

# Pemanfaatan Limbah Marmer dan Serbuk Silika pada Industri Bata Beton Pejal dan Berlubang

Candra Aditya<sup>1,\*</sup>, Abdul Halim<sup>1</sup>, Silviana<sup>2</sup>

1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Widyagama Malang

2 Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Widyagama Malang

\* E-mail : [raditya\\_ir@yahoo.com](mailto:raditya_ir@yahoo.com)

**Abstrak.** Penelitian ini akan mengembangkan bahan material alternatif yang berasal limbah yaitu limbah marmer dan serbuk silika dari batuan silika di daerah Tulungagung dalam industri pembuatan bata beton pejal dan berlubang. Penelitian ini bermaksud menciptakan inovasi produksi bahan bangunan bernilai ekonomis dan ramah lingkungan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penggantian PC dengan serbuk silika dan pasir sungai dengan pasir marmer terhadap sifat fisik (penyerapan air dan berat jenis) dan sifat mekanik (kuat tekan) bata beton pejal dan berlubang. Metode yang dipakai adalah metode eksperimen dan pengujian di laboratorium sesuai dengan SNI 03-0349-1989 dengan lima variasi komposisi bahan. Penggunaan serbuk silika dan pasir marmer menghasilkan bata beton pejal dan berlubang yang memenuhi standar SNI 03-0349-1989. Serbuk silika 20%, limbah marmer 60% dan 80 % menghasilkan tingkat mutu bata III. Komposisi campuran bata beton pejal paling optimal ditinjau dari berat jenis, penyerapan air dan kuat tekan pada komposisi 0.88PC : 0.12Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA dengan berat jenis optimal 1.83 gram/cm<sup>3</sup>, penyerapan air 10.68% dan kuat tekan 39.89 kg/cm<sup>2</sup>. Bata beton berlubang pada komposisi 0.37PC : 0.63Slk : 2Ps : 3PsL : 1AB : 1FA dengan berat jenis optimal 0.39 gram/cm<sup>3</sup>, penyerapan air 10.42% dan kuat tekan 53.86 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci:** Bata Beton Pejal dan Berlubang, Kuat Tekan, Limbah Marmer, Serbuk Silika

## 1. Pendahuluan

Perkembangan dan pertumbuhan sektor properti atau industri perumahan selalu erat kaitannya dengan pergerakan perekonomian. Jika perekonomian baik maka baik pula perkembangannya. Begitu pula sebaliknya. Disisi lain perkembangan industri perumahan akan berpengaruh pada kenaikan kebutuhan bahan- bahan bangunan. Salah satu bahan bangunan yang paling dominan dalam perumahan adalah bata. Kebutuhan bata yang terus meningkat memunculkan beberapa inovasi bahan pengganti bata tanah liat. Salah satunya adalah bata beton. Bata beton adalah bahan bangunan yang terdiri dari campuran semen portland, pasir dan air dalam perbandingan tertentu yang dicetak dan ditekan sehingga padat. Salah satu inovasi dalam pengembangan bahan bangunan adalah penggunaan berbagai macam produk limbah sehubungan dengan terbatasnya dan mahalnya material konvensional seperti pasir sungai maupun semen. Adanya isu global mengenai lingkungan hidup juga menambah perhatian akan pentingnya pemanfaatan limbah.

Beberapa penelitian tentang pemanfaatan limbah marmer antara lain Muralia Hustim (2005) melakukan penelitian tentang Pemanfaatan Limbah Marmer Sebagai Bahan Pengisi (FILLER) pada Campuran Beton Aspal Lapis Permukaan Jalan. Tjaronge M.Wihardi, dkk (2006) meneliti Pecahan Marmer sebagai Pengganti Parsial Agregat Kasar Self Compacting Concrete (SCC)". Zuraidah, S.(2007), meneliti tentang alternatif pengganti agregat kasar (batu pecah) dalam beton dengan menggunakan limbah batu marmer. Aditya, C., 2010 meneliti penggantian pasir dengan pasir marmer pada genteng beton dengan hasil beban lentur genteng beton meningkat sebesar 327,86 N (29,26%) dari genteng beton normal (0% pasir marmer). Sri Utami (2010) meneliti limbah marmer sebagai pengganti semen portland pada paving stone. Aditya, C., (2011) meneliti penggantian pasir dengan pasir onyx pada paving block dengan hasil peningkatan kuat tekan dibandingkan dengan kuat tekan paving block tanpa pasir onyx. Penggantian pasir sungai dengan pasir marmer dan semen portland dengan serbuk limbah marmer pada pembuatan genteng beton dan paving block (Aditya, C., dkk, 2013) menghasilkan penurunan pada berat dan kuat lentur tapi masih layak dan memenuhi syarat SNI

0096:2007. Gencil, O. dkk (2012) meneliti limbah marmer pada paving block beton dengan hasil kekuatan mekanik menurun dengan meningkatnya jumlah limbah marmer, sementara daya tahan dan abrasi dan ketahanan aus meningkat. Hamza, R., dkk (2011) meneliti tentang penggunaan limbah marmer dan granit pada brick beton. Sakalkale, A dkk. (2014) meneliti serbuk limbah marmer pada beton. Mizwar, A., dkk. (2012), meneliti tentang pemanfaatan lumpur marmer, limbah styrofoam dan abu layang batubara untuk pembuatan bata beton berlubang yang menghasilkan kuat tekan lebih besar daripada batako pasaran dan memenuhi baku mutu lingkungan. Ferriyal, (2005) meneliti tentang pemanfaatan bubuk marmer hasil olahan industri batu marmer untuk bahan campuran pembuatan *paving block* menunjukkan peningkatan kuat tekan yang lebih besar (172,9 kg/cm<sup>2</sup>) dibanding *paving block* biasa yang dijual dipasaran (119,10 kg/cm<sup>2</sup>).

Hasil beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa limbah marmer berpotensi untuk dikembangkan lagi sebagai bahan pengganti agregat halus dalam pembuatan bahan-bahan bangunan yang lainnya. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan yang mengoptimalkan pemanfaatan limbah marmer sebagai bahan pengganti peran pasir sungai dan serbuk silika sebagai pengganti semen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggantian pasir sungai dengan pasir marmer dan semen dengan serbuk silika terhadap sifat fisik (penyerapan air dan berat jenis) dan sifat mekanik (kuat tekan) bata beton pejal dan berlubang.

#### A. Bata Beton

Bata beton adalah suatu jenis bahan bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen Portland, air dan agregat. Bata beton dipergunakan untuk pasangan dinding. Bata beton dibedakan menjadi bata beton pejal dan bata beton berlubang.

- a. Bata beton pejal : bata yang memiliki penampang pejal 75% atau lebih luas dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya.
- b. Bata beton berlubang : bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25 % luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume bata seluruhnya

Persyaratan mutu bata beton menurut SNI-03-0349-1989 tentang Mutu dan Cara Uji Bata Beton diklasifikasikan menurut tingkat mutunya yaitu tingkat I, II, III, dan IV setiap tingkat dibedakan berdasarkan kekuatan tekan rata-rata seperti terlihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Bata Beton Menurut SNI 03-0348-1989

No	Tinggi Profil (mm)	Satuan	Tingkat Mutu Bata <sup>2)</sup>							
			Bata Pejal				Bata Berlubang			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Kuat tekan rata-rata minimum	Kg/cm <sup>2</sup>	100	79	40	25	70	50	35	20
2	Kuat tekan bruto <sup>1)</sup> benda uji minimum	Kg/cm <sup>2</sup>	90	65	35	21	65	45	30	17
3	Penyerapan air rata-rata maksimum	%	25	35	-	-	25	35	-	-

Sumber : SNI 0096: 2007

#### B. Limbah marmer dan Serbuk Silika

Limbah marmer ini merupakan residu dari industri batu marmer. Proses pembuatan marmer dari batu marmer yang ditambang menghasilkan pecahan dari hasil proses penggergajian. Residu ini berupa kerikil, pasir dan serbuk. Batu marmer diperoleh dari gunung di wilayah Campurdarat Kabupaten Tulungagung. Industri batu marmer menghasilkan marmer berbagai ukuran terutama untuk lantai dan dinding. Limbah marmer yang berupa pasir mempunyai ukuran butiran antara 0,5 mm dan 5 mm, berwarna putih kecoklatan, permukaannya tajam dan keras serta bersih dari lempung dan lumpur sehingga memberikan ikatan yang kuat pada pasta semen.

Batuan silika lebih bersifat batuan keras, mempunyai warna putih kecoklatan. Batu Silika mempunyai tekstur agak kasar dan sedikit tajam karena berbahan dasar berupa kristal. Batuan silika ditinjau dari kandungan kimia yang ada maka terdapat suatu kandungan yang dinamakan silika yang merupakan suatu kata yang diambil dari nama senyawa kimia siliconedioxide atau silika dioksida

(SiO<sub>2</sub>). Selama ini masyarakat setempat di daerah perbukitan Campurdarat Kabupaten Tulungagung memanfaatkan batu silika ini sebagai batu untuk bahan pondasi. Tetapi ada juga yang memanfaatkan batuan ini dengan menggilingnya menjadi pasir dan serbuk sebagai campuran spesi karena serbuk silika ini berkarakter seperti semen alam. Atas dasar kandungan SiO<sub>2</sub> ini juga maka masyarakat sering menyebutnya sebagai pasir silika.



Gambar 1. Limbah Marmer dan Serbuk Silika

## 2. Metodologi Penelitian

### A. Sampel dan Populasi

Benda uji untuk uji kekuatan tekan dan penyerapan air menggunakan bata beton pejal dan berlubang dengan ukuran sesuai standar SNI 03-0349-1989. Variasi komposisi pada campuran bata beton pada setiap perlakuan adalah 10 (sepuluh) macam perlakuan. Setiap uji dipakai masing-masing 5 (lima) buah benda uji untuk uji kuat tekan dan penyerapan air. Pemilihan komposisi 1 PC: 1 Fly Ash : 5 Pasir : 1 Abu batu berfungsi sebagai kontrol dan didasarkan pada komposisi standar pembuatan bata beton di pasaran.



Gambar 2. Bata beton pejal dan berlubang dari limbah marmer

Tabel 2. Jumlah benda uji untuk bata beton pejal dan berlubang

No	Komposisi	Uji Batu Bata Pejal		Uji Batu Bata Berlubang	
		Kuat Tekan	Penyerapan Air	Kuat Tekan	Penyerapan Air
1	1PC : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	5	5	-	-
2	0.8PC : 0.2Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	5	5	-	-
3	0.6PC : 0.4Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	5	5	-	-
4	0.4PC : 0.6Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	5	5	-	-
5	0.2PC : 0.8Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	5	5	-	-
6	1PC : 2Ps : 3PsL : 1AB : 1FA	-	-	5	5
7	0.8PC : 0.2Slk : 2Ps : 3PsL : 1AB : 1FA	-	-	5	5
8	0.6PC : 0.4Slk : 2Ps : 3PsL : 1AB : 1FA	-	-	5	5
9	0.4PC : 0.6Slk : 2Ps : 3PsL : 1AB : 1FA	-	-	5	5
10	0.2PC : 0.8Slk : 2Ps : 3PsL : 1AB : 1FA	-	-	5	5
	<b>Jumlah</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>

Keterangan :

PC = Portland Cement PsL = Pasir Limbah Marmer/onyx  
FA = Fly Ash AB = Abu Batu

Ps = Pasir sungai  
Slk = Serbuk Silika

### B. Rancangan Penelitian

Untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik bata beton pejal dan berlubang dengan penggantian PC dengan serbuk silika dan pasir sungai dengan pasir marmer, maka dilakukan sejumlah pengujian di laboratorium. Pengujian dimulai dengan pengujian pendahuluan berupa pengujian unsur kimia limbah marmer, fisik limbah yang meliputi berat jenis, penyerapan, modulus halus dan gradasi. Dilanjutkan perencanaan komposisi (*mix design*) dan pengerjaan campuran beton, pembuatan benda uji, pemeliharaan benda uji serta pengujian kekuatan benda uji yang meliputi uji kuat tekan, penyerapan air dan berat jenis. Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan, analisis statistik dan pembahasan serta menyimpulkan hasil penelitian.

## 3. Hasil Dan Pembahasan

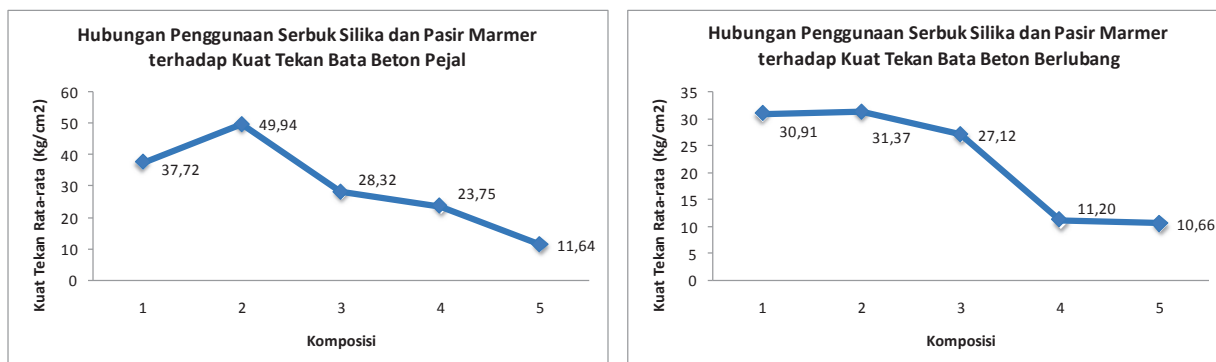
### A. Kuat Tekan Bata Beton Pejal dan Berlubang

Hasil uji kuat tekan bata beton adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Kuat Tekan Bata Beton Pejal dan Berlubang

No	Komposisi	Kuat Tekan Pejal Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Berlubang Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
1	1PC : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	37.72	30.91
2	0.8PC : 0.2Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	49.94	31.37
3	0.6PC : 0.4Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	28.32	27.12
4	0.4PC : 0.6Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	23.75	11.20
5	0.2PC : 0.8Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	11.64	10.66

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2015



Gambar 3. Grafik Hubungan Penggunaan Serbuk Silika dan Pasir Marmer terhadap Kuat Tekan Bata Beton Pejal dan Berlubang

Hasil uji kuat tekan bata beton pejal dan berlubang serta uji statistiknya menunjukkan bahwa penggunaan serbuk silika dan pasir limbah marmer berpengaruh nyata dan menimbulkan perbedaan terhadap kuat tekan bata beton pejal dan berlubang.

Penggantian PC dengan serbuk silika dan pasir sungai dengan pasir marmer menimbulkan kenaikan kuat tekan bata beton pejal dan berlubang sebesar 30% dari komposisi acuan 1PC : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA terutama pada pemakaian serbuk silika 20%. Tetapi penggunaan serbuk silika lebih dari 20% berakibat pada penurunan kuat tekan bata beton pejal dan berlubang sebesar 20% - 40%. Kuat tekan tertinggi bata beton pejal terjadi pada komposisi 0.8PC : 0.2Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA sebesar 49,94 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan bata beton berlubang terjadi pada komposisi 0.8PC : 0.2Slk : 2Ps : 3PsL : 1AB : 1FA sebesar 31,37 kg/cm<sup>2</sup>.

Penggunaan serbuk silika dan limbah marmer sebagai pengganti PC dan pasir sungai menghasilkan kuat tekan bata beton pejal dan berlubang sesuai dengan standar SNI 03-0349-1989 yaitu tingkat mutu bata III (untuk dinding non struktural tak terlindungi).

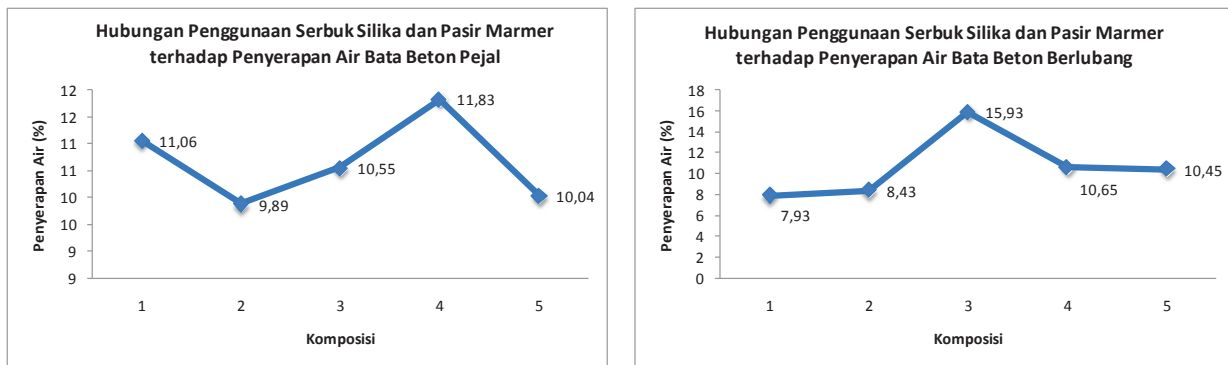
B. Penyerapan Air Bata Beton Pejal dan Berlubang

Hasil pengujian penyerapan air bata beton pejal dan berlubang adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Penyerapan Air Bata Beton Pejal dan Berlubang

No	Komposisi	Penyerapan Air Rata-rata (%) Pejal	Penyerapan Air Rata-rata (%) Berlubang
1	1PC : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	11.06	7.93
2	0.8PC : 0.2Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	9.89	8.43
3	0.6PC : 0.4Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	10.55	15.93
4	0.4PC : 0.6Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	11.83	10.65
5	0.2PC : 0.8Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	10.04	10.45

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2015



Gambar 4. Grafik Hubungan Penggunaan Serbuk Silika dan Pasir Marmer terhadap Penyerapan Air Bata Beton Pejal dan Berlubang

Sesuai standar SNI, semakin tinggi mutu bata beton maka semakin rendah prosentase penyerapan airnya. Penggunaan serbuk silika dan pasir limbah marmer berpengaruh terhadap penyerapan air bata beton pejal dan berlubang. Penggantian PC dengan serbuk silika dan pasir sungai dengan pasir marmer berakibat pada penurunan penyerapan air bata beton pejal dan berlubang sebesar 4% - 10% dari komposisi acuan 1PC : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA dan juga kenaikan sebesar 6% - 30%. Penyerapan air terendah bata beton pejal terjadi pada komposisi 0.8PC : 0.2Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA sebesar 9,89%. Sedangkan bata beton berlubang terjadi pada komposisi komposisi 1PC : 2Ps : 3PsL : 1AB : 1FA sebesar 7.93%. Penggunaan serbuk silika dan limbah marmer menghasilkan penyerapan air bata beton pejal dan berlubang sesuai dengan standar SNI 03-0349-1989 yaitu tingkat mutu bata I.

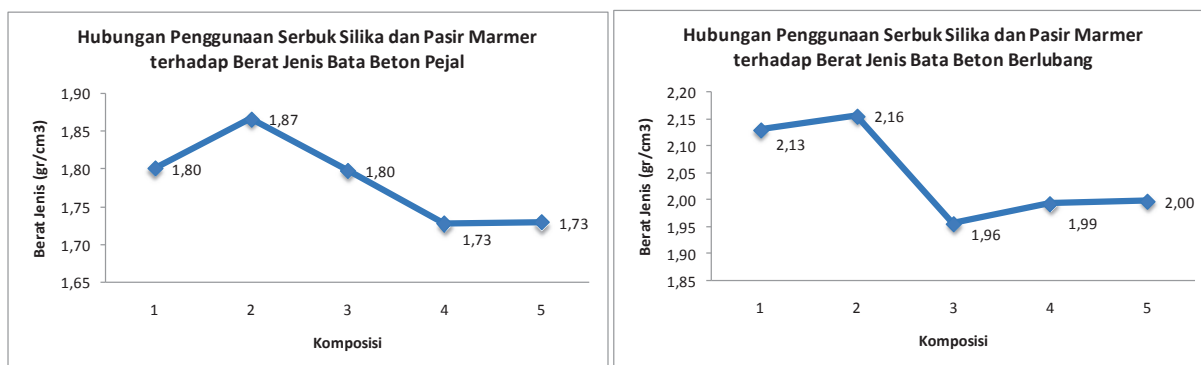
C. Berat Jenis Bata Beton Pejal dan Berlubang

Hasil pengujian berat jenis bata beton pejal dan berlubang adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Berat Jenis Bata Beton Pejal

No	Komposisi	Berat Jenis Pejal (gram/cm <sup>3</sup> )	Berat Jenis Berlubang (gram/cm <sup>3</sup> )
1	1PC : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	1.80	2.13
2	0.8PC : 0.2Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	1.87	2.16
3	0.6PC : 0.4Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	1.80	1.96
4	0.4PC : 0.6Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	1.73	1.99
5	0.2PC : 0.8Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA	1.73	2.00

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2015



Gambar 5. Grafik Hubungan Penggunaan Serbuk Silika dan Pasir Marmer terhadap Berat Jenis Bata Beton Pejal

Penggantian PC dengan serbuk silika dan pasir sungai dengan pasir marmer berpengaruh terhadap berat jenis bata beton pejal dan berlubang baik penurunan ataupun kenaikan berat yaitu sebesar 3% - 8% dari komposisi acuan 1PC : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA. Berat jenis terendah bata beton pejal terjadi pada komposisi 0.4PC : 0.6Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA dan 0.2PC : 0.8Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA sebesar 1.73 gram/cm<sup>3</sup>. Sedangkan bata beton berlubang terjadi pada komposisi komposisi 0.6PC : 0.4Slk : 2Ps : 3PsL : 1AB : 1FA sebesar 1.96 gram/cm<sup>3</sup>.

#### 4. Kesimpulan

Penggunaan serbuk silika sebagai pengganti PC dan limbah marmer berupa pasir marmer yang dipakai sebagai agregat pada bata beton pejal dan berlubang menghasilkan bata beton yang memenuhi standar SNI 03-0349-1989.

Hasil uji statistik menerangkan bahwa variasi perlakuan pada komposisi campuran bata beton dengan serbuk silika dan limbah marmer berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan, penyerapan air dan berat jenis.

Penggunaan serbuk silika 20% dan pasir marmer menimbulkan kenaikan pada kuat tekan rata-rata jika dibandingkan dengan bata beton tanpa serbuk silika, tetapi menimbulkan penurunan pada penggunaan serbuk silika lebih dari 20%. Bata beton pejal dan berlubang dengan serbuk silika dan limbah marmer menghasilkan tingkat mutu bata III (untuk dinding non struktural tak terlindungi).

Penggantian PC dengan serbuk silika dan pasir sungai dengan pasir marmer mengakibatkan penurunan dan kenaikan penyerapan air. Ditinjau dari penyerapan air, bata beton pejal dan berlubang yang dihasilkan adalah tingkat mutu bata I.

Komposisi campuran bata beton pejal paling optimal ditinjau dari berat jenis, penyerapan air dan kuat tekan yang memenuhi standart SNI 03-0349-1989 adalah pada komposisi 0.88PC : 0.12Slk : 1Ps : 4PsL : 1AB : 1FA dengan berat jenis optimal 1.83 gram/cm<sup>3</sup>, penyerapan air 10.68% dan kuat tekan 39.89 kg/cm<sup>2</sup>. Komposisi campuran bata beton berlubang paling optimal ditinjau dari berat jenis, penyerapan air dan kuat tekan yang memenuhi standart SNI 03-0349-1989 adalah pada komposisi 0.37PC : 0.63Slk : 2Ps : 3PsL : 1AB : 1FA dengan berat jenis optimal 0.39 gram/cm<sup>3</sup>, penyerapan air 10.42% dan kuat tekan 53.86 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 5. Referensi

- [1] Hustim, Muralia, *Pemanfaatan Limbah Marmer Sebagai Bahan Pengisi (FILLER) pada Campuran Beton Aspal Lapis Permukaan Jalan.*, [http:// www.LPUnhas.go.id](http://www.LPUnhas.go.id),2005.
- [2] M. Wihardi, Tjaronge, dkk., *Pecahan Marmer sebagai Pengganti Parsial Agregat Kasar Self Compacting Concrete (SCC)*. Jurnal Desain Dan Konstruksi Vo. 5 No. 1 Juni 2006, Makasar.2006.

- [3] Zuraidah, S; Arif, R. “Pengaruh Penggunaan Limbah Pecahan Marmer Sebagai Alternatif Pengganti Agregat Kasar Pada Kekuatan Beton”, Jurnal Rekayasa Perencanaan Vol. 3 No. 3 Juni 2007.
- [4] Aditya, Candra”Pengaruh Penggunaan Limbah Pasir Onyx sebagai Bahan Pengganti Pasir Pada Kuat Lentur, Rembesan dan Penyerapan Air Genteng Beton ” Jurnal Ilmiah ”Widyateknika” Vol. 18 No. 2 / Oktober 2010 Hal. 7 - 13 Fakultas Teknik Universitas Widyagama, Malang, 2010.
- [5] Utami, Sri , “Pemanfaatan Limbah Marmer Untuk Pembuatan Paving Stone” Jurnal Neutron, Vol.10, No.2, Agustus 2010: 54 – 59. 2010.
- [6] Aditya, Candra, “Penggunaan Limbah Pasir Onyx Sebagai Substitusi Pada Pembuatan Paving Block”, Laporan Penelitian, Fakultas Teknik Universitas Widyagama, Malang, 2011.
- [7] Aditya, Candra, “Pemanfaatan Limbah Marmer dan Onyx sebagai Bahan Bangunan Ramah Lingkungan”, Laporan Penelitian tahun 1, Universitas Widyagama, Malang, 2013.
- [8] Aditya, C., Halim, A., Chauliah, P., “Waste Marble Utilization from Residue Marble Industry as a Substitution of Cement and Sand within Concrete Rooftile Production”, International Journal of Engineering Research, Volume No.3, Issue No.8, pp : 501-506.2014.
- [9] Gencil,O., et al., “Properties Of Concrete Paving Blocks Made With Waste Marble”, Journal of Cleaner Production 21 pp. 62-70. 2012.
- [10] Hamza, R. Dkk, “Marble and Granite Waste: Characterization and Utilization in Concrete Bricks”, International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics, Vol. 1, No. 4, November 2011.
- [11] Sakalkale, A. et al, “Experimental Study on Use of Waste Marble Dust in Concrete” Int. Journal of Engineering Research and Applications, Vol. 4, Issue 10 (Part - 6), October 2014, pp.44-50. 2014.
- [12] Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-0348-1998 .Mutu dan Cara Uji Bata Beton Berlubang. Yayasan LPMB, Jakarta.1989.
- [13] Departemen Pekerjaan Umum, ”SNI 03-0349-1998. Bata Beton untuk Pasangan Dinding” Yayasan LPMB, Jakarta.1989.
- [14] Guntur, H., (2010), “Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Untuk Pembuatan Bata Beton Berlubang”, Majalah Ilmiah STTR Cepu Nomor 12 Tahun 8 Januari –April 2010 Hal. 39-43
- [15] Hebhouh, H., Aoun, H., Belachia, M., Houari, H., Ghorbel, E., . “Use Of Wastemarble Aggregates In Concrete”. Construction and Building Materials 25, 1167-1171. 2011.
- [16] R. Jos., Lukito, “Influence of Water Absorption on Properties of AAC and CLC Lightweight Concrete Brick”, Prosiding Konferensi Teknik Sipil Asean ke-4, Yogyakarta, 2011.