

## Introduction

Beton merupakan material yang paling umum digunakan sebagai bahan penyusun utama komponen struktur bangunan di seluruh dunia. Sifatnya yang kuat menahan gaya tekan dan kemampuannya untuk dikombinasikan dengan baja yang memiliki kuat tarik tinggi menjadikan beton sebagai bahan bangunan yang dapat diandalkan. Gempa dengan magnitudo 5,6 yang terjadi di Cianjur akhir 2022 lalu mengingatkan kita bahwa penggunaan beton dalam konstruksi bangunan tidak dapat seenaknya dikompromi.



<https://www.bmkg.go.id/berita/?p=bmkg-gempa-cianjur-berkekuatan-56-magnitudo-dipicu-oleh-pegeseran-sesar-baru-patahan-cugenang&lang=ID>

Bahan penyusun beton normalnya cukup meliputi air, semen, agregat kasar dan agregat halus. Seiring berjalannya waktu, inovasi terhadap kombinasi material penyusun beton terus berkembang untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi beton yang kemudian disebut sebagai Beton Kinerja Tinggi - BKT (High Performance Concrete - HPC). American Concrete Institute (ACI) mendefinisikan beton kinerja tinggi sebagai beton yang memenuhi kombinasi persyaratan kinerja spesifik dan keseragaman yang tidak selalu bisa dicapai ketika menggunakan bahan-bahan konvensional serta praktik-praktik pencampuran (*mixing*), pengecoran (*placing*) dan perawatan (*curing*) untuk beton normal.

## Related Work

Berbagai riset telah dilakukan dalam pengaplikasian beton kinerja tinggi di Indonesia, diantaranya riset dari Irawan et al terkait penggunaan abu terbang (fly ash) untuk mengurangi jumlah semen portland dalam campuran beton serta terkait bagaimana teknologi dan pengaplikasian beton kinerja tinggi di Indonesia. Hasil riset tersebut juga yang menjadi panduan dalam penyusunan spesifikasi abu terbang batu bara untuk digunakan dalam beton (SNI 03-2460-2014) dan pedoman penggunaan abu terbang dalam campuran beton sedikit semen portland (Pd 14-2018-B).

Riset terkait prediksi kuat tekan beton kinerja tinggi diprakarsai oleh Yeh[1] yang mengaplikasikan artificial neural network untuk memprediksi kuat tekan beton kinerja tinggi dan turut melampirkan dataset yang digunakan untuk riset-riset ke depannya. Pada riset tersebut dilakukan perbandingan dengan modeling konvensional dengan formula regresi sebagai berikut:

$$f'_c(t) = aX^b \times [c \ln(t) + (d)]$$

Dengan  $t$  = usia beton uji;  $X$  = w/c atau water-to-binder ratio; dan  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , dan  $d$  sebagai koefisien regresi.

Okande[2] yang menggunakan dataset dengan batasan usia beton 28 hari mencapai kesimpulan bahwa model artificial neural network lebih tidak stabil dan menghasilkan prediksi yang berbeda-beda pada berbagai iterasi dengan parameter optimum, partisi data dan ukuran data yang sama jika dibandingkan dengan model support vector machine.

Sementara itu, riset yang dilakukan Young[3] menunjukkan bahwa dengan dataset yang sama didapatkan hasil yang sedikit lebih baik menggunakan model random forest. Pada riset ini juga dilakukan optimasi terhadap biaya dan dampak CO<sub>2</sub> yang dihasilkan.

## Dataset

<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Concrete+Compressive+Strength>

Dari dataset yang diunduh dari UCI Machine Learning Repository dengan judul Concrete Compressive Strength Data Set didapat fitur-fitur dataset sebagai berikut:

Name	Data Type	Measurement	Description
Cement	quantitative	kg in a m3 mixture	Input Variable
Blast Furnace Slag	quantitative	kg in a m3 mixture	Input Variable
Fly Ash	quantitative	kg in a m3 mixture	Input Variable
Water	quantitative	kg in a m3 mixture	Input Variable
Superplasticizer	quantitative	kg in a m3 mixture	Input Variable
Coarse Aggregate	quantitative	kg in a m3 mixture	Input Variable

Fine Aggregate	quantitative	kg in a m3 mixture	Input Variable
Age	quantitative	Day (1~365)	Input Variable
Concrete compressive strength	quantitative	MPa	Output Variable

Metode machine learning yang digunakan adalah random forest dan support vector machine





Yeh, I-C. "Modeling of strength of high-performance concrete using artificial neural networks." *Cement and Concrete research* 28.12 (1998): 1797-1808.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884698001653>

FM Zain, M., and S. M Abd. "Multiple regression model for compressive strength prediction of high performance concrete." *Journal of applied sciences* 9.1 (2009): 155-160.

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2009JApSc...9..155F/abstract>

Irawan, Rulli Ranastra. "Semen Portland di Indonesia untuk Aplikasi Beton Kinerja Tinggi." *Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum, Bandung* (2013): 1-46.

<https://binamarga.pu.go.id/bintekjatan/repositori/system/files/Beton%20Kinerja%20Tinggi.pdf>

BETON DENGAN SEDIKIT SEMEN PORTLAND DAN TANPA SEMEN PORTLAND MEMANFAATKAN ABU TERBANG DARI PLTU BATUBARA

<https://binamarga.pu.go.id/bintekjatan/repositori/system/files/1%20Beton%20Abu%20Terbang%20%282015%205NI%29.pdf>

<https://binamarga.pu.go.id/uploads/files/859/pedoman-penggunaan-abu-terbang-dalam-campuran-beton-sedikit-semen-portland.pdf>

Badan Standarisasi Nasional, 2014, SNI 03-2460-2014 Spesifikasi abu terbang batu bara dan pozolan alam mentah atau yang telah dikalsinasi untuk digunakan dalam beton (ASTM C618-08a, IDT), Jakarta, BSN

Chou, Jui-Sheng, et al. "Machine learning in concrete strength simulations: Multi-nation data analytics." *Construction and Building materials* 73 (2014): 771-780.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061814010708>