

**KOMPETISI ESSAY MESIN UDAYANA 2020**

**Optimalisasi Teknologi 3D Printing dengan Beton Geopolimer  
Guna Menekan Angka Polusi Udara Akibat Penggunaan Semen**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh:

Putu Dian Krisnathania / 1915124095 / Teknik Sipil / 2019

**Politeknik Negeri Bali**

**Badung**

**2020**

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS KOMPETISI ESSAY MAHASISWA 2020

Nama : Putu Dian Krisnathania

Judul Essay : OPTIMALISASI TEKNOLOGI 3D PRINTING DENGAN BETON GEOPLIMER  
GUNA MENEKAN ANGKA POLUSI UDARA AKIBAT PENGGUNAAN SEMEN

Dengan ini saya menyatakan bahwa essay dengan judul seperti yang tertulis diatas adalah karya orisinal dan belum pernah diikutsertakan dalam perlombaan manapun serta belum pernah dipublikasikan.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan diatas, maka saya bersedia didiskualifikasi dari kompetisi ini.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan dan sebenar-benarnya.

Denpasar, 19 Oktober 2020



(Putu Dian Krisnathania)

NIM. 1915124095

## **CURRICULUM VITAE**

1. Nama : Putu Dian Krisnathania
2. Tempat/Tgl Lahir : Denpasar, 4 November 2000
3. Jenis Kelamin : Perempuan
4. No Telepon/HP : 081529557403
5. Email : diankrisnathania@gmail.com
6. Program Studi : Manajemen Proyek Konstruksi
7. Kegiatan yang Sedang/Pernah Diikuti

NO	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil	Sekretaris Bid.3	2 Periode

8. Penghargaan yang Pernah Diraih

NO	Jenis Penghargaan	Tahun
1	-	-

# OPTIMALISASI TEKNOLOGI 3D PRINTING DENGAN BETON GEOPLIMER GUNA MENEKAN ANGKA POLUSI UDARA AKIBAT PENGGUNAAN SEMEN

Putu Dian Krisnathania

Globalisasi telah memasuki era baru yang bernama Revolusi Industri 4.0. Dunia telah mengalami empat tahapan revolusi, yaitu: 1) revolusi Industri 1.0 terjadi pada abad ke 18 melalui penemuan mesin uap, sehingga memungkinkan barang dapat diproduksi secara masal, 2) revolusi Industri 2.0 terjadi pada abad ke 19-20 melalui penggunaan listrik yang membuat biaya produksi menjadi murah, 3) revolusi Industri 3.0 terjadi pada sekitar tahun 1970an melalui penggunaan komputerisasi, dan 4) revolusi Industri 4.0 sendiri terjadi pada sekitar tahun 2010 melalui rekayasa intelegensia dan *internet of thing* sebagai tulang punggung pergerakan dan konektivitas manusia dan mesin (Shwab, 2016). Dunia saat ini telah memasuki era revolusi industri keempat. Pada revolusi industri ini terjadi lompatan besar dalam sektor industri, di mana teknologi informasi dan komunikasi dimanfaatkan sepenuhnya. Agar mampu bersaing, Indonesia harus mampu mengadopsi Industri 4.0 ini dan mempersiapkan strategi yang tepat di semua sektor. Saat ini, di Indonesia sedang gencar-gencarnya pembangunan di sektor infrastruktur. Pembangunan infrastruktur berarti mewujudkan keadilan sosial bagi seluruh rakyat Indonesia. Sebagaimana diketahui, selama ini pembangunan infrastruktur terpusat hanya di Pulau Jawa sehingga ketimpangan infrastruktur di antara pulau-pulau lain di Indonesia menjadi besar. Dengan begitu, pembangunan infrastruktur utamanya di daerah, akan membuka akses baru atau semakin mempermudah akses yang sudah ada untuk menjangkau wilayah tersebut. Kemudahan akses tersebut nantinya dapat meningkatkan aktivitas ekonomi di suatu wilayah. Perkembangan infrastruktur ini tak bisa dilepaskan dari peran penting teknologi yang membantu pembangunan proyek infrastruktur tersebut.

Namun pemanfaatan teknologi yang kurang tepat dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan. Teknologi sendiri sebenarnya digunakan manusia sebagai alat untuk dapat memenuhi kebutuhannya, jadi sebenarnya teknologi ini diciptakan dengan tujuan untuk mempermudah seseorang dalam mendapatkan atau

meraih tujuannya. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Kemenlhk), mengatakan bahwa teknologi ramah lingkungan adalah teknologi yang dalam pembuatannya dan penerapannya menggunakan bahan baku yang ramah lingkungan. Proses yang efektif dan efisien dapat meminimalisir jumlah limbah yang dihasilkan, sehingga dapat mengurangi terjadinya pencemaran atau kerusakan lingkungan hidup. Teknologi ramah lingkungan harus memenuhi persyaratan terhadap regulasi. Selain itu efisien dalam penggunaan sumber daya, baik itu air, energi, penggunaan bahan baku, dan bahan kimia.

Berbicara mengenai teknologi ramah lingkungan, di era ini terdapat metode *3D printing* yang menjadi terobosan baru di industri konstruksi. Metode *3D printing* atau dikenal juga sebagai *Additive Layer Manufacturing* menurut Excell, Jon (2013) adalah proses membuat objek pada 3 dimensi atau bentuk apapun dari mode digital. Cara kerjanya hampir sama dengan printer laser dengan teknik membuat objek dari sejumlah layer/lapisan yang masing-masing dicetak di atas setiap lapisan lainnya. Industri konstruksi sendiri merupakan salah satu industri terbesar dalam ekonomi dunia dimana pembangunan infrastruktur yang menjadi fokus utamanya. Tetapi industri konstruksi telah mengalami penurunan selama beberapa dekade karena pelaksanaannya yang masih menggunakan teknik konvensional. Namun, saat ini konstruksi dengan menggunakan teknologi 3D dimana menggabungkan teknologi digital dan wawasan baru terhadap teknologi material memungkinkan pembangunan konstruksi dengan bentuk yang lebih bebas. Menghilangkan cetakan konvensional dapat menekan biaya produksi sekitar 60% dari total biaya konstruksi beton. Beberapa kelebihan lainnya antara lain adalah fleksibilitas desain, pengurangan biaya produksi termasuk polusi suara yang dihasilkan, yang artinya dengan teknologi *3D printing* pembangunan menjadi jauh lebih efektif dan efisien. Dengan adanya terobosan baru mengenai teknologi *3D printing* maka pembangunan infrastruktur akan meningkat dan jauh lebih mudah.

Infrastruktur modern saat ini hampir seluruhnya menggunakan beton yang kini jauh lebih mudah diproduksi dengan adanya printer 3D. Diantara sekian banyak potensinya, hambatan terbesar dalam pengembangan beton yang menggunakan teknologi 3D adalah beton itu sendiri. Beton adalah bahan yang didapat dengan mencampurkan semen portland atau semen hidrolik yang lain,

agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Akhir-akhir ini beton yang kita kenal makin sering mendapatkan kritik, khususnya dari kalangan yang peduli dengan kelestarian lingkungan hidup. Material utama pada beton yaitu semen, merupakan salah satu material yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Menurut (Mulyana dan Yolanda, 2017) semen memiliki kekurangan yaitu tidak ramah lingkungan karena adanya gas karbon dioksida yang dihasilkan mengakibatkan penambahan pemanasan global. Tercatat bahwa per ton semen menghasilkan rata-rata 0,77 ton CO<sub>2</sub> dari proses kalsinasi, pembakaran bahan bakar dan pemakaian listrik dengan reaksi kimia.

Menindaklanjuti dari permasalahan tersebut, maka didapatkan suatu solusi yaitu dengan menggunakan Beton Geopolimer. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Prof. Joseph Davidovits menamakan temuannya dengan *Geopolymer*. *Fly ash* atau biasa disebut sebagai abu terbang merupakan limbah pembangkit listrik tenaga uap hasil pembakaran batu bara yang berbentuk partikel halus. *Fly ash* memiliki kandungan Silika (Si) dan Alumina (Al) yang nantinya akan bereaksi dengan cairan alkali activator sebagai pengikat pada beton geopolimer. Menurut penelitian (Ekaputri dkk, 2007) beton geopolimer memiliki keunggulan-keunggulan diantaranya ramah lingkungan karena tidak memancarkan gas CO<sub>2</sub> ke udara, kuat tekan beton dapat tercapai 70% dalam kurun waktu empat jam pertama, mempunyai volume yang tetap, tahan pada lingkungan yang agresif. Material *fly ash* dalam pembuatan beton dapat saja beraksi secara kimia dengan cairan alkalin pada temperatur tertentu untuk membentuk material campuran yang memiliki sifat seperti semen. Material geopolimer ini digabungkan dengan agregat batuan kemudian menghasilkan beton geopolimer, tanpa menggunakan semen lagi. Selain itu, sudah dilakukan uji kuat tekan terhadap beton geopolimer dan beton konvensional dengan umur pengujian 7 hari, 14 hari dan 28 hari (Qomaruddin dkk, 2018). Diantara kedua benda uji selain perbedaan binder pada variasi benda uji, dimana beton geopolimer menggunakan *fly ash* dan beton konvensional menggunakan semen serta cara pembuatannya yang berbeda. Tetapi benda uji yang dibuat, memiliki indikasi kesamaan yaitu dari segi persentase *mix design* yang sama. Dan mendapatkan hasil bahwa, presentase kenaikan untuk beton geopolimer

yaitu sebesar 30,71% pada umur 7 hari ke umur 14 hari sehingga menjadi 245,93 kg/cm<sup>2</sup> dan terjadi kenaikan lagi sebesar 47,59% pada umur 14 hari ke umur 28 hari sehingga kuat tekan menjadi 362,96kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan presentase kenaikan pada beton konvensional terjadi berturut-turut sebesar 19,32% pada umur 14 hari dan 30,48% pada umur 28 hari sehingga kenaikan dari nilai 188,15 kg/cm<sup>2</sup> umur 7 hari menjadi 155,56 kg/cm<sup>2</sup> di umur 14 hari dan 202,96 kg/cm<sup>2</sup> umur 28 hari (Prasandha dkk, 2015). Sehingga dapat disimpulkan berdasarkan pengujian kuat tekan beton, kuat tekan tertinggi berada pada beton geopolimer dengan kenaikan mencapai 362,96kg/cm<sup>2</sup>. Jika beton geopolimer diaplikasikan pada 3D *printing*, akan mengoptimalkan fungsi dari teknologi itu sendiri selain karena menekan polusi udara yang disebabkan oleh proses dari pembuatan semen juga beton geopolimer memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton konvensional.

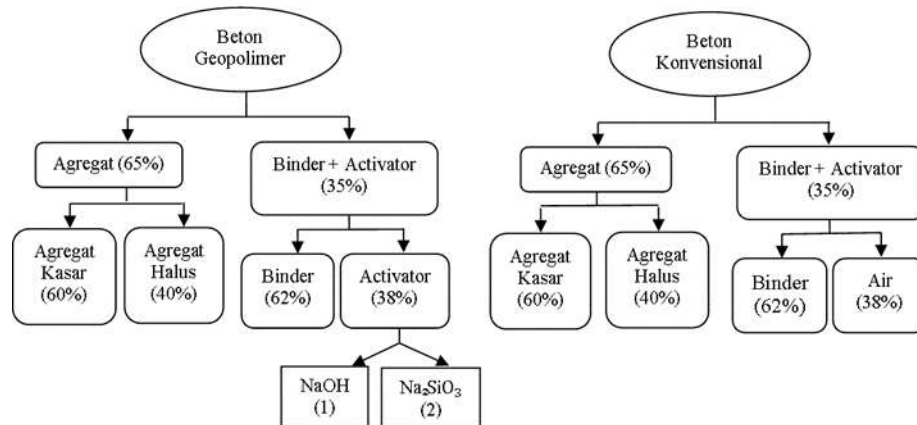
Dapat disimpulkan bahwa, pembangunan infrastruktur di era revolusi 4.0 ini dapat lebih efektif dan efisien dengan menggunakan teknologi 3D *printing*. Meskipun terdapat kendala dari segi bahan. Kini, telah ditemukan solusinya yaitu beton geopolimer dimana material tersebut dapat mengoptimalkan penggunaan 3D *printing* karena bahannya yang jauh lebih ramah lingkungan dan memiliki kuat tekan yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Shwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. New York: Crown Business.
- Davidovits, J., 1999. Chemistry of Geopolymer System, Terminology. Paper presented at the Geopolymer '99 International Conference, Saint-Quentin, France.
- Excell, Jon, The rise of additive manufacturing. The Engineer. 2013
- Mulyana, F., & Yolanda, T. (2017). Studi Properties Beton Geopolimer Sebagai Substitusi Beton Konvensional. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Ekaputri, J. J., Triwulan, & Damayanti, O. (2007). Sifat Mekanik Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Jawa Power. Jurnal Pondasi, Volume 13 no.2.
- Prasandha, A. F. E., Triwulan, and Ekaputri, J. J. (2015). Paving Geopolimer Berbahan Dasar Bottom Ash dan Sugar Cane Bagasse Ash (SCBA). Jurnal Teknik ITS. Volume 4 (2).



## LAMPIRAN



Gambar 1. (a) *Mix Design* Beton Geopolimer, (b) *Mix Design* Beton Konvensional