



SERTIFIKAT

DIBERIKAN KEPADA

Bertinus Simanihuruk, ST, MT

SEBAGAI PRESENTER

**Seminar Nasional Rekayasa,
Sains dan Teknologi (SNARSTEK) 2023**

*"Penguatan Teknologi Guna Menyongsong Pembangunan
IKN untuk Indonesia Emas 2045"*

Jakarta, 9 Desember 2023

Dekan FTT TAU



Dr. Idi Namara, S.T., M.T.

Ketua Umum DPP ASTEKINDO



Ir. Iman Purwoto, S.T, M.T, IPM

Ketua Umum DPP PASTALI



Prof. Dr. Ir. H Nasfryzal Carlo

Ketua Umum DPP PERPAKOM



Ir. Enno Yuniarto, M.T.

Ketua Umum DPP PARABI



Ir. Rian Trikomara, M.T.

Karakteristik Beton Mutu FC 30 Dengan Menggunakan Limbah Peleburan Baja (*Slag*) Dan Pembakaran Batubara (*Fly Ash*)

Muhammad Nur Rohman¹, Bertinus Simanihuruk², Hikma Dewita³

Universitas Tama Jagakarsa¹, Universitas Tama Jagakarsa², Universitas Tama Jagakarsa³
*mnrohman8@gmail.com*¹, *bsimanihuruk@gmail.com*², *dewitahikma@gmail.com*³

Abstract—The use of slag and fly ash waste for building materials is not optimal, because it contains heavy metal oxides. With the issuance of Government Regulation no. 22 of 2021, dust resulting from burning coal from Steam Power Plants and other activities is not included as B3 waste. With research on the use of fly ash and slag to increase the compressive strength of concrete, research was carried out in the laboratory to determine the optimal composition for the use of slag and fly ash as a substitute for coarse aggregate and cement in concrete mixtures. By testing in the laboratory, results were obtained with variations in slag 10, 20% and 30% with fly ash remaining at 10% as a concrete mixture by comparing with a normal concrete mixture. From the test results, the results obtained were that the addition of slag and fly ash waste could reduce the heat of concrete at FC 30, producing concrete compressive strength close to normal concrete compressive strength, namely 26.31 MPa for 7 days, 33.11 MPa at 28 days, and 39.61 MPa at 56 days with composition 10% slag and 10% fly ash with the slump value achieved was 6 cm which makes it difficult to make concrete. The addition of 20% and 30% slag with 10% fly ash produces a compressive strength of concrete that is lower than the concrete compressive strength of FC 30. The appropriate composition to use is 10% slag as a substitute for coarse aggregate and 10% fly ash as a cement substitute.

Keyword—composition, concrete compressive strength, fly, optimal, slag

I. PENDAHULUAN

Dalam bidang konstruksi, material yang paling sering digunakan adalah beton. Semakin banyaknya penggunaan beton diperlukan suatu inovasi baru terhadap beton tersebut dalam alternatif penggunaan material dasarnya dengan memanfaatkan limbah sebagai bahan baku campuran pembuatan beton. Pemanfaatan limbah *fly ash* untuk keperluan bahan bangunan belum dapat dimasyarakatkan secara optimal, karena berdasarkan PP No. 85 tahun 1999 tentang pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) karena terdapat kandungan oksida logam berat yang mengalami pelindihan secara alami dan mencemari lingkungan. Pada tahun 2020, pemerintah telah mengesahkan Peraturan Turunan UU Omnibus Law No. 1 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja. Hal itu tepatnya tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dalam bagian penjelasan Pasal 459, debu hasil pembakaran batubara dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan kegiatan lainnya tidak termasuk sebagai limbah B3[1].

Inovasi tersebut diantaranya yaitu penggunaan limbah *fly ash* dan limbah *slag*. *Fly ash* merupakan material sisa-sisa pembakaran batu bara yang tidak terpakai. Sifat kimia yang dimiliki oleh *fly ash* berupa silika dan alumina dengan presentase mencapai 80% yang mempunyai kemiripan dengan semen. Untuk kuat tekan beton variasi *fly ash* kadar 15%, 30%, dan 40% berturut – turut sebesar 38,10 MPa; 34,05 MPa; 32,92 MPa dari kuat beton normal sebesar 30,09 MPa dengan persentase kenaikan terhadap kuat tekan beton normal masing – masing sebesar 26,65%; 13,17%; dan 9,40%[2]. *Slag* merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi, yang dihasilkan oleh industri peleburan baja salah satunya berupa limbah *slag* yang secara fisik menyerupai agregat kasar. Kandungan *slag* nikel 41,54% dengan kandungan silika yang tinggi maka yang diharapkan dapat memperkuat proses hidrasi dan menaikkan kuat tekan beton[3].

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tentang manfaat *fly ash* dan *slag* sebagai material pengganti pembentuk beton terlihat adanya pengaruh penggunaan

material *fly ash* dan *slag* terhadap kuat tekan beton. Inovasi dalam penelitian ini dilakukan dalam rangka pelestarian lingkungan dan mencari solusi pemanfaatan dari berbagai limbah tersebut.

A. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh penggunaan *slag* dan *fly ash* pada beton normal yang dibandingkan penambahan *fly ash* 10 % dan variasi *slag* pada campuran beton dengan melakukan pengujian untuk memperoleh pengukuran nilai slump, pengujian suhu dan pengujian kuat tekan beton sehingga diketahui komposisi yang optimal dalam penggunaan *slag* sebagai bahan pengganti agregat dan *fly ash* sebagai bahan pengganti semen..

B. Batasan Penelitian

Pembatasan Penelitian adalah *Fly ash* yang digunakan 10% pada semua percobaan dan variasi persentase *slag* yaitu 10%, 20%, dan 30%, sampel beton menggunakan silinder berukuran 15 x 30 cm sebanyak 24 buah, 6 buah untuk setiap percobaan serta pengujian slump, suhu dan kuat tekan beton pada umur 7 hari, 28 hari dan 56 hari..

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Beton

Beton sebagai salah satu bahan konstruksi yang mutunya dipengaruhi oleh bahan-bahan pembuatnya seperti jenis semen, ukuran agregat, faktor air semen, waktu dan suhu perawatan serta pori-pori antar sel dan pori-pori kapilernya. Untuk mengurangi pori-pori antar sel dan pori-pori kapiler dapat dilakukan dengan penambahan bahan tambahan (*addictive*) .Bahan-bahan pembentuk beton adalah.

1. Agregat

Agregat umumnya terdiri atas agregat kasar dan agregat halus. Sifat yang paling penting dari agregat adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya seperti yang dimaksud pada umumnya terdiri atas agregat kasar dan agregat halus sesuai SNI-T-15-1990-03.

2. Air

Air yang digunakan sebagai bahan campuran semen harus memenuhi standar. Air mempunyai peranan yang sangat penting dalam menentukan kekuatan dan kemudahan pelaksanaan beton, sehingga untuk mempertahankan tingkat *workability* harus dipertahankan nilai faktor air semennya. Air yang digunakan sebagai bahan campuran semen harus memenuhi standar SNI-S-04-1989-F.

3. Semen

Semen sebagai bahan ikat hidrolik untuk pembuatan beton terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat. Semen Portland dibuat dari semen hidrolis yang dihasilkan secara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat. Klinker semen portland dibuat dari batu kapur ($CaCO_3$), tanah liat dan bahan dasar berkadar besi sesuai SNI-2049-2015.

4. Bahan Tambahan

Bahan-bahan tambahan berkisar pada campuran bahan kimia sampai pada penggunaan bahan buangan yang dianggap potensial. Bahan tambahan (*admixture*) yang sering digunakan pada di Indonesia adalah *Superplasticizer* dan *Retarder*. *Superplasticizer* dapat mengurangi kebutuhan air dalam campuran beton tanpa merubah konsistensi dan mutu yang dihasilkan, sedangkan *retarder* merupakan bahan tambahan yang digunakan dengan adanya perlambatan pada *setting time* beton dan dapat menghindari terjadinya *cold joints* pada pengecoran yang masif

B. Bahan-bahan Pengganti Semen

Ada beberapa bahan pengganti semen dari hasil limbah yaitu:

1. *Fly Ash*

Proses pembakaran batubara pada unit pembangkit uap (*boiler*) akan membentuk dua jenis abu, yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*).Komposisi abu batu bara terdiri dari 10-20 % abu dasar dan 80-90% berupa abu terbang. Abu terbang (*fly ash*)

mempunyai butiran yang halus, yaitu lolos ayakan No. 325 (45 mili micron) 5-27 %. *Fly Ash* umumnya berbentuk bola padat atau berongga. Abu terbang tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen, namun dengan kehadiran air dan ukurannya yang halus, oksida silika yang dikandung di dalam *fly ash* akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan abu batubara tujuan untuk memperbaiki sifat-sifat beton.[4].

2. Slag

Slag merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi dari industri peleburan baja yang secara fisik menyerupai agregat kasar. Limbah padat (*slag*) mempunyai butiran partikel berpori pada permukaannya. Limbah padat (*slag*) merupakan material dengan gradasi yang baik, dengan variasi ukuran partikel yang berbeda-beda. Ukuran gradasi limbah padat (*slag*) lebih mendekati ukuran agregat kasar 2/3[5].

Tabel 1 Parameter Logam Berat Slag

No	Parameter Logam Berat	Satuan	Hasil Analisis
1	Arsen (As)	mg/kg	< 0.1.88
2	Barium (Ba)	mg/kg	< 3.931
3	Boron (B)	mg/kg	< 1.965
4	Cadmium (Cd)	mg/kg	< 0.118
5	Chromium (Cr)	mg/kg	49.25
6	Copper (Cu)	mg/kg	48.42
7	Lead (Pb)	mg/kg	<1.179
8	Mercury (Hg)	mg/kg	<0.393
9	Selenium (Se)	Mg/kg	<0.118
10	Silver (Ag)	mg/kg	<1.179
11	Zine (Zn)	mg/kg	28.62

Sumber: [5]

Dari komposisi kimia limbah padat (*slag*) diatas, sangat jelas bahwa limbah padat (*slag*) termasuk dalam limbah B3 (bahan beracun dan berbahaya

III. DATA-DATA PENGUJIAN

A. Komposisi Campuran Beton

Tabel 2 Komposisi Campuran Beton

No.	Mutu/Slump	Komposisi Material		
	FC30/6±2	Semen	Fly Ash (kg)	Slag (kg)
1	Normal	418,5	0	0
2	10%+10%	334,8	41,9	41,9
3	10%+20%	293,0	41,9	83,7
4	10%+30%	251,1	41,9	167,4

Berat split 10/20 adalah 1129 kg, berat pasir adalah 617 kg dan jumlah air adalah 183 liter untuk setiap komposisi campuran beton. Untuk jumlah slag berubah sesuai jumlah prosentase yang digunakan pada percobaan di laboratorium.

B. Hasil Pengujian Suhu



Gambar 1 Pengukuran Suhu

Suhu semakin turun dengan bertambahnya jumlah *slag*. Dengan komposisi slag 30 % dan fly ash 10% didapat suhu 32.5°.

C. Hasil Uji Slump



Gambar 2 Hasil Uji Slump

Nilai slump yang terjadi terletak di antara 6 cm-7cm. Nilai slump ini mempersulit dalam pembuatan campuran beton karena lebih cepat mengeras..

D. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Tabel 3 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

No.	Jenis beton	Hari Pengujian		
		7 Hari	28 Hari	56 Hari
		Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
1	Normal	27,73	36,78	40,46
2	10%+10%	26,31	33,11	39,61
3	10%+20%	23,34	29,99	35,65
4	10%+30%	20,94	26,88	34,80



Gambar 3 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

IV. ANALISIS

A. Analisis Hasil Pengujian Suhu Beton

Berdasarkan hasil penelitian, suhu beton normal sangat panas radiasi nya dibandingkan dengan beton menggunakan *Fly Ash* dan *Slag* dan beton lebih rendah suhunya dari beton normal. Pemanfaatan limbah peleburan baja (*slag*) dan pembakaran batubara (*Fly Ash*) bisa mengurangi panas beton yang bisa mencapai 32.5° dengan komposisi *slag* 30% dan *fly ash* 10%.

B. Analisis Hasil Pengujian Slump

Berdasarkan SNI 03-2834-2000 Pembuatan Beton Normal, agar memperoleh beton yang mudah pengerjaan ditetapkan slump 12-18 cm. Penelitian ini slump beton yang digunakan belum mencapai kemudahan pengerjaan beton karena slump yang rendah Bisa dilihat berdasarkan pengujian slump yang dilakukan, slump beton 6 cm yang tidak rendah dari syarat slump 12-18 cm.

C. Analisis Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, didapat nilai kuat tekan pada beton normal sebesar 27.73 MPa untuk umur beton 7 hari lalu mengalami kenaikan pada umur beton 28 hari menjadi 36.78 Mpa dan semakin naik pada umur 56 hari 40.46 Mpa. Ketika beton normal ditambah campuran *fly ash* 10 % dan *slag* 10% pada semen, nilai kuat tekan turun menjadi 26.31 MPa untuk 7 hari, 33.11 MPa pada umur 28 hari, dan 39.61 pada umur 56 hari. Beton campuran dengan *fly ash* 10 % dan *slag* 20% terjadi penurunan terhadap kuat tekan beton. Beton campuran dengan *fly ash* 10 % dan *slag* 30% terjadi penurunan terhadap kuat tekan beton yang lebih rendah dari kuat tekan beton dengan *fly ash* 10 % dan *slag* 20%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *slag* menyebabkan penurunan dari kuat tekan beton.

Berdasarkan pada penelitian beton rata-rata terjadi penurunan di setiap variasi dan kuat tekan beton diperoleh pada persentase penambahan *fly ash* tetap dan variasi *slag*. Pada penelitian ini,

kuat tekan maksimum juga didapat pada beton serat dengan penambahan *fly ash* 10% dan *slag* 10%. Hal ini membuktikan bahwa dengan penambahan *fly ash* 10% dan *slag* 10% menghasilkan kuat tekan beton mendekati kuat tekan beton normal. Penambahan *fly ash* 10% dan *slag* 10% merupakan batas penambahan bahan pengganti semen dan agregat kasar.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapat beberapa kesimpulan yaitu penambahan limbah peleburan baja (*slag*) dan pembakaran batubara (*fly Ash*) bisa mengurangi panas beton yang bisa mencapai 32.5° dengan komposisi *slag* 30% dan *fly ash* 10%, nilai slump yang dicapai 6 cm yang tidak memenuhi syarat slump 12 cm-18 cm yang menyebabkan beton lebih cepat mengeras. dan penambahan *fly ash* 10% dan *slag* 10% menghasilkan kuat tekan beton mendekati kuat tekan beton normal yaitu nilai kuat tekan turun menjadi 26.31 MPa untuk 7 hari, 33.11 MPa pada umur 28 hari, dan 39.61 pada umur 56 hari yang merupakan batas penambahan bahan pengganti semen dan agregat kasar

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih pada Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan Semarang dan Laboratorium PT. Waskita Karya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryanti Puspa Sari, "Limbah Batu Bara Dikeluarkan dari Kategori Berbahaya dan Potensi Rusak Lingkungan," *Kompas.com*. 2021. [Online]. Available: <https://nasional.kompas.com/read/2021/03/13/09053331/limbah-batu-bara-dikeluarkan-dari-kategori-berbahaya-dan-potensi-rusak?page=all>
- [2] F. B. Kuncoro, "Kajian Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas Beton dengan Bahan Pengganti Semen Fly Ash Kadar 15%, 30%, dan 40% Terhadap Beton Normal," *Matriks Tek. Sipil*, vol. 9, no. 3, p. 170, 2021, doi: 10.20961/mateksi.v9i3.54494.
- [3] Sukarman, Erlina Yanuarini, Lilis Tiyani, Shofie Rania Salsabila, and Viona Seren, "Pengaruh Substitusi Slag Nikel Dan Fly

- Ash Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Pemecah Gelombang,” *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–8, 2022, doi: 10.33197/jitter.vol9.iss1.2022.952.
- [4] M. Setiawati, “Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2018* , pp. 1–8, 2018.
- [5] A. L. I. Achmadi, “Nim L4a002043,” 2009.