

**PEMBUATAN *SCRIPT* PYTHON UNTUK MODEL 3D *SPIRAL*  
*BEVEL GEAR* DI *SOFTWARE* AUTODESK FUSION 360**

**Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Muhammad Zirkon Daud Budiman

221411032



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir yang berjudul:

**PEMBUATAN *SCRIPT* PYTHON UNTUK MODEL 3D *SPIRAL*  
*BEVEL GEAR* DI *SOFTWARE* AUTODESK FUSION 360**

Oleh

Muhammad Zirkon Daud Budiman

221411032

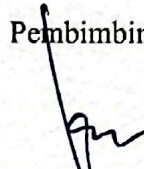
Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)  
Politeknik Manufaktur Bandung

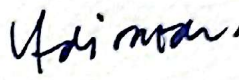
Bandung, ..29 Agustus 2025

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

  
Haris Setiawan, S.S.T., M.T.  
NIP. 197512042001121001


  
M. Yazid Diratama, S.Tr., M.T.  
NIP. 199401032022031014

Disahkan,

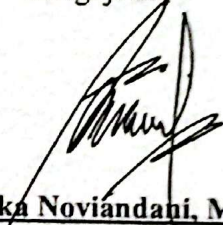
Penguji I,

Penguji II,

Penguji III,

  
Andri Pratama, S.S.T., M.Sc.  
NIP. 198509252018031001

  
Addonis Candra, S.T.  
NIP. 196801222000031001

  
Pradika Noviandani, M.T.  
NIP. 199011032024061001

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Zirkon Daud Budiman  
NIM : 221411032  
Jurusan : Teknik Manufaktur  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Pembuatan *Script* Python untuk Model 3D *Spiral Bevel Gear* di *Software* Autodesk Fusion 360

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 04-07-2025  
Yang Menyatakan,



Muhammad Zirkon Daud Budiman  
221411032

## PERNYATAAN KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Zirkon Daud Budiman  
NIM : 221411032  
Jurusan : Teknik Manufaktur  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Pembuatan *Script* Python untuk Model 3D *Spiral Bevel Gear* di *Software* Autodesk Fusion 360

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Dalam memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 04-07-2025  
Yang menyatakan,



Muhammad Zirkon Daud Budiman  
221411032

## **MOTTO PRIBADI**

*With hardship comes ease. (Al Quran – 94:5-6)*

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, keluarga saya, teman-teman saya, dan seluruh pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini.

## ABSTRAK

*Spiral bevel gear* merupakan komponen kunci dalam sistem transmisi daya pada berbagai mesin industri dan otomotif yang menuntut akurasi geometri serta kinerja dinamis optimal. Penelitian ini bertujuan membuat *script* Python di Autodesk Fusion 360 untuk otomatisasi pembuatan model 3D *spiral bevel gear* serta memvalidasi desain yang dihasilkan. Metode yang digunakan meliputi penentuan parameter desain berdasarkan standar Gleason, pembuatan *script* parametrik untuk pembuatan *spiral bevel gear*, implementasi *script* Python melalui API Fusion 360, serta serangkaian validasi meliputi pengukuran dimensi dengan fitur *Measure*, pemeriksaan *interference* antar gigi saat *assembly*, *Motion Study* menggunakan *Joint* dan *Motion Link*, pengujian efisiensi waktu proses desain, dan perbandingan volume desain hasil *script* dengan desain manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model 3D yang dihasilkan sesuai dengan parameter teoritis, memiliki perbandingan volume dengan akurasi 99,8%, dan tidak ditemukan *interference* antar gigi. Simulasi gerak membuktikan hubungan rotasi *pinion* dan *gear* sesuai rasio jumlah gigi, sehingga kinematika *spiral bevel gear* terepresentasi secara realistis. Pengujian efisiensi menunjukkan proses desain dengan *script* memiliki waktu 95% lebih cepat dibandingkan dengan proses desain manual. Dengan demikian, *script* ini berhasil meningkatkan akurasi dan efisiensi pemodelan *spiral bevel gear*, meminimalkan perancangan secara manual, serta menyediakan program parametrik yang fleksibel untuk variasi desain selanjutnya.

Kata kunci: *spiral bevel gear*, desain parametrik, otomatisasi CAD, validasi model

## **ABSTRACT**

*Spiral bevel gears are critical components in power transmission systems of industrial and automotive machinery, requiring precise geometry and optimal dynamic performance. This study aims to develop a Python script in Autodesk Fusion 360 to automate the creation of 3D spiral bevel gear models and validate the resulting designs. The methodology includes determining design parameters based on Gleason standards, designing a parametric algorithm for spiral bevel gear; implementing the Python script via Fusion 360's API, and conducting validation through dimensional measurement using the Measure feature, interference checks during assembly, Motion Study via Joint and Motion Link, efficiency testing of the design process, and volume comparison between script-generated and manually created designs. Results indicate that the 3D models confirm to theoretical parameters, achieves 99,8% volume accuracy, and exhibit no gear interference. Kinematic simulation confirms that the pinion and gear rotational relationship matches the gear ratio, accurately representing spiral bevel gear kinematics. Efficiency testing indicates that the script-based design process is 95% faster compared to manual modeling. Therefore, the script enhances efficiency and accuracy in spiral bevel gear modeling, reduces manual intervention, and provides a flexible parametric program for further design variations.*

*Keywords: spiral bevel gear, parametric design, CAD automation, model validation*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya yang telah menyertai penulis sepanjang perjalanan penelitian ini. Dengan izin dan ridho-Nya, penulis dapat melalui segala tantangan dan rintangan yang ada untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Pembuatan *Script* Python untuk Model 3D *Spiral Bevel Gear* di *Software* Autodesk Fusion 360”.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung. Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis dengan segala kerendahan hati mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ibu Mulyani dan Bapak Budiman Anwar, yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Kedua Pembimbing Tugas Akhir Bapak Haris Setiawan, S.S.T., M.T. dan Bapak M. Yazid Diratama, S.Tr., M.T. atas bimbingan dan arahan yang sangat berarti dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah U., S.ST., M.T. atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama studi.
4. Ketua Jurusan Teknik Manufaktur, Bapak Dr. Herman Budi Harja, S.T., M.T., IPM. atas bimbingan dan arahan yang diberikan.
5. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Bapak Dr. Heri Setiawan, S.T., M.T. yang selalu memberikan motivasi dalam setiap langkah penulis.
6. Para Penguji Sidang Tugas Akhir Bapak Andri Pratama, S.S.T., M.Sc., Bapak Addonis Candra, S.T., dan Bapak Pradika Noviandani, M.T. yang telah bersedia menguji Tugas Akhir penulis.

7. Panitia Tugas Akhir jenjang studi Diploma IV Jurusan Teknik Manufaktur yang telah memberikan dukungan dan petunjuk yang berharga
8. Untuk kakak-kakak dan adik-adik penulis yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral yang tidak pernah putus.
9. Teman-teman sekelas 4MEE dan 4MED yang telah menjadi bagian dari perjalanan ini dan penulis anggap seperti keluarga, atas segala kebersamaan dan dukungan yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi perbaikan dan kesempurnaan karya ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan dapat memberikan kontribusi positif di bidang teknologi manufaktur.

Bandung, 04 Juli 2025

Muhammad Zirkon Daud B.

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO PRIBADI</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>I. BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>I-1</b>
I.1 Latar Belakang .....	I-1
I.2 Rumusan Masalah .....	I-2
I.3 Batasan Masalah.....	I-2
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-3
I.5 Sistematika Penulisan .....	I-3
<b>II. BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>II-1</b>
II.1 Tinjauan Teori .....	II-1
II.1.1 <i>Spiral Bevel Gear</i> (Roda Gigi Payung Spiral) .....	II-1
II.1.2 <i>Involute Gear Profile</i> .....	II-8
II.1.3 Katalog Standar Desain <i>Spiral Bevel Gear</i> .....	II-9
II.1.4 Desain Parametrik.....	II-10
II.1.5 <i>Scripting</i> .....	II-11
II.2 Tinjauan Alat.....	II-12
II.2.1 Bahasa Pemrograman Python.....	II-12
II.2.2 Microsoft Visual Studio Code .....	II-14
II.2.3 Autodesk Fusion 360 .....	II-15
II.3 Studi Penelitian Terdahulu .....	II-16
<b>III. BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH</b> .....	<b>III-1</b>

III.1	Diagram Alir ( <i>Flow Chart</i> ) Penelitian.....	III-1
III.2	Penentuan Parameter Desain <i>Spiral Bevel Gear</i> .....	III-4
III.3	Perancangan Model 3D <i>Spiral Bevel Gear</i> .....	III-8
III.3.1	Pembuatan <i>Base Spiral Bevel Gear (Pinion &amp; Gear)</i> .....	III-9
III.3.2	Pembuatan Profil Gigi <i>Spiral Bevel Gear</i> .....	III-17
III.4	Pembuatan Program <i>Script Python</i> untuk Model 3D <i>Spiral Bevel Gear</i> ..	III-29
III.4.1	<i>Import</i> Modul-Modul Program <i>Script Python</i> .....	III-29
III.4.2	Variabel Global, <i>Command Input</i> , dan <i>Event Handlers</i> .....	III-30
III.4.3	<i>Main Flowchart</i> Program <i>Script Python</i> .....	III-31
III.4.4	Proses Validasi Parameter Secara <i>Real-Time</i> .....	III-36
III.4.5	Proses Perhitungan Parameter Secara <i>Real-Time</i> .....	III-39
III.4.6	Proses Pembuatan <i>Spiral Bevel Gear</i> .....	III-41
<b>IV.</b>	<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>IV-1</b>
IV.1	Validasi Dimensi Model 3D <i>Spiral Bevel Gear</i> Hasil Program <i>Script</i> .....	IV-1
IV.2	Analisis Kontak dan <i>Interference</i> Antar Gigi.....	IV-25
IV.3	<i>Motion Study</i> Model 3D <i>Spiral Bevel Gear</i> Hasil Program <i>Script</i> ..	IV-35
IV.4	Pengujian Efisiensi Waktu Proses Desain <i>Spiral Bevel Gear</i> .....	IV-36
IV.5	Perbandingan Volume Desain Manual dengan Desain <i>Script</i> .....	IV-37
<b>V.</b>	<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>V-1</b>
V.1	Kesimpulan .....	V-1
V.2	Saran .....	V-1
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>xx</b>
	<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>xxiii</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 <i>Bevel gear proportions</i> yang menunjukkan <i>tooth depth</i> ( $h$ ), <i>working depth</i> ( $h_w$ ) serta <i>size range</i> dari modul [1].....	II-4
Tabel II. 2 Kombinasi jumlah gigi minimum untuk menghindari <i>undercut</i> $\beta = 35^\circ$ [1], [4] .....	II-6
Tabel II. 3 Formulasi perhitungan untuk <i>spiral bevel gear</i> [1], [4].....	II-6
Tabel II. 4 Studi Penelitian Terdahulu.....	II-16
Tabel III. 1 Penjelasan diagram alir ( <i>flow chart</i> ) penelitian.....	III-2
Tabel III. 2 Parameter <i>spiral bevel gear</i> .....	III-5
Tabel IV. 1 Hasil validasi dimensi model 3D <i>spiral bevel gear</i> hasil program <i>script</i> (modul = 3; jumlah gigi = 20:40) .....	IV-2
Tabel IV. 2 Hasil validasi dimensi model 3D <i>spiral bevel gear</i> hasil program <i>script</i> (modul = 2; jumlah gigi = 18:54) .....	IV-10
Tabel IV. 3 Hasil validasi dimensi model 3D <i>spiral bevel gear</i> hasil program <i>script</i> (modul = 4; jumlah gigi = 20:30) .....	IV-18
Tabel IV. 4 Hasil analisis kontak dan <i>interference</i> antara <i>pinion</i> dan <i>gear</i> (modul = 3; jumlah gigi = 20:40).....	IV-27
Tabel IV. 5 Hasil analisis kontak dan <i>interference</i> antara <i>pinion</i> dan <i>gear</i> (modul = 2; jumlah gigi = 18:54).....	IV-30
Tabel IV. 6 Hasil analisis kontak dan <i>interference</i> antara <i>pinion</i> dan <i>gear</i> (modul = 4; jumlah gigi = 20:30).....	IV-32
Tabel IV. 7 Hasil perbandingan volume .....	IV-38

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 <i>Spiral Bevel Gear</i> .....	II-1
Gambar II. 2 <i>Pitch angle bevel gear</i> [4] .....	II-2
Gambar II. 3 Lengkungan gigi dari <i>spiral bevel gear</i> [1], [4].....	II-2
Gambar II. 4 Dimensi dan sudut-sudut pada <i>spiral bevel gear</i> (nomenklatur) [1], [4].....	II-3
Gambar II. 5 Grafik untuk menentukan <i>tooth thickness factor (K)</i> [1], [6].....	II-5
Gambar II. 6 <i>Involute Curve</i> [6].....	II-8
Gambar II. 7 Logo KHK Gears .....	II-9
Gambar II. 8 Katalog standar KHK Gears untuk <i>spiral bevel gear</i> [8].....	II-9
Gambar II. 9 <i>Scripting</i> .....	II-11
Gambar II. 10 Logo Python.....	II-12
Gambar II. 11 Fitur-fitur Python [18] .....	II-13
Gambar II. 12 Logo Visual Studio Code.....	II-14
Gambar II. 13 Logo Autodesk Fusion 360.....	II-15
Gambar III. 1 Diagram Alir ( <i>Flow Chart</i> ) Penelitian .....	III-1
Gambar III. 2 Desain <i>spiral bevel gear</i> pada katalog standar KHK Gears [8] ..	III-8
Gambar III. 3 <i>Line 1 pitch apex to crown (pinion)</i> .....	III-9
Gambar III. 4 <i>Line 1 pitch apex to crown (gear)</i> .....	III-9
Gambar III. 5 <i>Line 2 jari-jari outside diameter (pinion)</i> .....	III-10
Gambar III. 6 <i>Line 2 jari-jari outside diameter (gear)</i> .....	III-10
Gambar III. 7 <i>Line 3 face width dan tip angle (pinion)</i> .....	III-11
Gambar III. 8 <i>Line 3 face width dan tip angle (gear)</i> .....	III-11
Gambar III. 9 <i>Line 4 tooth depth dan pitch angle (pinion)</i> .....	III-12
Gambar III. 10 <i>Line 4 tooth depth dan pitch angle (gear)</i> .....	III-12
Gambar III. 11 <i>Line 5 root angle (pinion)</i> .....	III-12
Gambar III. 12 <i>Line 5 root angle (gear)</i> .....	III-13
Gambar III. 13 <i>Pitch line (Line 6) dengan pitch angle (pinion)</i> .....	III-13
Gambar III. 14 <i>Pitch line (Line 6) dengan pitch angle (gear)</i> .....	III-14
Gambar III. 15 <i>Base profile pinion</i> .....	III-14
Gambar III. 16 <i>Base profile gear</i> .....	III-15
Gambar III. 17 Katalog standar KHK Gears untuk <i>spiral bevel gear</i> [8].....	III-16

Gambar III. 18 <i>Revolve base profile spiral bevel gear (pinion)</i> .....	III-16
Gambar III. 19 <i>Revolve base profile spiral bevel gear (gear)</i> .....	III-17
Gambar III. 20 Langkah awal sketsa profil gigi.....	III-18
Gambar III. 21 <i>Involute curve</i> sketsa profil gigi .....	III-18
Gambar III. 22 <i>Involute curve</i> setelah proses <i>trim</i> .....	III-19
Gambar III. 23 Sketsa profil gigi negatif .....	III-19
Gambar III. 24 Hasil akhir sketsa profil gigi negatif.....	III-20
Gambar III. 25 Sketsa profil gigi negatif di <i>pitch plane</i> .....	III-20
Gambar III. 26 Hasil proses <i>loft-new body</i> .....	III-21
Gambar III. 27 Hasil <i>offset face</i> .....	III-21
Gambar III. 28 Hasil <i>offset planes</i> .....	III-22
Gambar III. 29 Hasil seluruh sketsa profil gigi negatif .....	III-22
Gambar III. 30 Hasil <i>patch surface</i> pada seluruh sketsa profil gigi negatif ....	III-23
Gambar III. 31 <i>Tangent plane</i> (bidang singgung) sisi kerucut.....	III-23
Gambar III. 32 Posisi titik pusat <i>cutter (left hand)</i> .....	III-24
Gambar III. 33 Posisi titik pusat <i>cutter (right hand)</i> .....	III-24
Gambar III. 34 Hasil rotasi <i>planar surface (pinion, left hand)</i> .....	III-26
Gambar III. 35 Hasil rotasi <i>planar surface (gear, right hand)</i> .....	III-26
Gambar III. 36 Fitur <i>loft-cut (gear, right hand)</i> .....	III-26
Gambar III. 37 Fitur <i>loft-cut (pinion, left hand)</i> .....	III-27
Gambar III. 38 Hasil fitur <i>loft-cut (gear, right hand)</i> .....	III-27
Gambar III. 39 Hasil fitur <i>loft-cut (pinion, left hand)</i> .....	III-27
Gambar III. 40 Penambahan <i>fillet</i> pada <i>edges</i> dasar permukaan gigi.....	III-28
Gambar III. 41 Fitur <i>circular pattern (gear, right hand)</i> .....	III-28
Gambar III. 42 Fitur <i>circular pattern (pinion, left hand)</i> .....	III-28
Gambar III. 43 Hasil model 3D <i>gear spiral bevel gear (right hand)</i> .....	III-29
Gambar III. 44 Hasil model 3D <i>pinion spiral bevel gear (left hand)</i> .....	III-29
Gambar III. 45 <i>Main flowchart</i> program <i>script</i> Python.....	III-32
Gambar III. 46 Hasil pembuatan <i>Command Definition</i> .....	III-33
Gambar III. 47 Hasil tampilan <i>User Interface</i> .....	III-35
Gambar III. 48 <i>Flowchart</i> detail proses validasi parameter secara <i>real-time</i> ..	III-36
Gambar III. 49 Validasi modul, jumlah gigi <i>pinion</i> dan <i>gear</i> .....	III-38

Gambar III. 50 Validasi kombinasi jumlah gigi, <i>hole diameter pinion</i> dan <i>gear</i> .....	III-38
.....	
Gambar III. 51 Validasi <i>root fillet radius</i> .....	III-39
Gambar III. 52 <i>Flowchart</i> detail proses perhitungan parameter secara <i>real-time</i> .....	III-39
.....	
Gambar III. 53 Hasil perhitungan parameter secara <i>real-time</i> .....	III-41
Gambar III. 54 <i>Flowchart</i> detail proses pembuatan model 3D <i>spiral bevel gear</i> (1)	III-42
.....	
Gambar III. 55 <i>Flowchart</i> detail proses pembuatan model 3D <i>spiral bevel gear</i> (2)	III-43
.....	
Gambar III. 56 <i>Flowchart</i> detail proses pembuatan model 3D <i>spiral bevel gear</i> (3)	III-44
.....	
Gambar III. 57 Model 3D <i>spiral bevel gear</i> hasil program <i>script</i> ( <i>pinion, left hand</i> )	III-46
.....	
Gambar III. 58 Model 3D <i>spiral bevel gear</i> hasil program <i>script</i> ( <i>gear, right hand</i> )	III-47
.....	
Gambar IV. 1 Hasil <i>assembly pinion</i> dan <i>gear spiral bevel gear</i> .....	IV-25
Gambar IV. 2 Hasil fitur <i>Joint</i> pada <i>pinion</i> .....	IV-26
Gambar IV. 3 Hasil fitur <i>Joint</i> pada <i>gear</i> .....	IV-26
Gambar IV. 4 Hasil fitur <i>Motion Link</i> antara <i>pinion</i> dan <i>gear</i> .....	IV-26
Gambar IV. 5 <i>Inspect Interference pinion</i> dan <i>gear</i> .....	IV-27
Gambar IV. 6 Hasil dan QR Code (video) <i>Motion Study</i> (modul = 3; jumlah gigi = 20:40) .....	IV-35
Gambar IV. 7 Hasil dan QR Code (video) <i>Motion Study</i> (modul = 2; jumlah gigi = 18:54) .....	IV-36
Gambar IV. 8 Hasil dan QR Code (video) <i>Motion Study</i> (modul = 4; jumlah gigi = 20:30) .....	IV-36
Gambar IV. 9 Hasil dan QR Code (video) proses desain secara manual .....	IV-36
Gambar IV. 10 Hasil dan QR Code (video) proses desain menggunakan program <i>script</i> .....	IV-37
Gambar IV. 11 Kedua desain yang berhimpitan dengan <i>appearance</i> yang berbeda .....	IV-37

Gambar IV. 12 Volume masing-masing desain.....IV-38

## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1** *Object Model* Autodesk Fusion 360

**Lampiran 2** Program *Script* Python Model 3D *Spiral Bevel Gear*

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

$b$	= <i>face width</i> [mm]
$c$	= <i>tip and root clearance</i> [mm]
$d$	= <i>pitch diameter</i> [mm]
$d_1$	= <i>pitch diameter pinion</i> [mm]
$d_2$	= <i>pitch diameter gear</i> [mm]
$d_a$	= <i>outside diameter</i> [mm]
$d_{a1}$	= <i>outside/tip diameter pinion</i> [mm]
$d_{a2}$	= <i>outside/tip diameter gear</i> [mm]
$d_b$	= <i>base circle diameter</i> [mm]
$d_{b1}$	= <i>base circle diameter pinion</i> [mm]
$d_{b2}$	= <i>base circle diameter gear</i> [mm]
$d_c$	= <i>cutter diameter</i> [mm]
$d_i$	= <i>inner tip/outside diameter</i> [mm]
$d_{i1}$	= <i>inner tip diameter pinion</i> [mm]
$d_{i2}$	= <i>inner tip diameter gear</i> [mm]
$h$	= <i>tooth depth</i> [mm]
$h_{a1}$	= <i>addendum pinion</i> [mm]
$h_{a2}$	= <i>addendum gear</i> [mm]
$h_{f1}$	= <i>dedendum pinion</i> [mm]
$h_{f2}$	= <i>dedendum gear</i> [mm]
$h_w$	= <i>working depth</i> [mm]
$K$	= <i>tooth thickness factor</i>
L	= <i>left hand</i>
$m$	= <i>modul</i> [mm]
$p$	= <i>circular pitch</i> [mm]
$r$	= <i>radius lingkaran</i> [mm]
$r_1$	= <i>pitch diameter pinion radius</i> [mm]
$r_2$	= <i>pitch diameter gear radius</i> [mm]
$r_{c0}$	= <i>cutter radius</i> [mm]
R	= <i>right hand</i>

$R$	= <i>cone distance</i> [mm]
$R_{in}$	= jarak dari <i>apex</i> ke <i>inner tip diameter</i> [mm]
$R_{mid}$	= jarak dari <i>apex</i> ke tengah lebar permukaan gigi [mm]
$R_n$	= jarak dari <i>apex</i> ke irisan pada lebar permukaan gigi [mm]
$s$	= <i>tooth thickness pinion/gear</i> [mm]
$S$	= panjang busur lingkaran [mm]
$s_1$	= <i>tooth thickness pinion</i> [mm]
$s_2$	= <i>tooth thickness gear</i> [mm]
$x_0$	= posisi titik pusat <i>cutter</i> pada sumbu x [mm]
$X_1$	= <i>pitch apex to crown pinion</i> [mm]
$X_2$	= <i>pitch apex to crown gear</i> [mm]
$X_{b1}$	= <i>axial face width pinion</i> [mm]
$X_{b2}$	= <i>axial face width gear</i> [mm]
$y_0$	= posisi titik pusat <i>cutter</i> pada sumbu y [mm]
$z_1$	= jumlah gigi <i>pinion</i>
$z_2$	= jumlah gigi <i>gear</i>
$\alpha$	= <i>pressure angle</i> [°]
$\alpha_{lim}$	= <i>limit pressure angle</i> [°]
$\alpha_n$	= <i>normal pressure angle</i> [°]
$\alpha_t$	= <i>transverse pressure angle</i> [°]
$\beta$	= <i>spiral angle</i> [°]
$\beta_1$	= <i>mean spiral angle</i> (diambil dari data desain yang biasanya 45°) [°]
$\beta_2$	= <i>mean spiral angle</i> ( $\beta_m$ ) [°]
$\beta_m$	= <i>mean spiral angle</i> [°]
$\delta$	= <i>pitch angle</i> [°]
$\delta_1$	= <i>pitch angle pinion</i> [°]
$\delta_2$	= <i>pitch angle gear</i> [°]
$\delta_{a1}$	= <i>tip angle pinion</i> [°]
$\delta_{a2}$	= <i>tip angle gear</i> [°]
$\delta_{r1}$	= <i>root angle pinion</i> [°]
$\delta_{r2}$	= <i>root angle gear</i> [°]
$\varphi$	= sudut rotasi gigi [°]

$\pi$	= <i>pi</i> (3,14159)
$\Sigma$	= <i>shaft angle</i> [°]
$\theta$	= <i>sudut rotasi</i> [rad]
$\theta_{a1}$	= <i>addendum angle pinion</i> [°]
$\theta_{a2}$	= <i>addendum angle gear</i> [°]
$\theta_{\rho 1}$	= <i>dedendum angle pinion</i> [°]
$\theta_{\rho 2}$	= <i>dedendum angle gear</i> [°]
AGMA	= American Gear Manufacturers Association
AI	= <i>Artificial Intelligence</i>
API	= <i>Application Programming Interface</i>
CAD	= <i>Computer-Aided Design</i>
CAE	= <i>Computer-Aided Engineering</i>
CAM	= <i>Computer-Aided Manufacturing</i>
CNC	= <i>Computer Numerical Control</i>
DR&O	= <i>Design Requirements and Objectives</i>
ID	= <i>Identification/Identity</i>
IEEE	= Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO	= International Organization for Standardization
IT	= <i>Information Technology</i>
KBE	= <i>Knowledge Based Engineering</i>
OOP	= <i>Object Oriented Programming</i>
RMSE	= <i>Root Mean Squared Error</i>
SBG	= <i>Spiral Bevel Gear</i>
UI	= <i>User Interface</i>
VS Code	= Visual Studio Code

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri manufaktur, roda gigi merupakan salah satu komponen utama dalam sistem transmisi daya dan gerakan pada mesin industri. Salah satu jenis roda gigi yang banyak digunakan adalah *spiral bevel gear* (roda gigi payung spiral/heliks), yang memiliki keunggulan dalam hal efisiensi transmisi daya, kekuatan, dan pengurangan kebisingan bila dibandingkan roda gigi payung lurus. Roda gigi ini banyak diaplikasikan pada sistem transmisi otomotif, turbin, mesin alat berat, dan perangkat presisi lainnya. Oleh karena itu, desain yang tepat dan efisien sangat penting dalam memastikan kinerja dan ketahanan roda gigi tersebut [1].

Seiring berkembangnya teknologi, *software CAD (Computer-Aided Design)* telah menjadi alat utama yang dipilih oleh desainer untuk membuat model 3D roda gigi, termasuk *spiral bevel gear*. Pemodelan roda gigi menggunakan CAD tidak hanya mempermudah pembuatan kurva gigi yang kompleks, tetapi juga mendukung proses produksi karena model CAD dapat langsung digunakan oleh mesin CNC. Namun, meskipun CAD menawarkan kemudahan dalam membuat desain, proses desain pembuatan dan pembaruan geometri roda gigi melalui *software CAD* seringkali sangat kompleks dan memerlukan waktu yang lama. Hal ini terutama disebabkan oleh banyaknya proses kompleks yang harus dilakukan, serta karena terbatasnya jumlah profesional yang terampil dalam pemodelan CAD [2].

Proses desain parametrik dapat mengatasi kelemahan ini karena kemampuannya untuk memperbarui model CAD sesuai yang diinginkan dalam waktu yang lebih singkat. Dengan proses ini, desainer dapat membuat dan memperbarui model roda gigi dengan mengatur parameter utama seperti sudut tekanan, jumlah gigi, modul, dan lainnya. Dibandingkan dengan metode pemodelan 3D tradisional, desain parametrik lebih cepat, lebih fleksibel, dan lebih interaktif [2]. Hal ini sangat relevan mengingat *spiral bevel gear* yang memiliki standar dan geometri yang kompleks dan repetitif. Salah satu pendekatan yang dapat menerapkan proses desain parametrik ini adalah pemrograman berbasis *script*. Dengan menggunakan

*script*, seperti Python, efisiensi dan akurasi desain *spiral bevel gear* dapat dicapai. Salah satu *software* CAD yang mendukung penerapan *scripting* yaitu Autodesk Fusion 360. Dengan bantuan API (*Application Programming Interface*) dan bahasa pemrograman Python, *software* CAD Fusion 360 memungkinkan pengembangan desain parametrik dan otomatisasi dalam pemodelan [3]. Melalui penggunaan *scripting*, proses pembuatan model 3D *spiral bevel gear* dapat dilakukan secara otomatis, menyederhanakan proses desain yang kompleks, dan mempercepat waktu desain. Integrasi antara desain parametrik dan pemrograman berbasis *script* pada Fusion 360 menawarkan potensi untuk menciptakan model-model *spiral bevel gear* dengan akurat dan waktu yang lebih singkat.

Berdasarkan penjelasan tersebut, Tugas Akhir yang berjudul “Pembuatan *Script* Python Model 3D *Spiral Bevel Gear* di *Software* Autodesk Fusion 360” bertujuan untuk menciptakan sebuah solusi yang akurat dan lebih efisien dengan mengembangkan desain parametrik dan otomatisasi proses pembuatan model 3D *spiral bevel gear*.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat model 3D *spiral bevel gear* yang akurat dan lebih efisien secara otomatis menggunakan *script* Python di Autodesk Fusion 360?
2. Bagaimana cara memvalidasi desain *spiral bevel gear* hasil dari *script*?

## **I.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Desain *spiral bevel gear* terbatas pada aplikasi menggunakan *script* Python pada *software* Autodesk Fusion 360.
2. Hanya mempertimbangkan standar metrik desain *spiral bevel gear* yang umum digunakan seperti AGMA dengan sistem Gleason atau ISO 23509.
3. Desain *spiral bevel gear* hanya berfokus pada parameter *shaft angle* ( $\Sigma$ )  $90^\circ$ , *pressure angle* ( $\alpha$ )  $20^\circ$ , dan *spiral angle* ( $\beta$ )  $35^\circ$ .

4. Desain *pinion* dan *gear* mengikuti desain pada katalog standar KHK Gears (desain B3 dan B4).
5. Ketebalan gigi (*tooth thickness*) dari *spiral bevel gear* dihitung menggunakan persamaan standar *bevel gear* selain sistem Gleason.
6. Fokus pada desain parametrik roda gigi dengan spesifikasi tertentu tanpa melakukan otomatisasi *assembly* roda gigi serta simulasi kinerja atau analisis beban.

#### **I.4 Tujuan dan Manfaat**

Dari rumusan masalah yang telah dipaparkan diatas, penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Mengotomatisasi proses pembuatan desain model 3D *spiral bevel gear* dengan akurat dan lebih efisien melalui *script* Python di Autodesk Fusion 360.
2. Menghasilkan desain *spiral bevel gear* dari *script* yang sesuai dan memenuhi standar.

Adapun manfaat yang diharapkan dengan adanya penelitian ini diantaranya adalah:

1. Memberikan solusi desain *spiral bevel gear* yang lebih efisien, fleksibel, dan akurat.
2. Mengasah kemampuan penulis, terutama dalam pemrograman *Python* dan desain CAD secara terintegrasi serta memberikan wawasan bagi penulis atau mahasiswa lain tentang aplikasi pemrograman dalam desain manufaktur.
3. Dapat bermanfaat untuk kepentingan dan kemajuan proses akademik Jurusan Teknik Manufaktur serta mendukung pemanfaatan fasilitas CNC 5 axis untuk proses pembelajaran maupun produksi di Politeknik Manufaktur Bandung.

#### **I.5 Sistematika Penulisan**

Bagian ini berisi penjelasan secara ringkas mengenai susunan laporan tugas akhir.

Sistematika laporan Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN, berisi metode penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil pengujian pada beberapa domain dan pengujian sistem kaitan dengan tuntutan yang harus dipenuhi.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan dari TA untuk peneliti selanjutnya.