

## Pemanfaatan Agregat Tambang Sangkaropi' dan *Fly Ash* sebagai Pengganti Sebagian Semen pada Beton

Luciana Buarlele <sup>\*1</sup>, Benny Kusuma <sup>\*2</sup>, Lulus Ananto Mangiwa <sup>\*3</sup>

<sup>\*1,2</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia [luciana@ukipaulus.ac.id](mailto:luciana@ukipaulus.ac.id) dan [bkusuma2508@gmail.com](mailto:bkusuma2508@gmail.com)

<sup>\*3</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia [luluspasomba212@gmail.com](mailto:luluspasomba212@gmail.com)

**Corresponding Author:** [luciana@ukipaulus.ac.id](mailto:luciana@ukipaulus.ac.id)

### Abstrak

Beton adalah bahan dalam konstruksi yang sering dijumpai. Kebutuhan material beton semakin tinggi karena pembangunan semakin pesat tiap tahunnya. Dalam meningkatkan dan menjaga mutu beton yang baik maka diperlukan material dengan kualitas yang baik pula. Agregat kasar penelitian ini diperoleh dari Tambang Sangkaropi' yang berada di Sulawesi Selatan tepatnya di Kabupaten Toraja Utara. Agregat dari Tambang Sangkaropi' diyakini banyak mengandung mineral seperti aluminium oksida, kalsium oksida, silikat oksida dan mineral lainnya. Untuk campuran semen dimanfaatkan abu terbang atau *fly ash* dari sisa pembakaran batubara yang digiling halus. Penelitian ini menggunakan variasi *fly ash* 0%, 10% dan 15%. Dari hasil pengujian dengan penggunaan *fly ash* diperoleh peningkatan kuat tekan yang signifikan. Untuk hasil pengujian beton dinyatakan telah sesuai dengan standar mutu rencana.

**Kata Kunci:** Pengujian Beton, Agregat Tambang Sangkaropi', *Fly Ash*

### Abstract

Concrete is a material in construction that we often encounter. The need for concrete material is getting higher because development is getting faster every year. In improving and maintaining good concrete quality, good quality materials are also needed. The rough aggregate of this study was obtained from Sangkaropi' Mine located in South Sulawesi, precisely in North Toraja Regency. Aggregates from the Sangkaropi' Mine are believed to contain many minerals such as aluminum oxide, calcium oxide, silicate oxide and other minerals. For cement mixtures, fly ash or fly ash is used from the rest of the burning of finely ground coals. This study used 0%, 10% and 15% fly ash variations. From the test results with the use of fly ash obtained a significant increase in compressive strength. For concrete test results, it is stated that it is in accordance with the quality standards of the plan.

**Keywords:** Concrete Testing, Sangkaropi' Mine Aggregate, Fly Ash

## PENDAHULUAN

*Fly ash* adalah sisa pembakaran batu bara yang digiling halus. *Fly ash* berwarna abu-abu serta butirannya bersifat *pozzolanic* yang apabila terkena air akan mengeras. Kegunaan *fly ash* sebagai bahan adiktif dalam beton ialah sebagai pengisi (*filler*) yang menaikkan internal kohesi serta mengurangi porositas area transisi yang merupakan bagian terkecil dalam beton, sehingga beton akan jadi lebih kokoh. Dalam penelitian ini digunakan agregat tambang dari Sangkaropi' dan *fly ash* atau yang biasa disebut abu terbang sebagai campuran sebagian *filler*. Ada berbagai penelitian yang menggunakan bahan tambah dan bahan pengganti dalam campuran beton, diantaranya Pemanfaatan abu terbang pada pengujian beton. Pada penelitian ini diperoleh penggunaan abu terbang 25% adalah kadar yang optimum dengan hasil porositas abu terbang

minimum 29,3% [1], Substitusi bahan pengisi dengan abu terbang dan penggunaan agregat dari batu gamping pada pengujian beton. Dengan penggunaan kadar optimum abu terbang sebanyak 15% diperoleh hasil pengujian beton yang maksimal dan telah sesuai dengan ketentuan kuat rencana [2].

Penggunaan limbah karbit sebagai pengganti semen untuk pengujian beton, dengan penggunaan variasi 0% sampai dengan 4% dari berat benda uji didapatkan hasil pengujian laboratorium meningkatkan nilai kuat tekan pada variasi 2% yaitu 3,21 Mpa dan kuat lentur 1,21 MPa serta 0,83 gr/cm<sup>3</sup> untuk berat jenis [3], Pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan pengganti semen pada pengujian beton ringan struktural. Limbah pertanian yang dipakai adalah sekam padi yang dibakar terlebih dahulu dan ampas tebu. Pada pengujian digunakan perbandingan 1:1 antara abu sekam padi dan ampas tebu dengan persentase substitusi semen 5%, 10%, 15% dan 20%. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh hasil pada kadar 5% dengan nilai kuat hancur terbesar dan pada kadar 20% diperoleh volume yang paling kecil [4], Pemanfaatan serat sabut kelapa pada campuran beton berdasarkan hasil pengujian diperoleh peningkatan nilai kuat tekan di setiap pertambahan umur perawatan beton. Kenaikan nilai ini terjadi pada benda uji dengan penambahan serat sabut kelapa dan benda uji tanpa pencampuran serat sabut kelapa [5].

Studi kasus pengaruh *bottom ash* pada pengujian kuat tarik dan kuat tekan beton. Berdasarkan pengujian didapatkan variasi penambahan *bottom ash* yang ideal adalah 0,09%. Pada variasi ini diperoleh adanya peningkatan kuat tekan dibandingkan tanpa pencampuran *bottom ash* [6], Pemanfaatan limbah las karbit sebagai substitusi semen dalam pengujian beton, dengan memakai variasi limbah las karbit 0% sampai dengan 20% didapatkan hasil pengujian tertinggi pada 10% untuk umur 28 hari sedangkan untuk kuat tekan paling kecil pada variasi 20% [7], Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mira yaitu pengujian beton dengan penggunaan abu terbang sebagai pengganti semen diperoleh kuat tekan maksimum pada kadar 12,5% [8], Dari hasil pengujian dengan pemanfaatan *fly ash* didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan *fly ash* mampu meningkatkan kuat tekan beton SCC pada persentase 15%. Setelah melewati persentase 15% kembali menurun namun lebih besar dari hasil uji beton SCC normal [9], Dari penelitian yang dilakukan Rizky dengan penggunaan abu terbang pada pengujian beton diperoleh pengaruh yang sangat signifikan pada kekuatan beton untuk awal umur beton. Kuat tekan maksimal didapatkan pada kadar 12,5% [10].

## METODOLOGI

### A. Pengadaan Agregat dan *Fly Ash*

Agregat halus atau pasir adalah hasil disintegrasi alami dari batuan atau batu pecah yang didapatkan dari industri pemecah batu yaitu tambang Sangkaropi' yang berasal dari Kecamatan Sa'dan, Kabupaten Toraja Utara. Sedangkan agregat kasar yang digunakan berasal dari Bili-bili, Sulawesi Selatan. Untuk *fly ash* atau abu terbang yang merupakan sisa pembakaran batu bara yang digiling halus berasal dari PT. Makassar Tene.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Agregat Halus



Gambar 2. Pengambilan Agregat Halus



Gambar 3. Abu Terbang

#### B. Persiapan Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, oven, cetakan silinder, ayakan, mesin ayakan, kerucut konik, satu set uji *slump*, *mixer*, bak perendam dan mesin uji tekan.

#### C. Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat halus dan kasar dilakukan berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan dan menurut hasil uji diperoleh semua pengujian telah lolos spesifikasi. Berikut hasil pengujian agregat. Untuk kadar lumpur diperoleh 1,696% pada agregat halus dan 0,200% pada agregat kasar, kadar air 3,306% agregat halus dan 0,888% agregat kasar, berat jenis pada agregat kasar untuk *Apparent Specific Gravity*, *berat kering*, *SSD* dan persentase *absorpsi* air adalah 2,956 gr, 2,828 gr, 2,871 gr dan 1,523% sedangkan pada agregat kasar 2,520 gr, 2,462 gr, 2,485 gr dan 0,929%. Untuk berat volume padat dan gembur agregat halus sebesar 1501,572 kg/m<sup>3</sup> dan 1446,541 kg/m<sup>3</sup> sedangkan agregat kasar 1594,643 kg/m<sup>3</sup> dan 1441,071 kg/m<sup>3</sup>. Pada pengujian analisa saringan untuk modulus kehalusan agregat halus dan kasar diperoleh 2,043 dan 7,120.

#### D. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Benda uji dibuat dengan menggunakan variasi *fly ash* 0%, 10% dan 15% untuk pencampuran sebagian semen. Pada kuat tekan variasi 0% diberi kode BNKT dan BKT untuk variasi dengan penambahan abu terbang/*fly ash*, untuk kuat tarik belah variasi 0% diberi kode BNTB dan BTB untuk variasi dengan penambahan abu terbang/*fly ash* dan BNME untuk variasi tanpa pencampuran *fly ash* pada modulus elastisitas dan BME untuk variasi dengan penambahan *fly ash*. Setelah pembuatan benda uji kemudian dilakukan perawatan dengan tujuan mencegah terjadinya retak pada permukaan beton akibat penguapan air yang terlalu cepat pada beton yang masih muda dan memperbesar kemungkinan tercapainya kekuatan beton yang disyaratkan dengan cara menstabilkan hidrasi semen.



Gambar 4. Proses Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

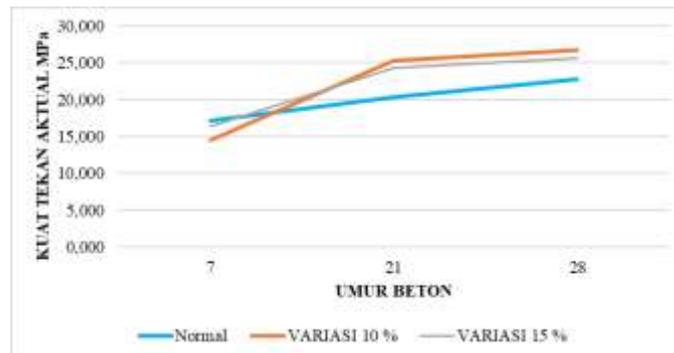
#### E. Pengujian Beton

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah proses perawatan dan *curing* dengan masa pemeliharaan 7, 21, dan 28 hari. Sedangkan pengujian kuat tarik belah dan modulus elastisitas dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari.

## HASIL PEMBAHASAN

### 1. Kuat Tekan Beton

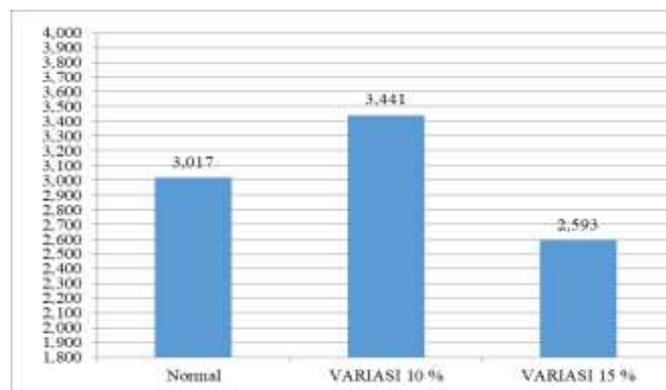
Berdasarkan hasil pengujian laboratorium diperoleh kesimpulan bahwa abu terbang dapat membantu meningkatkan hasil kuat tekan beton. Dari grafik dibawah dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan berbanding lurus dengan umur beton, dimana semakin bertambah umur beton maka semakin besar nilai kuat tekannya. Rata – rata hasil uji untuk variasi normal adalah 25,494 MPa, 26,589 untuk variasi 10% dan 22,463 MPa untuk variasi 15%.



Gambar 5. Grafik Kuat Tekan Umur 28 hari

### 2. Kuat Tarik Belah

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium diperoleh kesimpulan bahwa abu terbang dapat membantu meningkatkan hasil kuat tarik belah hanya sampai pada variasi 10% saja. Dari grafik dibawah dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik yang didapatkan bervariasi dimana pada beton normal tanpa pencampuran diperoleh 3,017 MPa kemudian naik sampai pada variasi 10% yaitu 3,441 lalu kembali mengalami penurunan nilai pada variasi 15% dengan hasil uji 2,593 MPa.



Gambar 6. Grafik Kuat Tarik Belah Umur 28 hari

### 3. Modulus Elastisitas

Berdasarkan pengujian laboratorium untuk beton normal diperoleh hubungan antara tegangan dan regangan dalam garis linier yang mana semakin besar nilai tegangan maka semakin besar pula nilai regangan sampai pada tegangan maksimum. Regangan yang diperoleh pada tegangan maksimum berturut – turut 0,001100; 0,001967; 0,002433 dengan tegangan maksimumnya 24,345 MPa, 25,478 MPa dan 27,176 MPa. Untuk beton variasi 10% *fly ash* diperoleh hubungan antara tegangan dan regangan dalam garis linier yang mana semakin besar nilai tegangan maka semakin besar pula nilai regangan sampai pada tegangan maksimum. Regangan yang diperoleh pada tegangan maksimum berturut – turut 0,002933; 0,002933; 0,002867 dengan tegangan maksimumnya 24,345 MPa, 27,176 MPa dan 28,875 MPa. Sedangkan pada beton variasi 15% *fly ash* diperoleh hubungan antara tegangan dan regangan dalam garis linier yang mana semakin besar nilai

tegangan maka semakin besar pula nilai tegangan sampai pada tegangan maksimum. Regangan yang diperoleh pada tegangan maksimum berturut – turut 0,002300; 0,002833; 0,001667 dengan tegangan maksimumnya 22,647 MPa, 22,081 MPa dan 23,213 MPa.

## KESIMPULAN

Kuat tekan meningkat dan melebihi beton normal dengan adanya penambahan variasi *fly ash* 10% dan 15%. Untuk kuat tarik belah terjadi peningkatan nilai hanya sampai pada kadar 10% dan kadar ini menjadi hasil uji maksimum pengujian. Disamping itu hubungan kuat tekan dengan kuat tarik belah, modulus elastisitas juga meningkat dan hubungan ini dapat dilihat bahwa substitusi *fly ash* dengan menggunakan agregat halus Tambang Sangkaropi' sangat berpengaruh pada sifat mekanis beton.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. R. E. Nanda, H. Warman, Taaufik dan R. Mulyani, "Penggunaan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton Porous," *Jurnal Rekayasa*, vol. 12, no. 1, pp. 11-25, 2022. <https://jurnalrekayasa.bunghatta.ac.id/index.php/JRFTSP/article/view/124>
- [2] W. Desliono, H. Parung dan S. R. Tonapa, "Pemanfaatan Fly Ash sebagai Substitusi Semen dan Batu Gamping sebagai Agregat pada Beton," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 209-216, 2021. <https://doi.org/10.52722/pcej.v3i2.249>
- [3] F. A. Ultann dan Y. Risdianto, "Pemanfaatan Limbah Karbit sebagai Bahan Pengganti (Substitusi) Semen pada Pembuatan Beton Ringan Seluler (CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE)," *Rekayasa Teknik Sipil*, vol. 8, no. 1, pp. 1-7, 2020. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/31797>
- [4] D. Nurtanto, M. F. Kusyantiyo, N. M. Utami dan H. Suyoso, "Pengaruh Substitusi Semen dengan Limbah Pertanian pada Beton Ringan Struktural," *REKYASA Journal of Science and Technology*, vol. 13, no. 2, pp. 112-117, 2020. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i2.6246>
- [5] Musrifin, M. Abdu dan A. Saputra, "Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tahan Beton," *SCEJ*, vol. 6, no. 2, pp. 65-74, 2021. <https://doi.org/10.35326/scej.v6i2.2092>
- [6] S. U. Dewi dan F. Prasetyo, "Analisa Penambahan Bottom Ash Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton," *JICE*, vol. 2, no. 2, pp. 31-45, 2021. <https://doi.org/10.33365/jice.v2i02.1307>
- [7] A. Makmur, S. Harahap dan F. Patriotika, "Analisa Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Limbah Las Karbit sebagai Pengganti Semen," *Statika*, vol. 5, no. 1, pp. 96-106, 2022. <https://jurnal.ugn.ac.id/index.php/statika/article/view/914>
- [8] M. Setiawati, "Fly Ash sebagai Bahan Pengganti Semen pada Beton," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, pp. 1-8, 2018. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3556>
- [9] Ngudiyono, N. N. Kencanawati dan R. Prakarsa, "Pemanfaatan Fly Ash sebagai Bahan Substitusi Parsial Semen pada Beton Memadat Sendiri," *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 23, no. 1, pp. 55-60, 2022. <https://doi.org/10.29122/jtl.v23i1.5130>
- [10] R. F. Pohan dan M. R. Rambe, "Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton," *Jurnal LPPM UGN*, vol. 12, no. 3, 2021. <https://jurnal.ugn.ac.id/index.php/jurnalLPPM/article/view/866>