

## TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMILIHAN CAMPURAN UNTUK BETON  
NORMAL (MIX DESIGN) BERDASARKAN SNI 7656 – 2012,  
MENGUNAKAN PERSAMAAN POLYNOMIAL DENGAN  
MACRO EXCEL**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NAROTAMA SURABAYA  
2019**


## TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMILIHAN CAMPURAN UNTUK BETON NORMAL (MIX DESIGN) BERDASARKAN SNI 7656 – 2012, MENGGUNAKAN PERSAMAAN POLYNOMIAL DENGAN MACRO EXCEL**

Disusun oleh:

**EUGENE YUDHISTIRA BAGGIO**

**NIM: 03114164**



Diajukan guna memenuhi persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)  
pada Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Narotama  
Surabaya  
**PRO PATRIA**

Surabaya, Januari 2018

Mengetahui

Dosen Pembimbing,



**Julistyana Tistogondo, S.T., M.T.**

**NIDN : 0715077503**

## TUGAS AKHIR

ANALISIS PEMILIHAN CAMPURAN UNTUK BETON NORMAL (MIX DESIGN) BERDASARKAN SNI 7656 – 2012, MENGGUNAKAN PERSAMAAN POLYNOMIAL DENGAN MACRO EXCEL

Disusun oleh:

**EUGENE YUDHISTIRA BAGGIO**  
NIM: 03114164

Tugas akhir ini telah memenuhi persyaratan dan disetujui untuk di ujikan.



Surabaya, Januari 2018  
Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I,

**Julistyana Tistogondo, S.T.,M.T.**

NIDN : 0715077503

**TUGAS AKHIR INI  
 TELAH DIUJIKAN DAN DIPERTAHANKAN  
 DIHADAPAN TIM PENGUJI  
 PADA HARI JUMAT, TANGGAL 6 SEPTEMBER 2019**

**Judul Tugas Akhir : ANALISIS PEMILIHAN CAMPURAN UNTUK  
 BETON NORMAL (MIX DESIGN) BERDASARKAN  
 SNI 7656 – 2012, MENGGUNAKAN PERSAMAAN  
 POLYNOMIAL DENGAN MACRO EXCEL**

**Disusun Oleh : EUGENE YUDHISTIRA BAGGIO**

**NIM : 03114164**

**Fakultas : TEKNIK**

**Program Studi : TEKNIK SIPIL**

**Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS NAROTAMA SURABAYA**

**Tim penguji Terdiri : Mengesahkan,**

**1. Ketua Penguji Ketua Program Studi Teknik Sipil,**

H.Fredy Kurniawan, S.T.,M.T.,M.Eng.

Ph.D Ronny Durrotun Nasihien S.T., M.T.

**NIDN: 0725098103**

**PRO PATRIA NIDN: 0720127002**

**2. Sekretaris**

Dr. Ir. F. Rooslan Edy Santosa M.T.

**NIDN: 0722126301**

**3. Anggota**

Julistyana Tistogondo S.T., M.T

**NIDN: 0715077503**



## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, Saya :

Nama : Eugene Yudhistira Baggio

NIM : 03114164

Judul Tugas Akhir : Analisis Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal (*Mix Design*) Berdasarkan SNI 7656-2012, Menggunakan Persamaan Polynomial Dengan Macro Excel

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat Karya/Pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Acuan/Daftar Pustaka.

Apabila ditemukan suatu Jiplakan/Plagiat maka saya bersedia menerima akibat berupa sanksi Akademis dan sanksi lain yang diberikan oleh yang berwenang sesuai ketentuan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, 6 September 2019

Hormat saya,



Nama: Eugene Yudhistira Baggio

NIM: 03114164

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan atas kehadiran Tuhan yang telah melimpahkan rahmat dan berkat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sebagai manusia saya menyadari akan adanya keterbatasan, kekurangan dan kesalahan. Namun saya telah berusaha semaksimal mungkin untuk melakukan yang terbaik agar Tugas Akhir ini dapat selesai sesuai dengan harapan. Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Kedua orang tua saya beserta keluarga besar saya telah memberikan saya semangat serta dukungan mengerjakan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Koespiadi, MT. selaku Dekan Teknik Sipil.
3. Bapak Ronny selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
4. Ibu Julistyana Tistogondo S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Teknik Sipil.
6. Teman – teman yang membantu dan mendukung saya.
7. Rekan-rekan semua mahasiswa Teknik Sipil Universitas Narotama Surabaya dan Semua Pihak yang ikut membantu dalam Penyusunan Tugas Akhir ini.

Harapan saya semoga Tugas Akhir ini bisa memenuhi syarat dan tujuan yang dikehendaki, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Surabaya, 6 September 2019

Penulis

## ANALISIS PEMILIHAN CAMPURAN UNTUK BETON NORMAL (MIX DESIGN) BERDASARKAN SNI 7656 – 2012, MENGGUNAKAN PERSAMAAN POLYNOMIAL DENGAN MACRO EXCEL

### ABSTRAK

Pemrograman komputer membutuhkan input dan proses untuk menghasilkan output, pemrosesan data yang baik membutuhkan formula, dalam pemrograman saat menggunakan tabel sangat tidak efisien, sehingga diperlukan pendekatan dalam hal ini tabel yang ada dikonversi menjadi formula, sehingga lebih mudah untuk memproses pemrograman.

Desain Campuran untuk beton normal, secara umum, selalu menggunakan tabel yang memiliki SNI (ACI), tabel yang dimodifikasi dengan Regresi Polinomial menjadi persamaan, tabel dalam SNI (ACI) yang diubah menjadi persamaan adalah tabel 2, tabel 3, tabel 5, dan tabel 6. Persamaan diproduksi menggunakan regresi polinomial, dengan nilai  $R^2$  yang relatif dekat dengan 1 dan dalam bentuk persamaan kubik. Tabel 2 SNI, diperoleh 16 persamaan kubik, tabel 3 terdiri dari 2 (dua) persamaan, tabel 5 terdiri dari 2 (dua) persamaan dengan 2 (dua) variabel, dan tabel 6 terdiri dari 2 (dua) persamaan.

Metode ini dilakukan dengan menggunakan persamaan yang dihasilkan diakses dalam proses pemrograman. Persamaan dari tabel 2, untuk menemukan berat air pencampuran, dengan variabel utama maksimum agregat, variabel tambahan adalah penurunan, persamaan kedua dari tabel yang sama (tabel 2), mencari udara terperangkap (dalam persen), variabel utama adalah maksimum agregat, variabel tambahan adalah eksposur, tabel persamaan 3, mencari rasio air semen, dengan variabel maksimum agregat, sedangkan variabel tambahan adalah persyaratan udara dalam beton (non-air entrained / udara entrain), khususnya untuk tabel 4, persamaan tidak dapat dibuat, karena variabelnya terpisah, persamaan tabel 5, mencari bobot agregat kasar, dengan dua variabel utama maksimum agregat dan FM (Finest Modulus), sehingga persamaan dengan dua variabel, sedangkan tabel persamaan 6, mencari perkiraan awal dari berat beton, dengan maks. agregat variabel utama, dan variabel kedua adalah permintaan udara pada beton (non-air entrained / air entrain).

Dari hasil penelitian ini, dapat dilihat bahwa interpolasi lagrange digunakan untuk membantu mendapatkan data yang diperlukan dalam tabel 1 untuk kemerosotan yang tidak tersedia. Hasil dari membandingkan metode dengan persamaan dan tabel tidak terlalu berbeda. Ini memiliki penyimpangan sekitar 5% dari satu sama lain. Tabel 1 diubah menjadi ekspresi  $y_{1j}$ ,  $y_{3i}$ , tabel 2 diubah menjadi ekspresi  $y_{4i}$ , tabel 4 diubah menjadi ekspresi  $y_{5i}$  dan tabel 5 diubah menjadi ekspresi  $y_{6i}$ . Semua ekspresi ini adalah persamaan kubik untuk pemrograman komputer.

*Kata kunci: Persamaan Kubik, Regresi Polinomial, Desain Campuran, Maksimum Agregat*

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
<b>1.1. Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2. Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3. Tujuan Penelitian</b> .....	2
<b>1.4. Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>1.5. Batasan Masalah</b> .....	3
BAB 2.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
<b>2.1. Penelitian Terdahulu</b> .....	4
<b>2.2. Beton</b> .....	4
<b>2.2.1. <i>Materials and Mix Proportions</i></b> .....	4
<b>2.2.2. <i>Cement Content</i></b> .....	5
<b>2.2.3. <i>Aggregate</i></b> .....	5
<b>2.3. Rancang Campur (<i>Mix Design</i>)</b> .....	6
<b>2.3.1. Kebutuhan Air Pencampur</b> .....	7
<b>2.3.2. Hubungan Antara Rasio Air – Semen Dan Kekuatan Beton</b> .....	8
<b>2.3.3. Pemaparan Berat</b> .....	9
<b>2.3.4. Volume Agregat Kasar</b> .....	10
<b>2.3.5. Berat Awal Beton Segar</b> .....	10
<b>2.4. Komposisi Material Beton</b> .....	11
<b>2.5. Mencari Berat Semen, Pasir, Kerikil dan Air</b> .....	13

2.5.1.	Berdasarkan Berat.....	13
2.5.2.	Berdasarkan Volume.....	14
2.5.3.	Koreksi Berdasarkan Berat.....	16
2.5.4.	Koreksi Berdasarkan Volume.....	16
2.6.	Polynomial.....	17
2.6.1.	Metode Newton – Raphson.....	18
2.6.2.	Metode Bisection.....	18
2.7.	<i>Least Square Fitting</i> .....	19
2.8.	<i>Least Square Fitting</i> Polinomial.....	20
2.9.	Interpolasi Lagrange.....	23
BAB 3.	.....	25
METODE PENELITIAN	.....	25
3.1.	Pendahuluan.....	25
3.2.	<i>Flowchart</i> .....	25
3.3.	Tinjauan Pustaka.....	26
3.4.	Data Awal Tabel Yang Tersedia.....	26
3.5.	Data Tambahan.....	26
3.6.	Persamaan Polynomial.....	30
3.7.	<i>Mix Design</i> dengan Polynomial.....	42
3.8.	<i>Mix Design</i> dengan fungsi Excel.....	46
BAB 4.	.....	48
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	48
4.1.	Pendahuluan.....	48
4.2.	Variabel.....	49
4.3.	Bagan Alir.....	54
4.4.	Fungsi Tabel.....	62
4.5.	Formula.....	66
4.6.	Evaluasi.....	68
4.6.1.	Berdasarkan SNI 7656:2012.....	69
4.6.2.	Menggunakan Formula.....	74
4.6.3.	Menggunakan Fungsi EXCEL.....	79
4.7.	Perbandingan Hasil.....	86
4.8.	Contoh Lain.....	88
BAB 5.	.....	96

PENUTUP.....96

**5.1. Kesimpulan** .....96

**5.2. Saran Pengembangan** .....98

DAFTAR PUSTAKA .....99



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Perkiraan Kebutuhan Varian Air, Kadar Udara, Dan Agregat Maksimum Dalam <i>Slump</i> .....	8
Tabel 2. 2. Hubungan Antara Rasio Air – Semen (w/c) Atau Rasio Air – Bahan Bersifat Semen {w/(c+p)} Dan Kekuatan Beton .....	9
Tabel 2. 3 Maksimum Rasio Air – Semen (w/c) Atau Rasio {w/(c+p)} Yang Diiijinkan Untuk Beton Tingkat Pemaparan Berat .....	9
Tabel 2. 4. Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton .....	10
Tabel 2. 5. Perkiraan Awal Berat Beton Segar.....	10
Tabel 2. 6. Tabel Pedoman Perhitungan Interpolasi Lagrange .....	24
Tabel 3. 1. Contoh Data Awal Dari SNI Yang Akan Diinterpolasi .....	27
Tabel 3. 2. Contoh Hasil Data Awal Ditambah Data Hasil Interpolasi.....	28
Tabel 3. 3 Perkiraan kebutuhan air pencampur dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah.....	28
Tabel 3. 4. <i>First estimate of weight of fresh concrete</i> .....	29
Tabel 3. 5. Perkiraan Awal Berat Beton Segar.....	29
Tabel 3. 6. Beton Tanpa Tambahan Udara.....	30
Tabel 3. 7. Beton Dengan Tambahan Udara .....	30
Tabel 3. 8. Kadar Udara Dalam Beton .....	31
Tabel 3. 9a. Kebutuhan Air Dengan <i>Slump</i> “75-100” .....	32
Tabel 3. 9b. Kebutuhan Air Dengan x dan y.....	32
Tabel 3. 10. Mencari Persamaan Polynomial Dengan Metode Least Square Fitting, untuk Persamaan Pangkat 3.....	33
Tabel 3. 11. Mencari Hitungan Persamaan Fungsi x Pada <i>Slump</i> “75-100” .....	35
Tabel 3. 12. Mencari Hasil R-square ( $R^2$ ) .....	36
Tabel 4. 1. Penentuan Berat Air Dari Tabel 2 SNI 7656 – 2012.....	69
Tabel 4. 2. Penentuan Rasio Air – Semen Dari Tabel 3 SNI 7656 – 2012 .....	70
Tabel 4. 3 Penentuan Perkiraan Volume Agregat Kasar Kering Dari Tabel 5 SNI 7656-2012 .....	70
Tabel 4. 4. Penentuan Perkiraan Awal Berat Beton Segar Dari Tabel 6 SNI 7656-2012 ..	71
Tabel 4. 5. Perbandingan Hasil Perhitungan Berat Dengan Perhitungan Volume Dari Tabel SNI 7656 – 2012.....	72
Tabel 4. 6. Perbandingan Hasil Perhitungan Berat Dengan Perhitungan Volume Dari Tabel SNI 7656 – 2012 Setelah Dikoreksi .....	74
Tabel 4. 7. Perbandingan Hasil Perhitungan Berdasarkan Berat .....	86
Tabel 4. 8. Perbandingan Hasil Perhitungan Berdasarkan Volume Absolut .....	86
Tabel 4. 9. Perbandingan Hasil Perhitungan Berat Berdasarkan Volume Absolut .....	87
Tabel 4. 10. Perbandingan Hasil Koreksi Perhitungan Berdasarkan Berat .....	87
Tabel 4. 11. Perbandingan Hasil Koreksi Perhitungan Berat Berdasarkan Volume Absolut .....	88
Tabel 4. 12. Perbandingan Hasil Perhitungan Berat Dengan Perhitungan Berat Volume Absolut Dari Tabel SNI 7656 – 2012 .....	91
Tabel 4. 13. Perbandingan Hasil Perhitungan Berat Dengan Perhitungan Berat Volume Absolut Dari Tabel SNI 7656 – 2012 Setelah Dikoreksi.....	93
Tabel 4. 14. Hasil Perhitungan Berdasarkan Berat .....	93
Tabel 4. 15. Hasil Perhitungan Berdasarkan Volume Absolut.....	94
Tabel 4. 16. Hasil Perhitungan Berat Material Berdasarkan Volume Absolut.....	94

Tabel 4. 17. Hasil Koreksi Perhitungan Terhadap Berat.....	95
Tabel 4. 18. Hasil Koreksi Perhitungan Berat Berdasarkan Volume Absoluti .....	95
Tabel 5. 1. Perbandingan Koreksi Berdasarkan Berat Pada Contoh SNI 7656 – 2012.....	96
Tabel 5. 2. Perbandingan Koreksi Berat Berdasarkan Volume Absolut Pada Contoh SNI 7656 – 2012.....	97
Tabel 5. 3. Perbandingan Koreksi Berdasarkan Berat Pada Contoh Lain.....	97
Tabel 5. 4. Perbandingan Koreksi Berat Berdasarkan Volume Absolut Pada Contoh Lain .....	97



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian .....	25
Gambar 3. 2. Aggmax vs berat air (beton tanpa tambahan udara) .....	37
Gambar 3. 3. Grafik Aggmax vs Air (Beton dengan tambahan udara) .....	38
Gambar 3. 4. Aggmax vs Kadar Udara (%) .....	39
Gambar 3. 5. fck vs w/c rasio .....	39
Gambar 3. 6. AggMax vs Volume agregat kasar .....	40
Gambar 3. 7. AggMax vs berat beton segar .....	42
Gambar 4. 1 Proses Analisa Mix Design Menggunakan Macro Excel .....	54
Gambar 4. 2. Lanjutan Proses Analisa Mix Design Menggunakan Macro Excel .....	55
Gambar 4. 3. Hasil Koreksi Berdasarkan Berat Pada Proses Mix Design Menggunakan Macro Excel .....	56
Gambar 4. 4. Hasil Koreksi Berat Berdasarkan Volume Absolut Pada Proses Mix Design Menggunakan Macro Excel .....	57
Gambar 4. 5. <i>Subroutine</i> Penentuan Berat Air Pencampur .....	58
Gambar 4. 6. <i>Subroutine</i> Kadar Udara .....	59
Gambar 4. 7. <i>Subroutine</i> Rasio Air – Semen .....	59
Gambar 4. 8. <i>Subroutine</i> Air – Semen Maksimum .....	60
Gambar 4. 9. <i>Subroutine</i> Berat Beton Segar .....	61
Gambar 4. 10. <i>Subroutine</i> Berat Kering Agregat Kasar .....	61



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1: Lampiran Excel

2: Lampiran *Source Code*

