

Terbit online pada laman web jurnal :<http://jurnaldampak.ft.unand.ac.id/>

Dampak: Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas

| ISSN (Print) 1829-6084 | ISSN (Online) 2597-5129|



Artikel Penelitian

Pemanfaatan Limbah Fly Ash dan Spent Bleaching Earth sebagai Substitusi Semen pada Beton Mutu Normal Skala Produksi

Otto Lambok Raya Nababan^{1*}, Dewi Agustina Iryani²⁾, Endro Prasetyo Wahono³⁾, Rinawati⁴⁾, Samsul Bakri¹⁾, Agus Setiawan⁵⁾

¹ Magister Ilmu Lingkungan, Pascasarjana, Universitas Lampung, Bandar Lampung 35145, Indonesia

² Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung 35145, Indonesia

³ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung 35145, Indonesia

⁴ Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Lampung, Bandar Lampung 35145, Indonesia

⁵ Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung 35145, Indonesia

*Koresponden: ottonababan1@gmail.com

Diterima: 21 Juni 2023

Diperbaiki: 3 Juli 2023

Disetujui: 5 Juli 2023

A B S T R A C T

In the era of industry and technology in Indonesia, environmental problems due to waste are problems that require wise handling. Fly Ash (FA) waste from PLTU activities and Spent Bleaching Earth (SBE) waste resulting from the palm oil production process are very abundant, thus polluting the environment. Indonesia is currently prioritizing physical infrastructure development, which aims to improve connectivity and encourage economic growth in every sector. The development process that occurs increases the use of concrete. Concrete has a tremendous impact on the environment because most of its composition is cement. The use of cement in the manufacture of concrete results in the emission of large amounts of CO₂ gas into the atmosphere, which causes an increase in global warming. The use of concrete can have a lower environmental impact if the use of cement is reduced as much as possible by adding a mixture of FA and SBE wastes. This research will utilize FA and SBE waste in the manufacture of normal concrete production weights and aim to determine the optimal composition of FA and SBE waste that is economically and environmentally feasible. The results of the research by applying FA and SBE substitutions show that FA is better than bleaching earth in the resulting compressive strength. The optimal composition of FA as a substitute for cement to achieve the quality of the planned concrete is 15%, while the composition of SBE as a substitute for cement is 10%.

Keywords: concrete, Fly Ash (FA), Spent bleaching earth (SBE), concrete compressive strength

A B S T R A K

In the era of industry and technology in Indonesia, environmental problems due to waste are problems that require wise handling. Fly Ash (FA) waste from PLTU activities and Spent Bleaching Earth (SBE) waste resulting from the palm oil production process are very abundant, thus polluting the environment. Indonesia is currently prioritizing physical infrastructure development, which aims to improve connectivity and encourage economic growth in every sector. The development process that occurs increases the use of concrete. Concrete has a tremendous impact on the environment because most of its composition is cement. The use of cement in the manufacture of concrete results in the emission of large amounts of CO₂ gas into the atmosphere, which causes an increase in global warming. The use of concrete can have a lower environmental impact if the use of cement is reduced as much as possible by adding a mixture of FA and SBE wastes. This research will utilize FA and SBE waste in the manufacture of normal concrete production weights and aim to determine the optimal composition of FA and SBE waste that is economically and environmentally feasible. The results of the research by applying FA and SBE substitutions show that FA is better than bleaching earth in the resulting compressive strength. The optimal composition of FA as a substitute for cement to achieve the quality of the planned concrete is 15%, while the composition of SBE as a substitute for cement is 10%.

Kata Kunci: beton, Fly Ash (FA), Spent bleaching earth (SBE), kuat tekan beton

1. PENDAHULUAN

Pada era industri dan teknologi di Indonesia permasalahan lingkungan akibat limbah merupakan persoalan yang memerlukan penanganan secara bijaksana. Kegiatan pembangkit listrik PLTU dalam proses pembakaran batu bara menghasilkan limbah fly ash yang mencemari lingkungan. Fly ash merupakan abu sisa pembakaran batubara dan terbentuk dari perubahan bahan mineral. fly ash bersifat pozzolan yang artinya bisa digunakan sebagai komponen tambahan atau pengganti sebagian semen Portland (Syafawi, Purnamasari, & Ridzeki, 2022). Fly ash memiliki sifat cementitious yang memiliki potensi untuk menurunkan pemakaian semen. Selain limbah fly ash (FA), limbah padat Spent Bleaching Earth (SBE) yang dihasilkan dari proses produksi minyak kelapa sawit sangat berlimpah jumlahnya yang mencemari lingkungan. Melihat banyaknya limbah SBE yang dihasilkan dari industri minyak sawit menuntut untuk memanfaatkan limbah tersebut untuk agar lebih berguna dan mengontrol jumlahnya sehingga meminimalisir dampak lingkungan.

Indonesia saat ini sedang memprioritaskan dalam pembangunan infrastruktur fisik yang bertujuan meningkatkan konektivitas dan merangsang pertumbuhan ekonomi pada setiap sektor. Proses pembangunan yang terjadi meningkatkan penggunaan beton. Beton merupakan salah satu bahan yang digunakan dalam pembangunan infrastruktur seperti pembangunan gedung, jalan, jembatan, dll. Beton umumnya terbuat dari kombinasi agregat dan semen. Sejauh ini, semen merupakan bahan pengikat yang paling banyak digunakan dalam campuran beton (Shaikh, 2016). Penggunaan semen dalam pembuatan beton mengakibatkan jumlah emisi gas CO₂ ke atmosfer menyebabkan peningkatan pemanasan global. Berdasarkan beberapa penelitian produksi semen mengeluarkan lebih dari 1,5 miliar ton CO₂ per tahun atau 9% sampai 10% dari total emisi yang disumbangkan dari berbagai sektor di seluruh dunia (Shalini, Gurunaryanan, Kumar, Prakash, & Sakthivel, 2016); (Muflichah & Ariyanti, 2020). Beton memiliki pengaruh yang luar biasa terhadap lingkungan karena sebagian besar komposisinya adalah semen, yang merupakan bahan yang mengeluarkan karbon dioksida tingkat tinggi. Konstruksi beton dapat memiliki dampak yang lebih rendah terhadap lingkungan jika penggunaan semen dikurangi sebanyak mungkin dengan penambahan campuran mineral seperti fly ash (Nayak dkk., 2022).

Pemafaatan limbah fly ash dan spent bleaching earth merupakan solusi terbaik dalam mengurangi limbah dan memberikan manfaat bidang kontruksi khususnya penggunaan beton. Limbah FA Pemanfaatkan limbah fly ash agar lebih berdayaguna antara lain sebagai campuran beton (Styaningsih, Sulistyorini, Yasin, & Sutarto, 2022). Sifat FA yang kuat dan kontribusinya yang signifikan untuk mengurangi volume polutan dan karbon dioksida yang dihasilkan oleh produksi semen, penggunaan FA sebagai pengganti semen sangat populer di industri konstruksi (Amran dkk., 2020). Sejauh ini ada beberapa penelitian telah menggunakan SBE sebagai pengganti agregat halus dalam pembuatan beton, pemanfaatan limbah selanjutnya dikarenakan limbah SBE menghasilkan Eco Process Pozzolan (ePP) dari proses kalsinasi yang terjadi membuat limbah SBE dapat digunakan sebagai substitusi semen dalam pembuatan beton karena ePP memiliki sifat semen dan dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen dalam beton (Kho, 2021).

Menurut penelitian (Othman dkk., 2022) limbah spent bleaching earth sangat memberikan pengaruh yang signifikan sebagai pengganti semen dalam pembuatan beton sehingga menghasilkan beton bahan ramah lingkungan. Pemanfaatan limbah FA dan SBE sebagai bahan campuran beton telah dilakukan beberapa penelitian (Ashari, Dermawan, & Sunarya, 2017) pada penelitian ini menggunakan limbah padat SBE sebagai pengganti agregat halus beton dengan besar nilai kuat tekan yang memenuhi kuat tekan rencana adalah dengan komposisi limbah padat SBE sebesar 10% dan 20%. Kondisi pembangunan yang terus berkembang dan banyaknya limbah FA dan SBE yang dihasilkan oleh industri dengan sifat limbah yang dapat dimanfaatkan dalam campuran pembuatan beton dengan ini pada penelitian ini akan meneliti seberapa besar komposisi limbah yang optimal dalam campuran beton normal skala produksi.

2. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Beton yang akan diuji dengan pengujian kuat tekan beton dan daya serap air untuk mengetahui kualitas beton memenuhi kebutuhan pelanggan.

Penelitian dilakukan di PT. Lazuardi Cahaya Perkasa (Lmix), Jl. Sukarno Hatta – Palembang dan penelitian ini dilakukan pada 2 waktu yaitu bulan Februari 2023 dan Bulan Mei 2023. PT.Lazuardi Cahaya Prakasa

merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang Beton dan material building yang saat ini sedang berkembang pesat di Kota Palembang. Lazuardi mix atau L-Mix merupakan perusahaan perseroan terbatas yang secara profesional memixing (mencampur) adukan beton hingga menjadi beton bermutu siap pakai yang digunakan untuk pembangunan jalan, gedung, jembatan, terminal, pasar, maupun infrastruktur publik.

Tahapan penelitian yang dilakukan untuk skala produksi sebagai berikut:

1. Mendapatkan Sampel dan Data primer Fly ash dan Spent Bleaching Earth.
 - a. Sampel dan Data Fly Ash dari PLTU Sembalang – Lampung Sampel dan data ini diperoleh pada tanggal 2 Desember 2022
 - b. Data Spent Bleaching Earth dari Pabrik Minyak Goreng PT. Domus Raya. Sampel dan data ini diperoleh pada tanggal 07 Mei 2023
2. Pemeriksaan agregate halus dari Tanjung Raja
3. Pemeriksaan agregate kasar dari Bojonegoro
4. Penelitian dengan penerapan skala produksi untuk pemanfaatan Limbah Fly Ash dan Limbah Spent Bleaching Earth sebagai substitusi semen adalah dengan langkah langkah sebagai berikut:
 - a. Menimbang agregat kasar dan aggregate halus langsung melalui control panel yang ada di Batching Plant.
 - b. Menimbang bahan untuk substitusi semen baik itu Fly ash ataupun splent bleaching earth (SBE) sesuai dengan rencana jumlah volume yang dibutuhkan untuk uji coba.
 - c. Baik Fly ash ataupun SBE yang telah ditimbang, sesuai dengan komposisi yang direncanakan, maka selanjutnya Fly ash atau SBE di masukkan secara manual ke tangki molen mobil dimana tangki molen dalam keadaan terus berputar.
 - d. Setelah dibiarkan berputar selama 15 menit, maka material yang telah dimixing dalam molen dikeluarkan, untuk selanjutnya digunakan sebagai bahan uji.
 - e. Dilakukan uji slump dengan menggunakan kruscut Abrams
 - f. Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji sesuai dengan rencana jumlah uji sampel yang akan dibuat.
 - g. Setelah 1 hari, dilakukan perlakuan curing pada benda uji.
 - h. Dilakukan penimbangan benda uji dan dilakukan uji kuat tekan pada benda uji untuk

umur benda uji mencapai 7 hari, 14 hari dan 28 hari



(a) Fly Ash (FA) (b) splent bleaching earth (SBE)

Gambar 1. Penimbangan Limbah FA dan SBE.

Pelaksanaan penelitian yang dilakukan meliputi, pemeriksaan bahan susun beton dengan pemeriksaan agregat halus, pemeriksaan agregat kasar, pemeriksaan semen dan pemeriksaan air. Selanjutnya pembuatan benda uji, Pembuatan benda uji di laboratorium menggunakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan jumlah total benda uji berdasarkan variasi umur betonnya adalah 72 buah. Variasi benda uji dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi Benda Uji substitusi semen menggunakan fly ash (FA) dan Spent Bleaching Earth (SBE)

Jenis Limbah Substitusi	Variasi	Umur		
		7 Hari	14 Hari	28 Hari
Fly Ash (FA)	Beton Normal	3 buah	3 buah	3 buah
	10 % FA	3 buah	3 buah	3 buah
	15 % FA	3 buah	3 buah	3 buah
	20 % FA	3 buah	3 buah	3 buah
Spent Bleaching Earth (SBE)	Beton Normal	3 buah	3 buah	3 buah
	10 % SBE	3 buah	3 buah	3 buah
	15 % SBE	3 buah	3 buah	3 buah
	20 % SBE	3 buah	3 buah	3 buah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan beton normal dengan substitusi semen menggunakan limbah Fly Ash (FA) dan Spent Bleaching Earth (SBE) pada penelitian dilakukan dengan beberapa variasi dengan komposisi limbah 10%, 15% dan 20%.

3.1. Beton dengan Subsitusi Fly Ash (FA)

Pembutan beton umumnya bahan utama yang digunakan adalah semen, pada penelitian ini dilakukan

substitusi semen menggunakan limbah FA dengan variasi 10%, 15% dan 20%. Komposisi bahan beton dengan variasi substitusi FA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Variasi Uji Beton Substitusi Fly Ash

No	Bahan	Berat Per Sample				Satuan
		W 1	W 2	W 3	W 4	
	Berat					
	Kode	FA 0	FA 10	FA 15	FA 20	
1	Semen	158,0	142,2	134,3	126,4	Kg
2	Agregate Halus	384	384	384	384	Kg
3	Agregate Kasar	536	536	536	536	Kg
4	Fly Ash	0	15,8	23,7	31,6	Kg
5	Air	0,96	0,96	0,96	0,96	Liter

Berdasarkan variasi komposisi FA sebagai bahan substitusi semen pada pembuatan beton normal skala produksi. Pada penelitian ini melakukan 2 jenis uji yang dilakukan terhadap benda uji beton yaitu uji slump dan uji kuat tekan. Hasil uji slump dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Slump Substitusi FA

Komposisi	Uji Slump	Standar hasil Uji Slump	Keterangan
FA 0	10 cm	6 cm – 12 cm	Normal
FA 10	10 cm	6 cm – 12 cm	Normal
FA 15	10 cm	6 cm – 12 cm	Normal
FA 20	11,2 cm	6 cm – 12 cm	Normal

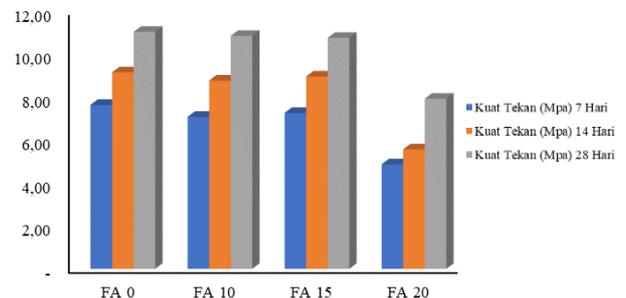
Hasil uji slump terhadap beton benda uji dengan komposisi beton tanpa campuran FA dan beton dengan komposisi Substitusi FA sebesar 10% dan 15% memiliki nilai uji slump yang sama yaitu 10 cm sedangkan beton dengan komposisi FA 20% memiliki nilai uji slump lebih tinggi yaitu 11,2 cm. Tujuan dari uji slump adalah untuk memastikan workability dan viskositas campuran beton (Solikin, Ihsan, Setiawan, & Nurchasanah, 2021).

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui seberapa besar beban per satuan luas yang mengakibatkan benda uji hancur apabila mencapai suatu nilai gaya tekan tertentu yang diberikan oleh mesin uji kuat tekan beton. Pengujian tersebut dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Hal ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kuat tekan beton berdasarkan lamanya umur beton dan mengetahui proporsi substitusi semen menggunakan fly ash untuk mendapatkan kuat tekan beton dengan

campuran fly ash yang optimum. Hasil uji kuat tekan data dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Kuat Tekan

No	Komposisi	Berat Benda Uji			
		Uji (kg)	Kuat Tekan (Mpa)		
			7 Hari	14 Hari	28 Hari
1	FA 0	11,85	6,80	8,78	10,48
2		11,79	8,21	9,35	11,61
3		11,98	7,93	9,35	11,05
Rata-rata		11,87	7,65	9,16	11,05
1	FA 10	11,77	6,68	8,21	10,76
2		11,75	6,80	9,06	11,61
3		11,81	7,78	9,06	10,20
Rata-rata		11,78	7,09	8,78	10,86
1	FA 15	11,74	6,80	9,06	10,20
2		11,81	8,21	9,06	11,90
3		11,76	6,80	8,78	10,20
Rata-rata		11,77	7,27	8,97	10,77
1	FA 20	11,52	5,10	5,38	7,93
2		11,65	4,82	6,23	8,50
3		11,55	4,70	5,10	7,36
Rata-rata		11,57	4,87	5,57	7,93



Gambar 2. Uji Kuat Tekan Beton Dengan Campuran FA.

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 2 menunjukkan Pada uji kut tekan dari 7 hari, 14 hari dan 28 hari, terlihat kuat tekan yang dihasilkan mengalami kenaikan, hal ini dikarenakan kuat tekan beton bertambah tinggi dengan bertambahnya umur, laju kenaikan tersebut dipengaruhi oleh reaksi anatar air dan semen yang membutuhkan waktu, hingga pada hari ke 28 mencapai nilai kuat tekan yang tinggi, dan setelah 28 hari akan terus stabil kuat tekan yang dihasilkan. Kenaikan nilai kuat tekan yang dihasilkan dengan semakin lama bertambahnya usia beton sejalan dengan beberapa penelitian dimana dalam pembuatan beon dengan menggunakan campuran fly ash mengalami peningkatan nilai kuat tekan dari hari ke 14, 21 samai hari ke 28 (Sukarman dkk., 2022).

Nilai uji kuat tekan dengan komposisi FA sebesar 10% dan 15% memiliki nilai uji kuat yang hampir sama dengan komposisi beton tanpa campuran FA, sedangkan untuk beton dengan komposisi FA 20% mengalami penurunan nilai kuat tekan dengan nilai kuat tekan yang berada dibawah batas kuat tekan rencana yaitu sebesar 4,87 Mpa untuk beton dengan umur 7 hari, 5,57 Mpa pada beton usia 14 hari dan 7,93 pada beton usia 28 hari. Hasil uji kuat tekan tertinggi pada beton usia 28 hari. Nilai kuat tekan dengan menggunakan campuran Fly ash menunjukkan bahwa beton normal telah mencapai rencana kuat tekan pada 28 hari (Sulianti, Subrianto, Rahmadona, & Yanti, 2021).

3.2. Beton dengan Substitusi Spent Bleaching Earth (SBE)

Pemanfaatan limbah SBE sebagai bahan substitusi semen dalam pembuatan beton normal skala produksi menggunakan komposisi limbah SBE 10%, 15% dan 20%. Variasi komposisi SBE pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Variasi Uji Beton Substitusi Spent Bleaching Earth

No	Bahan Berat Kode	Berat Per Sample				Satuan
		W 1	W 2	W 3	W 4	
		SBE 0	SBE 10	SBE 15	SBE 20	
1	Semen	158,0	142,2	134,3	126,4	Kg
2	Agregate Halus	384	384	384	384	Kg
3	Agregate Kasar	536	536	536	536	Kg
4	Fly Ash	0	15,8	23,7	31,6	Kg
5	Air	0,96	0,96	0,96	0,96	Liter

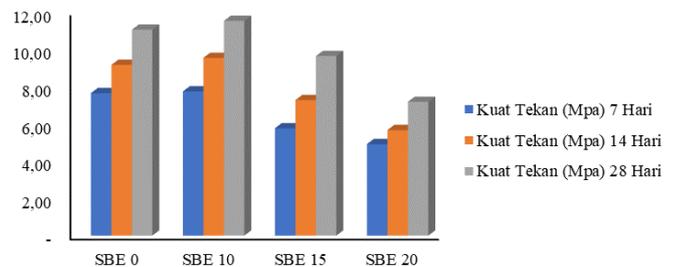
Berdasarkan variasi komposisi SBE sebagai bahan substitusi semen pada pembuatan beton normal skala produksi. Pada penelitian ini melakukan 2 jenis uji yang dilakukan terhadap benda uji beton yaitu uji slump dan uji kuat tekan. Nilai uji slump dan kuat tekan terhadap beton dengan substitusi SBE dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Hasil Uji Slump Substitusi SBE

Komposisi	Uji Slump	Standar hasil Uji Slump	Keterangan
SBE 0	10	6 cm – 12 cm	Normal
SBE 10	10	6 cm – 12 cm	Normal
SBE 15	10,7	6 cm – 12 cm	Normal
SBE 20	11,3	6 cm – 12 cm	Normal

Tabel 7. Uji Kuat tekan Beton dengan substitusi SBE

No	Komposisi	Berat Benda Uji (kg)	Kuat Tekan (Mpa)		
			7 Hari	14 Hari	28 Hari
1	SBE 0	11,85	6,80	8,78	10,48
2		11,79	8,21	9,35	11,61
3		11,98	7,93	9,35	11,05
	Rata-rata	11,87	7,65	9,16	11,05
1	SBE 10	11,77	7,93	9,63	11,61
2		11,75	7,08	9,35	11,05
3		11,81	8,21	9,63	11,90
	Rata-rata	11,78	7,74	9,54	11,52
1	SBE 15	11,74	5,95	7,65	9,63
2		11,81	5,95	6,80	9,91
3		11,76	5,38	7,36	9,35
	Rata-rata	11,77	5,76	7,27	9,63
1	SBE 20	11,52	5,10	5,38	6,80
2		11,65	4,82	6,23	7,65
3		11,55	4,82	5,38	7,08
	Rata-rata	11,57	4,91	5,66	7,18



Gambar 3. Uji Kuat Tekan Beton Dengan Campuran SBE.

Pada pembuatan beton dengan substitusi semen menggunakan limbah SBE pada uji dari 7 hari, 14 hari dan 28 hari, terlihat kuat tekan yang dihasilkan mengalami kenaikan, hal ini dikarenakan kuat tekan beton bertambah tinggi dengan bertambahnya umur, laju kenaikan tersebut dipengaruhi oleh reaksi anatar air dan semen yang membutuhkan waktu, hingga pada hari ke 28 mencapai nilai kuat tekan yang tinggi, dan setelah 28 hari akan terus stabil kuat tekan yang dihasilkan.

Grafik hasil Kuat Tekan tersebut diatas, dapat dilihat bahwa sample dengan kadar SBE 10% pada dengan rata-rata kuat tekan pada hari ke 7 yaitu 7,74 MPa, hari ke 14 yaitu 9,54 MPa, dan hari ke 28 yaitu 11, 52 MPa masih mengimbangi nilai kuat tekan yang beton yang tanpa perlakuan substitusi SBE dan nilainya bahkan melebihi tinggi, Hal ini disebabkan karena tekstur SBE yang halus dapat mengisi rongga yang ada di dalam adonan sehingga sample menjadi lebih padat. Pemanfaatan SBE sebagai bahan pelengkap semen

dalam campuran beton sebanyak 5% akan meningkatkan nilai kuat tekan beton (Sutrisno, Alrasyd, Wulandari, & Hakam, 2021). Pada Penelitian ini penggunaan SBE sebesar 10% merupakan komposisi paling optimal dalam campuran beton hal ini sejalan dengan penelitian (Ashari & Dermawan, 2018) secara ilmiah membuktikan bahwa secara teknis maupun lingkungan, campur beton dengan SBE 10% terbukti layak. Limbah SBE mengandung senyawa kimia yang paling dominan berupa SiO₂, senyawa ini salah satu komposisi material semen Portland yang digunakan dalam campuran beton, sehingga sebagaimana diketahui, kandungan silika sangat penting untuk memproduksi beton (Mahmud, Widiati, & Ferabianie, 2020).

Pada sample dengan kadar SBE 15% dan 20% mengalami penurunan kuat tekan dan tidak dapat mengejar nilai kuat tekan tanpa perlakuan, hal ini disebabkan jumlah oil content SBE pada 15% dan 30% menurunkan nilai kuat beton. Namun faktor faktor lain seperti lumpur ataupun aggregate kasar (batu split) yang kurang baik (diatas 5%, sesuai hasil penelitian), juga membuat menurunnya kuat tekan beton.

Hasil penelitian dengan menerapkan substitusi FA dan SBE, menunjukkan untuk FA lebih baik dibandingkan spent bleaching earth dalam kuat tekan yang dihasilkan. Komposisi FA sebagai substitusi semen secara optimal sehingga tercapai mutu beton terencana sebesar 15%, sementara SBE sebagai substitusi komposisi semen adalah 10%. Pengurangan jumlah pemakaian semen dengan substitusi FA dan SBE pada campuran beton dengan komposisi 15% FA dan 10% SBE, diperoleh efisiensi sebagai berikut:

1. Jika secara perbulan kebutuhan semen pada produksi readymix mencapai rata-rata 1.000 ton, maka limbah FA yang dapat dimanfaatkan adalah 150 ton atau SBE adalah 100 ton tiap bulannya dan hal ini cukup signifikan bagi penghasil limbah dimana limbah tersebut dapat dimanfaatkan daripada harus dilakukan pengelolaan secara landfill.
2. Upaya mengurangi biaya produksi ready mix (beton), sebesar 15% untuk pemanfaatan FA atau 10% untuk pemanfaatan SBE, dan jika harga semen per ton rata-rata adalah Rp. 1.200.000/ton, maka secara penghematan biaya produksi adalah berkisar 150 juta rupiah atau jika dengan SBE berkisar 100 juta rupiah per bulannya selain didapat juga support biaya per ton dari pihak

penghasil limbah atas industry ataupun instansi pemanfaat limbah. Walaupun nilai komposisi SBE sebagai substitusi semen lebih rendah dari FA, namun nilai support biaya pemanfaatan limbah per ton dari penghasil limbah lebih besar dari support biaya pemanfaatan limbah yang diberikan penghasil limbah FA.

3. Pemanfaat Limbah dapat mendaftarkan perusahaannya ke Kementerian lingkungan hidup sebagai pemanfaat Limbah, dan akan diberikan Surat Izin dan program dari Kementerian Lingkungan Hidup yang terkoneksi antar penghasil limbah dan pemanfaat limbah, sehingga pemerintah dapat memantau/mengawasi pemanfaatan limbah FA ataupun SBE.

4. KESIMPULAN

Pada penerapan skala produksi ini membuktikan bahwa pemanfaatan fly ash sangat signifikan mengurangi pemakaian semen sebesar 15%. Selain itu sebagai alternatif, pemanfaatan Spent bleaching Earth (SBE) dapat juga digunakan sebagai substitusi semen sebesar 10%. Pemanfaatan limbah FA dan SBE layak diterapkan dalam skala produksi sehingga meyakinkan pengelola batching plant untuk menerapkan pemanfaatan tersebut untuk mendapatkan HPP yang lebih rendah sehingga nilai jual ke konsumen lebih terjangkau. Selain itu mendukung pemerintah untuk terus berupaya memanfaatkan limbah baik itu fly ash maupun spent bleaching earth (SBE) sehingga menjadi limbah yang bermanfaat untuk masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, Y. H. M., Soto, M. G., Alyousef, R., El-zeadani, M., Alabduljabbar, H., & Aune, V. (2020). Results in Engineering Performance investigation of high-proportion Saudi- fly-ash-based concrete. *Results in Engineering*, 6(February), 1–16. doi: 10.1016/j.rineng.2020.100118
- Ashari, M. L., & Dermawan, D. (2018). *Studi Pemanfaatan Limbah Padat Industri Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Spent Bleaching Earth sebagai Pengganti Agregat pada Campuran Beton*. 15(1).
- Ashari, M. L., Dermawan, D., & Sunarya, R. B. (2017). *Pemanfaatan Limbah Padat Spent Bleaching Earth pada PT . SMART Tbk . Surabaya Sebagai Pengganti Agregat Halus pada Campuran Beton*. 1509, 123–128.

- Kho, J. H. (2021). Incorporation of Eco Process Pozzolan (EPP) as Partial Cement Replacement and Superplasticisers in Concrete Incorporation of Eco Process Pozzolan (EPP) as Partial Cement Replacement and Superplasticisers in Concrete. *4th National Conference on Wind & Earthquake Engineering*, 682, 1–10. doi: 10.1088/1755-1315/682/1/012014
- Mahmud, J., Widiati, A., & Ferabianie, A. L. (2020). *Outlook Teknologi Pangan 2019*.
- Muflichah, A., & Ariyanti, D. (2020). Studi Keamanan Manusia Melalui Kerjasama Regional di Asia Timur Dalam Menangani Polusi Lingkungan. *Jurnal FISK*, 1(1), 1–13.
- Nayak, D. K., Abhilash, P. P., Singh, R., Kumar, R., & Kumar, V. (2022). Fly ash for sustainable construction : A review of fly ash concrete and its beneficial use case studies. *Cleaner Materials*, 6(September), 100143. doi: 10.1016/j.clema.2022.100143
- Othman, R., Duraisamy, Y., Jaya, R. P., Mustafa, M., Bakri, A., Mangi, S. A., & Sliwa, A. (2022). *Kekuatan tekan dan daya tahan beton berbusa yang menggabungkan Tanah Bleaching Bekas Olahan Arif Sulaiman³ Chong Beng Wei⁶ Marcin*. 0–3. doi: 10.24425/ace.2022.140663
- Shaikh, F. U. A. (2016). Mechanical and durability properties of fly ash geopolymer concrete containing recycled coarse aggregates. *International Journal of Sustainable Built Environment*. doi: 10.1016/j.ijbe.2016.05.009
- Shalini, A., Gurunarayanan, G., Kumar, R. A., Prakash, V. J., & Sakthivel, S. (2016). Performance of Rice Husk Ash in Geopolymer Concrete. *IJIRST –International Journal for Innovative Research in Science & Technology*, 2(12), 73–77.
- Solikin, M., Ihsan, I. N., Setiawan, B., & Nurchasanah, Y. (2021). Analisis Kehalusan Fly Ash Sebagai Bahan Substitusi Semen Ash Mutu Normal. *Prosiding CEEDRiMS 2021*, 157–163.
- Styaningsih, I., Sulistyorini, D., Yasin, I., & Sutarto, A. (2022). *Pengaruh Campuran Abu Ampas Tebu Dan Flyash Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Normal*. 6, 7–14.
- Sukarman, Yanuarini, E., Tiyani, L., Salsabila, S. R., Seren, V., Teknik, J., Jakarta, N. (2022). *Pengaruh substitusi slag nikel dan fly ash terhadap kuat tekan beton sebagai pemecah gelombang*. 9(1), 1–8.
- Sulianti, I., Subrianto, A., Rahmadona, E., & Yanti, O. (2021). *Analisis Kuat Beton Geopolimer Menggunakan Fly Ash dan*. 9(85), 63–70.
- Sutrisno, W., Alrasyd, H., Wulandari, K. D., & Hakam, M. (2021). Experimental investigation on properties of concrete mortar incorporating spent bleaching earth waste as supplementary cementitious material Experimental investigation on properties of concrete mortar incorporating spent bleaching earth waste as supplement. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 871, 1–8. doi: 10.1088/1755-1315/871/1/012005
- Syafawi, M., Purnamasari, E., & Ridzeki, F. (2022). Fly Ash. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Tahun 2022 (SENASTIKA 2022)*, 42–48.