SKRIPSI
PERANCANGAN APLIKASI SEDERHANA UNTUK MENGHITUNG TEGANGAN GESER AKIBAT TORSI PADA BALOK BERBASIS BAHASA PASCAL

MUHAMMAD RAMDANI

03051281621035

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

SKRIPSI
PERANCANGAN APLIKASI SEDERHANA UNTUK MENGHITUNG TEGANGAN GESER AKIBAT TORSI PADA BALOK BERBASIS BAHASA PASCAL

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH
MUHAMMAD RAMDANI
03051281621035

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN APLIKASI SEDERHANA UNTUK MENGHITUNG TEGANGAN GESER AKIBAT TORSI PADA BALOK BERBASIS BAHASA PASCAL

SKRIPSI
Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:
MUHAMMAD RAMDANI
03051281621035

Palembang, Desember 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi,

Ir. Zainal Abidin, M.T.
NIP. 195809101986021001

JURUSAN TEKNIK MESIN	**Agenda No.**	**:**
FAKULTAS TEKNIK	**Diterima Tanggal**	**:**
UNIVERSITAS SRIWIJAYA	**Paraf**	**:**

SKRIPSI

Nama	**:**	**MUHAMMAD RAMDANI**
NIM	**:**	**03051281621035**
Jurusan	**:**	**TEKNIK MESIN**
Judul Skripsi	**:**	**PERANCANGAN APLIKASI SEDERHANA UNTUK MENGHITUNG TEGANGAN GESER AKIBAT TORSI PADA BALOK BERBASIS BAHASA *PASCAL***
Dibuat Tanggal	**:**	**Juli 2019**
Selesai Tanggal	**:**	**Desember 2019**

Palembang, Desember 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi,

Ir. Zainal Abidin, M.T.
NIP. 195809101986021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "**Perancangan Aplikasi Sederhana untuk Menghitung Tegangan Geser akibat Torsi pada Balok berbasis Bahasa *Pascal***" telah dipertahankan dihadapan Tim Peguuji Sidang Sarjana Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 28 Desember 2019.

Palembang, 28 Desember 2019

Tim Penguji karya ilmiah berupa skripsi :

Ketua

1. **Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D** (.....)
   NIP. 195802011984031002

Anggota

2. **Dr. Fajri Vidian, S.T, M.T.** (.....)
   NIP. 197207162006041002

3. **Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T.** (.....)
   NIP. 196005281989031002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi,

Ir. Zainal Abidin, M.T.
NIP. 195809101986021001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Ramdani

NIM : 03051281621035

Judul : Perancangan Aplikasi Sederhana untuk Menghitung Tegangan Geser akibat Torsi pada Balok berbasis Bahasa *Pascal*.

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, saya buat pernyataan ini dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Desember 2019

Muhammad Ramdani
NIM. 03051281621035

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Ramdani

NIM : 03051281621035

Judul : Perancangan Aplikasi Sederhana untuk Menghitung Tegangan Geser akibat Torsi pada Balok berbasis Bahasa *Pascal*.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Desember 2019

Muhammad Ramdani
NIM. 03051281621035

RINGKASAN

PERANCANGAN APLIKASI SEDERHANA UNTUK MENGHITUNG TEGANGAN GESER AKIBAT TORSI PADA BALOK BERBASIS BAHASA PASCAL

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 25 Desember 2019

Muhammad Ramdani; Dibimbing oleh Ir. Zainal Abidin, M.T.

Design Of Simply Application for Calculate Shear Force because of Torsion On Beam based Pascal Language

xviii + 55 halaman, 47 gambar, 6 tabel, 1 lampiran

RINGKASAN

Dalam hal perhitungan, konstruksi pada bagian atau rangka dari sebuah perancangan mesin sangatlah penting hal ini dikarenakan konstruksi rangka digunakan untuk menahan beban ataupun sifat mekanis lain dari suatu alat ketika alat tersebut dijalankan. Pada dasarnya secara matematis kita dapat menentukan hal apa saja yang perlu dilakukan sebelum membuat atau merancang suatu model benda, tetapi terkadang juga apa yang sudah kita rancang dapat berbeda hasilnya dengan apa yang ada dilapangan, tentunya dengan asumsi-asumsi yang telah kita tentukan juga. Pada penelitian kali ini, penulis akan mencoba menghitung nilai atau sifat mekanis dari profil penampang balok menggunakan aplikasi sederhana berbasis bahasa Pascal untuk kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan perhitungan teoritis mapun dengan aplikasi simulasi yang sudah ada seperti ABAQUS, ANSYS, NASTRAN, HYPERMESH, dan lain lain. Dari hasil penelitian didapat program buatan untuk menghitung tegangan geser maksimum bekerja dengan cukup baik terbukti dari hasil persentase error kurang dari 5%, ini dapat terjadi karena selisih nilai konstata torsi yang terkadang memiliki nilai yang berbeda pula setiap perhitungan analisis maupun numerik. Selain itu konstanta material juga dapat mempengaruhi perbedaan hasil. Untuk nilai sudut puntir memang

terdapat error yang besar bahkan hingga 16%, ini dapat terjadi karena konsep trigonometri pada program pascal dan perhitungan manual tidak terlalu baik, sehingga perhitungannya kurang akurat. Sedangkan dengan simulasi akan lebih tepat karena dilakukan dengan metode elemen hingga.

Kata Kunci : Tegangan Geser, Sudut Puntir, Torsi, Bahasa Pascal

SUMMARY

DESIGN OF SIMPLY APPLICATION FOR CALCULATE SHEAR FORCE BECAUSE OF TORSION ON BEAM BASED PASCAL LANGUAGE
Scientific Paper in the form of Skripsi, 25 December 2019

Muhammad Ramdani; Supervisited by Ir. Zainal Abidin, M.T.

Perancangan Aplikasi Sederhana untuk Menghitung Tegangan Geser akibat Torsi pada Balok berbasis Bahasa Pascal

xviii + 55 pages, 47 pictures, 6 tables, 1 attachment

In the case of calculations, the construction on the part or frame of an engine design is very important this is because the frame construction is used to withstand the load or other mechanical properties of a device when the tool is run. Basically, mathematically we can determine what needs to be done before making or designing an object model, but sometimes also what we have designed can be different from the results in the field, of course with the assumptions that we have set as well. In this study, the author will try to calculate the value or mechanical properties of the beam cross section profile using a simple application based on the Pascal language and then the results will be compared with theoretical calculations or with existing simulation applications such as ABAQUS, ANSYS, NASTRAN, HYPERMESH, etc. From the research results obtained an artificial program to calculate the maximum shear stress works quite well as evidenced from the results of the percentage error of less than 5%, this can occur because the difference in the value of the torque constant sometimes has a different value for each analysis or numerical calculation. In addition, material constants can also affect differences in results. For the twist angle values there are indeed large errors even up to 16%, this can occur because the trigonometric concept in the pascal program and manual calculations are not very good, so the calculations are less

accurate. While the simulation will be more appropriate because it is done by the finite element method.

Keyword : Shear Force, Angle Twist, Torsion, Pascal Language

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan atas kehadirat Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya, tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini berjudul "Perancangan Aplikasi sederhana untuk Menghitung Tegangan Geser akibat Torsi pada Balok Berbasis Bahasa *Pascal*".

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan Skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendirian, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku ketua jurusan teknik mesin.
2. Bapak Ir. Zainal Abidin, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi atas arahan, saran dan masukan selama membimbing skripsi ini.
3. Ibu Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T, M.T selaku dosen pembimbing akademik.
4. Bapak Prof. Hasan Basri dosen Tribologi dan Dr. Fajri Vidian S.T, M.T dosen Termodinamika 1 dan 2 atas arahan, saran dan masukan selama ujian skripsi ini.
5. Keluarga Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sriwijaya khususnya angkatan 2016

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal skripsi ini masih banyak sekali kekurangan, karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan untuk membantu dalam perbaikan.

Palembang, Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul.....i
Halaman Pengesahan..... iii
Halaman Persetujuan.....vii
Halaman Pernyataan Integritas..... ix
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi.....xi
Ringkasan.....xiii
Summary..... xv
Kata Pengantar..... xvii
Daftar Isi.....xix
Daftar Gambar..... xxiii
Daftar Tabel.....xxv
Daftar Lampiran.....xxvii

BAB 1 PENDAHULUAN..... 1
1.1 Latar Belakang..... 1
1.2 Rumusan Masalah..... 1
1.3 Tujuan Penelitian.....2
1.4 Manfaat Penelitian.....3
1.5 Batasan Masalah.....3
1.6 Sistematika Penulisan.....3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA..... 5
2.1 Bahasa Pemograman..... 5
2.1.1 Bahasa Tingkat Tinggi..... 6
2.1.2 Bahasa Tingkat Menengah.....6
2.1.3 Bahasa Tingkat Rendah..... 6
2.1.4 Bahasa Mesin..... 6
2.2 Bahasa Pascal.....7

2.2.1 Fitur Bahasa Pascal 8
2.2.2 Compiler Bahasa Pascal 9
2.3 Algoritma 9
2.3.1 Flowchart 10
2.3.2 Pseudocode 11
2.4 Metode Elemen Hingga 12
2.4.1 Matriks Kekakuan Elemen 13
2.4.2 Tipe – Tipe Elemen Dalam Metode Elemen Hingga 13
2.5 Beam Elemen 14
2.5.1 Tipe Balok 15
2.5.2 Gaya Yang Terjadi pada Beam 16
2.5.2.1 Torsi 17
2.5.2.2 Sudut Puntir 17
2.5.2.3 Tegangan Geser 18
2.6 CAD 20
2.6.1 SolidWork 20

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 21
3.1 Metode Pengumpulan Data 21
3.1.1 Diagram Alir Penelitian 21
3.1.2 Studi Pustaka 22
3.1.3 Studi Literatur 22
3.2 Pembuatan Aplikasi 22
3.2.1 Pembuatan Rancangan Aplikasi 22
3.2.2 Pembuatan Aplikasi 22
3.2.3 Pengujian Aplikasi 23
3.2.4 Spesifikasi Perangkat 25
3.3 Perhitungan Teoritis Torsi dan Tegangan Geser 25
3.3.1 Sudut Puntir 26
3.3.2 Torsional stiffness 26
3.3.3 Beban Maksimum Torsi 27
3.4 Pemodelan dengan SolidWork 2017 28
3.4.1 Diagram alir pemodelan dengan SolidWork 2017 30

BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN 31
4.1 Pembuatan Aplikasi 31
4.1.1 Pengujian Program 35
4.1.2 Hasil Pengujian Program 38
4.2 Perhitungan Teoritik 41
4.3 Teori Timoshenko 41
4.4 Teori Shigley 42
4.5 Perhitungan Sudut Puntir 43
4.5.1 Simulasi SolidWork 2017 45
4.5.2 Perbandingan Hasil 51
4.6 Program Pascal dengan Teoritik 51
4.6 Program Pascal dengan Simulasi 53

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 55
5.1 Kesimpulan 55
5.2 Saran 55

DAFTAR RUJUKAN 56

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Tingkatan dalam Pemrogramman 5
Gambar 2.2 Tahapan Pelaksanaan program oleh Komputer 7
Gambar 2.3 Tipe Data dalam Pascal 8
Gambar 2.4 Compiler Bahasa Pascal 9
Gambar 2.5 Struktur hubungan dan Jenis Algoritma 10
Gambar 2.6 Simbol FlowChart 11
Gambar 2.7 Simulasi FEA 12
Gambar 2.8 Ilustrasi Elemen 1D 13
Gambar 2.9 Ilustrasi Elemen 2D 14
Gambar 2.10 Ilustrasi Elemen 3D 14
Gambar 2.11 Simply Support Beam 15
Gambar 2.12 Cantiliver Beam 15
Gambar 2.13 Overhangging Beam 15
Gambar 2.14 Continuous Beam 16
Gambar 2.15 Fixed Beam 16
Gambar 2.16 Torsi Pada Balok 17
Gambar 2.17 Sudut Puntir 18
Gambar 2.18 Distribusi Tegangan Geser 18
Gambar 2.19 Balok yang dikenakan Torsi 19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 21
Gambar 3.2 *Interface Free Pascal IDE* 23
Gambar 3.3 Program yang Berhasil di *Compile* 24
Gambar 3.4 Diagram alir Pembuatan Program 24
Gambar 3.5 Gaya yang Terjadi pada ujung Balok 25
Gambar 3.6 Balok yang dikenakan Torsi 26
Gambar 3.7 Beban Maksimum Torsi 27
Gambar 3.8 Nilai tetapan Torsi 28
Gambar 3.9 Contoh Pemodelan dengan SolidWork 28
Gambar 3.10 FEA pada simulasi SolidWork 29

Gambar 3.11 Diagram alir Pemodelan SolidWork 30
Gambar 4.1 Situs penyedia Compiler Free Pascal 31
Gambar 4.2 Free Pascal IDE 32
Gambar 4.3 Compiler Free Pascal 32
Gambar 4.4 Judul Program 34
Gambar 4.5 Prosedur Program Pascal 34
Gambar 4.6 Isi Program Pascal 35
Gambar 4.7 Program hasil coding yang berhasil di*compile* 36
Gambar 4.8 Hasil Tescase Kondisi 1 38
Gambar 4.9 Hasil Tescase Kondisi 2 39
Gambar 4.10 Hasil Tescase Kondisi 3 39
Gambar 4.11 Hasil Tescase Kondisi 4 40
Gambar 4.12 Hasil Tescase Kondisi 5 40
Gambar 4.13 Hasil Simulasi Kondisi 1 46
Gambar 4.14 Hasil Simulasi Kondisi 2 47
Gambar 4.15 Hasil Simulasi Kondisi 3 48
Gambar 4.16 Hasil Simulasi Kondisi 4 49
Gambar 4.17 Hasil Simulasi Kondisi 5 50

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 4.1. Testcase 1 36
Tabel 4.2. Testcase 2 37
Tabel 4.3. Testcase 3 37
Tabel 4.4. Testcase 4 37
Tabel 4.5. Testcase 5..... 37
Tabel 4.6. Konstanta Momen Puntir Batang Persegi Empat 41

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1.Code Bahasa *Pascal* 58

PERANCANGAN APLIKASI SEDERHANA UNTUK MENGHITUNG TEGANGAN GESER AKIBAT TORSI PADA BALOK BERBASIS BAHASA PASCAL

Zainal Abidin* dan Muhammad Ramdani
*Jurusan Teknik Mesin
*email : zainalabidinhasan@yahoo.com

Abstrak

Dalam hal perhitungan, konstruksi pada bagian atau rangka dari sebuah perancangan mesin sangatlah penting hal ini dikarenakan konstruksi rangka digunakan untuk menahan beban ataupun sifat mekanis lain dari suatu alat ketika alat tersebut dijalankan. Pada dasarnya secara matematis kita dapat menentukan hal apa saja yang perlu dilakukan sebelum membuat atau merancang suatu model benda, tetapi terkadang juga apa yang sudah kita rancang dapat berbeda hasilnya dengan apa yang ada dilapangan, tentunya dengan asumsi-asumsi yang telah kita tentukan juga. Pada penelitian kali ini, penulis akan mencoba menghitung nilai atau sifat mekanis dari profil penampang balok menggunakan aplikasi sederhana berbasis bahasa Pascal untuk kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan perhitungan teoritis mapun dengan aplikasi simulasi yang sudah ada seperti ABAQUS, ANSYS, NASTRAN, HYPERMESH, dan lain lain.

Kata Kunci : Tegangan Geser, Sudut Puntir, Torsi, Bahasa Pascal.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi,

Ir. Zainal Abidin, M.T.
NIP. 195809101986021001

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hampir disetiap konstruksi mesin selalu ada bagian-bagian dari konstruksi yang berbentuk panjang, pada umumnya bagian ini terdiri profil batangan. Profil batangan ini sendiri bermacam-macam bentuknya ada yang silinder, profil I , balok segiempat dan lain-lain. Misalkan profil bentuk silinder umumnya digunakan dalam mentrasmisikan daya karena bentuknya bulat silinder dan lebih efisien dalam melakukan putaran, kemudian ada profil dengan penampang berbentuk I, batang ini biasanya digunakan sebagai penahan beban dari benda atau objek yang ditumpunya. Dan untuk batang dengan profil segiempat dalam hal ini berbentuk balok juga banyak digunakan sebagai penahan beban bahkan juga bisa kita gunakan untuk mentransmisikan daya walaupun sangat jarang kita lakukan.

Dalam hal perhitungan, konstruksi pada bagian atau rangka dari sebuah perancangan mesin sangatlah penting hal ini dikarenakan konstruksi rangka digunakan untuk menahan beban ataupun sifat mekanis lain dari suatu alat ketika alat tersebut dijalankan. Pada dasarnya secara matematis kita dapat menentukan hal apa saja yang perlu dilakukan sebelum membuat atau merancang suatu model benda, tetapi terkadang juga apa yang sudah kita rancang dapat berbeda hasilnya dengan apa yang ada dilapangan, tentunya dengan asumsi-asumsi yang telah kita tentukan juga. Pada penelitian kali ini, penulis akan mencoba menghitung nilai atau sifat mekanis dari profil penampang balok menggunakan aplikasi sederhana berbasis bahasa Pascal untuk kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan perhitungan teoritis mapun dengan aplikasi simulasi yang sudah ada seperti ABAQUS, ANSYS, NASTRAN, HYPERMESH, dan lain lain.

Maka dari itu, Penulis disini akan mencoba membuat aplikasi sederhana dari bahasa pemogramman Pascal. Bahasa Pascal sendiri, merupakan bahasa pemogramman sederhana yang dibuat Profesor Niklaus Wirth. Bahasa ini pada awalnya dikembangkan pada tahun 1971. Dengan mengambil nama dari matematikawan Prancis, Blaise Pascal, yang pertama kali menciptakan mesin

penghitung, Profesor Niklaus Wirth membuat bahasa Pascal ini sebagai alat bantu untuk mengajarkan konsep pemrograman komputer kepada mahasiswanya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara pembuatan *software* / aplikasi sederhana perhitungan sudut puntir dan tegangan geser maksimum pada balok ?
2. Bagaimana perhitungan secara teoritik sudut puntir dan tegangan geser maksimum pada balok.
3. Bagaimana hasil perhitungan secara simulasi sudut puntir dan tegangan geser maksimum pada balok.
4. Bagaimana hasil nilai perhitungan pada aplikasi buatan terhadap nilai perhitungan secara teoritik dan secara simulasi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari di lakukanya penelitian ini adalah :

1. Membuat *software* / aplikasi sederhana perhitungan sudut puntir dan tegangan geser maksimum pada balok.
2. Melakukan perhitungan secara teoritik sudut puntir dan tegangan geser maksimum pada balok.
3. Melakukan perhitungan secara simulasi sudut puntir dan tegangan geser maksimum pada balok.
4. Membandingkan hasil dari aplikasi buatan dengan perhitungan teoritik maupun dengan perhitungan simulasi.

1.4 Manfaaat Penelitian

Adapun manfaat dari dilakukanya penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui keakuratan hasil dari program buatan terhadap perhitungan sudut puntir dan tegangan geser maksimum pada balok.
2. Dapat mengetahui nilai sudut puntir dan tegangan geser maksimum pada balok secara perhitungan teoritik.
3. Dapat mengetahui nilai sudut puntir dan tegangan geser maksimum pada balok secara perhitungan simulasi.
4. Dapat mengetahui hasil perbandingan antara perhitungan dari aplikasi buatan dengan perhitungan teoritik dan simulasi.

1.5 Batasan Masalah

1. Pada penelitian kali ini hanya menggunakan, profil batang berupa penampang kotak(balok) dan material di asumsikan isotropik.
2. Perhitungan sudut puntir dan tegangan geser hanya pada permukaan dua dimensi.
3. Gaya normal diasumsikan bernilai nol.
4. Balok tidak terjadi *warping* saat dikenakan torsi.
5. Bahasa pemogramman adalah bahasa *pascal*.
6. Aplikasi yang digunakan untuk simulasi adalah SolidWork 2017.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dilakukan dengan menggunakan sistematika untuk membuat konsep penulisan yang berurutan, sehingga didapat kerangka secara garis besar. Adapaun sistematika penulisan tersebut digambarkan dalam bab-bab yang saling berkaitan satu sama lain :

BAB I : **PENDAHULUAN**

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : **TINJAUAN PUSTAKA**

Berisikan tinjauan pustaka mengenai teori dasar yang melandasi pembahasan skripsi bedasarkan literatur.

BAB III : **METODOLOGI PENELITIAN**

Berisikan diagram alir penelitian, alat, bahan, prosedur penelitian.

BAB IV : **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Berisikan data dan analisis pembahasan serta hasil penelitian.

BAB V : **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan yang didapat dari data hasil penelitian dan saran penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Andre. 2018. Tutorial Belajar Pascal Part 1: Pengertian Bahasa Pemrograman Pascal. [Online]. https://www.duniailkom.com/

Basri, H. 2007. EXACT AND NUMERICAL SOLUTION OF PURE TORSION SHAFT. nae2007, 3 (1), pp 24-29.

Beardmore. R. 2013. Shear stresses /deflections in Beams in Bending. [Online]. http://www.roymech.co.uk/Useful_Tables/Beams/Shear_stress.html.

Beer, F.P., Johnston, Jr., E. R., 1996. "Mekanika untuk Insinyur Statika", Edisi keempat, Terjemahan The Houw Liong, Nainggolan, H., Jakarta. Penerbit Erlangga.

Duggal, Vijay. 2000. CADD Primer: A General Guide to Computer Aided Design and Drafting : CADD, CAD. India. Mailmax Pub.

French, C.S. 1984. Computer Science. Inggris: DPP Publication Limited.

Informatikalogi. 2017. Pengertian Flowchart Dan Jenis – Jenisnya. [Online]. https://informatikalogi.com/pengertian-flowchart-dan-jenis-jenisnya/.

Kusbiantoro, A. 2016. Perbandingan Analisa Balok Baja dengan cara Teoritis dan Metode Elemen Hingga. Jurnal Neo Teknika, 2 (1), pp 1-6.

Knuth, D. 1973. The Art of Computer Programming. United States: Addison-Wesley.

JPE. 2019. BEAM THEORY : TORSION. [Online]. https://www.janssenprecisionengineering.com/page/beam-theory-torsion/.

Liu, C.L., & Belford, G.G. 1984. PASCAL. United States: McGraw-Hill Company.

M. Ridlo Erdata Nasution. 2010. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK ANALISIS STRUKTUR DUA DIMENSI BERBASIS METODE ELEMEN BATAS. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Moaveni, Saeed. 1999. Finite Element Analysis: Theory and Application with ANSYS. United States. Prentice-Hall.

Munir, R. 2011. Algoritma & Pemrograman dalam Bahasa Pascal dan C Edisi Revisi. Bandung: Penerbit informatika.

Narayan, K.L. 2008. Computer Aided Design and Manufacturing. New Delhi. PHI Learning Pvt.

Popov, E.P. 1984. MECHANICS OF MATERIAL. United States. Prentice-Hall.

Robertson, L.A. 2006. Simple Program Design A Step-by-Step Approach.United Sates: Thomson.

Shigley, J.E. 1986. Mechanical Engineering Design. Europe. McGraw-Hill Education

Susantio, Yerri. 2004. Dasar-Dasar Metode Elemen Hingga. Yogyakarta. Penerbit ANDI.

Timoshenko, S.P. 1986. Teori Elastisitas. Jakarta. Penerbit Erlangga.