

**PENERAPAN METODE BAGGING UNTUK MENGURANGI  
DATA *NOISE* PADA NEURAL NETWORK UNTUK  
ESTIMASI KUAT TEKAN BETON**



TESIS

TYAS SETIYORINI

14000644

PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER ILMU KOMPUTER  
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER  
NUSA MANDIRI  
JAKARTA  
2014

**PENERAPAN METODE BAGGING UNTUK MENGURANGI  
DATA *NOISE* PADA NEURAL NETWORK UNTUK  
ESTIMASI KUAT TEKAN BETON**



**TESIS**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Ilmu Komputer (M.Kom)

**TYAS SETIYORINI**

14000644

**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER ILMU KOMPUTER  
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER  
NUSA MANDIRI  
JAKARTA  
2014**

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tyas Setiyorini  
NIM : 14000644  
Program Studi : Magister Ilmu Komputer  
Jenjang : Strata Dua (S2)  
Konsentrasi : *Management Information System*

Dengan ini menyatakan bahwa tesis yang telah saya buat dengan judul: “Penerapan Metode Bagging untuk Mengurangi Data *Noise* pada Neural Network untuk Estimasi Kuat Tekan Beton” adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang kutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar dan tesis belum pernah diterbitkan atau dipublikasikan dimanapun dan dalam bentuk apapun.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila dikemudian hari ternyata saya memberikan keterangan palsu dan atau ada pihak lain yang mengklaim bahwa tesis yang telah saya buat adalah hasil karya milik seseorang atau badan tertentu, saya bersedia diproses baik secara pidana maupun perdata dan kelulusan saya dari Program Pascasarjana Magister Ilmu Komputer Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri dicabut/dibatalkan.

Jakarta, 3 Maret 2014

Yang menyatakan,

Tyas Setiyorini

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Tyas Setiyorini  
NIM : 14000644  
Program Studi : Magister Ilmu Komputer  
Jenjang : Strata Dua (S2)  
Konsentrasi : *Management Information System*  
Judul Tesis : “Penerapan Metode Bagging Untuk Mengurangi *Noise*  
Pada Neural Network Untuk Estimasi Kuat Tekan Beton”

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer (M.Kom) pada Program Pascasarjana Magister Ilmu Komputer Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri (STMIK Nusa Mandiri).

Jakarta, 3 Maret 2014  
Pascasarjana Magister Ilmu Komputer  
STMIK Nusa Mandiri  
Direktur


Prof. Dr. Ir. Kaman Nainggolan, MS

## DEWAN PENGUJI

Penguji I : .....

Penguji II : .....

Penguji III / Pembimbing: Romi Satria Wahono, M.Eng : .....

	<b>Lembar Konsultasi Bimbingan Tesis</b>
	<b>Pascasarjana Magister Ilmu Komputer STMIK Nusa Mandiri</b>

N I M : 14000644  
 Nama Lengkap : TYAS SETIYORINI  
 Dosen Pembimbing : ROMI SATRIA WAHONO M.Eng  
 Judul Tesis : PENERAPAN METODE BAGGING UNTUK  
 MENGURANGI *NOISE* PADA NEURAL NETWORK  
 UNTUK ESTIMASI KUAT TEKAN BETON

No	Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1	25 Desember 2013	Pengajuan Judul	
2	28 Desember 2013	Revisi Judul dan Pengajuan Bab I	
3	10 Januari 2014	Revisi Bab I dan Pengajuan Bab II	
4	20 Januari 2014	Revisi Bab II	
5	28 Januari 2014	Revisi Bab II dan Pengajuan Bab III	
6	15 Februari 2014	Revisi Bab III dan Pengajuan Bab IV	
7	25 Februari 2014	Revisi Bab IV dan Pengajuan Bab V	
8	1 Maret 2014	Revisi Bab IV dan Bab V	
9	3 Maret 2014	Acc Keseluruhan	

Bimbingan dimulai pada tanggal1: 25 Desember 2013

Bimbingan diakhiri pada tanggal1: 3 Maret 2014

Jumlah pertemuan: 9

Jakarta, 3 Maret 2014

Dosen Pembimbing

(Romi Satria Wahono, M.Eng)

Bimbingan dimulai pada tanggal1: 7 November 2010

Bimbingan diakhiri pada tanggal1: 8 September 2011

Jumlah pertemuan: 8

Jakarta, 11 Sept 2011

Dosen Pembimbing

(Romi Satria Wahono, M.Eng)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah, SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini tepat pada waktunya. Dimana tesis ini penulis sajikan dalam bentuk buku yang sederhana. Adapun judul tesis, yang penulis ambil sebagai berikut “Penerapan Metode Bagging untuk Mengurangi *Noise* pada Neural Network untuk Estimasi Kuat Tekan Beton”. Tujuan penulisan tesis ini dibuat sebagai salah satu untuk mendapatkan gelar Magister Ilmu Komputer (M.Kom) pada Program Pascasarjana Magister Ilmu Komputer Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri (STMIK Nusa Mandiri). Tesis ini diambil berdasarkan hasil penelitian mengenai Estimasi Kuat Tekan Beton dengan mengusulkan metode Bagging dan Neural Network. Penulis juga mencari dan menganalisa berbagai macam sumber referensi, baik dalam bentuk jurnal ilmiah, buku-buku literatur, *internet*, dll yang terkait dengan pembahasan pada tesis ini. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dukungan dari semua pihak dalam pembuatan tesis ini, maka penulis tidak dapat menyelesaikan tesis ini tepat pada waktunya. Untuk itu ijinkanlah penulis kesempatan ini untuk mengucapkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Romi Satria Wahono, M.Eng selaku pembimbing tesis yang telah menyediakan waktu, pikiran dan tenaga dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moral kepada penulis.
3. Seluruh staf pengajar (dosen) Program Pascasarjana Magister Ilmu Komputer Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri yang telah memberikan pelajaran yang berarti bagi penulis selama menempuh studi.

4. Seluruh staf dan karyawan Program Pascasarjana Magister Ilmu Komputer Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri yang telah melayani penulis dengan baik selama kuliah.

5. Rekan – rekan seperjuangan, khususnya Vinita Chandani, Rizky Tri Asmono dan Dian Pratama.

Serta semua pihak yang terlalu banyak untuk penulis sebutkan satu persatu sehingga terwujudnya penulisan tesis ini. Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini masih jauh sekali dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan karya ilmiah yang penulis hasilkan untuk yang akan datang. Akhir kata semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.

Jakarta, 3 Maret 2014

Tyas Setiyorini

Penulis

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Tyas Setiyorini  
NIM : 14000644  
Program Studi : Magister Ilmu Komputer  
Jenjang : Strata Dua (S2)  
Konsentrasi : *Management Information System*  
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini menyetujui untuk memberikan ijin kepada pihak Program Pascasarjana Magister Ilmu Komputer Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri (STMIK Nusa Mandiri) **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalti-Free Right*)** atas karya ilmiah kami yang berjudul : “Penerapan Metode Bagging Untuk Mengurangi *Noise* pada Neural Network untuk Estimasi Kuat Tekan Beton”, beserta perangkat yang diperlukan (apabila ada). Dengan **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** ini pihak STMIK Nusa Mandiri berhak menyimpan, mengalih-media atau *bentuk*-kan, mengelolanya dalam pangkalan data (*database*), mendistribusikannya dan menampilkan atau mempublikasikannya di *internet* atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari kami selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta karya ilmiah tersebut. Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak STMIK Nusa Mandiri, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 3 Maret 2014

Yang menyatakan,

Tyas Setiyorini

## ABSTRAK

Nama : Tyas Setiyorini  
NIM : 14000644  
Program Studi : Magister Ilmu Komputer  
Jenjang : Strata Dua (S2)  
Konsentrasi : *Management Information System*  
Judul : “Penerapan Metode Bagging untuk Mengurangi Data *Noise* pada Neural Network untuk Estimasi Kuat Tekan Beton”

Beton adalah bahan yang diolah yang terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambahan lainnya. Kuat tekan beton sangat bergantung pada karakteristik dan komposisi bahan-bahan pembentuk beton. Metode neural network ampuh dalam mengatasi masalah data nonlinear, namun neural network memiliki keterbatasan dalam mengatasi data *noise* yang tinggi. Untuk menyelesaikan masalah tersebut diperlukan metode bagging untuk mengurangi data *noise* pada metode neural network. Beberapa eksperimen dilakukan untuk mendapatkan arsitektur yang optimal dan menghasilkan estimasi yang akurat. Hasil penelitian menunjukkan, eksperimen dengan menggunakan neural network didapat nilai RMSE terkecil adalah 0,057 untuk *dataset concrete compressive strength* dan 0.011 untuk *dataset slump*, sedangkan eksperimen dengan menggunakan metode bagging dan neural network didapatkan nilai RMSE terkecil 0,055 untuk *dataset concrete* dan 0.010 untuk *dataset slump*. Hasil uji t-Test menunjukkan hipotesis alternatif yaitu dengan nilai  $P=0,02$  untuk *dataset concrete compressive strength* dan  $P=0,02$  untuk *dataset slump*. Maka dapat disimpulkan estimasi kuat tekan beton dengan menggunakan metode bagging dan network lebih akurat dibanding dengan metode individual neural network.

*Kata Kunci: estimasi, kuat tekan beton, Neural Network, Bagging*

## ABSTRACT

Name : Tyas Setiyorini  
NIM : 14000644  
Study of Program : Magsiter Ilmu Komputer  
Levels : Strata Dua (S2)  
Concentration : *Management Information System*  
Titel : *“Implementation Bagging Method to Reduce Noise on Neural Network to Estimate the Compressive Strength of Concrete”*

*Concrete is a processed material consisting of cement, coarse aggregate, fine aggregate, water and other additional materials. Compressive strength of concrete is highly dependent on the characteristics and composition of the materials forming concrete. Neural network is powerful to solve the problem of data non-linear; however, neural network has limitations in dealing with high noise data. To resolve the problem bagging methods are needed to reduce the noise data in the neural network. Several experiments were conducted to obtain the optimal architecture and produce an accurate estimate. The results showed, experiments using neural network obtained the smallest RMSE value is 0.057 for concrete compressive strength dataset and 0.011 for datasets Slump, whereas experiments using the bagging method and neural network obtained the smallest RMSE values 0.055 for concrete dataset and 0.010 for dataset Slump. T-Test test results indicate the alternative hypothesis that the value of  $P = 0.02$  for concrete compressive strength dataset and  $P = 0.02$  for dataset Slump. Hence can be concluded concrete compressive strength estimation using the bagging method and neural network is more accurate than the individual methods of neural network*

*Keywords: estimation, concrete compressive strength, Neural Network, Bagging*

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
LEMBAR KONSULTASI .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	ix
ABSTRAK .....	x
ABSTRACT .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	4
1.2. Identifikasi Masalah .....	4
1.3. Rumusan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
BAB II. LANDASAN/KERANGKA PEMIKIRAN .....	7
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.1.1 Model Penelitian Alshihri et al .....	7
2.1.2 Model Penelitian Erdal et al .....	8
2.1.3 Model Penelitian Erdal .....	9
2.2 Landasan Teori .....	13
2.2.1 Beton .....	13
2.2.1.1 Kuat Tekan Beton .....	13
2.2.1.2 Bahan pembentuk beton .....	15
2.2.2 Data Mining .....	17
2.2.3 Dataset dan Noise .....	19
2.2.4 Bagging .....	21
2.2.5 Neural Network .....	23
2.2.5.1 Algoritma Back-Propagation.....	27
2.2.5.2 Studi Kasus Algoritma Back-progation .....	29
2.2.6 Validasi ( <i>K-Fold Cross Validation</i> ) .....	31
2.2.7 Evaluasi ( <i>Root Mean Square Error</i> ) .....	32
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	34
3.1 Perancangan Penelitian .....	34
3.2. Pengumpulan Data .....	35
3.3. Pengolahan Data Awal .....	38
3.3. Metode Yang Diusulkan .....	41
3.4 Eksperimen dan Pengujian Model .....	43
Bab IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	45

4.1. Hasil .....	45
4.1.1 Hasil Perhitungan Training dengan Neural Network .....	45
4.1.2 Hasil Eksperimen dengan Neural Network .....	48
4.1.3 Hasil Perhitungan Training dengan Neural Network dan Bagging .....	49
4.1.4 Hasil Eksperimen dengan Neural Network dan Bagging .....	59
4.2 Pembahasan .....	60
4.2.1 Komparasi Model Neural Network dengan Neural Network dan Bagging .....	60
4.2.2 Uji Beda t-Test untuk Model Neural Network dengan Model Neural Network dan Bagging .....	63
BAB 5. PENUTUP .....	65
5.1. Kesimpulan .....	65
5.2. Saran .....	65
DAFTAR REFERENSI .....	66
LAMPIRAN .....	68

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Rangkuman penelitian terkait .....	
Tabel 2.2 Nilai Awal untuk Input, Bobot, dan Bias .....	
Tabel 2.3 Perhitungan untuk bobot dan bias terbaru .....	
Table 3.1. Model Input Dataset Concrete Compressive Strength .....	
Table 3.2. Model Input Dataset Slump .....	
Table 3.3 Jumlah Record Dataset Concrete Compressive Strength .....	
Table 3.4 Jumlah Record Dataset Slump .....	
Table 3.5 Dataset Concrete Compressive Strength yang Telah Ditransformasi	
Table 3.6 Dataset Slump yang Telah Ditransformasi .....	
Table 3.7 Spesifikasi Komputer yang Digunakan .....	
Tabel 4.1 Nilai Input Awal .....	
Tabel 4.2 Nilai Bobot Awal .....	
Tabel 4.3 Nilai Bias Awal .....	
Tabel 4.4 Perhitungan untuk Bobot dan Bias Terbaru .....	
Tabel 4.5 Hasil Model dengan Metode Neural Network (Dataset Slump) .....	
Tabel 4.6 Hasil Eksperimen dengan Neural Network (Dataset Concrete Compressive Strength) .....	
Tabel 4.7 Hasil Eksperimen dengan Neural Network (Dataset Slump) .....	
Tabel 4.8 Hasil Model Neural Network dan Bagging Model 1 .....	
Tabel 4.9 Hasil Model Neural Network dan Bagging Model 2 .....	
Tabel 4.10 Hasil Model Neural Network dan Bagging 3 .....	
Tabel 4.11 Hasil Model Neural Network dan Bagging Model 4 .....	
Tabel 4.12 Hasil Model Neural Network dan Bagging Model 5 .....	
Tabel 4.13 Hasil Model Neural Network dan Bagging Model 6 .....	
Tabel 4.14 Hasil Model Neural Network dan Bagging Model 7 .....	
Tabel 4.15 Hasil Model Neural Network dan Bagging Model 8 .....	
Tabel 4.16 Hasil Model Neural Network dan Bagging Model 9 .....	
Tabel 4.17 Hasil Model Neural Network dan Bagging Model 10 .....	
Tabel 4.18 Hasil Eksperimen dengan Neural Network dan Bagging (Dataset Concrete Compressive Strength) .....	
Tabel 4.19 Hasil Eksperimen dengan Neural Network dan Bagging (dataset slump) .....	
abel 4.20 Eksperimen Neural Network dengan Neural Network dan Bagging (dataset concret compressive strength) .....	
Tabel 4.21 Eksperimen Neural Network dengan Neural Network dan Bagging (Dataset Slump) .....	
Tabel 4.22 Paired Two-tailed t-Test dengan metode Neural Network dan Bagging (dataset concrete compressive strength) .....	
Tabel 4.23 Paired Two-tailed t-Test dengan Metode Neural Network dan Bagging (Dataset Slump) .....	

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Model penelitian Alshihri et al .....	
Gambar 2.2 Model penelitian Alshihri et al .....	
Gambar 2.3 Metode penelitian Erdal et al .....	
Gambar 2.4 Struktur Neural Network .....	
Gambar 2.5 Proses Neural Network .....	
Gambar 2.6 Arsitektur Backpropagation .....	
Gambar 2.7 10-Cross Fold Validation .....	
Gambar 2.8 Kerangka Pemikiran .....	
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian .....	
Gambar 3.2 Diagram model yang diusulkan .....	
Gambar 3.3 Algoritma Bagging dan Neural Network .....	
Gambar 4.1 Arsitektur Neural Network .....	
Gambar 4.2 Arsitektur Neural Network dan Bagging Model 1 .....	
Gambar 4.3 Arsitektur Neural Network dan Bagging Model 2 .....	
Gambar 4.4 Arsitektur Neural Network dan Bagging Model 3 .....	
Gambar 4.5 Arsitektur Neural Network dan Bagging Model 4 .....	
Gambar 4.6 Arsitektur Neural Network dan Bagging Model 5 .....	
Gambar 4.7 Arsitektur Neural Network dan Bagging Model 6 .....	
Gambar 4.8 Arsitektur Neural Network dan Bagging Model 7 .....	
Gambar 4.9 Arsitektur Neural Network dan Bagging Model 8 .....	
Gambar 4.10 Arsitektur Neural Network dan Bagging Model 9 .....	
Gambar 4.11 Arsitektur Neural Network dan Bagging Model 10 .....	
Gambar 4.12 Grafik Perbedaan Metode Neural Network dengan Neural Network dan Bagging (Dataset Concrete Compressive Strength) .....	
Gambar 4.13 Grafik Perbedaan Metode Neural Network dengan Neural Network dan Bagging (Dataset Slump) .....	

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dataset Concrete Compressive Strength (Asli).....	
Lampiran 2. Dataset Concrete Compressive Strength (Sesudah Ditransform).....	
Lampiran 3. Dataset Concrete Compressive Strength (Asli).....	
Lampiran 4. Dataset Concrete Compressive Strength (Sesudah Ditransform) .....	

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini kata “beton” sudah tidak asing lagi, baik di masyarakat umum maupun di kalangan para *engineer*. Kelebihan sifat beton dibanding bahan lain adalah: 1). Mampu memikul beban yang berat, 2). Dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi 3). Tahan terhadap temperatur yang tinggi 4). Biaya pemeliharaan yang kecil (Mulyono, 2004). Dari kelebihan tersebut maka hampir sebagian besar gedung, jalan, jembatan, perumahan dan sarana infrastruktur lain menggunakan beton sebagai bahan dasar untuk bangunan mereka.

Beton adalah bahan yang diperoleh dengan mencampurkan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambahan (Mulyono, 2004). Sebagian besar bahan pembuat beton adalah bahan lokal (kecuali semen atau bahan tambahan kimia lain), sehingga sangat menguntungkan secara ekonomi. Namun pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencanaannya tidak memahami karakteristik bahan-bahan pembentuk beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat. Dalam ilmu sipil, memprediksi sifat mekanik bahan konstruksi adalah tugas penelitian yang penting (Chou & Pham, 2013). Sifat dan karakteristik bahan pembentuk beton akan mempengaruhi mutu beton (Mulyono, 2004). Mutu beton tergantung pada seberapa kuat tekannya, semakin tinggi kuat tekan beton semakin besar manfaatnya akan kebutuhan konstruksi bangunannya.

Para ahli laboratorium melakukan proses perencanaan bahan campuran beton (*mix design*) secara berkelanjutan dan terus menerus untuk mendapatkan campuran bahan beton yang baik sehingga menghasilkan mutu atau kuat tekan beton yang diinginkan. Mutu beton yang baik adalah jika beton tersebut memiliki kuat tekan tinggi (antara 20 – 50 Mpa, pada umur 28 hari). Dengan kata lain dapat

diasumsikan bahwa mutu beton ditinjau dari kuat tekannya saja (Tjokrodimuljo, 1996). Kuat tekan beton akan berubah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut dengan umur 3, 7, 14, 21, 28, 90, dan 365 hari. (PBI, 1971). Secara umum, para ahli laboratorium melakukan *mix design* dengan aturan standar tertentu yang dilakukan secara manual dengan melihat tabel dan grafik referensi dan keadaan lapangan, tetapi cara tersebut sangat tidak efisien dan tidak menjamin akurasi.

Untuk menjamin tingkat akurasi dalam memprediksi kuat tekan beton sampai saat ini telah banyak penelitian yang dilakukan dengan berbagai macam metode komputasi dengan berbagai jenis dataset kuat tekan beton, dalam cabang ilmu komputer yang disebut *data mining*. Metode komputasi yang telah dilakukan diantaranya dengan dua jenis metode yaitu metode individual dan metode gabungan (*ensemble*). Estimasi atau prediksi kuat tekan beton yang pernah dilakukan dengan beberapa metode individual yaitu (Chou & Pham, 2013), Neural Network (NN), Support Vector Machines (SVM), Classification and Regression Tree (CART), Linear Regression (LR), Generalized Linear Regression (GENLIN), dan Chi-Squared Automatic Interaction Detector (CHAID).

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa metode individual yang paling baik adalah Neural Network (NN). Hubungan antara komponen dan komposisi bahan pembentuk beton dengan kuat tekan beton bersifat sangat non-linear (Chou & Pham, 2013; Erdal, 2013). NN memiliki keunggulan dalam memprediksi hasil dikotomis atau membuat keputusan diagnostik dibandingkan dengan model LR, termasuk kemampuan untuk mendeteksi hubungan kompleks yang bersifat nonlinear antara faktor prediksi dan hasil prediksi (Alshihri, Azmy, & El-Bisy, 2009; Chen, Zhang, Xu, Chen, & Zhang, 2012). NN menjadi alat yang sangat ampuh untuk memecahkan banyak masalah teknik sipil, khususnya dalam situasi, dimana data mungkin rumit atau dalam jumlah yang cukup besar (Nazari & Pacheco Torgal, 2013). Meskipun metode NN telah mampu membuktikan dalam menangani masalah nonlinear, NN masih memiliki beberapa kelemahan.

Seperti banyak penelitian lainnya, prediksi kuat tekan beton menderita efek negatif yaitu *noise* dari data pelatihan, hal ini dapat dapat mempengaruhi akurasi

prediksi (Erdal, Karakurt, & Namli, 2013). Noise adalah data yang berisi nilai-nilai yang salah atau anomali, yang biasanya disebut juga *outlier*. Penyebab lain yang mungkin dari *noise* yang harus dicari dalam perangkat rusak adalah pengukuran data, perekaman dan transmisi. Itu adalah adanya data yang dinyatakan dalam satuan pengukuran heterogen, sehingga menyebabkan anomali dan ketidakakuratan (Vercellis, 2009). Dataset kuat tekan beton mengandung *noise* yang tinggi, hal ini dapat dilihat dari penyebaran data (varians) yang tidak merata atau meluas (heterogen), seperti atribut *blast furnace slag*, *fly ash* dan *age*, yang dapat ditunjukkan oleh besarnya nilai standar deviasi dibanding nilai rata-ratanya. *Noise* yang tinggi pada dataset kuat tekan beton mengganggu proses estimasi, sehingga menyebabkan estimasi yang kurang akurat.

Neural network memiliki kemampuan untuk model yang kompleks dengan berbagai masalah *nonlinier*, namun kelemahan utama dari neural network adalah ketidakstabilan mereka, terutama dalam kondisi *noise* dan dataset yang terbatas (Dimopoulos, Tsiros, Serelis, & Chronopoulou, 2004). Neural network telah sangat berhasil dalam sejumlah aplikasi pemrosesan sinyal, namun keterbatasan fundamental dan kesulitan yang melekat yaitu ketika menggunakan neural network untuk pengolahan *noise* yang tinggi dan sinyal ukuran sampel yang kecil (Giles & Lawrence, 2001). Ketika neural network mulai menggambarkan *noise* selama pelatihan, berat estimasi mulai rusak (Taylor, Giustolisi, & Laucelli, 2014). Untuk mengatasi kelemahan neural network dalam mengatasi data *noise* yang tinggi dibutuhkan metode gabungan dengan metode lain untuk memecahkan masalah data *noise* agar mendapatkan prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan metode individual.

Breiman (1996) menganggap bagging sebagai teknik pengurangan varians (*noise*) untuk metode dasar seperti decision tree atau neural network (Breiman, 1996). Bagging dikenal sangat efektif bila pengklasifikasi tidak stabil, yaitu ketika perturbasi set pembelajaran dapat menyebabkan perubahan yang signifikan dalam perilaku klasifikasi, karena bagging meningkatkan kinerja generalisasi dengan cara mengurangi varians (*noise*) dengan tetap menjaga atau hanya sedikit meningkatkan bias (Breiman, 1996). Menurut Wange et al dalam