



Pengolahan Pasir Silika Lokal Skala Pilot Plant sebagai Pengganti Pasir Standar Ottawa untuk Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen

Titi Rachmawati*, Wieke Pratiwi*, dan Gaos Abdul Karim*

Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T), Jalan Sangkuriang No 14 Bandung 40135

*E-mail: indeung@gmail.com, wieke.pratiwi@gmail.com, gaossian@gmail.com

Abstract

This research is the development of laboratory scale research on the use of local silica sand in Indonesia as a substitute for Ottawa standard sand for cement mortar testing. From several local silica sands in Indonesia, Sidrap sand originating from South Sulawesi was selected for further development on a pilot scale. Silica sand processing included the process of washing, drying, sieving or gradation in accordance with ASTM C778. The characterization of the processed silica sand included SiO₂ content, sludge content, petrological analysis, roundness, and cement mortar compressive strength test at 3, 7 and 28 days and the results were compared to those of standard Ottawa sand.

Keywords: silica sand, sidrap sand, ottawa sand, compressive strength of mortar cement.

Pendahuluan

Sebaran pasir silika di Indonesia sangat luas dari Provinsi Aceh hingga Papua. Menurut Basri (2017), jumlah pasir silika di Indonesia sebesar 18.327.462.000. Pasir silika memiliki berbagai macam potensi diantaranya digunakan di industri kaca, gelas, bata tahan api, pengecoran logam, *sand blasting*, industri keramik, serta industri semen (Basri, 2017; Subari, 2016). Pada industri semen, pasir silika digunakan pada pembuatan mortar semen dalam pengujian kuat tekan. Saat ini Indonesia masih menggunakan pasir silika Ottawa sebagai pasir standar untuk pengujian kuat tekan mortar semen. Menurut Aminu dkk. (2016), hasil kuat tekan mortar semen tergantung pada karakteristik material yang digunakan, proporsi campuran semen pasir dan air, jumlah kontaminan, metode pemadatan, dan kontrol selama penyimpanan dan *curing*.

Beberapa Negara sudah melakukan penelitian dalam penggunaan pasir silika lokal sebagai pengganti pasir standar dalam pembuatan mortar semen untuk pengujian kuat tekan, seperti Bangladesh (Hossain dkk., 2012; Amin dkk., 2012), Nigeria (Ojuri and Fijabi, 2012), India (Jadhav dan Kulkarni, 2013), dan Turki (Hasdemir dkk., 2016). Pada tahun 2015, Indonesia khususnya Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T), telah melakukan penelitian mengenai pemilihan pasir silika lokal sebagai pengganti pasir standar Ottawa (Pratiwi dkk., 2015) dengan memilih pasir silika Sidrap sebagai pengganti pasir standar Ottawa. Berdasarkan keterangan Basri (2019), jumlah cadangan pasir silika Sidrap dengan klasifikasi sebagai sumber daya terukur sebesar 2.373.748 Ton.

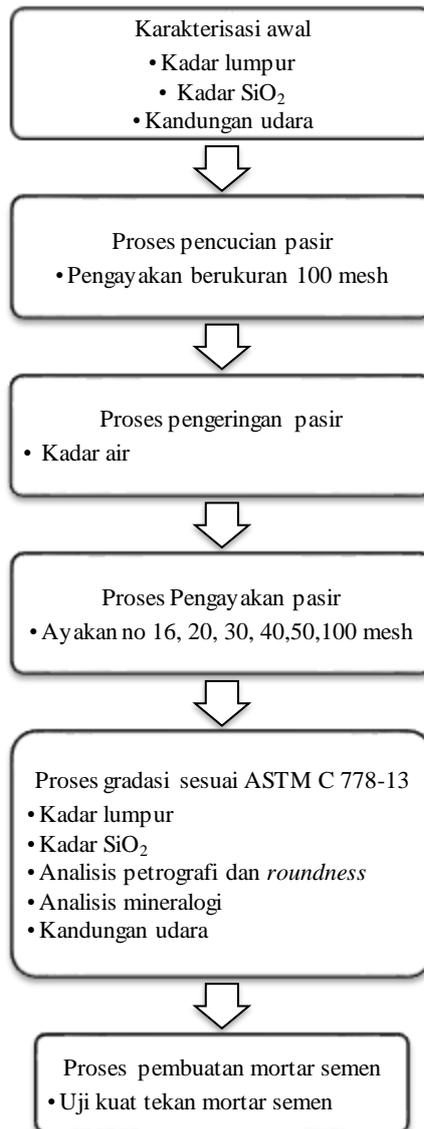
Menurut perkiraan, pada saat ini penggunaan pasir Ottawa mencapai 113 ton/tahun. Dengan adanya pengembangan kapasitas produksi industri semen, maka kebutuhan pasir Ottawa diperkirakan mencapai 150 ton/tahun. Adanya pembatasan impor pasir Ottawa dan sejalan dengan program pemerintah yaitu melaksanakan peningkatan penggunaan produksi dalam negeri serta pengembangan dan pemanfaatan sumber daya alam yang berkelanjutan berupa bahan galian non logam, seperti pasir silika (Pratiwi dkk., 2015). Menurut Amin dkk. (2012), dengan menggunakan proses kimia dan fisika pada pasir lokal terdapat korelasi yang kuat antara hasil kuat tekan pasir lokal dengan pasir standar Ottawa selain itu bentuk butiran pasir serta kadar silika mempengaruhi hasil kuat tekan mortar. Parameter yang digunakan untuk mengetahui karakteristik pasir lokal yang mendekati pasir standar Ottawa adalah berat jenis, analisis ukuran butiran, *moisture content*, *bulk density*, *porosity*, *void ratio*, komposisi kimia, *X-ray diffraction and Differential Thermal Analysis* (Ojuri dan Fijabi, 2012).

Tujuan penelitian ini adalah pengolahan pasir silika Sidrap skala *pilot plant* yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti pasir standar Ottawa untuk pengujian kuat tekan mortar semen. Lingkup dari penelitian ini meliputi pengolahan pasir silika Sidrap secara fisika meliputi proses pencucian, proses pengeringan, proses pengayakan atau *sieving*, gradasi sesuai dengan ASTM C778-13, Karakterisasi pasir silika hasil pengolahan, serta uji kuat tekan mortar semen pada umur 3, 7, dan 28 hari dan hasilnya dibandingkan terhadap pasir standar Ottawa.



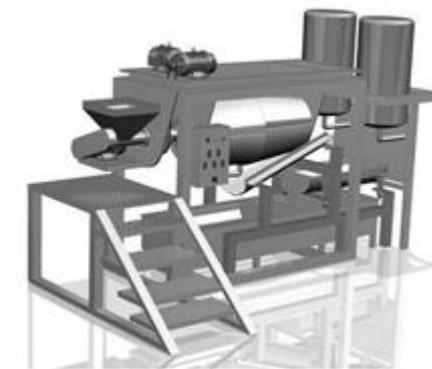
Metode Penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1

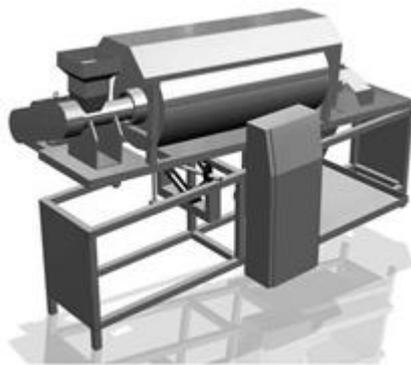


Gambar 1. Flowchart metode penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada tahun 2018 -2019. Pasir silika lokal yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Kabupaten Sidenreng Rappang (Sidrap), Provinsi Sulawesi Selatan. Pasir silika tersebut dilakukan karakterisasi awal yaitu uji kadar lumpur sesuai SNI ASTM C 177 : 2012, dilanjutkan dengan proses pencucian, pasir silika didalam unit operasi pencucian (gambar 2(a)) dilakukan pengayakan dengan ukuran 100 mesh agar lumpur dan material halus dapat tersaring dan larut dengan air pencucian. Pasir yang telah dicuci, dimasukkan ke dalam unit operasi pengeringan seperti terlampir pada Gambar 2 (b). Pada tahap pengeringan dilakukan uji kadar air sebelum masuk ke dalam dan sesudah masuk kedalam unit operasi pengeringan. Setelah melalui proses pengeringan, dan dipastikan kadar airnya, selanjutnya pasir silika di masukan ke dalam unit operasi pengayakan / *sieving* seperti pada Gambar 2 (c), pada ayakan no 16, 20, 30, 40, 50, 100 mesh. Pasir hasil proses pengayakan, digradasi sesuai dengan karakteristik pasir standar Ottawa berdasarkan ASTM C 778-13. Hasil proses gradasi sesuai ASTM C778-13 dilakukan karakterisasi yaitu kadar lumpur, kandungan udara, kadar SiO₂ menggunakan alat XRF, analisis petrografi dan *roundness*, analisis mineralogi menggunakan alat XRD. Pasir hasil pengolahan dicampur dengan semen dan air untuk pembuatan mortar semen sesuai SNI 2049: 2015, untuk mengetahui kuat tekan mortar semen umur 3, 7 dan 28 hari. Hasil dari kuat tekan pasir silika Sidrap di bandingkan terhadap pasir Ottawa.



(a)



(b)



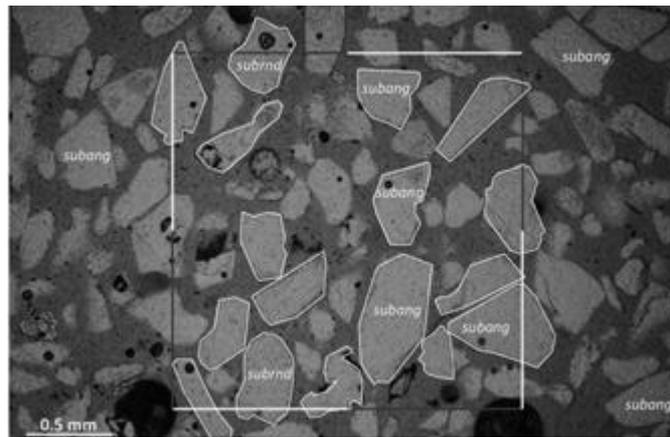
(c)

Gambar 2. Unit operasi pengolahan pasir silika (a) unit operasi pencucian (b) unit operasi pengeringan (c) unit operasi pengayakan / *sieving*

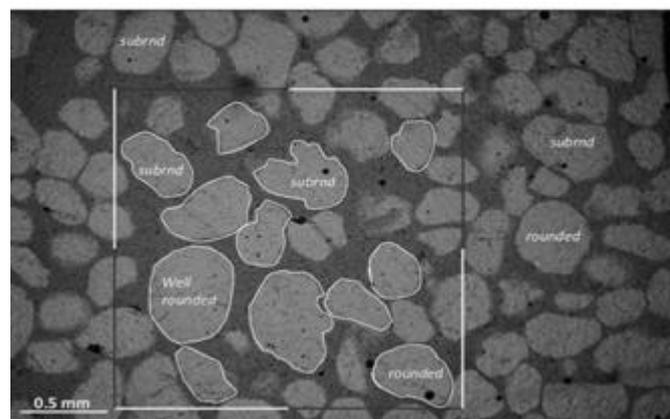
Hasil dan Pembahasan

Analisis Petrografi, roundness dan mineralogi

Berdasarkan hasil analisis petrografi dan *roundness*, pasir Sidrap mempunyai tekstur granular, dengan warna pasir putih hingga krem, ukuran partikel halus hingga medium granular dengan diameter 0,2 – 0,7 mm. Komposisi *roundness* dari pasir silika Sidrap yaitu 80% *sub angular*, dengan nilai *roundness* 0,25 – 0,35 dan 20% *sub-rounded*, dengan nilai *roundness* 0,35 – 0,49 (gambar 3 (a)), dengan kelas *sphericity* meliputi 65% *high sphericity* dan 35% *low sphericity*. Berdasarkan analisis mineralogi menggunakan alat XRD, mineral pasir Sidrap terdiri dari 59 – 79% *Quartz*, 12 – 32% *Sanidine*, dan sisanya mineral *Andesine*, *Amorf*, *Albite*, *Calcian*. Pasir standar Ottawa mempunyai tekstur granular, dengan warna pasir putih hingga krem, ukuran partikel halus hingga medium granular dengan diameter 0,2 – 0,7 mm. Komposisi *roundness* dari pasir standar Ottawa yaitu 70% *sub-rounded*, 20% *rounded*, dan 10% *well rounded* (gambar 3 (b)), dengan kelas *sphericity* meliputi 90% *high sphericity* dan 10% *low sphericity*. Mineral dari pasir standar Ottawa terdiri dari 99% *Quartz*.



(a)



(b)

Gambar 3. Gambar mikroskopis secara tipis (a) pasir Sidrap (b) pasir standar Ottawa

Karakterisasi pasir Sidrap

Hasil karakterisasi pasir Sidrap sebelum pengolahan dan setelah melalui unit operasi pengolahan terlampir pada Tabel 2. Hasil karakterisasi pasir Sidrap (Tabel 2) menunjukkan bahwa kadar lumpur mengalami penurunan sebesar 0,42 % setelah pasir dimasukkan ke dalam unit operasi pengolahan pasir silika. Kadar SiO_2 mengalami kenaikan sebesar 2 %, serta kadar air menurun hingga 0 % setelah melewati unit operasi pengeringan. Pada distribusi ukuran partikel, sebaran pasir hampir merata pada ukuran mesh 30, 40, dan 50. Distribusi hasil unit operasi pengayakan belum sesuai dengan gradasi berdasarkan ASTM C 778-13, maka dilakukan pengayakan secara manual, agar gradasi pasir sesuai dengan ASTM C 778 -13 seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi hasil gradasi pasir sidrap untuk uji kuat tekan mortar semen (jumlah 2.035 g)

No.	Ukuran partikel	Pasir silika Sidrap		Persyaratan pasir standar*)
		Jumlah tertahan, g	Fraksi lolos kumulatif, %	Fraksi lolos kumulatif, %
1.	No 16/ 1,18 mm	0	100	100
2.	No. 30/600 μm	35,8	98	96-100
3.	No. 40/425 μm	635,4	67	65-75
4.	No. 50/500 μm	879,4	24	20-30
5.	No. 100/150 μm	484,4	0	0-4

Sumber: *) ASTM C778 -13

Tabel 2. Hasil karakterisasi pasir Sidrap

Karakterisasi	Unit	Hasil
Kadar lumpur sebelum pengolahan	%	1,6
Kadar lumpur setelah pengolahan	%	1,18
Kadar SiO ₂ sebelum pengolahan	%	89
Kadar SiO ₂ setelah pengolahan	%	91
Perbedaan kandungan udara mortar sesudah dan sebelum pasir dicuci	%	1,5
Kadar air setelah pencucian	%	9
Kadar air setelah pengeringan	%	0
Distribusi ukuran partikel Tertahan pada ayakan		
No 1.6, (1,18 mm)	%	2,96
No. 20, (850 μ m)	%	8,89
No. 30, (600 μ m)	%	15,53
No. 40, (425 μ m)	%	19,50
No. 50, (300 μ m)	%	18,41
No.100, (150 μ m)	%	26,51

Hasil uji kuat tekan mortar semen

Pasir Sidrap hasil gradasi sesuai ASTM C778-13, dibuat mortar semen kemudian di uji kuat tekan pada umur 3, 7, 28 hari dan dibandingkan hasilnya dengan pasir standar Ottawa. Pada tabel 3, nilai sig.(2-tailed) kuat tekan mortar semen umur 3, 7, 28 hari lebih besar dibandingkan nilai alpha (α), hal ini menunjukkan bahwa kuat tekan mortar semen menggunakan pasir Sidrap memberikan hasil yang sama dengan pasir standar Ottawa.

Tabel 3. Hasil uji banding kuat tekan semen mortar

Uraian	KT 3 Hari, Kg/Cm ²		KT 7 hari, Kg/Cm ²		KT 28 Hari, Kg/Cm ²	
	Ottawa	Sidrap	Ottawa	Sidrap	Ottawa	Sidrap
Uji 1	180,95	172,91	256,57	258,02	388	377
Uji 2	167,93	176,03	262	254,04	396	385
Uji 3	176,09	167,93	254,63	252,02	382	378
Uji 4	180,36	167,59	266,69	252,14	390	371
Uji 5	179,95	181,74	265,18	266,14	373	376
Uji 6	181,01	182,56	271,32	264,12	381	374
Rerata	177,72	174,79	262,73	257,75	385	376,83
SD	5,132	6,521	6,318	6,150	8,050	4,708
% CV	2,89	3,73	2,40	2,39	2,09	1,25
Sig.		0,398		0,993		0,165
df		10		10		10
Sig. (2-tailed)		0,409		0,196		0,058
Alpha (α)				0,05		

Kesimpulan

Pada unit operasi pencucian dapat menurunkan kadar lumpur sebesar 0,42%, pada unit operasi pengeringan dapat menurunkan kadar air hingga 0%, sedangkan hasil pengolahan pasir Sidrap pada unit operasi pengayakan belum sesuai dengan gradasi sesuai ASTM C 778-13, sehingga harus dilakukan gradasi secara manual. Berdasarkan data hasil uji banding, kandungan udara dan gradasi sesuai ASTM C 778-13, pasir Sidrap memenuhi persyaratan untuk dijadikan pasir standar dalam pengujian kuat tekan mortar semen.



Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :
Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) sebagai unit kerja yang menaungi penulis, PT Semen Tonasa atas bantuannya dalam pengadaan pasir silika Sidrap, Pak Surasno selaku koordinator peneliti, Pak Dedi Budiadi dan Pak Ocim Sunara selaku teknisi laboratorium B4T atas bantuannya dalam pengujian pasir dan kuat tekan mortar semen.

Daftar Pustaka

- Amin AFMS, Haque MM, Siddiqi MRZ, Rahman MA, Islam MS, Rana AA, Karim MM dan Alam MK. Use of selected silica deposits of Bangladesh as standard sand in testing compressive strength of hydraulic cement mortars: A proposal for strength correlation. *Journal of Civil Engineering*. 2012; 40 (2): 181–202.
- Aminu, Bayawa MYS, Abdulrasheed A, Habibu US dan Aliyu M. Preliminary experimental assessment of a local sand for possible application as a standard sand in cement comprehensive strength test. *JORMAR*. 2016; 10 (4): 1–12.
- ASTM C778-13. Standard specification for standard sand.
- Basri A. Potensi pasir silika dan pemanfaatannya di Sulawesi Selatan. 2017.
- Basri A. Ekplokasi detail endapan pasir silika di Kabupaten Sidenreng Rappang. 2019.
- Hasdemir S, Tuğrul A dan Yilmaz M. The effect of natural sand composition on concrete strength. *Construction and Building Materials*. 2016; 112: 940–48. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.188>.
- Faruk H, Molla AI, Masum S, Rana AA dan Amin AFMS. Chemical and sedimentological characterization of moulvibazar silica deposit of Bangladesh as standard sand. 2012; (6): 170–76.
- Jadhav, Priyanka A dan Kulkarni DK. Effect of replacement of natural sand by manufactured sand on the properties of cement mortar. 2013; 3 (3): 621–28. <https://doi.org/10.6088/ijcser.2>.
- Ojuri, Oluwapelumi O dan Fijabi DO. Standard sand for geotechnical engineering and geoenvironmental research in Nigeria: Igbokoda sand. *Advances in Environmental Research*. 2012; 1 (4): 305–21. <https://doi.org/10.12989/aer.2012.1.4.305>.
- Pratiwi W, Gaos A, Elis K, Sofianti dan Rachmawati T. Laporan DIPA pemanfaatan pasir silika sebagai bahan pengganti pasir standar Ottawa untuk pengujian mutu semen nasional. Bandung. 2015.
- Pratiwi W, Gaos A, Elis K, Sofianti dan Rachmawati T. Laporan DIPA rancang bangun dan uji coba prototipe pengolahan pasir silika lokal sebagai pengganti pasir standar Ottawa. Bandung. 2017.
- Pratiwi W, Gaos A, Elis K, Sofianti dan Rachmawati T. Laporan DIPA aplikasi teknologi pengolahan pasir silika lokal pada skala IKM. Bandung. 2018.
- Pratiwi W, Gaos A, Elis K, Sofianti dan Rachmawati T. Laporan DIPA hilirisasi pengolahan pasir silika lokal sebagai pengganti pasir Ottawa pada skala industri. Bandung. 2019.
- SNI 15-2049-2015. Semen Portland.
- SNI ASTM C177:2012. Metode uji bahan yang lebih halus dari saringan 75 µm (No. 200) dalam agregat mineral dengan pencucian.
- Subari. Potensi pasir kuarsa. 2016. <http://www.bbk.go.id/index.php/berita/view/41/POTENSI-PASIR-KUARSA>.(diakses 22 April 2016)





Lembar Tanya Jawab

Moderator : Retno Ringgani (UPN "Veteran" Yogyakarta)
Notulen : Perwitasari (UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Perwitasari (UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : a. Berapa kadar minimal silika dalam pasir lokal yang dapat digunakan untuk pengganti pasir Ottawa?
b. Mengapa dipilih pasir Sidrap sebagai pasir standar pengganti pasir Ottawa?
Jawaban : a. Berdasarkan ASTM C778-13 untuk pasir standar tidak ada ketentuan khusus minimal kadar silika dalam pasir. Akan tetapi dalam penelitian ini kami memilih pasir dengan kadar silika di atas 90% karena mengacu pada kandungan silika pasir Ottawa.
b. Pada tahun 2015, kami telah melakukan penelitian untuk memilih tempat mana yang memiliki pasir dengan kandungan mendekati pasir Ottawa. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, kami memilih pasir Sidrap karena memiliki kadar silika tertinggi yang mendekati pasir Ottawa dibandingkan dengan pasir dari daerah Bangka Belitung dan Tuban.

2. Penanya : Retno Ringgani (UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : a. Apakah yang menjadi dasar penetapan nilai variasi waktu uji tekan yang dilakukan pada penelitian ini?
b. Apakah yang menjadi dasar pertimbangan penetapan pengujian dilakukan sebanyak 6 kali?
c. Bagaimana jika pasir Sidrap langsung digunakan tanpa melalui tahapan *pretreatment* dikarenakan hasil yang diperoleh sebelum dan sesudah *pretreatment* tidak terlalu berbeda?
d. Berapa kira-kira kapasitas untuk *pilot plant*?
e. Apakah dilihat dari sisi ekonomi pasir Sidrap dengan proses pengolahannya bisa bersaing dengan pasir Ottawa?
Jawaban : a. Pemilihan nilai variasi waktu uji tekan dalam penelitian ini berdasarkan pada standar waktu uji kuat tekan mortar semen yaitu 3, 7 dan 28 hari.
b. Penetapan pengujian sebanyak 6 kali karena menyesuaikan minimum jumlah pengujian menggunakan perhitungan statistik (minimum 6 data).
c. Memang hasil pasir Sidrap sebelum dan sesudah *pretreatment* tidak terlalu berbeda. Akan tetapi jika tanpa *pretreatment*, kandungan lumpur dalam pasir Sidrap masih tinggi yang mana tidak sesuai dengan standar pasir Ottawa. Tujuan dari penelitian ini sendiri adalah substitusi standar pasir Ottawa dengan pasir lokal, sehingga pasir lokal harus distandarkan sesuai dengan pasir Ottawa. Oleh karena itu tetap perlu dilakukan *pretreatment* terhadap pasir Sidrap.
d. Untuk kapasitas pencucian adalah 50 kg/jam, sedangkan kapasitas proses akhir adalah 15 kg/jam. Kedepannya bisa dilakukan penyesuaian kapasitas dan dilakukan hilirisasi produk pasir Sidrap.
e. Tentu saja bisa. Harga pasir Ottawa di pasaran adalah Rp. 400.000,- per kg sedangkan harga pasir Sidrap yang telah distandarisasi adalah Rp. 150.000,- per kg.

