

PENENTUAN EPOKSI UNTUK PENGISI SELONGSONG PADA SAMBUNGAN TULANGAN

**Anis Rosyidah¹⁾, Bambang Suryoatmono²⁾, Adijoso Tjondro²⁾, Rinawati¹⁾, dan I
Ketut Sucita¹⁾**

¹Civil Engineering Department, Politeknik Negeri Jakarta

²Civil Engineering Department, Universitas Katolik Parahyangan Civil Engineering

¹email: anis.rosyidah@sipil.pnj.ac.id.

Abstract

There are different types of epoxy available in the market for grouting materials. This epoxy helps connect reinforcement to structural components using sleeves, adhesives, and sleeve filling materials. Some of the epoxies tested consisted of depm-X, mapei, epoxyndo type A, epoxyndo type B, and epoxyndo type C. These experiments included epoxy shear testing and pullout testing. Based on the results of this test, type C epoxyndo was selected. In addition to the characteristics of type C epoxyndo, this epoxy is a local product, so it is easier to obtain at a lower price.

Keywords: *epoxy, shear strength, pullout, bond strength*

PENDAHULUAN

Penyambungan tulangan perlu dilakukan antara lain untuk penyambungan beton pracetak atau untuk perbaikan komponen struktur akibat beban yang berlebihan. Sistem penyambungan tulangan ini dapat dilakukan dengan menggunakan epoksi (Liu et al., 2018). Ikatan yang sempurna antara epoksi dengan tulangan diharapkan terjadi sehingga sambungan memiliki kemampuan menerima beban (Xiao et al., 2020)(M. H. Harajli; B. S. Hamad; and A. A. Rteil, 2004).

Salah satu parameter yang menjadi penentu kekuatan sambungan adalah mekanisme lekatan antara tulangan dengan epoksi. Lekatan tulangan dengan material yang mengikat di sekitarnya diperoleh dari peristiwa adhesi, friksi, dan gaya interlocking (Shima et al., 1987), (Teresa et al., 2008), (Hong and Park, 2012). Adhesi dan friksi terjadi saat beban yang diberikan masih rendah (Xing et al., 2015). Seiring dengan bertambahnya beban yang bekerja selanjutnya gaya interlocking yang melawannya (Tastani and Pantazopoulou, 2010), (Wu and Zhao, 2012).

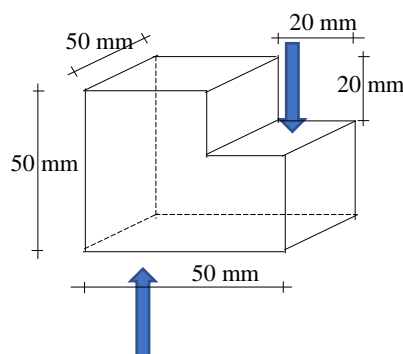
Epoksi digolongkan dalam material polimer jenis termoset (Fard et al., 2012). Epoksi dapat dimanfaatkan sebagai pelapis, perekat, bahan konstruksi, dan matriks untuk serat komposit (Ellis, 1993), (Dornbusch et al., 2016). Kelebihan epoksi sebagai

material berkinerja tinggi sebab memiliki kestabilan terhadap termal, modulus elastisitas, dan kekuatan tekan yang tinggi. Namun sifat kekuatan yang tinggi ini membuat epoksi ini cenderung brittle. Untuk mengurangi sifat brittle tersebut epoksi dapat ditambahkan unsur karet sehingga menjadi lebih kenyal tetapi modulus elastisitasnya menjadi berkurang (Tang et al., 2012), (Hobbiebrunken and Fiedler, 2007).

Pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan tipe epoksi yang dapat digunakan sebagai perekat dan bahan pengisi selongsong pada penyambungan tulangan (Yoo et al., 2018), (Zheng et al., 2020), (Yan et al., 2018). Pemilihan tipe epoksi menggunakan pengujian geser epoksi dan pullout, namun dalam pembahasan hanya dibatasi mengenai hasil pengujian geser epoksi saja. Epoksi yang memiliki kemampuan geser besar berpeluang dipilih untuk dipakai sebagai perekat dan bahan pengisi selongsong penyambungan tulangan (Zhang et al., 2018), (Xu et al., 2018).

METODE PENELITIAN

Pengujian geser langsung material epoksi bertujuan untuk mendapatkan nilai kekuatan geser epoksi dan bentuk kurva hubungan gaya dengan deformasi. Bentuk spesimen disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Spesimen geser epoksi

Epoksi yang diujicoba terdiri dari 5 jenis, yaitu: DempX, Mapei, Epoxyndo tipe A, tipe B, dan tipe C. Hasil pengujian dari kelima epoksi tersebut selanjutnya dideskripsikan kekuatan gesernya. Gaya geser yang besar dengan kemudahan pengerjaan yang dipilih untuk bahan perekat dan pengisi selongsong sebagai sambungan tulangan.

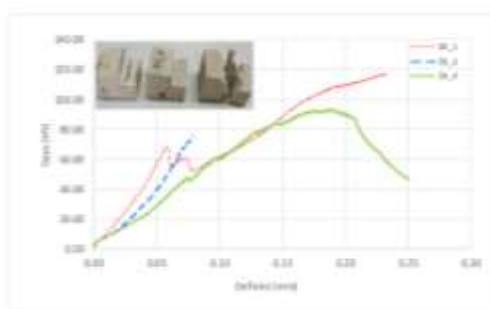
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Geser Epoksi

Hasil pengujian geser kelima jenis epoksi terdiri dari demp-x, mapei, epoxyndo tipe A, epoxyndo tipe B, dan epoxyndo tipe C disajikan pada Gambar 2-6.

1. Demp-X

Hasil pengujian geser epoksi demp-X disajikan pada Gambar 2.

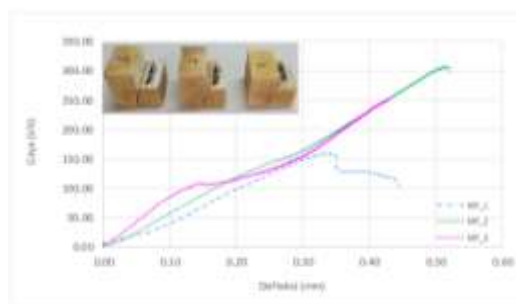


Gambar 2. Hubungan gaya – defleksi pengujian geser epoksi Demp-X

Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian 3 (tiga) buah benda uji. Meskipun ketiga benda uji dibuat dalam 1 waktu dan 1 campuran namun hasilnya sangat bervariasi. Benda uji DX_1 saat diuji dapat menerima gaya hingga lebih dari 100 kN dengan defleksi di atas 0.2 mm, sedangkan DX_3 gaya yang bisa ditahan tidak sampai 80 kN dengan defleksi kurang dari 0.1 mm, dan DX_4 gaya maksimum yang dapat dipikul sampai 90 kN dengan defleksi maksimum mencapai 0.25 mm. Hal ini disebabkan epoksi yang terdiri dari 2 komponen ini terlalu kental, ketika dicampur lekas mengeras. Demikian juga dengan waktu pengerasan, demp-X ini sangat cepat mengeras dan cenderung getas. Ini nampak dari grafik pada Gambar 2 dan kegagalan benda uji setelah dibebani.. Gaya geser ketiga benda uji mencapai 60 kN dengan defleksi hingga 0,20 mm untuk kedua benda uji sedangkan DX_3 tidak mencapai 0,1 mm.

2. Mapei

Pengujian geser benda uji epoksi Mapei dapat dilihat pada Gambar 3.

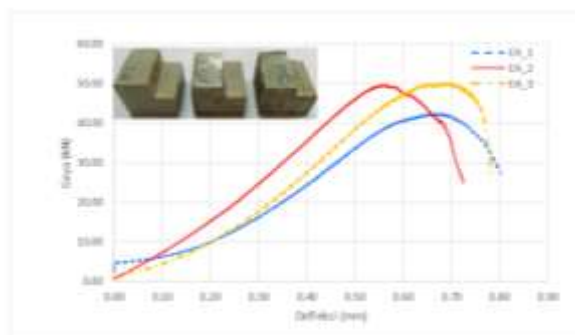


Gambar 3. Hubungan gaya – defleksi pengujian geser epoksi Mapei

Hasil pengujian geser epoksi mapei pada Gambar 3 menunjukkan gaya hingga 150 kN dengan defleksi mencapai 0,3 mm. Dua komponen epoksi mapei ini ketika belum dicampur kondisinya lebih cair dibanding Demp-X namun ketika sudah diaduk menjadi satu proses pengikatan terjadi sangat cepat dan epoksi segera mengental. Kekuatan geser epoksi mapei cenderung tinggi, untuk 2 benda uji MP_2 dan MP_3 mencapai 250 kN dengan defleksi sekitar 0,4 mm. Adapun pola kegagalan benda uji epoksi ini dapat dilihat pada Gambar 3, benda uji retak dan pecah pada bidang geser.

3. Epoxyndo tipe A

Pengujian geser benda uji epoxyndo tipe A disajikan pada Gambar 4.

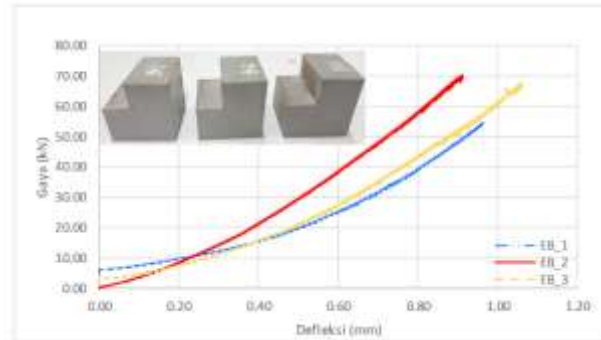


Gambar 4. Hubungan gaya – defleksi pengujian geser epoksi Epoxyndo tipe A

Benda uji epoxyndo tipe A ketika diuji geser, gaya geser yang diperoleh tidak mencapai 50 kN, namun defleksi yang terjadi cukup besar sekitar 0.6 mm (Gambar 4). Berbeda dengan Demp-X dan Mapei, Epoxyndo tipe A ini setelah kedua komponen epoksi dicampur cenderung cair dan proses pengerasan relatif lambat. Pola kegagalan yang terjadi benda uji cenderung masih utuh namun terjadi sobekan pada bidang geser, materialnya cenderung elastis seperti mengandung karet (Gambar 4).

4. Epoxyndo tipe B

Pengujian geser benda uji epoxyndo tipe A disajikan pada Gambar 5.

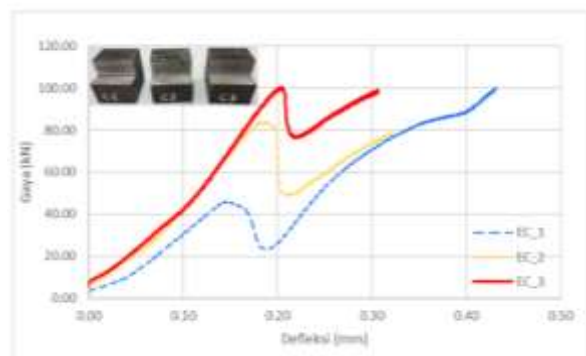


Gambar 5. Hubungan gaya – defleksi pengujian geser epoksi Epoxyndo tipe B

Dari Gambar 5 hasil pengujian geser benda uji epoxyndo tipe B ini mencapai 65 kN, namun defleksi yang terjadi cukup besar yaitu lebih dari 0.8 mm. Epoxyndo tipe B ini relatif sama dengan epoxyndo tipe A, yaitu lebih elastis dan proses pengerasan cukup lambat. Demikian juga dengan pola kegagalan yang terjadi hampir sama dengan epoxyndo tipe A, benda uji masih utuh, hanya terjadi sobekan sedikit pada sudut bidang geser, materialnya lebih elastis dibanding epoxyndo tipe A (Gambar 5).

5. Epoxyndo tipe C

Pengujian geser benda uji epoxyndo tipe A disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan gaya – defleksi pengujian geser epoksi Epoxyndo tipe C

Pada Gambar 6 merupakan hasil pengujian geser epoxy merk epoxyndo tipe C, benda uji tersebut diberi kode EC_1, EC_2, dan EC_3. Terdapat dua benda uji (EC_2 dan EC_3) dari tiga benda uji gaya gesernya mencapai 80 kN dengan defleksi sekitar 0,2 mm. Benda uji ini setelah mengalami penurunan terjadi kenaikan gaya lagi, ketiga

benda uji memiliki trend yang sama. Adapun pola kegagalannya lebih mirip epoksi mapei yaitu terjadi retak pada sudut bidang geser, material ini cenderung keras mirip dengan epoksi mapei (Gambar 6).

Pembahasan

Gaya geser tertinggi yang dapat dicapai diperoleh dari epoksi mapei yaitu mencapai 250 kN. Gaya geser tertinggi berikutnya secara berurutan diperoleh dari epoxyndo tipe C 80 kN, epoxyndo tipe B 65 kN, demp-X 60 MPa, dan yang terakhir adalah epoxyndi tipe A tidak sampai 50 kN. Epoksi yang diharapkan memiliki kapasitas geser yang tinggi dengan defleksi tidak besar. Defleksi terkecil diperoleh dari benda uji demp-X selanjutnya disusul epoxyndo tipe C lalu mapei berikutnya epoxyndo tipe B dan epoxyndo tipe A.

Kelebihan lain epoxyndo dibanding mapei adalah epoxyndo merupakan produk dalam negeri yang bisa didapat dengan mudah sedangkan mapei adalah produk dari luar negeri, untuk memperolehnya perlu waktu dengan harga yang relatif terjangkau. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut maka epoksi yang dipakai untuk bahan pengisi selongsong dan untuk penelitian selanjutnya adalah epoxyndo tipe C.

SIMPULAN

Epoksi yang terpilih untuk bahan pengisi dan perekat antara tulangan dan selongsong adalah epoxyndo tipe C. Meskipun nilai gesernya bukan tertinggi namun berdasarkan bentuk kurva epoxyndo tipe C menunjukkan sifat yang paling bagus. Selain itu berdasarkan pertimbangan kemudahan perolehan material di pasaran dan kemudahan pengerjaan epoxyndo tipe C memenuhi syarat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Dornbusch, M., Christ, U., Rob, R., 2016. Epoxy Resins (Fundamentals and Applications). VincentNetwork, Hanover, Germany.
- Ellis, B., 1993. Chemistry and Technology of Epoxy Resins. Springer Science+Business Media Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-2932-9>
- Fard, M.Y., Liu, Y., Chattopadhyay, A., 2012. Characterization of Epoxy Resin Including Strain Rate Effects Using Digital Image Correlation System. J. Aerosp. Eng. 25, 308–319. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)AS.1943-5525.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AS.1943-5525.0000127).

- Hobbiebrunken, T., Fiedler, B., 2007. Experimental determination of the true epoxy resin strength using micro-scaled specimens. *Compos. PART A* 38, 814–818. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2006.08.006>
- Hong, S., Park, S.K., 2012. Uniaxial bond stress-slip relationship of reinforcing bars in concrete. *Adv. Mater. Sci. Eng.* <https://doi.org/10.1155/2012/328570>
- Liu, Y.L., Wang, Y.S., Fang, G., Alrefaei, Y., Dong, B., Xing, F., 2018. A preliminary study on capsule-based self-healing grouting materials for grouted splice sleeve connection. *Constr. Build. Mater.* 170, 418–423. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.088>
- M. H. Harajli; B. S. Hamad; and A. A. Rteil, 2004. Effect of Confinement of Bond Strength between Steel Bars and Concrete. *ACI Struct. J.* 101, 595–603.
- Shima, H., Chou, L.L., Okamura, H., 1987. Micro and macro models for bond in reinforced concrete. *J. Fac. Eng. University Tokyo.* <https://doi.org/10.3151/jact.14.444>
- Tang, L., Zhang, H., Sprenger, S., Ye, L., Zhang, Z., 2012. Fracture Mechanisms of Epoxy-Based Ternary Composites Filled with Rigid-Soft Particles. *Compos. Sci. Technol.* 72, 558–565. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2011.12.015>
- Tastani, S.P., Pantazopoulou, S.J., 2010. Direct Tension Pullout Bond Test: Experimental Results. *J. Struct. Eng.* 136, 731–743. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0000159](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0000159)
- Teresa, M., Barbosa, G., Souza, E. De, Filho, S., 2008. Analysis of the Relative Rib Area of Reinforcing Bars Pull Out Tests 4 . Experimental Results and Discussion. *Mater. Res.* 11, 453–457.
- Wu, Y.-F., Zhao, X.-M., 2012. Unified Bond Stress–Slip Model for Reinforced Concrete. *J. Struct. Eng.* 139, 1951–1962. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0000747](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0000747).
- Xiao, Y., Qingxuan, S., Zhaodong, X., 2020. Experimental Study on Bond Behavior between Concrete and Deformed Steel Bar with Different Steel Bar. *J. Hunan Univ. (Natural Sci.)* 47, 45–52. <https://doi.org/10.16339/j.cnki.hdxzbzkb.2020.01.006>
- Xing, G., Zhou, C., Wu, T., Liu, B., 2015. Experimental Study on Bond Behavior between Plain Reinforcing Bars and Concrete. *Adv. Mater. Sci. Eng.* 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/604280>
- Xu, F., Wang, K., Wang, S., Li, W., Liu, W., Du, D., 2018. Experimental bond behavior of deformed rebars in half-grouted sleeve connections with insufficient grouting defect. *Constr. Build. Mater.* 185, 264–274. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.050>
- Yan, Q., Chen, T., Xie, Z., 2018. Seismic experimental study on a precast concrete beam-column connection with grout sleeves. *Eng. Struct.* 155, 330–344. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2017.09.027>
- Yoo, K.S., Lee, S.H., Kim, J.-S., 2018. Bond Strength of Epoxy Coated Reinforcements

for Various Compressive Strength of Concrete using Direct Pull-Out Test, in: 6th Annual International Conference on Architecture and Civil Engineering (ACE 2018). pp. 182–186. <https://doi.org/10.5176/2301-394X>

Zhang, W., Deng, X., Zhang, J., Yi, W., 2018. Tensile behavior of half grouted sleeve connection at elevated temperatures. *Constr. Build. Mater.* 176, 259–270. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.027>

Zheng, G., Kuang, Z., Xiao, J., Pan, Z., 2020. Mechanical performance for defective and repaired grouted sleeve connections under uniaxial and cyclic loadings. *Constr. Build. Mater.* 233, 117233. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117233>