



PENGARUH PENAMBAHAN DAN VARIASI BUTIRAN PASIR MERAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON PADA MUTU BETON K-225

Mulkan Iskandar Nasution

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan
nurmaisah.harahap@uinsu.ac.id

Diterima: Agustus 2021. Disetujui: September 2021. Dipublikasikan: Oktober 2021

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan pasir merah dengan variasi butiran pasir merah terhadap nilai kuat tekan dan daya serap air bagi peningkatan mutu beton. Pembuatan beton mengacu pada beton mutu K-225. Variasi butiran pasir merah yang digunakan adalah 80 mesh, 100 mesh dan 120 mesh dan Penambahan pasir merah dengan variasi komposisi 0%, 3%, 5% dan 7%. Cetakan beton yang digunakan berbentuk kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan beton dan daya serap air, dan SEM-EDX pada umur beton 28 hari. Dari hasil pengujian diperoleh komposisi pasir merah 3% pada ukuran butiran 120 mesh kekuatannya paling tinggi sebesar 31,44 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan tekanan telah melampaui nilai yang ditetapkan Badan Standart Indonesia K-225. Dari hasil pengujian daya serap air untuk campuran pasir merah mengalami penurunan jika dibandingkan dengan beton tanpa campuran pasir merah. Hasil Pengujian SEM diperoleh struktur beton dengan campuran pasir merah memiliki pori yang lebih sedikit dan ukurannya kecil. Dan dari hasil analisis EDX untuk beton dengan campuran komposisi pasir merah 3% diperoleh kandungan unsur terbesar Oksigen (O), Kalsium (Ca), Silika (Si), dan Feron (Fe). Unsur Silika mengalami peningkatan dibandingkan sampel tanpa campuran pasir merah.

Kata Kunci: Pasir Merah, Kuat Tekan, Daya Serap Air, SEM-EDX

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of adding red sand with variations of red sand grains on the value of compressive strength and water absorption for improving the quality of concrete. Concrete manufacture refers to K-225 quality concrete. Variations of red sand grains used are 80 mesh, 100 mesh, and 120 mesh and the addition of red sand with composition variations of 0%, 3%, 5%, and 7%. The concrete mold used is in the form of a cube of 15 cm x 15 cm x 15 cm. The tests carried out were the compressive strength of concrete and water absorption, and SEM-EDX at the age of 28 days of concrete. From the test results obtained the composition of red sand is 3% at a grain size of 120 mesh, the highest pressure strength is 31.44 MPa. This shows that the pressure strength has exceeded the value set by the Indonesian Standards Agency K-225. From the results of testing the water absorption for the red sand, the mixture has decreased when compared to the concrete without the red sand mixture. The results of the SEM test obtained that the concrete structure with a mixture of red sand has fewer pores and is small in size. And from the results of the EDX analysis for concrete with a mixture of 3% red sand composition, the largest element content is Oxygen (O), Calcium (Ca), Silica (Si), and

Feron (Fe). The element of Silica has increased compared to samples without a mixture of red sand.

Keywords: Red Sand, Compressive Strength, Water Absorption, SEM-EDX

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan suatu Negara yang padat penduduk, laju pertumbuhan penduduk di Indonesia yang semakin tinggi berakibat pada tingginya permintaan kebutuhan akan pembangunan rumah atau permukiman, pembangunan gedung, jalan raya dan jembatan. Dunia saat ini juga menghadapi tantangan infrastruktur yang fantastis. Maka dari itu, beton disebut sebagai salah satu pilar masyarakat maju yang menyebabkan lebih banyak beton diproduksi daripada bahan sintesis lainnya di bumi. (Henry, 2018).

Pasir merah Labuhan batu Selatan digunakan sebagai bahan campuran membuat beton karena memiliki kandungan seperti SiO₂ (Silikon Oxide), TaO₂ (Tantalium Oxide), FeNi (Iron Nikel), FeC (Iron Carbide), TaO (Tantalium Oxide), Fe₂C (Iron Carbide) dan nilai intensitas silikon pasir merah tinggi (Harahap, 2013). SiO₂ (Silikon Oxide) merupakan salah satu unsur kimia terbesar yang terkandung dalam semen Portland, sehingga dengan unsur ini akan lebih memungkinkan didapatkannya campuran beton yang lebih kuat (Nasution, 2017).

Metode yang dapat dilakukan untuk memperbaiki ikatan agregat antara lain metode Standar Nasional Indonesia (SNI), American Society for Testing and Materials (ASTM), American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO). Metode yang tepat untuk dilakukan perbaikan terhadap agregat beton yaitu metode SNI. Metode SNI yang dilakukan adalah SNI 15-2049-2004 (Pemakaian Semen), SNI 03-2834-2000 (Pembuatan Campuran Beton Normal), SNI 03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Beton) SNI 03-1975-1990 (Pengujian Kuat Tekan) kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan, untuk mendapatkan benda uji harus

diikuti beberapa tahapan dari beton segar yang mewakili campuran beton. (Cahyadi, 2012).

Menurut penelitian Fadillah Ulfa Nasution (2017) tentang pengaruh variasi butiran pasir merah labuhan batu selatan untuk meningkatkan kekuatan beton, dari hasil pengujian diperoleh sifat mekanik yaitu kuat tekan beton minimumnya yaitu pada penambahan pasir merah 120 mesh yaitu rata-rata 13.36 MPa. Dari hasil pengujian daya serap air terjadi penurunan pada beton dengan penambahan pasir merah pada ukuran 80 mesh (sampel B) dan 120 mesh (sampel D) yaitu 50%. Dapat disimpulkan bahwa variasi ukuran butiran pasir lebih efektif menurunkan daya serap air.

Menurut penelitian Hilda Apriana Sembiring Milala (2018) tentang pengaruh variasi komposisi dan ukuran butiran pasir merah terhadap mutu beton, dari hasil pengujian diperoleh bahwa variasi komposisi dan variasi ukuran butiran pasir merah dapat meningkatkan kekuatan tekanan pada beton. Dari hasil pengujian diperoleh kekuatan tekanan optimal dan naik secara linier pada komposisi 5% seiring dengan penurunan variasi ukuran butiran pasir merah (80, 100, dan 120) mesh dengan kekuatan tekanan berturut-turut yaitu sebesar (31.9, 35.4 dan 35.5) MPa yang melampaui kekuatan tekanan yang ditetapkan oleh Badan Standart Nasional Indonesia.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan beton mutu K 225 dengan perbandingan 1 semen : 1,9 pasir : 2,8 agregat kasar. Variabel yang mempengaruhi kuat tekan beton dan daya serap air ditinjau dari variasi komposisi penambahan pasir merah dan ukuran butirannya. Semua proses yang dilakukan dalam penelitian ini mengacu pada Standard Nasional Indonesia (SNI).

Tahapan penelitian ini meliputi : penyediaan bahan penyusun beton, pemeriksaan campuran beton, perencanaan campuran beton,

pembuatan benda uji, pengujian mekanik dan fisis beton umur 28 hari.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari : Semen Portland, Agregat halus (Pasir merah dan pasir biasa), agregat kasar, dan air. Pasir merah diperoleh dari Desa Sabungan Kecamatan Sungai Kanan Kabupaten labuhan batu Selatan. Adapun peralatan yang digunakan yaitu : neraca analitik, gelas ukur, tongkat pemadat, sendok semen, ayakan screen, cetakan beton, molen, ember, dan compress testing machine.

Prosedur Pembuatan Sampel

Adapun prosedur pembuatan sampel dimulai dengan menyediakan bahan campuran beton yaitu Semen *Portland* tipe I, pasir merah, pasir biasa, dan air. Kemudian pasir merah digiling dan dijemur lalu pasir merah diayak dengan ayakan 80 mesh, 100 mesh, 120 mesh. Setelah itu alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu. Selanjutnya bahan baku ditakar sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan. Setelah semua bahan disediakan mesin molen dihidupkan, mula-mula dituangkan semen, agregat halus, dan kerikil. Sambil mencampur bahan-bahan tersebut dilanjutkan dengan penambahan air sedikit demi sedikit. Setelah campuran dalam molen merata, campuran yang berada dalam molen dituang ke ember besar. Dan kemudian campuran dimasukkan ke dalam cetakan 1/3 tinggi cetakan hingga padat. Setelah beton berumur 24 jam cetakan dibuka dan dirawat dalam bak perendaman selama 28 hari. Kemudian dikeluarkan dari bak dan dikeringkan selama 24 jam dengan parameter suhu kamar atau 25°C. Setelah benda uji mengalami proses pengeringan, kemudian dilakukan pengujian.

Karakterisasi Beton

Daya Serap Air

Daya serap air adalah kemampuan beton untuk menyerap air ketika direndam dalam air hingga memiliki massa jenuh atau massa basah benda uji, artinya beton tidak dapat menyerap air lagi (Agustina, 2012).

. Besar kecilnya penyerapan air sangat dipengaruhi pori atau rongga yang terdapat pada beton. Semakin banyak pori terkandung dalam beton maka akan semakin besar pula

penyerapan sehingga ketahanannya akan berkurang.

Kekuatan Tekanan

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat (*linier*) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Sehingga kekuatan tekan berencana beton dihitung pada umur 28 hari (Mulyono, 2004).

Kekuatan tekanan yang memiliki suatu bahan merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan beban dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya tersebut.

Uji SEM-EDX

Uji SEM-EDX pada dasarnya adalah gabungan dari SEM (*Scanning Electron Microscope*) digabungkan dengan EDX (Energy Dispersive of X-ray Spectroscopy). SEM merupakan alat yang dapat membentuk bayangan permukaan. Struktur permukaan suatu benda uji dapat dipelajari dengan mikroskop elektron pancaran karena jauh lebih mudah untuk mempelajari struktur permukaan itu secara langsung.

Sedangkan EDX merupakan salah satu teknik untuk menentukan komposisi unsur pada sampel. Dasar dari analisis EDX adalah pelacakan dan pengukuran dari sifat-sifat sinar-X yang dibangkitkan oleh elektron-elektron cepat. Dengan melakukan pengujian SEM-EDX bertujuan untuk mengetahui morfologi dari sampel serta untuk mengetahui komposisi unsur pada sampel (Zainuri, 2012).

PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

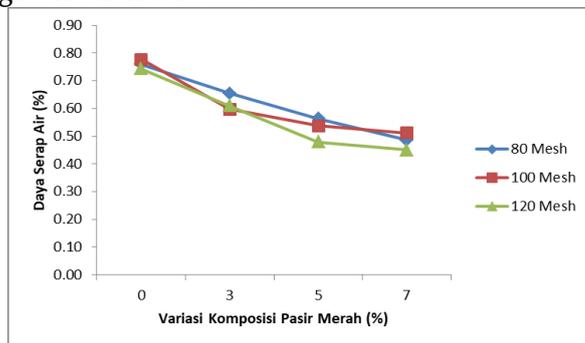
Pembuatan beton dengan variasi komposisi dan variasi ukuran butiran pasir merah telah berhasil dibuat dengan bahan-bahan sebagai berikut: semen, agregat halus (pasir biasa dan pasir merah), agregat kasar (kerikil) dan air. Benda uji dikeluarkan setelah berumur 28 hari dari bak perendaman dan diletakkan pada ruang perawatan sampai sampel kering selama 24 jam. Kemudian dilakukan pengujian mekanik yaitu penyerapan air, kekuatan tekanan, Kekuatan beton ternyata

sangat ditentukan oleh komposisi penyusunnya, yaitu perbandingan antara kerikil, semen, pasir biasa, pasir merah dan air. Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan beton mutu K-225 dimana komposisinya menyesuaikan dengan standar (SNI 7394-2008) yaitu, semen : agregat halus : agregat kasar : air = 1 : 1,9 : 2,8 : 0,5. Dan untuk mengetahui karakteristik beton tersebut perlu dilakukan pengujian yaitu penyerapan air, kekuatan tekanan dan SEM-EDX.

Pembahasan

Daya Serap Air

Daya serap air pada suatu beton dipengaruhi oleh adanya pori atau rongga. Semakin banyak pori yang terakandung dalam beton maka semakin besar pula penyerapan sehingga ketahanan akan berkurang. Hasil pengukuran daya serap air dari beton dengan penambahan variasi ukuran butiran pasir merah dan variasi komposisi pasir merah yang telah dibuat dan dirawat selama 28 hari dan dikeringkan selama 24 jam dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Hubungan daya serap air terhadap variasi komposisi dan ukuran butir pasir merah.

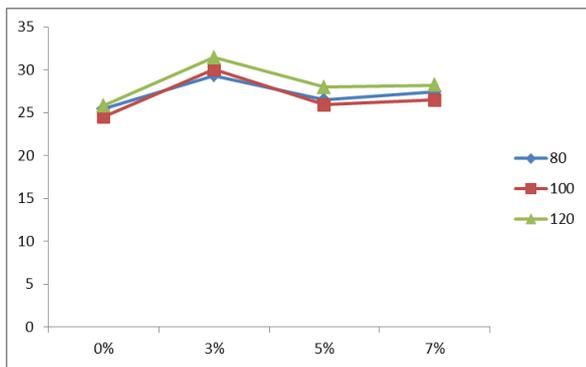
Dari gambar 1 menunjukkan bahwa daya serap air pada sampel beton tanpa campuran pasir merah (beton normal) mempunyai daya serap air yang besar. Hal ini disebabkan karena banyaknya pori-pori sampel beton tersebut yang akan menyebabkan ketahanannya akan berkurang. Penambahan komposisi pasir merah dengan variasi ukuran butiran ternyata dapat mengurangi daya serap air. Dari hasil penelitian diperoleh pada sampel beton dengan ukuran butiran 80 mesh pada komposisi 0% daya serap airnya sebesar 0,76 % dan pada komposisi 3%, 5%, serta 7% daya serap airnya

menurun secara berturut-turut sebesar 0,65 %, 0,56%, dan 0,49%. Sampel beton dengan ukuran butiran 100 mesh pada komposisi 0%, 3%, 5%, dan 7% daya serap airnya menurun secara berturut-turut sebesar 0,76 %, 0,60%, 0,54%, dan 0,51%. Dan pada sampel beton dengan ukuran butiran 120 mesh pada komposisi 0%, 3%, 5%, dan 7% daya serap airnya menurun secara berturut-turut sebesar 0,76%, 0,61%, 0,48%, dan 0,45%.. Daya serap air ini menurun, disebabkan pori-pori yang terkandung dalam beton diisi oleh penambahan pasir merah sehingga mempengaruhi kerapatan sampel beton. Hal ini menunjukkan bahwa variasi komposisi pasir merah dan ukuran butirannya berpengaruh pada penurunan daya serap air sehingga mempengaruhi juga dalam perolehan nilai kekuatan tekannya.

Kekuatan Beton

Pengujian kekuatan tekan beton dilakukan setelah berumur 28 hari sejak pengecoran dan perendaman. Dengan pengujian kekuatan tekan beton maka dapat dilihat apakah beton memiliki kekuatan yang memenuhi persyaratan yang telah direncanakan. Tekanan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur saat dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin penekan.

Besarnya tekanan beton dipengaruhi oleh komposisi bahan pembentuknya dan lekatan pasta semen dengan agregat. Bentuk sampel uji pada penelitian ini adalah berbentuk kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm. Hasil dari pengujian kekuatan tekanan beton dengan variasi komposisi pasir merah 0%, 3%, 5%, 7% dan variasi ukuran butiran pasir merah 80 Mesh, 100 Mesh dan 120 Mesh. Dapat dilihat pada gambar 2. dibawah ini :



Gambar 2. Hubungan kuat tekan beton terhadap variasi komposisi dan ukuran butir pasir merah.

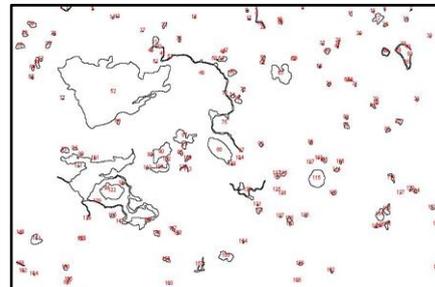
Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa variasi komposisi pasir merah dan variasi ukurannya sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Hasil penelitian ini diperoleh kuat tekan rata-rata maksimum adalah pada pencampuran komposisi pasir merah 3 % dengan variasi ukuran butiran 80 mesh, 100 mesh, dan 120 mesh masing-masing sebesar 29,36 MPa, 30,05 MPa, dan 31,44 MPa. Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kuat tekan sudah melampaui mutu beton yang ditetapkan oleh SNI 03-1974-1990. Hal ini juga menunjukkan kuat tekan beton meningkat secara linier seiring dengan penurunan ukuran butiran pasir merah tersebut. Komposisi pasir merah 3% merupakan campuran beton yang lebih optimal dibandingkan dengan komposisi pasir merah 5% maupun 7%.

Kekuatan tekan beton sangat dipengaruhi oleh cara atau metode pencampuran, jika cara pencampuran beton ada yang kurang tepat saat pengadukan atau pencetakan yang tidak sesuai bisa menyebabkan kerusakan pada beton. Kesalahan pada cara pengadukan atau pencetakan yang tidak padat akan mengakibatkan kerapuhan pada beton dan menimbulkan ruang kosong atau pori di dalam beton. Begitu juga halnya dengan agregat baik ukuran dan komposisinya sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton, maka dari itu ukuran dan komposisi agregat yang digunakan harus sesuai dengan mutu yang direncanakan.

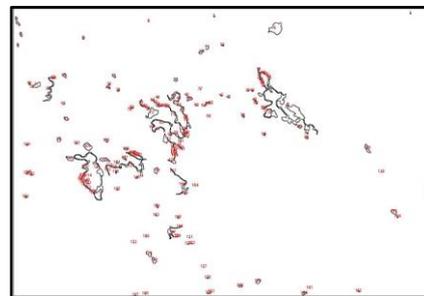
Analisis SEM-EDX

Dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pengamatan metalografi dapat ditambah

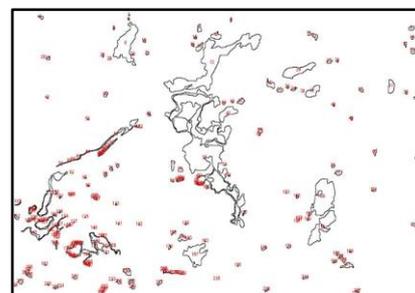
dengan tampilan dari *Energy Dispersive X Ray Analyzer* (EDX). Pengujian ini akan diperoleh morfologi pada sampel dan indikasi adanya unsur-unsur kimia yang ada pada sampel. Keunggulan analisis pada SEM-EDX adalah kemampuannya untuk mengamati daerah yang sangat sempit.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4 Hasil analisis pori pada sampel beton (a) A13 (b) B13 (c) B23 (d) B31

Analisis pori sampel beton terlihat pada gambar 4 dapat dilihat penyebaran dan ukuran pori untuk masing-masing sampel beton. Adapun ukuran pori-pori rata-rata pada gambar (a), (b), (c) dan (d) berturut-turut adalah (167.851), (123.717), (126.339), dan (102.35) nm.

Pada gambar (a) ukuran pori-porinya paling besar disebabkan gradasi campuran agregat kurang baik sehingga agregat tidak saling mengikat dan kepadatannya rendah.

Pada gambar (b) terlihat penyebaran pori yang hampir merata dan ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan gambar (a), hal ini disebabkan campuran pasir merah dapat mengisi ruang-ruang kosong pada beton sehingga pori menjadi berukuran kecil dan mampu meningkatkan kualitas beton.

Pada gambar (c) terlihat penyebaran pori yang hampir merata namun ukurannya masih lebih besar dibandingkan dengan gambar (b).

Pada gambar (d) terlihat penyebaran pori juga mulai tersusun merata dan ukuran pori pada beton mengecil sehingga menyebabkan peningkatan kekuatan tekan beton serta berpengaruh dengan daya serap air yang semakin menurun.

Menurut Purwati (2014) penggunaan agregat yang lebih halus adalah salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan beton dan gradasi agregat juga mempengaruhi mutu beton. Penggunaan agregat dalam ukuran yang halus ini dapat mengisi rongga pori antara butiran yang lebih besar, sehingga dapat memperkecil ukuran pori serta mengurangi jumlah pori. Hal ini menyebabkan beton mempunyai kemampuan yang tinggi.

Dari gambar 4.14 dapat disimpulkan bahwa penambahan pasir merah 3% dengan variasi ukuran butiran memiliki morfologi yang lebih baik dibandingkan dengan beton tanpa campuran pasir merah (normal).

Analisis EDX

Hasil analisis EDX yang ditunjukkan pada tabel diatas, bahwa kandungan unsur yang terdapat pada sampel beton A₁₃ adalah O, Ca, Si, Al, Fe, S, dan Na berturut-turut sebesar 49,73%,

34,99%, 10,34%, 2,81%, 1,66%, 0,32%, dan 0,15. Pada sampel beton B₁₃ kandungan unsurnya adalah Fe, O, Si, Na, Mg, Al, dan Ca berturut-turut sebesar 6,04%, 46,28%, 10,51%, 0,2%, 0,34%, 3,41%, dan 33,22%. Pada sampel beton B₂₃ kandungan unsurnya adalah O, Ca, Si, Al, Fe, Mg, dan S berturut-turut sebesar 54,7%, 32,33%, 9,39%, 0,95%, 1,81%, 0,56%, dan 0,26. Dan pada sampel beton B₃₁ kandungan unsurnya adalah berturut-turut O, Ca, Si, Fe, Al, K, Ti, dan Mg berturut-turut sebesar 40,9%, 23, 92%, 12,86%, 9,37%, 8,98%, 2,53%, 1,23%, dan 0,21%.

Dari hasil analisis EDX dapat diketahui bahwa kandungan unsur yang paling besar adalah Oksigen (O), Kalsium (Ca), Silika (Si), dan Feron (Fe). Senyawa SiO₂, CaO, FeO merupakan senyawa yang dimiliki oleh semen. Pada sampel beton dengan campuran pasir merah mengalami peningkatan pada kandungan Silika (Si) seiring dengan penurunan ukuran butiran pasir merah, hal ini menunjukkan dengan bertambahnya kandungan Silika (Si) menyebabkan beton dengan campuran pasir merah bertambah kekuatan tekannya. Menurut penelitian Dewi NR, dkk (2016) bahwa bertambahnya unsur silika (Si) dengan kadar dan kuantitas yang tinggi dapat meningkatkan nilai kuat tekan campuran pada beton.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pada sampel beton dengan ukuran butiran 120 mesh pada komposisi 0%, 3%, 5%, dan 7% daya serap airnya menurun secara berturut-turut sebesar 0,76%, 0,61%, 0,48%, dan 0,45%. Daya serap air ini menurun, disebabkan pori-pori yang terkandung dalam beton diisi oleh penambahan pasir merah sehingga mempengaruhi kerapatan sampel beton.
2. Komposisi pasir merah 3% merupakan campuran beton yang lebih optimal dibandingkan dengan komposisi pasir merah 5% maupun 7%, hal ini dapat kita lihat dari hasil pengujian kekuatan tekan beton yang menunjukkan bahwa kekuatan tekan beton dengan komposisi 3% meningkat atau memiliki kekuatan

tekanan yang naik secara linier seiring dengan penurunan ukuran butiran pasir merah (80 mesh, 100 mesh, 120 mesh) berturut-turut adalah 29,36 MPa, 30,05 MPa, dan 31,44 MPa.

3. Hasil SEM-EDX pada sampel A₁₃, B₁₃, B₂₃, dan B₃₁ diketahui bahwa kandungan unsur yang paling besar adalah Oksigen (O), Kalsium (Ca), Silika (Si), dan Besi (Fe). Kandungan Silika (Si) pada campuran pasir merah meningkat seiring dengan penurunan ukuran butiran pasir merah.

Saran

1. Dalam proses pencampuran beton hendaknya perlu lebih teliti lagi agar kehomogenan campuran lebih baik sehingga dapat meningkatkan kuat tekan pada beton.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan variasi komposisi pasir merah dan ukuran butirannya lebih banyak lagi agar dihasilkan data yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyono, (2006), *Menghitung Konstruksi Beton Untuk Pengembangan Rumah Bertingkat*, Jakarta, Penebar Swadaya.
- Agustina, (2012), *Pengaruh Penambahan Volume Pasir Merah Labuhan Batu Selatan Terhadap Massa Jenis, Daya Serap Air, Serta Kuat Tekan Beton*, Skripsi, Fmipa, Unimed, Medan.
- Akmalia, R., Monita, O., Alfian, K., (2016), Kuat Tekan Dan Sorptivity Beton Dengan Serbuk Kulit Kerang (ANADARA GRANOSA), *Jurnal FTEKNIK* 3(2), 1-14.
- Arman, A., Herman., Aditya, W., (2014), Studi Desain Pasir Gunung (Ex Lubung Alung) Terhadap Kuat tekan Beton Normal, *Jurnal Momentum*, 16(2), 74-80
- Badan Standarisasi Nasional, (1989), SK SNI S-04-1989-F, *Spesifikasi Bahan Bagunan Bagian A, Bahan Bagunan Bukan Logam.*, Jakarta, BSN
- Badan Standarisasi Nasional, (1990), SNI 03-1947-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Jakarta, BSN
- Badan Standarisasi Nasional, (2000), SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Perhitungan struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta, BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, (2002), SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Jakarta, BSN
- Badan Standarisasi Nasional, (2004), SNI 15-2049-2004, *Semen Portland*, Jakarta, BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, (2008), SNI 1996:2008, *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Jakarta, BSN.
- Cahyadi, W. D., (2012), *Studi Kuat Tekan Beton Normal Mutu Rendah Yang Mengandung Abu Sekam Padi (RHA) dan Limbah Adukan Beton (CSW)*, Skripsi, Fakultas Teknik, UI, Depok.
- Dipohusodo, I., (1994), *Struktur beton Bertulang*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. BSN.
- Harahap, V., (2013), *Pengaruh Karakteristik Pasir Merah Labuhan Batu Selatan Terhadap Sifat Mekanik (Uji Sem, Difraksi Sinar X, Uji Impak) Dari Beton*, Skripsi, Fmipa, Unimed, Medan.
- Junaidi, A., (2015), Pemanfaatan Silika Gel Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton, *Jurnal Teknik sipil*, 4(2), 53-64
- Kandi, Y. S., Ramang, R., Remigildus, C., (2012), Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam Dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beton, *Jurnal Teknik Sipil* 1(4), 74-86.
- Mulyono, T., (2003, 2004, 2005), *Teknologi Beton*, Penerbit: Andi, Yogyakarta.
- Murdock, L. J., and BROOK, K.M., (1991), *Bahan-bahan dan Praktek Beton, Edisi Keempat*, Penerbit: Erlangga, Jakarta.
- Nasution, F. U., (2017), *Pengaruh Variasi Butiran Pasir Merah Labuhan Batu Selatan Untuk Meningkatkan*

Kekuatan Beton, Skripsi, FMIPA,
Unimed, Medan.

Purwati, A., As'ad, S., Sunarmasto., (2014)
Pengaruh Ukuran Butiran Agregat
Terhadap Kuat Tekan dan Modulus
Elastisitas Beton Kinerja Tinggi *Grade*
80, *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*,2(2),
58-63