI) serta hasil desain campuran yang menggunakan material tanah putih dari quarry Bapak Lens dan Bapak Budi.

Tabel 12. Perbandingan Kebutuhan Material untuk 1 m³ beton (rasio berat material)

Jenis material	SNI	Quarry Bpk. Lens	Quarry Bpk. Budi
Semen	326 kg	405,66 kg	405,66 kg
Agregat halus	760 kg	705,30 kg	712,52 kg
Kerikil	1029 kg	1047,02 kg	1047,02 kg
Air	215 kg	211,25 kg	204,03 kg

Angka – angka tersebut selanjutnya dikonversi menjadi satuan volume agar masyarakat mudah untuk menakar setiap porsi material (Tabel 13).

Table 13. Perbandingan Komposisi Material Berdasarkan Rasio Volume

SNI				
Jenis Material	K175			
	Berat Material (kg)	Berat Isi (kg/m ³)	Rasio Volume	Dibulatkan
semen	326	1250	1	1
pasir	760	1400	2.08	2
kerikil	1029	1350	2.92	3
air	215	1000	0.82	

Lens				
Jenis Material	K175			
	Berat Material (kg)	Berat Isi (kg/m ³)	Rasio Volume	Dibulatkan
semen	405.66	1250	1	1
tanah putih	705.3	1340	1.62	1.5
kerikil	1047.02	1390	2.32	2
air	211.25	1000	0.65	

Budi				
Jenis Material	K175			
	Berat Material (kg)	Berat Isi (kg/m ³)	Rasio Volume	Dibulatkan
semen	405.66	1250	1	1
tanah putih	712.52	1309	1.68	1.5
kerikil	1047.02	1390	2.32	2
air	204.03	1000	0.63	

Dari Tabel 12 dapat diketahui perbandingan yang cukup mencolok antara porsi penggunaan semen untuk beton K175 yang ditetapkan oleh SNI 7394 - 2008 (Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan) dengan porsi semen dari beton yang menggunakan tanah putih, diketahui porsi semen dari beton tanah putih lebih banyak dibandingkan porsi semen dari SNI. Hal ini merupakan konsekuensi dari porsi butiran halus tanah putih yang lebih banyak, secara teori butiran halus itu memiliki luas permukaan efektif lebih besar dibandingkan dengan butiran berukuran sedang dan besar, semakin luas permukaan efektif maka akan membutuhkan porsi semen yang lebih besar.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Dari pengujian analisa saringan, butiran tanah putih masuk kategori zona 2 atau agak kasar, namun juga memiliki kandungan butiran halus yang lolos saringan #100 lebih banyak dibandingkan pasir alam.
2. Produk mortar baik yang menggunakan material dari lokasi pengambilan Bapak Lens maupun

Bapak Budi dapat menghasilkan kuat tekan yang cukup untuk aplikasi seperti untuk pembuatan batako, spesi pasangan batako, plesteran dinding, sampai dengan pasangan batu tembok penahan tanah.

3. Produk beton baik yang menggunakan tanah putih asli dari hasil galian maupun yang melewati proses pembuangan butiran halus dapat menghasilkan mutu beton yang melebihi target (K175) yaitu mencapai K350, mutu beton ini dapat dipakai untuk pembuatan komponen struktur jembatan bentang pendek.
4. Konsekuensi dari penggunaan material tanah putih yang memiliki kandungan butiran yang melebihi pasir alam adalah penggunaan porsi semen yang lebih banyak (perbedaan sekitar 24,5 %).

Saran

Selain memanfaatkan tanah putih sebagai pengganti pasir alam, masih ada teknologi material lain yang bisa mengatasi keterbatasan pasir seperti beton non pasir, yaitu beton yang hanya terdiri dari campuran semen dan kerikil, bersifat *porous* (mudah dilalui air) dan membutuhkan porsi semen yang lebih sedikit dai pada beton normal. Beton non pasir ini bisa diaplikasikan untuk perumahan, jalan setapak, lapangan parkir, tembok penahan tanah dan jalan lingkungan

UCAPAN TERIMA KASIH

Hasil penelitian ini merupakan hasil dari serangkaian proses pemikiran dan penelusuran masalah yang ada di wilayah Kabupaten Rote Ndao, yang kemudian dituangkan dalam bentuk rencana penelitian dan diwujudkan menjadi proses kerja pengujian di laboratorium dan analisa data – data yang dihasilkan, sehingga menghasilkan suatu laporan yang diharapkan dapat menjadi jalan keluar bagi kegiatan pembangunan infrastruktur di daerah tersebut. Oleh sebab itu kami ingin mengucapkan limpah terima kasih kepada rekan – rekan laboran di fasilitas Laboratorium Pengujian bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Kupang yang bersedia meluangkan waktu untuk melaksanakan serangkaian pengujian terhadap material tanah putih.

DAFTAR PUSTAKA

<https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/tanah/tanah-kapur>, akses tanggal 10 juni 2021

<https://lauwtjunnji.weebly.com/pengelompokan-beton.html>, akses 11 juni 2021

<https://trijinx.com/syarat-bahan-beton-yang-berkualitas-baik/>, akses tanggal 11 juni 2021

SNI 03-6882-2002 *tentang spesifikasi mortar untuk pekerjaan pasangan*

SNI 03-6825-2002 *tentang metode pengujian kekuatan tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil*

SNI 03-2834-2000 *tentang perancangan campuran beton normal*

Trisnoyuwono. 2010, *Diktat Kuliah Teknologi Bahan Bangunan*, Politeknik Negeri Kupang, Kupang