

Beton Geopolimer Sebagai Alternatif Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) Ramah Lingkungan

Blima Oktaviastuti¹, Arinda Leliana², Pamela Dinar Rahma³

^{1,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malang

²Program Studi Manajemen Teknologi Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun

Email : blima.oktavia90@gmail.com

Diterima (Agustus, 2019), direvisi (Agustus, 2019), diterbitkan (September, 2019)

Abstract

Road construction generally uses flexible and rigid bending of the water to cause a decrease in green land. This affects the reduction of water catchment areas. The use of Geopolymer concrete is an environmentally friendly alternative that is expected to be able to disperize water in the soil. This paper aims to explain the study of: (1) geopolymers concrete; (2) strong press; and (3) geopolymers concrete applications on rigid pavement. Based on the results of the study, it can be concluded that the content of geopolymers concrete is environmentally friendly and minimal manufacturing cost. The implementation of rigid pavement during this time, generally has major constraints on costs. Application of the use of geopolymers concrete on rigid pavement, in the future is expected to be the replacement solution of conventional concrete

Keywords : *geopolymer concrete; strong press; rigid pavement*

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur setiap tahunnya semakin bertambah sesuai pertambahan populasi manusia. Bertambahnya infrastruktur membuat air hujan cenderung terbuang percuma dan hanya sedikit yang dapat meresap ke dalam tanah. Hal ini disebabkan semakin sedikit lahan hijau untuk resapan air.

Perkerasan jalan sering menimbulkan genangan air yang tidak langsung meresap ke dalam tanah. Disertai buruknya drainase yang menjadi faktor utama banyaknya kerusakan jalan. Menurut Ica (<https://www.malangpostonline.com>, 2019) musim hujan hingga April 2019 mengakibatkan banyak kerusakan jalan di kota Malang yang sebagian besar jalannya menggunakan perkerasan lentur [1]. Perkerasan kaku dapat menjadi solusi pengurangan kerusakan jalan saat musim hujan. Perkerasan ini menggunakan semen (PC) sebagai bahan pengikat, sehingga memiliki tingkat kekakuan yang relatif tinggi.

Bentuk dan sifat PC berupa bubuk sederhana serta mudah diperoleh dan mudah dalam pengaplikasian pada pekerjaan konstruksi, menjadikan PC sangat diminati untuk digunakan. Namun, lambat laun muncul dampak lingkungan dari penggunaan PC dalam industri konstruksi. Malhotra (1999) menurut para ahli terkait pengamatan pemanasan

global, 7% produksi CO₂ di alam berasal dari produksi PC dan setiap pengurangan 1 ton produksi PC memberi pengaruh berkurangnya 1 ton CO₂ di alam [2]. Hal ini menjadi motivasi untuk para ahli agar memberikan inovasi serta alternatif baru material selain PC.

Beton geopolimer mulai diperkenalkan sebagai beton ramah lingkungan. Penggunaannya diharapkan dapat mengurangi emisi CO₂ yang berasal dari PC. Jika ingin mencapai perubahan drastis dalam penggunaan material PC, pertimbangan utama membutuhkan perubahan secara menyeluruh terhadap cara pandang penggunaan material PC sebagai bahan pekerjaan struktur konstruksi. Hal ini bisa dilakukan dengan mengembangkan material dan model konstruksi yang nantinya bisa mengurangi jumlah penggunaan PC tanpa mengakibatkan pengurangan kinerja struktural [3] [4]. Berdasarkan uraian tersebut, tulisan ini bertujuan memaparkan kajian terkait: (1) beton geopolimer; (2) kuat tekan; dan (3) perkerasan kaku (*rigid pavement*).

2. PEMBAHASAN

a. Beton Geopolimer

Beton geopolimer merupakan beton geosintetik dengan reaksi pengikat melalui reaksi polimerisasi dan tidak melewati reaksi hidrasi seperti beton konvensional. Material dasar pembentuk pasta geopolimer adalah pozolan yang berasal dari alam maupun buatan dikombinasikan dengan PC. Material pozolan memiliki kandungan silika dan alumina, berguna sebagai *binder* (pengikat). Material ini meliputi fly ash, metakaolin, dan abu sekam (material vulkanik) [5].

Pembentukan beton geopolimer melalui proses polimerisasi bahan dengan kandungan pozolan tinggi, kemudian direaksikan menggunakan alkali aktifator (*polysilicate*) yang menghasilkan ikatan polimer Si-O-Al. Dari ikatan tersebut nantinya terbentuk padatan berupa amorf sampai semi kristal [6]. Penambahan material *pozzolan* alam pada campuran PC atau beton menunjukkan adanya peningkatan pada kinerja campuran [7].

Hardjasaputra, H. dan Ekawati, E. (2018) terdapat faktor yang dapat memberi pengaruh pada kekuatan beton geopolimer, diantaranya meliputi: (1) karakteristik *fly ash*; (2) konsentrasi alkali hidroksida; (3) rasio sodium silikat terhadap hidroksida; (4) rasio Si/Al; dan (5) suhu dan waktu *curing* [8]. Dengan memperhatikan faktor tersebut, penelitian menggunakan abu terbang PLTU Suralaya sebagai campuran beton geopolimer memperoleh simpulan bahwa beton geopolimer dapat digunakan sebagai beton struktural. Abdullah, et.al. (2017) menyimpulkan bahwa penambahan serat baja pada campuran beton geopolimer memberikan kinerja yang lebih baik untuk perkuatan struktur [9].

Beton geopolimer dapat menjadi solusi alternatif pengganti beton konvensional. Minimnya penggunaan semen sebagai bahan pengikat dan konsep beton geopolimer yang dapat menyerap air lebih cepat, menjadikan beton geopolimer lebih ramah lingkungan.

b. Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan besarnya beban per satuan luas yang membuat benda uji beton akan mengalami keretakan atau hancur bila diberi beban dengan gaya tekan tertentu, yang diperoleh dari mesin tekan. Kuat tekan beton dinyatakan dalam rumus:

$$f_c = \frac{P}{A}$$

dimana:

f_c = Kuat Tekan Beton (MPa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang (mm^2)

Manuahe, R., dkk. (2014) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa kuat tekan beton geopolimer mengalami peningkatan seiring penambahan waktu *curing*, kuat tekan tertinggi terjadi saat waktu *curing* berlangsung 24jam [10]. Prasetyo, G.B. (2015) semakin tinggi nilai perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH} = 4:2$ pada campuran, maka beton cenderung memiliki kuat tekan yang semakin tinggi [11]. Alp., et.al (2009) metode *curing* direkomendasikan sebagai media perawatan beton geopolimer, metode ini mempengaruhi proses polimerisasi pada pasta geopolimer. Perawatan beton geopolimer juga dapat mempengaruhi hasil kuat tekan beton sendiri [12].

Mengingat komposisinya memanfaatkan pozzolan dari alam atau buatan sebagai material pengganti PC, membuat nilai tambah beton ini. Secara umum berdasarkan beberapa rujukan tersebut, kuat tekan beton geopolimer memiliki hasil yang baik. Maka, beton geopolimer dapat menjadi pengganti beton konvensional serta diaplikasikan pada pekerjaan konstruksi.

c. Aplikasi Beton Geopolimer Pada Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku terdiri dari plat (*slab*) beton PC yang berfungsi sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah (bisa juga tidak ada) berada di atas tanah dasar. Daya dukung perkerasan kaku utamanya berasal dari pelat beton. Untuk kekuatan dan keawetan dipengaruhi oleh sifat, daya dukung, dan keseragaman tanah dasar. Faktor yang perlu diperhatikan selama masa pelaksanaan pembuatan adalah kadar air pemandatan, kepadatan, serta perubahan kadar air. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) memiliki sifat yang cukup kaku, persebaran beban pada bidang luas serta menghasilkan tegangan rendah pada lapisan di bawahnya.

Harmaji, A. and Sunendar, B. (2016) campuran *fly ash* pada beton geopolimer dapat menjadi bahan potensial yang dikembangkan sebagai pengganti bahan berbasis PC [13]. Gina, M.B. dan Amalia (2019) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa beton berpori dengan *silica fume* minimal 9% layak digunakan sebagai bahan perkerasan kaku, sebab nilai *slump*, kuat tekan, kuat lentur, dan laju infiltrasi telah teruji dan terpenuhi [14].

Penggunaan beton geopolimer pada perkerasan kaku perlu diperlakukan untuk dikaji

kembali. Mengingat belum adanya aplikasi beton geopolimer sebagai perkerasan kaku yang menerima beban kendaraan sesuai dengan kondisi di Indonesia. Jika dapat diaplikasikan, beton geopolimer memiliki dampak yang sangat baik pada lingkungan daripada menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*) sebagai perkerasan jalan. Serta beton geopolimer memiliki harga pembuatan yang relatif terjangkau daripada beton konvensional.

3. KESIMPULAN

Beton geopolimer merupakan bahan terbarukan dan potensial dalam dunia konstruksi. Penggunaannya sebagai upaya agar air tanah dapat terjaga, sebab konsep beton geopolimer sendiri dapat membantu penyerapan air yang tergenang secara maksimal. Kandungan beton geopolimer tergolong ramah lingkungan dan minim biaya pembuatan. Jika diaplikasikan terhadap perkerasan kaku sangatlah sesuai. Mengingat dalam pelaksanaan pembuatan perkerasan kaku selama ini, memiliki kendala utama pada biaya. Semakin bertambah tahun, laju pertumbuhan pekerjaan konstruksi jalan semakin bertambah. Aplikasi penggunaan beton geopolimer pada perkerasan kaku, kedepannya diharapkan dapat menjadi solusi pengganti beton konvensional.

4. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ica., dkk. 2019. Rigid Pavement Solusi Jalanan Kota Malang. (online). <https://www.malangpostonline.com>, diakses 13 Agustus 2019.
- [2] Malhotra, V.M. 1999. Making Concrete Greener with Fly Ash. *Journal Concrete International*, Vol. 21, No.5, pp. 61-66.
- [3] Bentur, A. (2002). Cementitious materials-Nine millennia and a new century: Past, present, and future. *Journal of Materials in Civil Engineering*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2002\)14:1\(2\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2002)14:1(2))
- [4] ACI 232.1R-00. 2001. Use of Raw or Processed Natural Pozzolans in Concrete Reported by ACI Committee 232 ACI 211.1.
- [5] Davidovits, J. 1997. *Green Chemistry and Sustainable Development Solutions*, Perancis: Geopolymer Institute.
- [6] Pujianto, A., NA, A., DC, M., & Hendra. (2013). Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan Bahan Utama bubuk Lumpur lapindo dan Kapur. *Konferensi Nasional Teknik Sipil*.
- [7] Yetgin, S., & Çavdar, A. (2011). Abrasion resistance of cement mortar with different pozzolanic compositions and matrices. *Journal of Materials in Civil Engineering*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000147](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000147)
- [8] Hardjasaputra, H., & Ekawati, E. (2018). Penelitian Rancangan Campuran Beton Geopolimer Berbasis FLY ASH PLTU Suralaya-Banten Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. <https://doi.org/10.24843/JITS.2018.v22.i01.p04>

- [9] Abdullah, M. M. A. B., Faris, M. A., Tahir, M. F. M., Kadir, A. A., Sandu, A. V., Mat Isa, N. A. A., & Corbu, O. (2017). Performance and Characterization of Geopolymer Concrete Reinforced with Short Steel Fiber. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/209/1/012038>
- [10] Manuahe, R., Sumajouw, M. D. J., Windah, R. S., Abu Terbang, P., Cahyadi, D., Firmanti, A., Subiyanto, B., Litbang Permukiman, P., Litbang Kementerian Pekerjaan Umum Jl Panyaungan, B., Wetan, C., Bandung, K., Ekaputri, J., & Triwulan, T. (2014). Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang. *Jurnal Sipil Statik*. <https://doi.org/10.5614/jts.2013.20.1.1>
- [11] Prasetyo, G. B., Trinugroho, S., & Solikin, M. (2015). Tinjauan Kuat Tekan Beton Geopolymer dengan Fly Ash sebagai Bahan Pengganti Semen. *Naskah Publikasi*. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2009.12.002>
- [12] Alp, I., Deveci, H., Sungun, Y.H., Yilmaz, A.O., Kesimal, A., and Yilmaz, E. 2009. Pozzolanic Characteristic Of a Natural Raw Materialfor Use In Blended Cements. *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction B, Engineering*, Vol. 33, No. B4, pp 291-300.
- [13] Harmaji, A., & Sunendar, B. (2016). Utilization of fly ash, red mud, and electric arc furnace dust slag for geopolymers. *Materials Science Forum*. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.841.157>
- [14] Gina, M. B., & Amalia, A. (2019). Kualitas Beton Berpori Dengan Bahan Tambahan Silica Fume Sebagai Bahan Perkerasan Kaku Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Politeknologi*. <https://doi.org/10.32722/pt.v18i1.1293>