

**PERANCANGAN PROGRAM BANTU
ANALISIS DAN DESAIN BALOK BETON BERTULANG
MENGUNAKAN VISUAL STUDIO
BERDASARKAN SNI 2847 - 2019**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

RIYA ANGGARA

NPM : 16 021 6464



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
OKTOBER 2020**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN PROGRAM BANTU ANALISIS DAN DESAIN
BALOK BETON BERTULANG MENGGUNAKAN VISUAL STUDIO
BERDASARKAN SNI 2847 - 2019**

Oleh :

RIYA ANGGARA

NPM : 160216464

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 2 Oktober 2020

Pembimbing



(Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M. Eng.)

Disahkan oleh

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN PROGRAM BANTU ANALISIS DAN DESAIN BALOK BETON BERTULANG MENGGUNAKAN VISUAL STUDIO BERDASARKAN SNI 2847 – 2019



Oleh :

RIYA ANGGARA
NPM : 16 021 6464

Telah diuji dan disetujui oleh :

	Nama	Tanggal	Tanda Tangan
Ketua	: Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M. Eng.	20/10/2020	
Sekretaris	: Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng.	2/10/2020	
Anggota	: J. Tri Hatmoko, Ir., M.T.	2/10/2020	

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

**Perancangan Program Bantu Analisis dan Desain
Balok Beton Bertulang Menggunakan Visual Studio
Berdasarkan SNI 2847 – 2019**

benar-benar merupakan karya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide maupun data hasil perhitungan tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dengan Tugas Akhir ini. Apabila terbukti di kemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 20 Oktober 2020

Yang membuat pernyataan



(Riya Anggara)

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“Perancangan Program Bantu Analisis dan Desain Balok Beton Bertulang Menggunakan Visual Studio Berdasarkan SNI 2847 – 2019”** yang bertujuan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa penulis tidak dapat menyelesaikan tugas akhir ini tanpa bantuan banyak pihak, oleh karena itu penulis hendak bersyukur atas kehadiran orang-orang yang membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
2. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
3. Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng., selaku Koordinator Tugas Akhir Struktur;
4. Bapak Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M. Eng. selaku Dosen Pembimbing yang bersedia meluangkan waktu untuk membimbing penulis menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini;
5. Para dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan membagikan ilmu selama penulis menempuh pendidikan;

6. Kedua orang tua saya tercinta, Fidelis Iswan dan Fitriana Sitayan, serta adik saya Rita Rakasiwi yang selalu mendoakan, memotivasi, dan memberikan semangat selama penulis mengerjakan Laporan Tugas Akhir ini.
7. Gerald Simanullang yang dengan sabar mengajari penulis untuk membuat program bantu dengan *visual studio*.
8. Teman seperjuangan selama Magang dan Tugas Akhir yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan penuh semangat dan bahagia.
9. Semua orang yang mendukung penulisan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata terima kasih, semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, Oktober 2020

(Riya Anggara)

NPM: 160216464

DAFTAR ISI

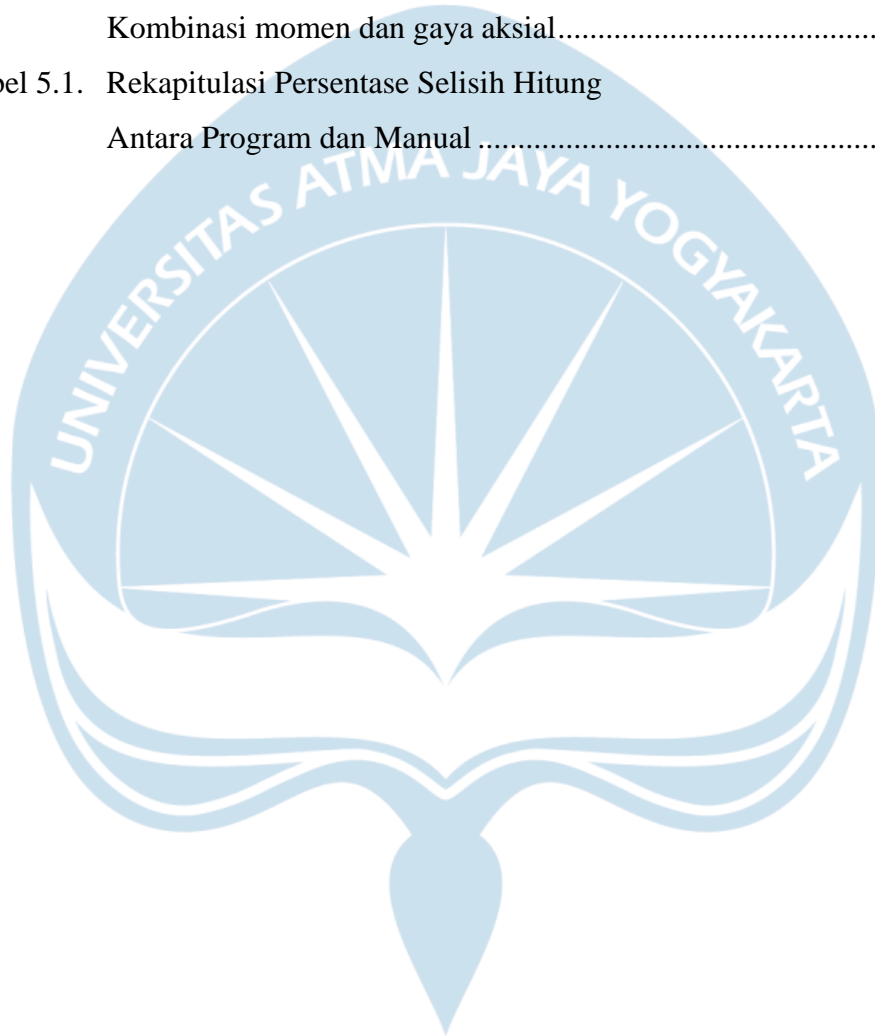
HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xv
INTISARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Keaslian Tugas Akhir	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir	3
1.6 Tujuan Tugas Akhir	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Konstruksi Beton Bertulang	4
2.2 Perencanaan Kuat Batas	5
2.3 Kondisi Batas	7
2.4 Keruntuhan Tarik, Tekan dan Balans.....	10
2.5 Kuat Perlu (U)	11
2.6 Kuat Rencana	13
2.7 Parameter yang Mempengaruhi Kapasitas Geser.....	15
2.8 <i>Microsoft Visual Studio</i>	19
2.9 <i>Visual Basic .NET</i>	23

BAB III LANDASAN TEORI.....	24
3.1 Rumus Analisis Balok Persegi – Tulangan Tunggal.....	24
3.1.1 Keruntuhan Tarik (under-reinforced).....	24
3.1.2 Keruntuhan Balans	24
3.1.3 Keruntuhan Tekan (over-reinforced).....	25
3.1.4 Bagan Alir Analisis Manual Balok Persegi Tulangan Tunggal	26
3.2 Rumus Analisis Balok T – Tulangan Tunggal	27
3.2.1 Keruntuhan Balans	27
3.2.2 Keruntuhan Tarik	27
3.2.3 Keruntuhan Tekan	26
3.2.4 Bagan Alir Analisis Balok T – Tulangan Tunggal.....	28
3.3 Rumus Analisis Balok Persegi – Tulangan Ganda.....	29
3.3.1 Keruntuhan Tarik – Tulangan Desak Leleh	29
3.3.2 Keruntuhan Tarik – Tulangan Desak Elastis.....	29
3.3.3 Keruntuhan Desak – Tulangan Tarik Elastis.....	30
3.3.4 Semua Tulangan (Bawah dan Atas) Tarik	30
3.3.5 Bagan Alir Analisis Balok Persegi – Tulangan Ganda	31
3.4 Rumus Analisis Balok Persegi – Tulangan Ganda.....	33
3.4.1 Keruntuhan Tarik – Tulangan Desak Leleh	33
3.4.2 Keruntuhan Tarik – Tulangan Desak Elastis.....	33
3.4.3 Bagan Alir Analisis Balok T – Tulangan Ganda.....	34
3.5 Rumus Analisis Balok Persegi – Tulangan Ganda.....	35
3.5.1 Luas Tulangan Tarik Perlu	35
3.5.2 Persyaratan Tulangan Maksimum dan Minimum	35
3.5.3 Persyaratan Tulangan Maksimum dan Minimum	35
3.5.4 Prosedur Perencanaan Geser Balok.....	36
3.5.5 Bagan Alir Perencanaan Geser Balok	38

BAB IV METODOLOGI TUGAS AKHIR.....	39
4.1 Studi Literatur	39
4.2 Persiapan	39
4.3 Penulisan <i>Program Listing</i>	39
4.4 Implementasi	40
4.5 Pengujian Program	40
4.6 Penyelesaian Akhir.....	40
4.7. Diagram Alir Penelitian.....	41
BAB V PENGUJIAN DAN VERIFIKASI PROGRAM.....	42
5.1 Analisis Balok Persegi – Tulangan Tunggal	42
5.2 Analisis Balok Persegi – Tulangan Ganda	46
5.3 Analisis Balok T – Tulangan Tunggal	55
5.4 Analisis Balok T – Tulangan Ganda	61
5.5 Perencanaan Balok Persegi	65
5.5 Rekapitulasi Persentase Selisih Hitung	71
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
6.1 Kesimpulan	72
6.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Faktor reduksi kekuatan (ϕ).....	13
Tabel 2.2. Faktor reduksi kekuatan (ϕ) untuk momen, gaya aksial, atau Kombinasi momen dan gaya aksial.....	14
Tabel 5.1. Rekapitulasi Persentase Selisih Hitung Antara Program dan Manual	71



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Balok yang Dibebani Sampai Runtuh	8
Gambar 2.2. Kurva Momen-Kelengkungan.....	9
Gambar 2.3. Perilaku Keruntuhan Balok	11
Gambar 2.4. Variasi nilai (\emptyset) regangan tarik netto pada tulangan tarik terjauh....	15
Gambar 2.5. Pengaruh Dimensi Terhadap Kapasitas Geser	16
Gambar 2.6. Pengaruh a/d pada Kapasitas Balok Geser Tanpa Sengkang	17
Gambar 2.7. User interface Dark Theme	20
Gambar 2.8. User interface Light Theme.....	20
Gambar 2.9. Grid Metro Style	20
Gambar 2.10. Split Metro Style	21
Gambar 2.11. Solution Explorer	22
Gambar 3.1. Momen Nominal Penampang Persegi dengan Tulangan Tunggal	26
Gambar 3.2. Bagan Alir Analisis Balok “T”	28
Gambar 3.3. Bagan Alir Analisa Manual Balok Persegi	31
Gambar 3.3. Bagan Alir Analisa Manual Balok Persegi – Tulangan Ganda Tarik Semua	32
Gambar 3.5. Bagan Alir Analisa Balok T.....	35
Gambar 3.6. Ilustrasi kebutuhan sengkang pada balok (setengah bentang)	37
Gambar 3.7. Bagan Alir Perencanaan Geser Sengkang Vertikal.....	38
Gambar 4.1. Diagram Alir Perancangan Program	41
Gambar 5.1. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok Persegi Tulangan Tunggal – Kondisi Keruntuhan Tarik.....	41
Gambar 5.2. Hasil Perhitungan Program Analisis Balok Persegi Tulangan Tunggal – Kondisi Keruntuhan Tarik.....	42
Gambar 5.3. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok Persegi Tulangan Tunggal – Kondisi Keruntuhan Tekan	43
Gambar 5.4. Hasil Perhitungan Program Analisis Balok Persegi Tulangan Tunggal – Kondisi Keruntuhan Tekan	44

Gambar 5.5. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok Persegi Tulangan Ganda (Kondisi Keruntuhan Tarik – Tulangan Desak Leleh)	45
Gambar 5.6. Hasil Perhitungan Program Analisis Balok Persegi Tulangan Ganda (Kondisi Keruntuhan Tarik – Tulangan Desak Leleh)	46
Gambar 5.7. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok Persegi Tulangan Ganda (Kondisi Keruntuhan Tarik – Tulangan Desak Elastis)	47
Gambar 5.8. Hasil Perhitungan Program Analisis Balok Persegi Tulangan Ganda (Kondisi Keruntuhan Tarik – Tulangan Desak Elastis)	48
Gambar 5.9. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok Persegi Tulangan Ganda (Kondisi Keruntuhan Desak – Tulangan Tarik Elastis)	49
Gambar 5.10. Hasil Perhitungan Program Analisis Balok Persegi Tulangan Ganda (Kondisi Keruntuhan Desak – Tulangan Tarik Elastis)	50
Gambar 5.11a. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok Persegi Tulangan Ganda (Semua Tulangan Bawah Dan Atas Tarik).....	51
Gambar 5.11b. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok Persegi Tulangan Ganda (Semua Tulangan Bawah Dan Atas Tarik).....	52
Gambar 5.12. Hasil Perhitungan Program Analisis Balok Persegi Tulangan Ganda (Semua Tulangan Bawah Dan Atas Tarik).....	53
Gambar 5.13. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok T Tulangan Tunggal (Balok T Sebagai Balok Persegi)	54
Gambar 5.14. Hasil Perhitungan Program Analisis Balok T Tulangan Tunggal (Balok T Sebagai Balok Persegi)	55
Gambar 5.15. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok T Tulangan Tunggal (Kondisi Keruntuhan Tarik)	56
Gambar 5.16. Hasil Perhitungan Program Analisis Balok T Tulangan Tunggal (Kondisi Keruntuhan Tarik)	57
Gambar 5.17. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok T Tulangan Tunggal (Kondisi Keruntuhan Tekan).....	58
Gambar 5.18. Hasil Perhitungan Program Analisis Balok T Tulangan Tunggal (Kondisi Keruntuhan Tekan).....	59

Gambar 5.19a. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok T Tulangan Ganda (Kondisi Keruntuhan Tarik – Tulangan Desak Leleh)	60
Gambar 5.19b. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok T Tulangan Ganda (Kondisi Keruntuhan Tarik – Tulangan Desak Leleh)	61
Gambar 5.20. Hasil Perhitungan Program Analisis Balok T Tulangan Tunggal (Kondisi Keruntuhan Tekan)	61
Gambar 5.21a. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok T Tulangan Ganda (Kondisi Keruntuhan Tarik – Tulangan Desak Elastis)	62
Gambar 5.21b. Contoh Soal Penyelesaian Analisis Balok T Tulangan Ganda (Kondisi Keruntuhan Tarik – Tulangan Desak Elastis)	63
Gambar 5.22. Hasil Perhitungan Program Analisis Balok T Tulangan Tunggal (Kondisi Keruntuhan Tekan)	63
Gambar 5.23. Hasil Perhitungan Program Perencanaan Tulangan Lentur Balok Persegi	66
Gambar 5.24a. Sketsa contoh 2	67
Gambar 5.25b. Diagram V_u untuk contoh 2	68
Gambar 5.25c. Diagram V_s untuk contoh 2	68
Gambar 5.26. Hasil Perhitungan Program Perencanaan Tulangan Geser Balok Persegi	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Listing Program Analisis Balok Persegi Tulangan Tunggal	76
Lampiran 2	Listing Program Analisis Balok Persegi Tulangan Ganda	78
Lampiran 3	Listing Program Analisis Balok T Tulangan Tunggal	81
Lampiran 4	Listing Program Analisis Balok T Tulangan Ganda	84
Lampiran 5	Listing Program Perencanaan Balok Persegi Tulangan Tunggal ...	88



ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

- a = Tinggi blok tegangan ekuivalen
- A_s = Luas tulangan tarik longitudinal
- b_e = Lebar pelat efektif dari balok T
- b_w = Lebar badan (*web*) balok T
- c = Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral
- C_c = Tekan beton
- C_s = Tekan baja
- d = Jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik longitudinal
- d_s = Jarak antara tepi serat beton tarik dan pusat berat tulangan tarik
- E_s = Modulus elastisitas beton
- $f'c$ = Kekuatan tekan beton yang diisyaratkan
- f_y = Kekuatan leleh tulangan yang diisyaratkan
- f_{yt} = Kekuatan leleh tulangan transversal yang diisyaratkan
- h = Tebal atau tinggi keseluruhan balok T
- M_n = Kekuatan lentur nominal pada penampang balok T
- M_u = Momen terfaktor pada penampang balok T
- s = Spasi tulangan transversal
- tf = Tinggi/tebal sayap (*flens*) pada balok T
- T_s = Tarik baja
- V_u = Gaya geser terfaktor pada penampang balok T
- ρ_{max} = Rasio tulangan maksimum
- ρ_{min} = Rasio tulangan minimum
- ϵ_c = Regangan tekan beton
- ϵ_s = Regangan tarik baja tulangan
- ϵ_y = Regangan tarik baja tulangan pada saat leleh
- $|\Delta|$ = Selisih absolut
- β_1 = Faktor yang menghubungkan tinggi blok tegangan ekuivalen dengan sumbu netral

INTISARI

PERANCANGAN PROGRAM BANTU ANALISIS DAN DESAIN BALOK BETON BERTULANG MENGGUNAKAN VISUAL STUDIO BERDASARKAN SNI 2847 – 2019, Riya Anggara, NPM 16 02 16464, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Tugas akhir ini membahas tentang perancangan program bantu analisis dan desain balok beton bertulang menggunakan *Microsoft Visual Studio*. Tujuan perancangan program bantu ini untuk memenuhi kebutuhan rekonstruksi struktur gedung pasca bencana dengan mempermudah perhitungan kekuatan nominal dan desain balok beton bertulang sehingga menjadi lebih praktis. Pembuatan program bantu dalam tugas akhir ini mengacu pada SNI-2847 2019 (Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung). Bahasa pemrograman yang digunakan adalah BASIC .NET yang sudah mendapat pembaharuan yang memudahkan pengguna dalam pengerjaan perancangan programnya.

Parameter data yang dimasukkan dalam input program untuk analisis kuat nominal adalah dimensi balok, kuat tekan beton, kuat leleh tulangan, diameter dan jumlah tulangan tarik dan tekan. Parameter data yang dimasukkan dalam input program untuk desain balok beton bertulang adalah momen dan gaya geser rencana, faktor reduksi lentur dan geser, dimensi balok, kuat tekan beton, dan kuat leleh tulangan baja. Output yang dihasilkan oleh program bantu ini adalah nilai momen nominal balok beserta jenis keruntuhannya, diameter dan jumlah tulangan utama, diameter dan jarak antar sengkang, beserta kebutuhan tulangan dan volume pekerjaan beton.

Pada analisis momen nominal balok persegi, persentase selisih absolut adalah sebesar 0,84%, dan pada perhitungan momen nominal balok T, persentase selisih absolut adalah sebesar 0,07%. Selisih tersebut terjadi akibat pembulatan yang berbeda antara kedua hasil pada saat menghitung luas tulangan menggunakan jumlah dan diameter tulangan yang tersedia. Pada setiap penentuan jenis keruntuhan balok, baik pada hitungan manual maupun program komputer, outputnya menunjukkan hasil yang sama. Untuk perhitungan kebutuhan volume pada perencanaan tulangan lentur dan geser, perhitungan manual maupun dengan program komputer didapat selisih absolut sebesar 0%. Hal ini membuktikan bahwa program bantu yang dibuat sudah valid dan terverifikasi sehingga dapat digunakan sesuai fungsinya.

Kata Kunci: *Microsoft Visual Studio*, Momen Nominal, Balok Beton Bertulang, Kebutuhan Volume, Perencanaan Geser