

Pengaruh Variasi Substitusi Agregat Pasir Pabrikasi dan Pasir Alami Terhadap Kuat Tekan Beton

Muhammad Azwar¹, Hanafi Ashad², Arsyad Fadhil³, Anwar Mappiasse⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panai Kang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231

Email: ¹muhammadazwarusman@gmail.com; ²hanafi.ashad@umi.ac.id; ³arsyad.fadhil@umi.ac.id;

⁴anwar.mappiasse@umi.ac.id

ABSTRAK

Saat ini penggunaan beton sebagai pembentuk struktur bangunan semakin meningkat. Beton banyak digunakan karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan material lain. Dengan meningkatnya penggunaan beton, maka meningkat pula kebutuhan material agregat halus. Penggunaan pasir pabrikasi merupakan salah satu usaha untuk mengetahui alternatif material alam sebagai agregat halus untuk produksi beton, mengingat tingginya permintaan akan pasir alami sebagai penyusun komposisi beton. Penelitian ini menggunakan agregat pasir pabrikasi sebagai substitusi pasir alami, untuk mengetahui sejauh mana pengaruh variasi pasir pabrikasi yang memberikan nilai kuat tekan maksimum pada beton normal. Adapun variasi pasir pabrikasi yang diuji adalah pada kadar 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100% menurut proporsi berat pasir alami. Uji kuat tekan dilaksanakan untuk umur 28 hari. Dari proses pengujian itu, diperoleh nilai kuat tekan untuk kadar pasir pabrikasi 0% yakni 23,590 MPa, variasi 20 % yaitu 23,968 MPa, variasi 40% diperoleh 25,195 MPa, variasi 60% sebesar 23,496 MPa, variasi 80% senilai 22,930 MPa dan variasi 100 % sebesar 21,986 MPa. Penggunaan pasir pabrikasi optimal yaitu yang membantu komposisi beton mencapai kuat tekan maksimal yaitu sebesar 36% kadar pasir pabrikasi dengan nilai kuat tekan yang dihasilkan sebesar 24,401 MPa.

Kata Kunci: Kuat tekan, Pasir alami, Pasir pabrikasi, Variasi substitusi

ABSTRACT

Currently, the use of concrete as a building structure is increasing. Concrete is widely used because it has many advantages over other materials. With the increasing use of concrete, the demand for fine aggregate material also increases. The use of manufactured sand is one of the efforts to find out alternative natural materials as fine aggregate for concrete production, given the high demand for natural sand as a constituent of concrete composition. This study uses manufactured sand aggregates as a substitute for natural sand, to determine the extent to which variations in manufactured sand give the maximum compressive strength value in normal concrete. The variations of manufactured sand tested were at levels of 0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100% according to the proportion of natural sand weight. The compressive strength test was carried out for the age of 28 days. From the testing process, the compressive strength value for 0% fabricated sand content is 23,590 MPa, 20% variation is 23,968 MPa, 40% variation is 25,195 MPa, 60% variation is 23,496 MPa, 80% variation is 22,930 MPa and 100% variation. of 21,986 MPa. The optimal use of prefabricated sand is that which helps the concrete composition to reach the maximum compressive strength, which is 36% of the manufactured sand content with the resulting compressive strength value of 24.401 MPa.

Keywords: *Compressive strength, natural sand, manufacturing sand, substitution variant*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Melesatnya aktivitas konstruksi bangunan sipil di Indonesia berdampak langsung pada semakin tingginya eksploitasi material konstruksi (Putra et al., 2018). Sebagai salah satu material konstruksi yang sering dipilih, kebutuhan penggunaan dan produksi beton semakin meningkat (Siahaan, 2017). Peningkatan kebutuhan ini berdampak langsung terhadap peningkatan kebutuhan material penyusun beton yang menyebabkan berkurangnya ketersediaan material yang tersedia secara natural di alam (Harjono, 2017).

Kota Makassar merupakan salah satu kota di Indonesia dengan perkembangan wilayah yang cukup pesat utamanya dalam pembangunan infrastruktur seperti gedung perkantoran dan bisnis, jaringan jalan, dan fasilitas publik lainnya. Dengan tuntutan perkembangan ini, kebutuhan material komposisi beton seperti pasir di kota ini semakin meningkat. Untuk pengadaan material konstruksi beton yang optimal, diperlukan alternatif material agregat halus selain pasir yang dapat digunakan dalam pembuatan beton.

Berdasarkan ukuran butirannya, secara umum agregat dapat diklasifikasikan menjadi agregat kasar dan halus. Agregat dengan ukuran butir besar (tertahan saringan No. 8 menurut The Asphalt Institute dan tertahan saringan no. 4 menurut Bina Marga) disebut agregat kasar sedangkan agregat dengan ukuran yang lebih kecil (lolos saringan No. 8 menurut The Asphalt Institute dan lolos saringan no. 4 menurut Bina Marga) disebut agregat halus (Achmad, 2010). Agregat yang baik harus memiliki bersudut, kuat, bersih dari material asing, dan menjadi bagian dari gradasi yang sesuai dengan perencanaan (Bulgis & Alkam, 2017).

Celik dan Marar (1996) menyatakan bahwa proses produksi agregat kasar pada lokasi *stone crusher* menghasilkan limbah sekitar 17% hingga 25% fraksi agregat halus, dimana jumlah limbah agregat halus yang cukup besar ini dapat kemudian digunakan sebagai material konstruksi yang tentunya dari aspek ekonomi lebih hemat dan dari aspek lingkungan mampu membantu mengurangi pencemaran (Widodo et al., 2006).

Agregat halus yang diperoleh dari penggilingan bebatua/ mesin *stone crusher* yang melalui proses pengolahan dan penyaringan mengikhti ketentuan ukuran maksimum dan minimum yang disyaratkan untuk agregat halus disebut agregat pabrikasi (Kuridin & Ahmad, 2014). Karakteristik agregat jenis ini yaitu bertekstur sangat tajam sesuai dengan tekstur batu yang telah dipecahkan sebagai asal dari ini sehingga penggunaan agregat ini diharapkan mampu meningkatkan kekuatan beton.

Agregat pasir alam mempunyai butir yang lebih halus sedangkan agregat pabrikasi memiliki tekstur agak kasar sehingga memiliki banyak rongga yang membuat volume pori akan besar. Perlu dicoba mencampur keduanya agar agregat pasir alam yang memiliki butiran lebih halus dapat mengisi rongga dari agregat pabrikasi sehingga pori-pori menjadi sedikit. Peneliti mencoba menganalisis nilai kuat tekan beton normal dengan substitusi agregat pasir pabrikasi dengan pasir alami.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

- 1) Untuk menganalisis pengaruh variasi substitusi agregat pabrikasi terhadap kuat tekan beton
- 2) Untuk menganalisis persentase substitusi yang memberikan kuat tekan beton maksimum

2. Metode Penelitian

Penelitian eksperimental ini berbasis laboratorium. Tahap awal penelitian berupa pemeriksaan properti material agregat halus dan agregat kasar. Setelah diadakan job mix design mengikuti gradasi yang direncanakan. Pada penelitian ini peneliti menggunakan pasir pabrikan sebagai substitusi agregat halus.

Benda uji akan diuji dengan kuat tekan. Benda uji silinder dengan mutu rencana beton yaitu ($f_c = 24.9$ MPa). Dicoba memvariasikan pasir pabrikan pada kadar 0%, 20 %, 40 %, 60 %, 80 %, dan 100 %

dari berat pasir alami yang digunakan. Benda uji berbentuk silinder memiliki ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan nilai faktor air semen (FAS) yang didapatkan dari hasil perhitungan.

Pengujian dilaksanakan pada saat beton berumur 28 hari untuk uji kuat tekan. Data yang digunakan yaitu analisis statistik menggunakan program *Microsoft Excel*. Data hasil pengujian tersebut nantinya dapat diambil kesimpulan variasi substitusi manakah yang memberikan kuat tekan terbesar pada beton.

Tabel 1 Jumlah dan kode benda uji kuat tekan

No	Variasi pasir pabrikan	Kode benda uji	Umur beton (hari)	Jumlah (buah)
			28	
1	0%	F-0	3	18
2	20%	F-20	3	
3	40%	F-40	3	
4	60%	F-60	3	
5	80%	F-80	3	
6	100%	F-100	3	

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pemeriksaan

Komposisi beton yang diuji tersusun dari agregat kasar, air, semen, agregat halus yang merupakan kombinasi dari pasir alami dan agregat pasir pabrikan.

Untuk memastikan bahwa setiap komponen material memenuhi kriteria sebagai material konstruksi maka pemeriksaan karakteristik setiap material itu diuji sebelum dilakukan perhitungan komposisi untuk setiap material penyusun menurut mutu beton yang direncanakan.

Tabel 2 Hasil pemeriksaan agregat pasir pabrikan

No	Karakteristik pasir pabrikan	Hasil	Spesifikasi
1	Modulus kehalusan	3,275	2,3 – 3,1
2	Kadar air	1,04%	
3	Berat volume padat	1,69 kg/ltr	1,275 – 1,75 kg/ltr
4	Berat volume gembur	1,52 kg/ltr	
5	Specific gravity	2,44	2,4 – 2,9
6	Absorpsi	2,67 %	1 - 3 %
7	Kadar lumpur	1,22 %	Max 5 %

Pengujian agregat kasar meliputi analisa saringan, kadar air, berat volume padat, berat volume gembur, specific gravity, absorpsi, kadar lumpur dan keausan.

Agregat kasar diperoleh dari PT. Bumi Sarana Beton yang berlokasi di Jl. Poros Malino Kabupaten Gowa.

Tabel 3 Hasil pemeriksaan agregat kasar

No	Karakteristik agregat kasar	Hasil	Spesifikasi
1	Modulus kehalusan	7,023	6,0 – 7,1
2	Kadar air	3,23 %	
3	Berat volume padat	1,67 kg/ltr	1,275 – 1,75 kg/ltr
4	Berat volume gembur	1,56 kg/ltr	
5	Specific gravity	2,484	2,4 – 2,9
6	Absorpsi	2,673 %	1 - 3 %
7	Kadar lumpur	0,783 %	Max 1 %
8	Keausan	21,35 %	<50 %

Tabel 4 Hasil pemeriksaan agregat pasir alami

No	Karakteristik pasir alami	Hasil	Spesifikasi
1	Modulus kehalusan	2,562	2,3 – 3,1
2	Kadar air	2,85%	
3	Berat volume padat	1, 52 kg/ltr	1,275 – 1,75 kg/ltr
4	Berat volume gembur	1,40 kg/ltr	
5	Specific gravity	2,618	2,4 – 2,9
6	Absorpsi	1,833 %	1 - 3 %
7	Kadar lumpur	4,525%	Max 5 %
8	Kadar organik	Warna bening kekuningan	

Tabel 5 Hasil pemeriksaan semen

No	Karakteristik semen	Hasil	Spesifikasi
1	Berat Jenis Semen	3,1	3,05 – 3,25
2	Kehalusan semen #No. 100	4%	
3	Kehalusan semen #No. 200	7%	
4	Berat volume semen (padat)	1,245	1,275 – 1,75 kg/ltr
5	Berat volume semen (gembur)	1,121	
6	Konsistensi normal	25,34%	
7	Waktu ikat awal	65 mnt	Min 45 (mnt)
8	Waktu ikat akhir	120 mnt	Maks 420 (mnt)

3.2 Hasil Mix Design ACI (American Concrete Institute)

Perencanaan campuran beton menggunakan agregat pabrikasi sebagai substitusi agregat halus pasir alami

merupakan tahapan lanjutan setelah semua pengujian komponen material dilakukan dan telah terbukti layak digunakan sebagai penyusun beton.

Tabel 6 Komposisi campuran beton untuk setiap 1 m³ beton berdasarkan variasi pasir pabrikasi

Simulasi Agregat Pabrikasi	Agregat Kasar (Kg)	Agregat Pasir Alami (Kg)	Agregat Pabrikasi (Kg)	Semen (Kg)	Air (ltr)
0 %	1021,958	820,844	0	328,947	186,010
20 %	1021,958	656,675	164,169	328,947	186,010
40 %	1021,958	492,560	328,388	328,947	186,010
60 %	1021,958	328,388	492,560	328,947	186,010
80 %	1021,958	164,169	656,675	328,947	186,010
100 %	1021,958	0	820,844	328,947	186,010

Tabel 7 Kebutuhan material beton untuk trial mix faktor kehilangan 20 %

Simulasi Agregat Pabrikasi	Jumlah Benda Uji	Material				
		Semen (Kg)	Agregat Pasir Alami (Kg)	Agregat Pabrikasi (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Air (ltr)
0%	15	31,374	78,290	0	97,209	17,741
20%	15	31,374	62,632	15,658	97,209	17,741
40%	15	31,374	46,974	31,316	97,209	17,741
60%	15	31,374	31,316	46,974	97,209	17,741
80%	15	31,374	15,658	62,632	97,209	17,741
100%	15	31,374	0	78,290	97,209	17,741

3.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Setiap benda uji dengan kode tertentu dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan kandungan agregat pabrikasi sebagai substitusi agregat halus pasir

alami berdasarkan tiap variasi yang digunakan pada campuran beton, kelekatan semen pada agregat serta bertambahnya umur beton.

Tabel 8 Hasil kuat tekan beton umur 28 hari

Kode benda uji	Simulasi agregat fabrikasi	Umur benda uji (hari)	Berat benda uji (kg)	Beban hancur (kN)	Luas penampang (m ²)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
F0%-1	0%	28	12,237	420	0,0176625	23,779	23,590
F0%-2			12,411	420		23,779	
F0%-3			12,337	410		23,213	
F20%-1	20%		12,267	430		24,345	23,968
F20%-2			12,287	415		23,496	
F20%-3			12,248	425		24,062	
F40%-1	40%		12,380	440		24,912	25,195
F40%-2			12,331	450		25,478	
F40%-3			12,375	445		25,195	
F60%-1	60%		12,380	420		23,779	23,496
F60%-2			12,322	410		23,213	
F60%-3			12,369	415		23,496	
F80%-1	80%		12,319	410		23,213	22,930
F80%-2			12,388	400		22,647	
F80%-3			12,217	405		22,930	
F100%-1	100%		12,294	380		21,515	21,986
F100%-2			12,190	395		22,364	
F100%-3			12,322	390		22,081	

Hasil uji kuat tekan pada umur 28 hari berturut-turut untuk variasi 0, 20, 40, 60, 80, dan 100% yaitu 23,590 Mpa; 23,968 Mpa; 25,195 Mpa; 23,496 Mpa; 22,930 Mpa; dan 21,986 MPa. Kadar pasir pabrikasi optimum adalah 36% karena diperoleh kuat tekan maksimum sebesar 24,401 MPa pada penggunaan pasir pabrikasi sebanyak itu.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Berikut ini beberapa hal yang dapat disimpulkan dalam penelitian ini:

- 1) Penggunaan agregat pabrikasi dengan substitusi sampai dengan 36% menyebabkan peningkatan nilai kuat tekan. Namun, jika berat substitusi melampaui 36% menyebabkan penurunan nilai kuat tekan.
- 2) Variasi optimum pasir pabrikasi 36% membantu campuran beton mencapai kuat tekan maksimal yaitu senilai 24.401 MPa.

4.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian selanjutnya mengenai sifat mekanik beton yang meninjau besaran lain diantaranya hubungan tegangan regangan, modulus elastisitas, kuat tarik, kuat lentur beton, dan sebagainya. Begitu juga untuk penelitian pada sifat-sifat fisik beton seperti porositas, permeabilitas, dan sebagainya.

Daftar Pustaka

Achmad, F. (2010). Tinjauan Sifat-Sifat Agregat Untuk Campuran Aspal Panas (Studi Kasus Beberapa Quarry Di Gorontalo). *Saintek*, 5(1).

Bulgis, B., & Alkam, R. B. (2017). Pemanfaatan Agregat Alami Dan Agregat Batu Pecah Sebagai Material Perkerasan Pada Campuran Aspal Beton. *Potensi : Jurnal Sipil Politeknik*, 19(1), 23–32.
<https://doi.org/10.35313/potensi.v19i1.530>

Harjono, J. (2017). Pengaruh Abu Batu Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Sifat Mekanik Beton. In *Universitas Atma Jaya Yogyakarta*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Kurdin, M. A., & Ahmad, S. N. (2014). Pemetaan Kualifikasi Fine Aggregate Sebagai Bahan Konstruksi Bangunan Di Provinsi Sulawesi Tenggara (Studi Kasus: Kota Kendari, Kabupaten Konawe Selatan, Kabupaten Konawe, dan Kabupaten Bombana) M. *Jurnal Stabilita*, 2(1), 109–122.

Putra, I. G. P. A. S., Damayanti, G. A. P. C., & Dewi, A. A. D. P. (2018). Penanganan Waste Material Pada Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat. *Jurnal Spektran*, 6(2), 176–185.

Siahaan, R. P. (2017). Pengaruh Ukuran Butir Maksimum Agregat Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang High Volume Fly Ash. In *Doctoral Dessertation, UAJY*.

Widodo, S., Santosa, A., & Pusoko, P. (2006). Pemanfaatan Limbah Abu Batu Sebagai Bahan Pengisi dalam Produksi Self-Compacting Concrete. *INERSIA: LNformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 2(2), 39–46.