

SKRIPSI

**PREDIKSI KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN
*ARTIFICIAL NEURAL NETWORK***



STEVANUS JAMES

NPM : 6101801119

PEMBIMBING : Theresita Herni S., Ir., M.T.

KO-PEMBIMBING : Liyanto Eddy, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2022**

SKRIPSI

**PREDIKSI KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN
*ARTIFICIAL NEURAL NETWORK***



STEVANUS JAMES

NPM : 6101801119

KO-PEMBIMBING:

Liyanto Eddy, Ph.D.

PEMBIMBING:

Theresita Herni S., Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2022**

SKRIPSI
PREDIKSI KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK



NAMA: STEVANUS JAMES
NPM: 6101801119

PEMBIMBING: Ir. Theresita Herni Setiawan, M.T.

**KO-
PEMBIMBING:** Liyanto Eddy, Ph.D.

PENGUJI 1: Adrian Firdaus, S.T., M.Sc.

PENGUJI 2: Andreas Franskie Van Roy, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2022

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Stevanus James

NPM : 6101801119

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi*) dengan judul:

”Prediksi Kuat Tekan Beton Menggunakan *Artificial Neural Network*” adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Bandung, 8 Januari 2022



Stevanus James
6101801119

PREDIKSI KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

STEVANUS JAMES

NPM : 6101801119

Pembimbing : Theresita Herni S., Ir., M.T.

Ko-Pembimbing : Liyanto Eddy, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2022

ABSTRAK

Kuat tekan beton merupakan persyaratan yang harus dipenuhi agar bangunan dapat dinilai aman. Untuk mengetahui besar kuat tekan beton diperlukan waktu yang lama. Prediksi terhadap kuat tekan beton dapat menjadi alternatif untuk mengetahui kuat tekan beton lebih awal untuk menghemat waktu dan biaya. Dewasa ini, *artificial intelligence* dapat dimanfaatkan untuk melakukan prediksi kuat tekan beton. Studi terhadap pemanfaatan *artificial intelligence* telah dilakukan di berbagai negara. Dari metode-metode *artificial intelligence* yang ada, ditemukan *artificial neural network* adalah metode yang memiliki performa baik dalam melakukan prediksi kuat tekan beton. Studi akan kuat tekan beton menggunakan *artificial neural network* belum pernah dilakukan menggunakan *dataset* Indonesia. Maka pada penelitian ini akan digunakan metode *artificial neural network* untuk melakukan prediksi terhadap kuat tekan beton dengan pembelajaran dari *dataset* Indonesia, lalu kinerja dari model prediksi akan dibandingkan dengan model prediksi dari *dataset* luar negeri. Dengan *artificial neural network*, akan dilakukan juga studi terhadap pengaruh material terhadap kuat tekan beton. Model prediksi akan digunakan untuk memprediksi *mix design* yang dirancang berdasarkan kuat tekan rencana tertentu dengan acuan ACI 211.1-91. Di akhir penelitian dilakukan analisis biaya material dari beton. Dari hasil kinerja, didapatkan hasil yang lebih baik pada model prediksi dengan *dataset* luar negeri tetapi tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Dari hasil penelitian pengaruh material terhadap kuat tekan beton didapatkan urutan dari material dengan pengaruh paling besar ke kecil yaitu ; Semen > Air > Agregat Kasar > Agregat Halus > Umur. Model prediksi menunjukkan kuat tekan yang lebih tinggi dari kuat tekan rencana dari *mix design* yang dirancang.

Kata kunci : prediksi, kuat tekan beton, *artificial intelligence*, *artificial neural network*, *mix design*, analisis biaya material.

PREDICTING THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

STEVANUS JAMES

NPM: 610801119

Advisor : Theresita Herni S., Ir., M.T.

Co-Advisor : Liyanto Eddy, Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING**

(Accredited based on SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG
JANUARY 2022**

ABSTRACT

The compressive strength of concrete is a requirement that must be met so that the building can be assessed as safe. It takes a long time to find out the compressive strength of concrete. Prediction of the compressive strength of concrete can be an alternative to determine the compressive strength of concrete early to save time and costs. Today, artificial intelligence can be used to predict the compressive strength of concrete. Studies on the use of artificial intelligence have been carried out in various countries. From the existing artificial intelligence methods, it was found that the artificial neural network is a method that has good performance in predicting the compressive strength of concrete. Studies on the compressive strength of concrete using an artificial neural network have never been conducted using an Indonesian dataset. So in this study, an artificial neural network method will be used to predict the compressive strength of concrete by learning from Indonesian datasets, then the performance of the prediction model will be compared with prediction models from foreign datasets. With an artificial neural network, a study will also be conducted on the effect of the material on the compressive strength of concrete. The prediction model will be used to predict the mix design which is designed based on the compressive strength of a certain plan with reference to ACI 211.1-91. At the end of the study, a material cost analysis of concrete was carried out. From the performance results, we get better results in the prediction model with foreign datasets but there is no significant difference. From the results of the research on the effect of the material on the compressive strength of concrete, the order of the material with the largest to the smallest effect is obtained, namely; Cement > Water > Coarse Aggregate > Fine Aggregate > Age. The prediction model shows that the compressive strength is higher than the design compressive strength of the designed mix design.

Keywords : prediction, concrete compressive strength, artificial intelligence, artificial neural network, mix design, material cost analysis

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Prediksi Kuat Tekan Beton Menggunakan *Artificial Neural Network***”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

Dalam penyusunan skripsi, penulis menemukan banyak hambatan, tetapi berkat saran serta bantuan dari berbagai pihak, pada akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Theresita Herni S., Ir., MT., selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan memberikan pengetahuan kepada penulis selama proses pembuatan skripsi;
2. Bapak Liyanto Eddy, Ph.D., selaku dosen ko-pembimbing yang telah mengarahkan dan memberikan pengetahuan kepada penulis selama proses pembuatan skripsi;
3. Segenap dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, khususnya dosen di Pusat Studi Manajemen Proyek Konstruksi yang telah memberikan ilmu selama menempuh Pendidikan Sarjana di Universitas Katolik Parahyangan;
4. Orang tua serta saudara yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini;
5. Patrick Hadinata atas kesediaan dan bantuannya untuk memberikan arahan dalam proses pembelajaran *artificial neural network* untuk bekal pengerjaan skripsi ini;
6. Aurelia Dorothy, Cindy Desita, Stefan Wimayo, dan Stefan Oktavitanus serta seluruh teman-teman Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2018 atas kebersamaannya selama perkuliahan;
7. Teman-teman Podcast Ceban Manis atas pengalaman dan kebersamaan yang telah terjalin hingga saat ini;

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang terkait dalam penyusunan skripsi ini sehingga dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat beberapa kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, masukan dan saran diharapkan oleh penulis. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan kepada pembaca.

Bandung, Januari 2021



Stevanus James
6101801119



DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-3
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-3
1.4 Pembatasan Masalah	1-4
1.5 Sistematika Penulisan.....	1-4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1 Beton	2-1
2.1.1 Beton Normal.....	2-1
2.1.2 Beton Mutu Tinggi.....	2-2
2.1.3 Kuat Tekan Beton	2-2
2.1.4 Material Penyusun Beton.....	2-3
2.1.5 <i>Mix Design</i> Beton	2-7
2.2 Penelitian yang Pernah Dilakukan	2-10
2.2.1 Perbandingan Kinerja Metode <i>Artificial Intelligence</i> dalam Memprediksi Kuat Tekan Beton.....	2-10
2.2.2 Prediksi Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Metode <i>Artificial Intelligence</i>	2-10
2.3 <i>Artificial Neural Network</i>	2-11
2.3.1 Arsitektur Jaringan.....	2-11
2.3.2 Fungsi Aktivasi	2-12
2.3.3 Bobot dan Bias.....	2-13
2.3.4 Mekanisme Kerja	2-14

2.3.5 Pembagian Data untuk Model Prediksi	2-14
2.3.6 Metode Backpropagation	2-15
2.3.7 Arsitektur <i>Artificial Neural Network</i>	2-15
2.3.8 Optimasi Arsitektur <i>Artificial Neural Network</i>	2-16
2.3.9 Model Evaluasi	2-16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	3-1
3.1 Metode Penelitian	3-1
3.1.1 Objek Penelitian	3-1
3.1.2 Teknik Pengumpulan Data	3-1
3.2 Diagram Alir Penelitian	3-1
3.3 Pengumpulan Data	3-3
3.4 Pemilahan Data	3-11
3.5 Pengaturan Parameter	3-12
3.6 Proses <i>Training</i>	3-14
3.7 Proses <i>Testing</i>	3-14
3.8 Perbandingan Hasil Prediksi	3-15
3.9 Eksperimen Korelasi Variabel Penyusun Utama Beton	3-15
3.10 Perancangan <i>Mix Design</i>	3-16
3.11 Prediksi Kuat Tekan Beton dari <i>Mix Design</i>	3-16
BAB 4 ANALISIS DATA	4-1
4.1 Analisis Hasil Model Prediksi untuk Setiap <i>Dataset</i>	4-1
4.1.1 <i>Dataset</i> Indonesia	4-1
4.1.2 <i>Dataset</i> Luar Negeri	4-7
4.2 Perbandingan Hasil Prediksi	4-13
4.3 Analisis Korelasi Hubungan Variabel Terhadap Kuat Tekan Beton	4-14
4.4 Prediksi Kuat Tekan Beton Berdasarkan <i>Mix Design</i>	4-22
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA	ix

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= Umur
ACI	= <i>American Concrete Institute</i>
AI	= <i>Artificial Intelligence</i>
ANN	= <i>Artificial Neural Network</i>
ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
C	= Semen
Co	= Agregat Kasar
CART	= <i>Classification and Regression Tree</i>
CTM	= <i>Compression Testing Machine</i>
GGBFS	= <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>
f.a.s	= faktor air semen
Fi	= Agregat Halus
Kg	= kilogram
LR	= <i>Linear Regression</i>
m ³	= meter kubik
mm	= milimeter
MAPE	= <i>Mean Absolute Percentage Error</i>
MPa	= mega pascal
MSE	= <i>Mean Squared Error</i>
PEMKOT	= Pemerintah Kota
R	= <i>Coefficient of correlation</i>
ReLU	= <i>Rectified Linear Unit</i>
RMSE	= <i>Root Mean Squared Error</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia
SVM	= <i>Support Vector Machine</i>
W	= air

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Menentukan nilai slump pada beton normal (ACI 211.1-91)	2-7
Gambar 2.2 Menentukan agregat maksimum yang dipakai serta kadar air bebas dan kadar udara (ACI 211.1-91)	2-8
Gambar 2.3 Menentukan rasio air semen dan kuat tekan beton (ACI 211.1-91).	2-8
Gambar 2.4 Menentukan estimasi berat beton segar (ACI 211.1-91).....	2-9
Gambar 2.5 Menentukan volume agregat kasar persatuan volume beton (ACI 211.1-91).....	2-9
Gambar 2.6 <i>Single Layer</i>	2-11
Gambar 2.7 <i>Multi Layer</i>	2-12
Gambar 2.8 Fungsi <i>rectified linear unit</i>	2-13
Gambar 2.9 Ilustrasi Penggunaan Dataset pada Model	2-14
Gambar 2.10 Arsitektur dari ANN.....	2-16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	3-2
Gambar 3.2 Distribusi Nilai Semen Dataset Luar Negeri.....	3-4
Gambar 3.3 Distribusi Nilai Blast Furnace Slag Dataset Luar Negeri	3-5
Gambar 3.4 Distribusi Nilai Abu Terbang Dataset Luar Negeri	3-5
Gambar 3.5 Distribusi Nilai Air Dataset Luar Negeri	3-5
Gambar 3.6 Distribusi Nilai Superplasticizer Dataset Luar Negeri.....	3-6
Gambar 3.7 Distribusi Nilai Agregat Kasar Dataset Luar Negeri	3-6
Gambar 3.8 Distribusi Nilai Agregat Halus Dataset Luar Negeri	3-6
Gambar 3.9 Distribusi Nilai Umur Dataset Luar Negeri	3-7
Gambar 3.10 Distribusi Nilai Kuat Tekan Beton Dataset Luar Negeri	3-7
Gambar 3.11 Distribusi Nilai Semen Dataset Indonesia.....	3-8
Gambar 3.12 Distribusi Nilai Blast Furnace Slag Dataset Indonesia	3-8
Gambar 3.13 Distribusi Nilai Abu Terbang Dataset Indonesia	3-8
Gambar 3.14 Distribusi Nilai Silica Fume Dataset Indonesia	3-9
Gambar 3.15 Distribusi Nilai Air Dataset Indonesia	3-9
Gambar 3.16 Distribusi Nilai Superplasticizer Dataset Indonesia.....	3-9
Gambar 3.17 Distribusi Nilai Agregat Kasar Dataset Indonesia	3-10
Gambar 3.18 Distribusi Nilai Agregat Halus Dataset Indonesia	3-10
Gambar 3.19 Distribusi Nilai Umur Dataset Indonesia	3-10
Gambar 3.20 Distribusi Nilai Kuat Tekan Beton Dataset Indonesia	3-11
Gambar 3.21 Ukuran data <i>train</i> , <i>validation</i> , dan <i>test</i>	3-11
Gambar 3.22 Ilustrasi Pemilahan Data.....	3-12
Gambar 3.23 <i>Cycle</i> pengaturan parameter <i>Artificial Neural Network</i>	3-13
Gambar 3.24 Penggunaan Data <i>Training</i> dan Data <i>Validation</i> Terhadap Model..	3-14
Gambar 3.25 Penggunaan Data <i>Test</i>	3-15

Gambar 4.1 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> MSE selama proses <i>training dataset</i> Indonesia	4-2
Gambar 4.2 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> RMSE selama proses <i>training dataset</i> Indonesia	4-2
Gambar 4.3 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> MAPE selama proses <i>training dataset</i> Indonesia	4-2
Gambar 4.4 Hubungan Prediksi ANN <i>dataset</i> Indonesia dan Kuat Tekan Beton Aktual	4-3
Gambar 4.5 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> MSE selama proses <i>training dataset</i> Indonesia Beton Normal	4-4
Gambar 4.6 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> RMSE selama proses <i>training dataset</i> Indonesia beton normal	4-4
Gambar 4.7 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> MAPE selama proses <i>training dataset</i> Indonesia beton normal	4-4
Gambar 4.8 Hubungan Prediksi ANN <i>dataset</i> Indonesia Beton Normal dan Kuat Tekan Beton Aktual	4-5
Gambar 4.9 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> MSE selama proses <i>training dataset</i> Indonesia Beton Mutu Tinggi	4-5
Gambar 4.10 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> RMSE selama proses <i>training dataset</i> Indonesia Beton Mutu Tinggi	4-6
Gambar 4.11 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> MAPE selama proses <i>training dataset</i> Indonesia Beton Mutu Tinggi	4-6
Gambar 4.12 Hubungan Prediksi ANN <i>dataset</i> Indonesia Beton Mutu Tinggi dan Kuat Tekan Beton Aktual	4-6
Gambar 4.13 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> MSE selama proses <i>training dataset</i> Luar Negeri	4-8
Gambar 4.14 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> RMSE selama proses <i>training dataset</i> Luar Negeri	4-8
Gambar 4.15 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> MAPE selama proses <i>training dataset</i> Luar Negeri	4-8
Gambar 4.16 Hubungan Prediksi ANN <i>dataset</i> Luar Negeri dan Kuat Tekan Beton Aktual	4-9
Gambar 4.17 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> MSE selama proses <i>training dataset</i> Luar Negeri Beton Normal.....	4-10
Gambar 4.18 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> RMSE selama proses <i>training dataset</i> Luar Negeri Beton Normal.....	4-10
Gambar 4.19 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> MAPE selama proses <i>training dataset</i> Luar Negeri Beton Normal.....	4-10
Gambar 4.20 Hubungan Prediksi ANN <i>dataset</i> Luar Negeri Beton Normal dan Kuat Tekan Beton Aktual	4-11
Gambar 4.21 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> MSE selama proses <i>training dataset</i> Luar Negeri Beton Mutu Tinggi	4-11
Gambar 4.22 Hubungan <i>epoch</i> dengan <i>loss</i> RMSE selama proses <i>training dataset</i> Luar Negeri Beton Mutu Tinggi	4-12

Gambar 4.23 Hubungan *epoch* dengan *loss* MAPE selama proses *training dataset* Luar Negeri Beton Mutu Tinggi 4-12
Gambar 4.24 Hubungan Prediksi ANN *dataset* Luar Negeri Beton Mutu Tinggi dan Kuat Tekan Beton Aktual..... 4-12
Gambar 4.25 Komparasi antara Kuat Tekan Rencana dengan Prediksi Kuat Tekan 4-23



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Range dari Koefisien Korelasi	2-17
Tabel 2.2 Range Nilai MAPE	2-18
Tabel 3.1 Perbandingan Variabel Data dari tiap Dataset	3-4
Tabel 3.2 Variasi Nilai Variabel Dataset Luar Negeri, Yeh (1998).....	3-4
Tabel 3.3 Variasi Nilai Variabel Dataset Indonesia, James (2021)	3-7
Tabel 3.4 Pengaturan Parameter Standar untuk <i>Artificial Neural Network</i>	3-14
Tabel 4.1 Hasil Evaluasi Model Prediksi dengan ANN untuk Dataset Indonesia	4-1
Tabel 4.2 Hasil Evaluasi Model Prediksi dengan ANN untuk Dataset Indonesia Beton Normal	4-3
Tabel 4.3 Hasil Evaluasi Model Prediksi dengan ANN untuk Dataset Indonesia Beton Mutu Tinggi	4-5
Tabel 4.4 Hasil Evaluasi Model Prediksi dengan ANN untuk Dataset Luar Negeri	4-7
Tabel 4.5 Hasil Evaluasi Model Prediksi dengan ANN untuk Dataset Luar Negeri Beton Normal	4-9
Tabel 4.6 Hasil Evaluasi Model Prediksi dengan ANN untuk Dataset Luar Negeri Beton Mutu Tinggi	4-11
Tabel 4.7 Perbandingan Hasil Evaluasi ANN antara <i>dataset</i> Indonesia dengan <i>dataset</i> Luar Negeri	4-13
Tabel 4.8 Hasil Kasus untuk Satu Variabel	4-15
Tabel 4.9 Hasil Kasus untuk Kombinasi Dua Variabel	4-17
Tabel 4.10 Hasil Kasus untuk Kombinasi Tiga Variabel	4-19
Tabel 4.11 Hasil Kasus untuk Kombinasi Empat Variabel	4-21
Tabel 4.12 Hasil Kasus untuk Kombinasi Lima Variabel	4-21
Tabel 4.13 Hasil Rancangan <i>Mix Design</i>	4-22
Tabel 4.14 Hasil Prediksi dari Rancangan <i>Mix Design</i>	4-23

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN PROPORSI CAMPURAN BETON SESUAI BERDASARKAN ACI 211.1-91

LAMPIRAN 2 PROSES EKSPERIMEN PENENTUAN PARAMETER UNTUK MODEL PREDIKSI MENGGUNAKAN METODE *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK*

LAMPIRAN 3 PERBANDINGAN DATA *TEST* DENGAN DATA PREDIKSI KUAT TEKAN BETON DARI MODEL PREDIKSI



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan campuran dari semen, air, agregat halus, agregat kasar, udara serta bahan campuran lainnya. Beton merupakan material yang sering digunakan dalam bidang konstruksi sebagai bahan utama penyusun konstruksi. Selama bertahun-tahun, Indonesia dalam konstruksi beton menggunakan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang merupakan adopsi dari *American Concrete Institute* (ACI) dan juga ACI sendiri digunakan untuk merancang *mix design* di Indonesia. Sebagai bahan utama dalam sebuah konstruksi, kekuatan beton memiliki persyaratan yang harus dipenuhi agar bangunan dapat dinilai aman (SNI 2847-2019). Sampai sekarang, belum pernah dilakukan evaluasi akan penggunaan standar ACI dalam merancang *mix design* beton dengan kondisi aktual beton di Indonesia. Kondisi beton di Indonesia dan luar negeri dari segi material dan lingkungan itu memiliki perbedaan (Farzampour 2019), sehingga diperlukan evaluasi terhadap penggunaan standar ACI tersebut di Indonesia.

Evaluasi dapat dilakukan dengan mengecek kesesuaian perencanaan dengan hasil pengujian dari parameter yang dimiliki oleh beton. Salah satu parameter yang dirancang dan juga diuji dari beton adalah kuat tekan dari beton tersebut, dimana kuat tekan rencana sebuah beton biasanya diambil menggunakan tes kuat tekan beton (Sumajouw, 2014). Salah satu kekurangan dalam proses konstruksi menggunakan beton sebagai material utama adalah diperlukannya biaya dalam membuat sampel dan waktu dalam mengetahui kekuatan beton ini tercapai pada umur rencana (Kabir, Hasan, & Miah, 2012). Prediksi dilakukan untuk menghindari kekurangan tersebut, dimana prediksi awal dari kuat tekan beton akan sangat membantu untuk memperkirakan waktu yang diperlukan dalam penjadwalan proyek (Chou, 2011).

Prediksi akan kuat tekan beton dapat menjadi alternatif untuk mendapatkan estimasi dari kuat tekan beton rencana. Prediksi kuat tekan beton sudah dilakukan dari sekitar tahun 1970 dimana menggunakan *maturity technique* (Benaicha,

Burtschell, & Hafidi, 2016). Metode prediksi tradisional yang juga dilakukan dalam memprediksi kuat tekan beton adalah analisis regresi linier. Melalui analisis regresi linier, didapatkan model prediksi yang eksplisit, namun karena material beton memiliki karakteristik yang kompleks dan tidak linier, maka analisis regresi linier dinilai kurang akurat dalam memprediksi kuat tekan beton (Yeh & Lien, 2009). Dengan kemajuan teknologi, kini terdapat teknologi yang dapat digunakan dalam memudahkan kerja manusia untuk memprediksi kuat tekan beton yaitu *artificial intelligence* (AI). (Muliauwana, Prayogo, Gaby, & Harsono, 2020).

Penelitian akan prediksi kuat tekan beton sudah dilakukan secara internasional. Pemodelan kekuatan dari *high-performance concrete* menggunakan *artificial neural network* (ANN) (Yeh, 1998) merupakan salah satu penelitian yang menjadi pembanding dari penggunaan AI dalam memprediksi kuat tekan beton. Di Indonesia sendiri, perkembangan studi perihal prediksi kuat tekan beton menggunakan AI sudah dilakukan tetapi masih menggunakan data kuat tekan beton dari luar negeri. Pemodelan AI menggunakan data kuat tekan beton Indonesia sangat sulit ditemukan pada jurnal-jurnal yang dapat diakses melalui internet. Penggunaan AI dalam memprediksi kuat tekan beton terkhusus di Indonesia masih belum awam dilakukan sampai sekarang. Maka dari itu, pemodelan akan dilakukan menggunakan data hasil eskperimen kuat tekan beton Indonesia agar kedepannya penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan untuk dimanfaatkannya AI dalam prediksi kuat tekan beton di Indonesia.

Beberapa peneliti Indonesia telah melakukan penelitian dalam membandingkan kinerja dari metode AI dalam memprediksi kuat tekan beton. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Nico (2020), dilakukan perbandingan antara tiga metode AI dan satu metode tradisional dalam memprediksi kuat tekan beton dengan menggunakan empat dataset untuk pemodelan AI. Metode-metode yang digunakan yaitu *artificial neural network*, *support vector machine*, *classification and regression tree*, dan *linear regression*. Dalam penelitiannya disimpulkan bahwa ANN merupakan metode prediksi yang memiliki performa paling akurat dalam memprediksi kuat tekan beton bila dibandingkan dengan tiga metode lainnya. Hal yang sama ditunjukkan oleh Prayogo (2018) dimana dibandingkan dua

metode yaitu *artificial neural network* dan *support vector machine* menggunakan satu dataset. Disimpulkan bahwa ANN memberikan performa paling optimal.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pengevaluasian perancangan mix design beton berdasarkan standar SNI yang mengacu pada ACI dengan dimodelkan prediksi kuat tekan beton menggunakan metode ANN. Hal yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah kinerja dari model prediksi kuat tekan beton. Bagaimana sifat dan karakteristik dari campuran beton di Indonesia bila dibandingkan dengan perencanaan mix design.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan yang ingin diteliti pada skripsi ini yaitu:

1. Bagaimana analisis model prediksi kuat tekan beton menggunakan ANN di Indonesia dan luar negeri?
2. Bagaimana komparasi hasil evaluasi dari model prediksi kuat tekan beton Indonesia dan luar negeri?
3. Material manakah yang memiliki pengaruh terbesar terhadap besarnya nilai kuat tekan beton?
4. Bagaimana analisis dari hasil prediksi yang dihasilkan oleh model prediksi Indonesia dengan standar ACI dalam perancangan *mix design*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan menganalisis kinerja model prediksi kuat tekan beton dengan metode ANN menggunakan data campuran beton di Indonesia dan data campuran beton di luar negeri.
2. Melakukan komparasi hasil evaluasi dari model prediksi kuat tekan beton dari ANN antara model prediksi Indonesia dan luar negeri.
3. Menganalisis korelasi hubungan material penyusun beton terhadap besar kuat tekan beton menggunakan metode ANN.
4. Merancang *mix design* dengan acuan ACI dan memprediksi kuat tekan beton dari *mix design* tersebut.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Data kuat tekan beton yang digunakan dalam penelitian adalah hasil uji lab akan kuat tekan beton dari beton silinder dan beton kubus.
2. Data beton yang digunakan merupakan campuran data penelitian dari beton normal dan beton mutu tinggi.
3. Variabel yang digunakan adalah proporsi volume dari semen, air, agregat kasar, agregat halus, abu terbang, terak tanur, silika fume, *superplasticizer* dalam satuan kg/m³. Umur beton dalam satuan hari dan kuat tekan beton dalam satuan MPa.
4. Material semen, air, agregat halus, agregat kasar, abu terbang, terak tanur, *superplasticizer*, dan silika fume dikelompokkan berdasarkan penamaan material tanpa mempertimbangkan sifat dan karakteristik.
5. Untuk material semen, digunakan data semen tipe 1.
6. Data yang dijadikan penelitian berasal dari :
 - a. Jurnal penelitian akan beton dari berbagai sumber yang dilakukan di Indonesia
 - b. Penelitian akan kuat tekan beton yang berasal dari *repository* Universitas Katolik Parahyangan
 - c. *Dataset* kuat tekan beton yang dikumpulkan oleh I. Yeh (1998) yang didapat dari *University of California (UCI) repository*

1.5 Sistematika Penulisan

Skripsi ini dijabarkan menjadi 5 (lima) bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan dan metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kajian kepustakaan yang relevan sebagai dasar penelitian

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang diagram alir, metode yang digunakan dalam penelitian, langkah-langkah penelitian dan pengolahan data

BAB 4 ANALISIS DATA & PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang proses analisis data dari semua hasil yang telah didapat pada tahapan pengolahan serta pembahasan terhadap hasil analisis data tersebut

BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang disampaikan untuk penelitian serupa berikutnya

