

KAJIAN LABORATORIUM KUAT TARIK BELAH BETON *EGG TRAY*
DENGAN PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER*

LABORATORY STUDY OF SPLIT TENSILE STRENGTH OF EGG TRAY CONCRETE
WITH THE ADDITION OF SUPERPLASTICIZER

Jusuf Wilson Meynerd Rafael^{*1}, Alva Yuventus Lukas²

^{1,2}Dosen / Program Studi D-III Teknik Sipil / Jurusan, Teknik Sipil / Politeknik Negeri Kupang
Korespondensi: jusuf.rafael@pnk.ac.id

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah *egg tray* sebagai substitusi agregat halus dapat menjadi salah satu alternatif untuk pembuatan beton ramah lingkungan. Kelemahan yang dimiliki oleh beton dengan *egg tray* dapat diperbaiki dengan pemberian *superplasticizer* baik untuk nilai kuat tekan maupun kuat tarik belah beton. Penelitian ini menggunakan limbah *egg tray* sebagai substitusi agregat halus sebesar 3% dengan variasi kandungan *superplasticizer*. Benda uji dibuat dalam bentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang divariasikan kandungan *superplasticizer* sebesar 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2% dan 5 % yang dibandingkan dengan kondisi beton normal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton yang diberikan limbah *egg tray* sebesar 3% sebagai substitusi agregat halus memiliki nilai kuat tarik belah yang lebih rendah dibandingkan dengan beton normal. Dengan pemberian bahan tambah *superplasticizer* dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah hingga kandungan 1% *superplasticizer*. Semakin meningkat kandungan *superplasticizer*, nilai kuat tarik belah akan kembali mengalami penurunan.

Kata Kunci: Beton Ramah Lingkungan; Kuat Tarik Belah; Limbah *Egg Tray*; *Superplasticizer*

ABSTRACT

Using egg tray waste as a fine aggregate substitute can be an alternative for making environmentally friendly concrete. The weaknesses of concrete with egg trays can be corrected by adding a superplasticizer to both the compressive strength and split tensile strength of the concrete. This study used an egg tray waste as a fine aggregate substitution of 3% with variations in superplasticizer content. The test specimens were by a concrete cylinder with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm, which varied the superplasticizer content by 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, and 5% compared to normal concrete conditions. The test results show that concrete given a 3% egg tray waste as a substitute for fine aggregate has a lower split tensile strength value than normal concrete. Adding superplasticizer material can increase the value of split tensile strength up to 1% superplasticizer content. As the superplasticizer content increases, the value of the split tensile strength will again decrease.

Keywords: *Egg Tray Waste; Green Concrete; Split Tensile Strength; Superplasticizer*

PENDAHULUAN

Dibalik keuntungan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi, terdapat dampak lingkungan yang dihasilkan sebagai akibat penggunaan sumber daya alamnya. Proses pencampuran material beton berpengaruh terhadap kelestarian lingkungan, selain itu gas yang dihasilkan dari produksi semen juga mempengaruhi kualitas udara disekitarnya (Agarwal et al., 2016; Mohammad et al., 2019; Al-Azzawi et al., 2020). Oleh karena itu, penggunaan teknologi beton ramah lingkungan yang tetap menjamin ketahanan dan usia konstruksi dengan syarat perawatan minimum menjadi pilihan yang diutamakan demi menjaga kelestarian lingkungan (Sagban, 2019).

Sebagai limbah rumah tangga yang mudah ditemukan, *egg tray* jika tidak terpakai maka akan dibakar atau dibuang sehingga dapat merusak dan mencemari lingkungan sedangkan *egg tray* sendiri merupakan hasil daur ulang dari limbah kertas (Kurniasih, 2013, Handoko et al., 2018, Pradana et al., 2019). Untuk jumlah produksi *egg tray* di wilayah Indonesia akan cenderung mengalami peningkatan di setiap tahunnya. Pada tahun 2022 terjadi peningkatan produksi telur untuk jenis ayam petelur sebesar 7.96% (BPS, 2023). Jika diperhitungkan dengan produksi telur ayam buras dan telur itik maka potensi meningkatnya limbah *egg tray* akan semakin tinggi.

Pemanfaatan limbah *egg tray* sebagai substitusi agregat halus pada campuran beton yang dilakukan oleh Rafael et al., (2021) hanya sebatas pada pengujian kuat tekan beton. Hasil yang diperoleh dengan substitusi *egg tray* sebesar 1% dapat digunakan sebagai beton struktural. Tetapi, dengan peningkatan persentasi *egg tray* dapat menurunkan kuat tekan beton secara signifikan sehingga tidak dapat digunakan untuk keperluan struktural. Penambahan *superplasticizer* dalam campuran beton dengan limbah *egg tray* dalam persentasi tertentu dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton, tetapi jika kandungan *superplasticizer* semakin ditingkatkan dapat menurunkan kuat tekan beton (Rafael et al., 2022).

Selain kuat tekan beton, parameter lainnya untuk kekuatan beton adalah kuat tarik belah (*split tensile strength*). Pengujian kuat tarik belah bertujuan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton dan untuk mengetahui kekuatan ikatan semen terhadap agregat pada campuran beton (Putra dan Widjaja, 2015).

TINJAUAN PUSTAKA

Berat Isi Beton

Berat isi beton juga disebut berat volume beton merupakan perbandingan berat beton terhadap volume. Berat isi beton dipengaruhi oleh berat isi agregat pembentuk beton seperti yang ditunjukkan dalam persamaan (1).

$$\gamma_c = \frac{W}{V} \quad (1)$$

γ_c adalah berat isi/volume beton dalam satuan kg/m^3 ; W adalah berat beton dalam satuan kg dan V adalah volume beton dalam satuan m^3 .

Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton adalah kuat tarik beton yang didasarkan pada kuat tekan belah silinder beton yang diberi beban tekan secara lateral. Formula kuat tarik belah beton ditunjukkan dalam persamaan (2).

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi DL} \quad (2)$$

f_{ct} adalah tegangan tarik belah dalam satuan MPa atau kg/cm^2 ; P adalah gaya tekan dalam N atau kg; D adalah diameter benda uji dalam mm atau cm dan L adalah Panjang silinder dalam mm atau cm.

Penelitian Terdahulu

Pengujian kuat tarik belah dengan variasi kuat tekan beton yang dilakukan oleh Untu et al., (2015) menunjukkan bahwa dengan kuat tekan yang digunakan sebesar 20, 25, 30, 35 dan 40 MPa, nilai kuat tarik belahnya juga akan meningkat seiring peningkatan kuat tekannya. Hubungan kuat tekan dan kuat tarik belah beton berkisar $0.52-0.55\sqrt{f_c}$ dan nilai perbandingan kuat tarik belah berkisar 8.78-11.59% dari kuat tekan beton.

Kuat tarik belah untuk beton geopolimer berbasis abu terbang (*fly ash*) yang diteliti oleh Putra et al. (2014) menunjukkan bahwa nilai maksimum rata-rata kuat tarik belah beton *geopolymer* berbasis *fly ash* adalah sebesar 1.685 MPa didapatkan pada variasi curing time 24 jam menggunakan oven dengan umur saat tes 7 hari. Jika dibandingkan dengan kuat tekan yang diperoleh maka nilai kuat tarik belah beton adalah $f_{ct} = 0.322\sqrt{f_c}$

Perlakuan pemberian agregat dari sumber yang

berbeda (*quarry*) di daerah Sulawesi Utara dilakukan oleh Supit et al., (2016) untuk memeriksa kuat tarik belah beton yang dihasilkan dari setiap *quarry*. Hasil pengujian menunjukkan terjadinya perbedaan nilai kuat tarik belah beton dari setiap variasi agregat yang diberikan. Penggunaan kerikil alam sebagai agregat kasar pada beton memberikan nilai kuat tarik belah beton yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan kerikil pecah.

Penggunaan agregat *recycled* pada campuran beton yang dinamakan *recycled concrete* dilakukan oleh Dalati et al., (2011) untuk melihat hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik beton. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan dan kuat tarik beton secara signifikan mengalami penurunan ketika menggunakan *agregat recycled* dibandingkan menggunakan agregat asli yang alami. Selain itu untuk kondisi dengan penambahan *water-reducer plasticizer* dan penambahan semen dengan volume tertentu memberikan hasil kuat tekan dan kuat tarik beton yang lebih rasional untuk kondisi *recycled concrete*.

Kajian kuat tekan dan kuat tarik belah beton kertas (*papercrete*) dengan bahan tambah serat nylon dilakukan oleh Pratama dan Hisyam, (2016) memberikan hasil bahwa dengan pemberian serat nylon dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton kertas secara bertahap dari persentase 0% sampai dengan 1% serat nylon.

METODE

Material

Beton dibuat dengan menggunakan agregat halus dari *quarry* Takari dan agregat kasar (batu pecah) dari *quarry* Pariti dan semen jenis PCC tipe I. *Egg tray* yang digunakan berasal dari limbah rumah tangga dan pasar tradisional serta menggunakan bahan tambah *superplasticizer* yaitu Sika ViscoCrete 3115N.

Benda Uji

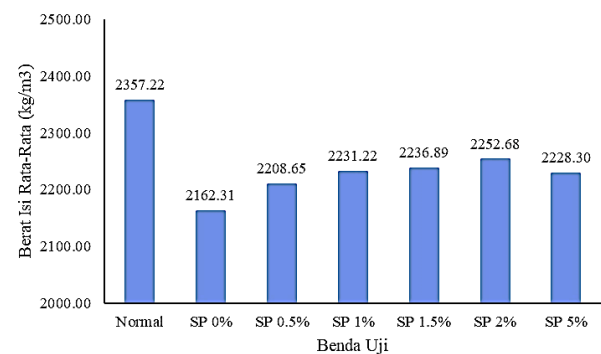
21 buah benda uji dibagi berdasarkan 7 variasi sampel yaitu 1 sampel untuk kondisi beton normal dan 6 sampel untuk kondisi beton dengan *egg tray* sebagai substitusi agregat halus sebesar 3%. Untuk beton dengan 3% *egg tray* diberikan *superplasticizer* dalam campuran beton dengan kandungan *superplasticizer* sebesar 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2% dan 5%. Setiap variasi dibuat sebanyak 3 sampel benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi

30 cm untuk pengujian kuat tarik belah dengan acuan untuk kuat tekan $f'c = 28$ MPa. Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada umur beton telah mencapai 28 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Benda Uji

Pengukuran tinggi benda uji bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya penyusutan volume beton selama proses hidrasi. Hasil pengukuran tinggi benda uji ditampilkan dalam Gambar 1.

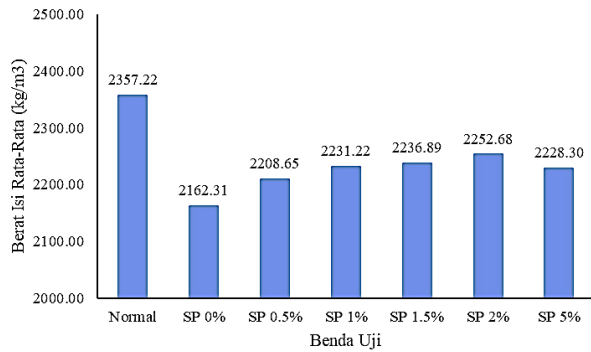


Gambar 1. Grafik perbandingan tinggi benda uji

Tinggi benda uji untuk sampel beton normal dan beton dengan substitusi agregat halus 3% *egg tray* yang mempunyai kandungan 0% *superplasticizer* memiliki nilai yang sama sesuai dengan tinggi cetakan yaitu 300 mm. Dengan meningkatnya persentase *superplasticizer* menyebabkan penurunan tinggi benda uji. Secara berturut untuk setiap kandungan *superplasticizer* yaitu 0.5%, 1%, 1.5%, 2% dan 5% menghasilkan tinggi benda uji sebesar 299.00 mm, 297.67 mm, 297.33 mm, 295.67 mm dan 295.50 mm. Hal ini menunjukkan bahwa *superplasticizer* dapat membantu beton dalam pemadatan sendiri (*self compacting*), sehingga meningkatnya kandungan *superplasticizer* maka beton akan semakin padat.

Pengujian Berat Isi Beton

Hasil pengujian berat isi beton ditampilkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Grafik berat isi beton

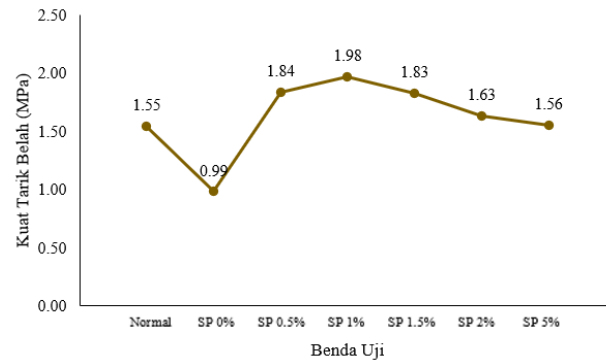
Benda uji untuk kategori beton normal memiliki berat isi sebesar 2357.22 kg/m³, sedangkan untuk benda uji dengan substitusi agregat halus 3% *egg tray* yang mempunyai kandungan 0% *superplasticizer* memiliki berat isi sebesar 2162.31 kg/m³. Dengan peningkatan kandungan *superplasticizer* sebesar 0.5%, 1%, 1.5%, 2% dan 5% menghasilkan berat isi beton menjadi 2208.65 kg/m³, 2231.22 kg/m³, 2236.89 kg/m³, 2252.68 kg/m³, dan 2228.30 kg/m³. Hasil tersebut menggambarkan terjadi peningkatan berat isi beton dengan 3% *egg tray* dari kandungan *superplasticizer* 0.5% hingga 2%, tetapi dengan bertambahnya kandungan 5% *superplasticizer* berat isi beton kembali mengalami penurunan. Meskipun demikian, berat isi beton normal masih lebih besar dibanding beton dengan substitusi agregat halus 3% *egg tray* untuk setiap kandungan *superplasticizer*.

Pengujian Kuat Tarik Belah

Proses dan hasil pengujian kuat tarik belah beton pada umur 28 hari disajikan dalam Gambar 3 sampai dengan Gambar 5.



Gambar 3. Pengujian kuat tarik belah beton



Gambar 4. Grafik kuat tarik belah beton

Pada benda uji untuk beton normal, kuat tarik belah rata-rata diperoleh nilai sebesar 1.55 MPa. Untuk benda uji dengan substitusi agregat halus 3% *egg tray* menghasilkan kuat tarik belah rata-rata sebesar 0.99 MPa. Dengan peningkatan kandungan *superplasticizer* sebesar 0.5%, 1%, 1.5%, 2% dan 5% berturut-turut menghasilkan kuat tarik belah sebesar 1.84 MPa, 1.98 MPa, 1.83 MPa, 1.63 MPa, 1.56 MPa.

Substitusi agregat halus 3% *egg tray* dapat menurunkan kuat tarik belah beton, tetapi dengan pemberian *superplasticizer* dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah sampai pada kandungan 1% *superplasticizer*. Semakin meningkatnya pemberian *superplasticizer* dapat menyebabkan penurunan kuat tarik belah beton.



Gambar 5. Pola retak pengujian kuat tarik belah

Secara umum pola retak pada pengujian kuat tarik belah (Gambar 5) memiliki alur memanjang yang membagi dua benda uji serta sebaran agregat kasar, agregat halus dan *egg tray* merata di setiap bagian penampang benda uji. Untuk beton normal, belahan terjadi melewati agregat halus dan agregat kasar (agregat kasar terbelah). Sedangkan untuk beton dengan substitusi agregat halus 3% *egg tray*

untuk kandungan 0% *superplasticizer*, belahan yang terjadi lebih dominan melewati bagian agregat halus yang bercampur dengan *egg tray* (agregat kasar cenderung tidak terbelah). Hal ini mengindikasikan bahwa bagian agregat halus yang bercampur dengan *egg tray* memiliki daya rekat yang lebih rendah dengan agregat kasar. Dengan pemberian *superplasticizer* dapat meningkatkan daya rekat antara agregat dengan *egg tray* karena beton menjadi lebih padat.

KESIMPULAN

Kuat tarik belah beton memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan kuat tekan beton. Untuk beton yang diberikan *egg tray* sebesar 3% sebagai substitusi agregat halus memiliki nilai kuat tarik belah yang lebih rendah dibandingkan dengan beton normal. Dengan pemberian bahan tambah *superplasticizer* dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah hingga kandungan 1% *superplasticizer*. Semakin meningkat kandungan *superplasticizer*, nilai kuat tarik belah akan kembali mengalami penurunan.

DAFTAR PUSTAKA

Agarwal, N, Garg, N., 2016, "A Research on Green Concrete", *International Journal of Innovation Research in Engineering & Multidisciplinary Physical Sciences*, [e-journal] 4(4), pp. 1-17.

Al-Azzawl, A.A, Al-Azzawl, A.A., 2020, "Mechanical Properties of Green Concrete", *Proceeding of International Conference on Civil and Environmental Engineering Technologies*, pp. 1-9.

Mohammad, N, Lakhari, M.T, Samad, A.A.A, Mydin, M.A.O, Jhatial, A.A, Sofia, S.A, Goh, W.I, Ali, N., 2019, "Innovative and Sustainable Green Concrete – A Potential Review on Utilization of Agricultural Waste", *Proceedings of Postgraduate Symposium in Civil and Environmental Engineering*, pp. 184-195.

Saadon, A.S., Abbas, A.M., Almaya, A.A., 2019, "Revision Study of Green Concrete", *Basrah Journal for Engineering Sciences*, 19(2), pp. 33-38.

Pradana, A, Haq, B.N, Kurniawan, O., 2019, "Pemanfaatan Limbah Tempat Telur untuk Furnitur", *Jurnal IKRA-ITH Teknologi*, 3(3), pp. 14-22.

Kurniasih, P., 2013, "Kelayakan Usaha Pembuatan

Produk Kemasan Telur Dari Kertas Limbah di Sumatera Barat", *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 10(3), pp. 157-172.

Handoko, E, Munir, A.P, Panggabean, S., 2018, "Rancang Bangun Alat Pencetak Rak Telur Puyuh", *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 6(1), pp. 171-176.

Badan Pusat Statistik., 2023, "Produksi Telur Ayam Petelur Menurut Provinsi Tahun 2020-2022", *Badan Pusat Statistik*.

Rafael, J., Alokabel, K., Lukas, A., Mata, A., 2021, "The Partial Substitution Influence of Fine Aggregate with Egg Tray Waste in the Green Concrete Production", *Proceedings of the 4th International Conference on Applied Science and Technology on Engineering Science iCAST-ES*, 1, pp. 1023-1027.

Rafael, J.W.M., Lukas, A.Y., Mata, A.E., Daga, W.M.W.L., 2022, "Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton Dengan Limbah Egg Tray Terhadap Kuat Tekan Beton Untuk Pembuatan Beton Ramah Lingkungan", *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), pp. 69-73.

Putra, D.M, Widjaja, D., 2015, "Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan Beton Ringan dengan Crumb Rubber dan Pecahan Genteng", *Jurnal Rekayasa Sipil*, 4(2), pp. 76-88.

Untu, G.E, Kumaat, E.J, Windah, R.S., 2015, "Pengujian Kuat Tarik Belah dengan Variasi Kuat Tekan Beton", *Jurnal Sipil Statik*, 3(10), pp. 703-708.

Putra, A.K, Wallah, S.E, Dapas, S.O., 2014, "Kuat Tarik Belah Beton Geopolymer Berbasis Abu Terbang (Fly Ash)", *Jurnal Sipil Statik*, 2(7), pp. 330-336.

Supit, F.V, Pandaleke, R, Dapas, S. O., 2016, "Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton dengan Variasi Agregat yang Berasal dari Beberapa Tempat di Sulawesi Utara", *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 6(2), pp. 476-484.

Dalati, R, Matar, P, Shaddad, S, Chehade, F.H., 2011, "Relationship between the Compressive and Tensile Strength of Recycled Concrete", *Advanced Materials Research*, 324, pp. 348-351.

Pratama, E, Hisyam, E.S., 2016, "Kajian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Kertas (Papercrete) dengan Bahan Tambah Serat Nylon", *Jurnal Fropil*, 4(1), pp. 27-39.