

PENGARUH SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PASIR DENGAN LIMBAH TEMBAGA (*COPPER SLAG*) TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL FC' 25 MPA

AdzhiyaUlhadi¹⁾, Taufik²⁾, Khadavi³⁾

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta, Padang
Email: adzhiyaulhadi14114@gmail.com, taufikfik88@rocketmail.com, qhad_17@yahoo.com

ABSTRAK

Semakin meningkatnya skala pembangunan, maka penggunaan beton juga semakin luas sehingga diperlukan perkembangan pada teknologi salah satunya dengan mengganti material campuran beton menggunakan *Copper slag*. Penelitian dengan metode *experimental* ini, menggunakan proporsi rancangan campuran (*Mix desain*) metode SNI 03-2834-2000. Substitusi dengan variasi persentase 0%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% dan 100% yang masing-masing variasi dibuat 3 sampel untuk umur 7, 14 dan 28 hari. Pengujian material dilakukan dengan uji agregat. Selanjutnya, 81 total sampel dilakukan pengujian benda uji beton segar dengan uji kuat tekan. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan *copper slag* dapat meningkatkan kekuatan beton, meningkatkan ketahanan terhadap sulfat, mengurangi panas hidrasi dan memperkecil porositas. Namun, beton yang dihasilkan berwarna kehitam-hitaman. Dapat disimpulkan bahwa *Copper slag* layak digunakan sebagai pengganti jumlah agregat halus terhadap kuat tekan beton normal fc' 25 Mpa.

Kata kunci : Agregat Halus Pasir, Copper Slag, Mix Desain, Substitusi

PENDAHULUAN

Penggunaan beton yang semakin meluas mendorong dilakukannya pengembangan teknologi beton salah satunya dengan penggantian material campuran beton atau modifikasi beton yang diharapkan dapat meningkatkan mutu beton [4]. Modifikasi ini dapat dilakukan dengan mengganti sebagian agregat halus (pasir alam) yang biasa digunakan sebagai bahan pengisi pada beton dengan menggunakan salah satu limbah industri yang berpotensi sebagai pengganti sebagian agregat halus yakni limbah tembaga.

Limbah tembaga (*copper slag*) dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus karena memiliki bentuk dan gradasi yang menyerupai pasir alam. Bentuk fisik *copper slag* pipih dan runcing (tajam), sebagian besar mengandung oksida besi dan silikat serta mempunyai sifat kimiayang stabil dan sifat fisik yang sama dengan pasir karena berwarna hitam pada permukaan. Komposisi kimia *copper slag* terdiri dari Fe₂O₃, SiO₂, CaO, Al₂O₃, CuO, MgO, Na₂O, K₂O [5]. Ukuran gradasi *copper slag* juga lebih mendekati ukuran pasir sehingga dapat dilakukan penelitian substitusi sebagai pasir pada campuran beton. PT. Smelting Gresik sebagai pabrik *smelter* tembaga menghasilkan limbah tembaga (*copper slag*) sebanyak 530.000 ton per tahun yang belum dimanfaatkan seluruhnya.

METODE

Metode yang dilakukan pada penelitian *experimental* ini adalah:

- 1) Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Beton *Quality Assurance* PT. Semen Padang, Padang, Sumatera Barat.
- 2) Persiapan material yakni agregat halus (pasir), agregat kasar (*split*), air dan semen *Portland*

Composite Cement (PCC).

- 3) Melakukan pengujian fisik terhadap agregat.
- 4) Pembuatan proporsi rancangan campuran (*Mix desain*) dengan *copper slag* persentase 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, dan 80%. Tiap variasi dibuat 3 sampel untuk umur 7, 14 dan 28 hari.
- 5) Pembuatan benda uji beton segar berbentuk silinder dengan ukuran 100 x 200 mm, tinggi 20 cm dan kaping pada ujung silinder beton [1].
- 6) Pengujian kuat tekan benda uji pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari yang dimana kuat tekan rencana K300 yaitu 25 Mpa [2].

Keseluruhan metode penelitian ini mengacu ke salah satu penelitian dari Mauludi [6] dimana dengan menggunakan *copper slag* sebagai substitusi pasir dalam campuran beton, kuat tekan beton yang di rencanakan K225 atau dikonfersikan fc' 18,675 MPa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

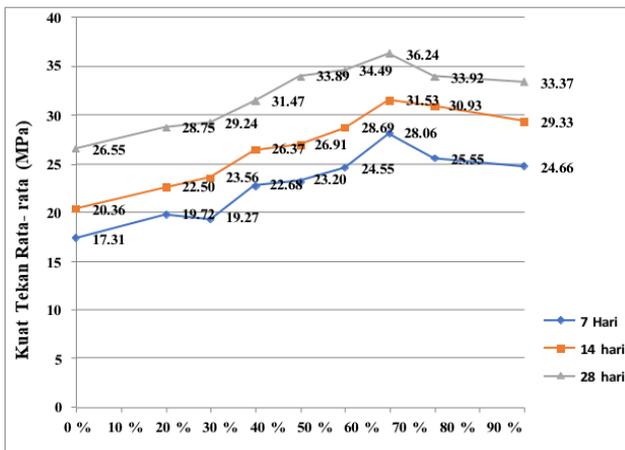
Hasil pengujian material dan bahan dari penelitian ini diperoleh bahwa untuk agregat halus, berat jenis SSD adalah 2.480 g/cm³ dan berat jenis kering 2.341 g/cm³. Sedangkan agregat kasar, memiliki berat jenis SSD sebesar 2.5816 g/cm³ dan berat jenis kering 2.5181 g/cm³. Penyerapan agregat halus adalah sebesar 0.0252, sedangkan agregat kasar sebesar 2.522. Agregat halus memiliki kadar lumpur 1,6% dan kadar organik berupa pasir dengan warna yang lebih terang. Pada analisa gradasi, berat tertahan agregat halus adalah sebesar 586.30 gr dan % kumulatif tertahan adalah sebesar 322.68%. Sedangkan analisa gradasi pada agregat kasar, diperoleh berat tertahan adalah sebesar 1.874 gr dan % kumulatif tertahan adalah sebesar 176.12%. Untuk hasil pengujian beton segar di laboratorium dengan komposisi *mix design*, akan dipaparkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Job Mix Design

Nomor Komposisi	%		Berat (kg/m ³)		Volume Pasir (m ³ pasir/m ³ beton)		Kontrol Jumlah Volume	Pemakaian Material (kg/m ³)					Pemakaian Material (kg/0,015 m ³)				
	Pasir Bjsd = 2,66	CS Bjsd = 3,60	Pasir Bjsd = 2,66	Berat pasir yang akan disubstitusi	Pasir Bjsd = 2,66	CS Bjsd = 3,60		air	semen	pasir	cs	split	semen	air	pasir	cs	split
1	100 %	0 %	780	0	293.233	0	293.233	205	450	780	0	958	6.75	3.08	11.7	0	14.37
2	80 %	20 %	624	156	234.586	58.647	293.233	205	450	624	211	958	6.75	3.08	9.36	3.17	14.37
3	70 %	30 %	546	234	205.263	87.97	293.233	205	450	546	317	958	6.75	3.08	8.19	4.75	14.37
4	60 %	40 %	468	312	175.94	117.293	293.233	205	450	468	422	958	6.75	3.08	7.02	6.33	14.37
5	50 %	50 %	390	390	146.617	146.617	293.233	205	450	390	528	958	6.75	3.08	5.85	7.92	14.37
6	40 %	60 %	312	468	117.293	175.94	293.233	205	450	312	633	958	6.75	3.08	4.68	9.5	14.37
7	30 %	70 %	234	546	87.97	205.263	293.233	205	450	234	739	958	6.75	3.08	3.51	11.08	14.37
8	20 %	80 %	156	624	58.647	234.586	293.233	205	450	156	845	958	6.75	3.08	2.34	12.67	14.37
9	0 %	100 %	0	780	0	293.233	293.233	205	450	0	1056	958	6.75	3.08	0	15.84	14.37

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Beton Quality Assurance PT. Semen Padang, 2021

Dan berikut hasil uji kuat tekan berdasarkan setiap proporsi campuran terak tembaga (*copper slag*) mulai dari persentase BN, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% dan 100% dengan umur beton 7, 14 dan 28 hari



Gambar 1. Grafik Pembandingan Hasil Uji Kuat Tekan Beton Uji Umur 7 Hari, 14 Hari, dan 28 Hari

Pengaruh *copper slag* sebagai pengganti agregat halus terhadap kuat tekan beton normal $f_c' 25$ Mpa adalah:

- 1) Berat jenis *copper slag* sebesar 3,60 gr/cm³, lebih besar dibandingkan pasir yaitu 2,66 gr/cm³.
- 2) Kuat tekan beton *copper slag* lebih tinggi dibanding beton normal. Kuat tekan beton *copper slag* umur 28 hari dengan persentase 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% dan 100% berturut-turut 28.75 MPa, 29.24 MPa, 31.47 MPa, 33.89 MPa, 34.49 MPa, 36.24 MPa, 33.92 MPa dan 33.37 MPa. Sedangkan beton normal umur 28 hari sebesar 26.55 MPa.
- 3) Kuat tekan rata-rata terbesar adalah campuran *copper slag* 70% pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari sebesar 28.06 MPa, 31.53 MPa, 36.24 MPa dengan perbandingan beton normal 7 hari, 14 hari dan 28 hari sebesar 17.31 MPa, 20.36 MPa, dan 26.55 MPa.
- 4) *Copper slag* untuk campuran beton dapat meningkatkan kekuatan beton, meningkatkan ketahanan terhadap sulfat dalam air laut sehingga cocok untuk penggunaan beton bawah laut, serta dapat mengurangi panas hidrasi dan memperkecil

porositas.

- 5) Kenaikan persentase beton optimum terhadap beton normal adalah 36,24%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Copper slag layak digunakan sebagai pengganti jumlah agregat halus dalam beton, dimana *copper slag* memenuhi kriteria beton normal. Penggunaan *copper slag* dalam campuran beton dapat dipahami kaitannya dengan alternatif sebagai beton pemberat pada konstruksi tertentu. Maka dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terkait keawetan dan stabilitas beton campuran *copper slag* serta ruang lingkup pengaplikasiannya yang mengarah pada konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- [1] Tjokrodinuljo, Kardiyono. 1991. *Bahan dan Praktek Beton (Buku Ajar Pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada)*. Yogyakarta: UGM Press.
- [2] Badan Standarisasi Nasional, 2011. *Tata Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*, SNI 1974-2011. Jakarta: BSN.
- [3] Badan Standarisasi Nasional, 2000. *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal*, SNI 03-2834-2000. Jakarta: BSN.

Skripsi

- [4] Wahyu, Kartini. 2010. *Pengaruh Copper Slag sebagai Cementitious terhadap Kuat Tekan Beton*. Skripsi. Surabaya: Program Studi Sarjana, Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
- [5] Brindha, D. & Nagan, S. 2010. *Utilization of Copper Slag as a Partial Replacement of Fine Aggregate in Concrete*. International Journal of Earth Sciences and Engineering, Volume 03 No. 04, 579-585.
- [6] Mauludi, Muhamad Syahrizal. 2014. *Pemanfaatan Copper Slag sebagai substitusi Pasir pada Campuran Beton Motu K-255*. Skripsi. Palembang: Program Studi Sarjana, Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya.