

ANALISIS PERBANDINGAN KUAT TEKAN MORTAR BERDASARKAN MODULUS HALUS BUTIR (MHB) PASIR SUNGAI DENGAN PASIR GUNUNG

Fepy Supriani¹⁾, Jonrinaldi²⁾, Agung Beriyadi¹⁾,

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, FT UNIB, Bengkulu

²⁾Dosen Jurusan Teknik Industri, FT UNAND, Padang

Jl. W.R Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371

Corresponding author : fsupriani@unib.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh modulus halus butir dari pasir sungai terhadap kuat tekan mortar dibandingkan Pasir Gunung Curup. Pasir yang digunakan adalah Pasir Sungai Kembang Sri (MHB 2,91), Penanding (MHB 2,204), Lubuk Kebur (MHB 3,452), Talang Rasau (MHB 2,257) dan Pasir Gunung Curup (MHB 1,29). Variasi perbandingan antara semen dan pasir yang digunakan adalah 1Pc : 4Ps, 1Pc : 5Ps dan 1Pc : 6Ps. Hasil yang didapat nilai kuat tekan mortar pada adukan 1Pc : 4Ps dan 1Pc : 6Ps yang tertinggi terdapat pada Pasir Gunung Curup, yaitu sebesar 14,08 MPa dan 7,77 MPa. Nilai kuat tekan mortar pada adukan 1Pc : 5Ps yang tertinggi terdapat pada Pasir Sungai Talang Rasau, yaitu sebesar 11,43 MPa Pasir Sungai Talang Rasau memiliki kekuatan 87,64% dan 93,17% dibandingkan Pasir Gunung. Pasir Sungai Kembang Sri memiliki nilai kuat tekan mortar yang terendah untuk setiap adukan 1Pc : 4Ps, 1Pc : 5Ps dan 1Pc : 6Ps, dibandingkan pasir gunung kekuatannya yaitu sebesar 34,80%, 27,40% dan 28,57%. Rata-rata pasir sungai yang gradasinya masuk zona III dapat digunakan untuk campuran mortar, meskipun kekuatannya masih dibawah pasir gunung.

Kata kunci : pasir sungai, pasir gunung, mortar, modulus halus, kuat tekan.

Abstract

This study aimed to determine the effect of grain fine modulus from river sand on the compressive strength of mortar compared to Curup Mountain Sand. The sand river used was Kembang Sri River Sand (MHB 2,91), Penanding (MHB 2,204), Lubuk Kebur (MHB 3,452), Talang Rasau (MHB 2,257) and Curup Mountain Sand (MHB 1,29). The ratio variation between cement and sand used was 1Pc : 4Ps, 1Pc : 5Ps and 1Pc : 6Ps.. The results obtained of the highest value of mortar compressive strength for the mixture of 1Pc : 4Ps and 1Pc : 6Ps was found in Curup Mountain Sand, which was 14,08 MPa and 7,77 MPa. The highest value of mortar compressive strength for 1Pc : 5Ps mixture was found in Talang Rasau River Sand, which was 11.43 MPa. The 1Pc:4Ps and 1Pc:6Ps mixture of Talang Rasau River Sand has a strength of 87.64% and 93.17% compared to Mountain Sand. Kembang Sri River sand has the lowest mortar compressive strength value for each mixture of 1Pc : 4Ps, 1Pc : 5Ps and 1Pc : 6Ps, compared to the strength of mountain sand was 34,80%, 27,40% and 28,57%. On the average, river sand with the gradation in zone III can be used for mortar mixture, although its strength is still below that of mountain sand.

Keyword : river sand, mountain sand, mortar, fine modulus compressive strength.

PENDAHULUAN

Pembangunan berkelanjutan dibidang rekayasa teknik sipil mendorong penggunaan bahan baku konstruksi dalam jumlah yang besar. Keterbatasan dan ketidakmerataan sumber bahan baku konstruksi menjadi salah satu hambatan bagi perkembangan kemajuan konstruksi di Indonesia. Upaya pengembangan terus dilakukan dalam menanggulangi masalah-masalah material yang terjadi demi terpenuhinya kebutuhan masyarakat di bidang konstruksi.

Mortar merupakan campuran pasir, semen dan air dengan perbandingan tertentu (Somayaji, 2001). Mortar umumnya digunakan untuk merekatkan pasangan batu bata, pasangan keramik, plesteran dan pengecoran. Mortar yang digunakan untuk bahan bangunan harus mempunyai kekuatan terutama untuk pasangan dinding (Tjokrodinulyo, 1996). Mortar memiliki beberapa kelebihan yaitu beratnya yang ringan dan memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan bata merah konvensional. Kualitas mortar sangat perlu ditingkatkan, diantaranya dengan pemilihan pasir yang baik sebagai bahan campuran. Pemilihan jenis pasir ini diharapkan dapat menghasilkan sifat fisik dan mekanik yang lebih baik, serta mengurangi berat mortar yang pada akhirnya dapat mengurangi berat bangunan. Daud (2012) menyatakan hubungan rasio volume pasir-semen dan kuat tekan mortar dengan gradasi agak halus menghasilkan kuat tekan mortar yang hampir sama. Sedangkan Penentuan komposisi adukan mortar optimum dapat digunakan untuk pasangan bata sesuai kebutuhan (persada, 2006). Usaha meningkatkan mutu mortar dapat dari bahan-bahan pembentuk termasuk kualitas pasir. Beberapa penelitian juga dapat

menambahkan bahan tambah lain seperti *fly ash* untuk meningkatkan kuat tekan mortar (Purnomo, 2016).

Pasir merupakan bahan penyusun dari campuran mortar. Pasir secara umum memiliki karakteristik yang meliputi sifat-sifat fisis, diantaranya adalah modulus halus butir, kadar air, kadar lumpur dan berat isi. Modulus halus butir merupakan salah satu karakteristik pasir yang digunakan dalam penelitian ini. Modulus halus butir adalah suatu indeks yang digunakan untuk mengukur kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat, semakin besar nilai MHB suatu agregat maka semakin besar pula butiran agregatnya. Kehalusan atau kekasaran suatu agregat dapat mempengaruhi kelecakan dari campuran mortar.

Pasir sungai termasuk sebagai salah satu jenis pasir yang sering digunakan dalam pekerjaan konstruksi dan tersedia dalam jumlah yang banyak di Provinsi Bengkulu. Perbedaan wilayah, iklim dan kondisi sungai yang ada membuat pasir sungai memiliki sifat karakteristik yang berbeda. Perbedaan sifat karakteristik terutama gradasi pasir akan menghasilkan kekuatan material yang berbeda.

Pasir yang ditambang dari dasar sungai sudah tercuci langsung dan kandungan lumpurnya sudah banyak berkurang, semakin deras arus sungainya maka kadar lumpur yang terkandung dalam pasir juga akan semakin sedikit. Proses penambangan pasir sungai juga lebih sulit karena harus disedot dan terancam banjir. Pasir sungai memiliki jenis butiran yang bersih dan halus dengan ukuran antara 0,06 mm – 2 mm (Sjarief, 2010). Berdasarkan survey untuk pasir gunung di Kabupaten Rejang Lebong Bengkulu karakteristik butir yang lebih kasar, gradasi butiran tergantung dari lapisan tanah yang ditambang.

Permasalahan penggunaan pasir di Kota Bengkulu adalah Masyarakat awam sendiri tidak mengetahui pengaruh yang tidak menguntungkan dari gradasi yang buruk dan mutu pasir itu sendiri, terutama dalam ketahanan bangunan terhadap gempa bumi, karena butirnya yang seragam tidak saling mengisi secara kuat

Tujuan dari penelitian adalah mengetahui karakteristik pasir sungai berupa modulus halus butir (MHB) untuk beberapa pasir sungai dengan lokasi yang berbeda, untuk bahan campuran mortar terhadap kuat tekan. Sebagai pembanding digunakan pasir gunung curup.

METODE PENELITIAN

Penelitian metode eksperimen, dengan tujuan membandingkan kuat tekan mortar yang menggunakan agregat halus berupa pasir sungai dengan pasir gunung di Provinsi Bengkulu. Variasinya adalah empat jenis pasir sungai dan satu jenis pasir gunung. Penggunaan pasir gunung dalam penelitian ini adalah sebagai pembanding terhadap pasir sungai. Perbandingan campuran semen (Pc) dan pasir (Ps) yang digunakan yaitu 1Pc : 4Ps, 1Pc : 5Ps dan 1Pc : 6Ps, wahyudi (2012). menyatakan komposisi tersebut banyak digunakan dalam pekerjaan konstruksi. Jumlah sampel yang dibuat sebanyak 6 sampel pada setiap variasinya, dengan 15 variasi untuk 3 perbandingan semen dan pasir sehingga total sampel sebanyak 90 sampel. Ukuran sampel mortar yang digunakan adalah 50 mm x 50 mm x 50 mm (SNI 03-6825-2002) yang diuji tekan setelah perendaman 27 hari.

Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah Pasir Sungai Kembang Sri, Penanding, Lubuk Kebur, Talang Rasau dan Pasir Gunung Curup. Pasir Sungai Kembang Sri dan Lubuk Kebur berasal dari Kabupaten

Seluma, Pasir Sungai Talang Rasau berasal dari Kabupaten Bengkulu Utara, sementara Pasir Sungai Penanding berasal dari Kabupaten Bengkulu Tengah. Pasir diambil langsung dari *quarry* atau penambangan pasir resmi.

Semen

Semen yang digunakan adalah PCC yang sesuai dengan standar SNI 15-7064-2004. Semen yang digunakan harus dalam kondisi yang baik. Kemasan pada semen dalam keadaan tertutup dan masih tersegel. Semen juga tidak boleh mengeras dan menggumpal. Semen yang berkualitas baik jika dipegang langsung terasa halus seperti debu

Air

Air yang digunakan berasal dari air sumur Laboratorium Konstruksi dan Teknologi Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bengkulu. Air yang digunakan adalah air bersih, tidak berbau, tidak mengandung lumpur, tidak mengandung minyak, tidak mengandung kotoran-kotoran sampah dan senyawa kimia lainnya. Semua bahan yang digunakan memenuhi standar yang telah ditetapkan (SNI S-03-1971-1990)

Tahap Analisa saringan

Tata cara analisa saringan berdasarkan SNI 03-1968-1990. Peralatan yang digunakan adalah timbangan dengan ketelitian 0,2% dari benda uji. Satu set saringan ukuran 1 1/2", 3/4", 3/8", No. 4, 8, 10, 30, 50, dan 100, mesin penggetar dan oven. Setelah dilakukan analisa saringan maka hasil dimasukkan ke tabel 1 untuk mengetahui zona pasir

Menurut peraturan SK SNI T-15-1990-03, gradasi pasir dibagi menjadi pasir kasar (zona 1), pasir agak kasar (zona 2), pasir agak halus (zona 3) dan pasir halus (zona 4). Syarat batas gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2.1. Batas gradasi agregat halus (*British Standart*)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Yang Lewat Ayakan			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95—100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0- 15

Sumber: Mulyono, 2003

Tahap Pembuatan benda Uji Mortar

Perencanaan *initial flow* untuk campuran mortar dalam penelitian ini dilaksanakan berdasarkan SNI 03-6882-2002 dengan menggunakan nilai *initial flow* sebesar 105 – 115 %. Pengadukan beton yang dilakukan adalah 1 kali pengadukan untuk setiap jenis pasir setiap 6 sampel. Pengadukan mortar yang menggunakan pasir sungai dibuat sebanyak 72 sampel, sementara pengadukan mortar untuk pasir gunung dibuat sebanyak 18 sampel dengan perbandingan 1Pc : 4Ps, 1Pc : 5Ps dan 1Pc : 6Ps. Jumlah benda uji masing-masing pasir dapat dilihat pada Tabel 2. Perhitungan bahan campuran adukan mortar dihitung berdasarkan perbandingan berat volume.

Tahap Perawatan Benda Uji Mortar

Perawatan benda uji sesuai dengan SNI 03-6825-2002 dilakukan dengan perendaman dalam bak yang berisi air setelah mortar dikeluarkan dari cetakan. Benda uji direndam selama 27 hari. Umur 28 hari benda uji dikeluarkan dari dalam air dan diangin-anginkan selama 15 menit, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan mortar.

Tabel 2 Jumlah Sampel Benda Uji Mortar

No	Nama Pasir	Hasil Pemeriksaan (%)		
		Adukan 1 Pc : 4 Ps	Adukan 1 Pc : 5 Ps	Adukan 1 Pc : 6 Ps
1	Pasir Sungai Kembang Sri	6	6	6
2	Pasir Sungai Penanding	6	6	6
3	Pasir Sungai Lubuk Kebur	6	6	6
4	Pasir Sungai Talang Rasau	6	6	6
5	Pasir Gunung Curup	6	6	6
Jumlah		30	30	30
Jumlah Total		90		

Tahap Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan mortar sesuai dengan SNI 03-6825-2002 dilakukan saat mortar berumur 28 hari. Mortar yang sudah berumur 28 hari dikeluarkan dari bak perendaman, lalu dilap menggunakan kain kering. Mortar yang sudah dilap tadi kemudian dijemur dan dianginkan selama 15 menit. Pengukuran dimensi dan penimbangan berat benda uji dilakukan terlebih dahulu dan semua data yang bersangkutan dengan benda uji dicatat. Mortar yang sudah diukur dan ditimbang kemudian diuji menggunakan *Cement Compression Machine* dengan kapasitas kuat tekan 250 kN dan ketelitian 0,5 kN.

Menentukan kuat karakteristik beton (f_c') dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana :

P = beban aksial yang bekerja (kg)

A = luas penampang aksial yang memikul (cm^2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Modulus halus pasir (MHB)

Pemeriksaan MHB dengan analisa saringan menggunakan alat *sieve shaker*. Hasil dari pemeriksaan analisa saringan berupa nilai modulus halus butir (MHB) dan susunan gradasi butiran. Nilai MHB berdasarkan SNI 03-2834-2000 dibagi ke dalam 4 zona gradasi. Nilai rata-rata MHB pasir sungai didapat dari pemeriksaan analisa saringan berkisar antar 2,2 – 3,4 (Tabel 3). Nilai tersebut menunjukkan pasir sungai memiliki butiran yang agak halus sampai kasar terletak antara zona I-III. Pasir sungai lubuk kebur memiliki butir paling kasar (zona I), pasir kembang seri (zona II), pasir sungai penanding dan tang rasau (Zona III). Sedangkan pasir gunung sebagai pembanding masuk zona III. Pasir yang digunakan memenuhi standar karena masuk kedalam zona yang telah ditentukan dan termasuk gradasi baik. semua ukuran butir terwakili dalam setiap saringan.

Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

No	Nama Pasir	Nilai MHB	Zona
1	Pasir Sungai Kembang Sri	2,91	II
2	Pasir Sungai Penanding	2,204	III
3	Pasir Sungai Lubuk Kebur	3,452	I
4	Pasir Sungai Talang Rasau	2,257	III
5	Pasir Gunung Curup	1,929	III

Hasil Pengujian *Initial Flow* Mortar

Pengujian *initial flow* dilakukan sesuai SNI 03-6825-2002, nilai *initial flow* direncanakan sebesar 105 – 115 %. Beragamnya kelebihan air pada pengujian *initial flow* saat pencampuran material terjadi karena beberapa faktor, diantaranya adalah cara saat pengadukan dan jenis pasirnya yang berbeda. Perbedaan jenis pasir mempengaruhi pemberian air pada campuran mortar dikarenakan setiap pasir

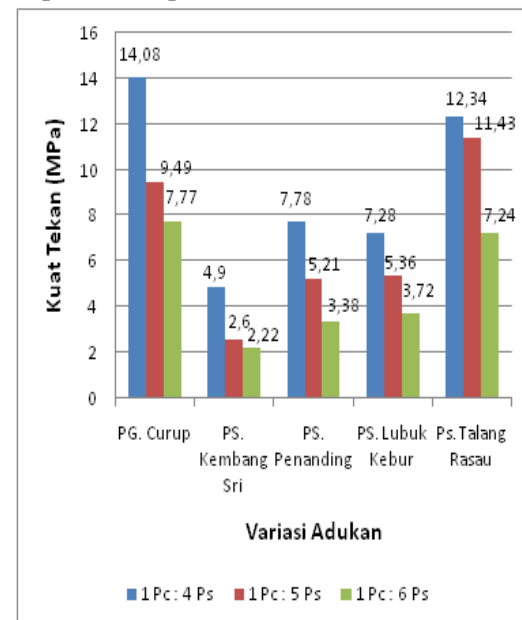
memiliki gradasi yang berbeda-beda dan nilai penyerapan yang berbeda. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pemeriksaan *Initial Flow*

No	Nama Pasir	Hasil Pemeriksaan (%)		
		1 : 4	1 : 5	1 : 6
1	Pasir Sungai Kembang Sri	107,25	108	113
2	Pasir Sungai Penanding	108,5	105,75	114,75
3	Pasir Sungai Lubuk Kebur	107,5	108,5	114,25
4	Pasir Sungai Talang Rasau	109,5	110,25	114,75
5	Pasir Gunung Curup	111,75	110,5	114,75

Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Mortar

Hasil pengujian mortar kubus ukuran 5 x 5 x 5 cm dilakukan berdasarkan persamaan 1 dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Diagram Perbandingan Kuat Tekan Mortar Pasir Sungai dan Pasir Gunung Curup

Kuat tekan mortar pada adukan 1Pc : 4Ps menunjukkan bahwa penggunaan Pasir Sungai Talang Rasau menghasilkan nilai

kuat tekan mortar yang lebih tinggi dibandingkan pasir sungai lainnya, namun masih lebih rendah dibandingkan Pasir Gunung Curup. Kuat tekan mortar pada adukan 1Pc : 5Ps menghasilkan nilai kuat tekan mortar yang lebih tinggi untuk Pasir Sungai Talang Rasau dibandingkan Pasir Gunung Curup. Gambar 1 menunjukkan bahwa kuat tekan pasir gunung turun jauh pada adukan 1Pc : 5 Ps. Kuat tekan mortar pada adukan 1Pc : 6Ps menunjukkan bahwa nilai kuat tekan semua pasir sungai berada di bawah Pasir Gunung Curup.

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu nilai kuat tekan mortar bervariasi untuk berbagai jenis pasir. Nilai kuat tekan mortar Pasir Sungai Talang Rasau lebih tinggi dibandingkan pasir sungai lainnya. Pasir Sungai Kembang Sri, Penanding dan Lubuk Kebur mengalami penurunan nilai kuat tekan mortar yang stabil pada setiap adukan 1Pc : 4Ps, 1Pc : 5Ps dan 1Pc : 6Ps. Pasir Gunung Curup terlihat mengalami penurunan nilai kuat tekan yang cukup tinggi pada adukan 1Pc : 5Ps, dimana nilai kuat tekannya berada di bawah nilai kuat tekan Pasir Sungai Talang Rasau.

Pasir yang berada di zona III (PG. Curup, PS. Penanding, PS. Talang Rasau) memiliki kuat tekan mortar yang lebih tinggi dibandingkan pasir yang berada di zona I (PS. Lubuk Kebur) dan zona II (PS. Kembang Sri), namun pasir yang berada di zona II memiliki nilai kuat tekan mortar yang lebih rendah dibandingkan pasir yang berada di zona I. Dapat disimpulkan bahwa nilai MHB dan zona agregatnya tidak mempengaruhi tinggi rendahnya nilai kuat tekan mortar. Tabel perbandingan persentase perbandingan kekuatan mortar pasir sungai dibanding pasir gunung adalah terlihat pada Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7

Tabel 5 Perbandingan kekuatan Mortar 1:4

No	Nama Pasir	Hasil Pemeriksaan (%)		
		Zona	f'_c (Mpa)	% terhadap pasir gunung
1	Pasir Gunung Curup	III	14,08	100
2	Pasir Sungai Talang Rasau	III	12,34	87,64
3	Pasir Sungai Penanding	III	7,78	55,26
4	Pasir Sungai Lubuk Kebur	I	7,20	51,14
5	Pasir Sungai Kembang Sri	II	4,9	34,80

Tabel 5 menunjukkan trend gradasi pasir zona III lebih baik digunakan untuk campuran mortar 1:5, pasir sungai talang rasau memiliki kekuatan 87,64% dibandingkan pasir gunung. Terus turun untuk pasir penanding (51,14%), pasir lubuk kebur dan pasir kembang seri 34,8%.

Tabel 6. Perbandingan kekuatan Mortar 1:5

No	Nama Pasir	Hasil Pemeriksaan (%)		
		Zona	f'_c (Mpa)	% terhadap pasir gunung
1	Pasir Gunung Curup	III	9,49	100
2	Pasir Sungai Talang Rasau	III	11,43	120,44
3	Pasir Sungai Lubuk Kebur	I	5,36	56,48
4	Pasir Sungai Penanding	III	5,21	54,90
5	Pasir Sungai Kembang Sri	II	2,6	27,40

Tabel 6 menunjukkan pasir sungai talang rasau memiliki kuat tekan tertinggi bahkan melebihi pasir gunung sebesar 20,44%. Pasir ini masih menunjukkan trend gradasi zona III masih lebih baik digunakan untuk campuran mortar 1:5. Pasir penanding zona III berada pasir sungai lubuk kebur zona I, meskipun hanya berbeda 1,58%,

dan masih jauh dibawah kekuatan mortar dengan pasir gunung.

Tabel 7 Perbandingan kekuatan Mortar 1:6

No	Nama Pasir	Hasil Pemeriksaan (%)		
		Zona	f'_c (Mpa)	% terhadap pasir gunung
1	Pasir Gunung Curup	III	7,77	100
2	Pasir Sungai Talang Rasau	III	7,24	93,17
3	Pasir Sungai Lubuk Kebur	I	3,72	47,88
4	Pasir Sungai Penanding	III	3,38	43,50
5	Pasir Sungai Kembang Sri	II	2,22	28,57

Tabel 7 kembali menunjukkan adukan mortar 1:6 untuk pasir gunung memiliki kuat tekan tertinggi meskipun hanya berbeda 6,83% dengan pasir sungai talang rasau. Pasir sungai kembang seri untuk setiap komposisi adukan memiliki kekuatan yang paling rendah.

Pasir zona III untuk pasir gunung dan pasir sungai Talang Rasau memiliki kekuatan yang baik. Pasir sungai Kembang Seri zona II lebih kasar tidak ada trend terhadap pasir zona I atau zona III. ada karakteristik lain yang perlu diteliti yaitu pengaruh keausan/kerapuhan agregat, berat isi yang lebih ringan menyebabkan kekuatan menjadi paling rendah.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari data hasil penelitian mengenai perbandingan pasir sungai dibandingkan pasir gunung terhadap kuat tekan mortar adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan nilai MHB pasir zona III baik untuk adukan mortar pada setiap variasi
2. Adukan 1Pc : 4Ps menunjukkan perbandingan kuat tekan mortar

terhadap pasir gunung (100%) berturut-turut, PS. Talang Rasau (87,64%), PS. Penanding (55,26%), PS. Lubuk Kebur (51,14%), PS. Kembang Sri (34,80%).

3. Adukan 1Pc : 5Ps menunjukkan perbandingan kuat tekan mortar terhadap pasir gunung (100%) berturut-turut, PS. Talang Rasau (120,44%), PS. Lubuk Kebur (56,48%), PS. Penanding (54,90%), PS. Kembang Sri (27,40%).
4. Adukan 1Pc : 6Ps menunjukkan perbandingan kuat tekan mortar terhadap pasir gunung (100%) berturut-turut, PS. Talang Rasau (93,17%), PS. Lubuk Kebur (47,88%), PS. Penanding (43,50%), PS. Kembang Sri (28,57%).
5. Pasir sungai yang memiliki nilai kuat tekan mortar optimum adalah Pasir Sungai Talang Rasau zona III.

SARAN

Saran yang diperlukan dalam penelitian ini adalah perlu adanya penelitian lebih lanjut pada campuran mortar dengan menggunakan pasir sungai yang kelompok zona agregat halusnya berada di zona IV. Perlu diteliti karakteristik lain seperti pengaruh keausan/kerapuhan agregat dan berat isi.

DAFTAR PUSTAKA

- Daud, A.P., 2012, Sifat-Sifat Mortar dari Pasir Merauke di Kabupaten Merauke-Papua, Jurnal Ilmiah Mustek Anim, Vol. 1, No.1, Universitas Musamus Merauke, Papua.
- Persada, A., 2006, Penentuan Komposisi Mortar Optimum untuk Pasangan Bata, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

- Purnomo, A.A., 2016, Pengaruh Penggunaan *Fly Ash* sebagai Bahan Pengganti Semen terhadap Kuat Tekan Mortar, Universitas Bengkulu, Bengkulu. Anni Susilowati, dkk., 1996,
- Sjarief, R., 2010, *Tata Ruang Air*, Andi, Yogyakarta.
- SNI S-03-1971-1990, 1990, Metode Pengujian Kadar Air Agregat, Departemen Pekerjaan Umum Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- NI 03-6825-2002, 2002, Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen *Portland* untuk Pekerjaan Sipil, Departemen Pekerjaan Umum Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- SNI 03-6882-2002, 2002, Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Pasangan, Departemen Pekerjaan Umum Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- SNI 15-7064-2004, 2004, Semen *Portland* Komposit, Departemen Pekerjaan Umum Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- SK SNI T-15-1990-03 : *Metode Perencanaan Campuran Beton*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-1968-1990 : *Metode Pengujian Analisa Saringan*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Somayaji, S., 2001, *Civil Engineering Materials*, Prentice Hall, New Jersey.
- Tjokrodinuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wahyudi, Y., 2012, Perbandingan Mortar Berpasir Pantai dan Sungai, Jurnal Media Teknik Sipil, Vol. 10, No.1, 70-79, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.