

KAJI EKSPERIMEN MODEL 3D RODA GIGI HELIKS BERBASIS SCRIPT MENGGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK FUSION 360®

Haris Setiawan¹⁾, Andri Pratama¹⁾, Rina¹⁾, M Yazid Diratama^{1)*}

¹⁾ Jurusan Teknik Manufaktur, Polteknik Manufaktur Bandung
Jl.Kanayakan No.21, Dago, Kec. Coblong, Kota Bandung, Jawa barat 40135

*email corresponding: yazid.polman@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Diperbaiki:
Revised
16/04/2022

Diterima:
Accepted
23/04/2022

Publikasi Online:
Online-Published
30/04/2022

ABSTRAK

Pemodelan 3D suatu produk adalah salah satu elemen yang penting dalam proses manufaktur. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat pemodelan 3D roda gigi heliks berbasis script menggunakan software Autodesk Fusion 360® lalu membandingkannya dengan model 3D standar ISO T.E.A nomor part 0518. Metoda penelitian yang digunakan adalah kaji eksperimen. Penelitian dimulai dengan pembuatan script tipe A yang memiliki face (bidang gambar) tegak lurus dengan bidang XY. Sedangkan script tipe B menggunakan face yang tegak lurus dengan kurva heliks roda gigi. Profil roda gigi pada kedua script dibentuk dengan menggunakan fitur loft. Jumlah face yang di analisis berjumlah 3,5 dan 7 serta jumlah titik pada spline involute profil roda gigi adalah 5, 15 dan 25. Selanjutnya model roda gigi 3D yang dibuat dengan script A dan B akan dianalisis dan dibandingkan terhadap 3D roda gigi heliks standar ISO T.E.A nomor part 0518 berdasarkan volume serta geometri menggunakan software solidwork® dan geomagic®. Hasil analisis menunjukkan bahwa 3D model hasil script tipe A yang berisi jumlah face 7 merupakan model yang paling menyerupai model standar roda gigi heliks ISO T.E.A nomor part 0518, sedangkan 3D model hasil script tipe B yang berisi jumlah face 3 merupakan model yang paling menyerupai model standar roda gigi heliks ISO T.E.A nomor part 0518. Berdasarkan batas toleransi yang ditetapkan, 3D model hasil script tipe A dan B sudah memenuhi standar toleransi umum.

Kata Kunci : Script; Loft; Roda gigi heliks; Common volume; Geometri

ABSTRACT

3D modeling of a product is one of the most important element in manufacturing process. The purpose of this research is to create and compare script-based 3D modeling of helical gears using Autodesk Fusion 360® software then compare with 3D helical gear model from ISO T.E.A standard part number 0518. The research method used was an experimental study. The research begins with the creation of script type A that has a face (sketch plane) perpendicular to the XY plane. While the type B script uses a face that is perpendicular to its helical gear curve. For create the 3D gear profile in script A and B, the loft feature operation was used. The number of faces that analyzed here are 3.5 and 7 and the number of points on the gears involute spline that analyzed here are 5, 15 and 25. Furthermore, the model made by script A and B will be analyzed and compared to 3D helical gear model from ISO T.E.A standard part number 0518 based on its volume and geometry using solidwork® and geomagic® software. The results show that the 3D model using script tipe A with total number of face is 7, is the model that most closely resembles the ISO T.E.A standard number part 0518 3D helical gear model, while 3D model using script tipe B with total number of face is 3, is the model that most closely resembles the ISO T.E.A standard number part 0518. Based on the specified tolerance limits, both models have met general tolerance standards.

Keywords : Script, Loft, Helical gears, Common volume, Geometry

©2022 The Authors. Published by
AUSTENIT (Indexed in SINTA)

doi:
[10.53893/austenit.v14i1.4561](https://doi.org/10.53893/austenit.v14i1.4561)

1 PENDAHULUAN

Roda gigi sangat banyak digunakan sebagai elemen mesin untuk mentransmisikan daya dengan output yang beragam. Roda gigi banyak digunakan

dalam dalam berbagai bidang seperti pertanian, otomotif, manufaktur, pembangkit tenaga, dan industri kapal laut (Maputi & Arora, 2019). Salah satu jenis yang paling banyak digunakan dalam sistem transmisi adalah roda gigi heliks (*helical gears*) dimana suara yang dihasilkan ketika bekerja tidaklah bising (*noisy*), dapat menahan beban yang besar, dan dapat dioperasikan dalam kecepatan tinggi (Budynas & Nisbett, 2020) (Gidado et.al, 2014). Agar dapat bekerja sesuai dengan sifat yang disebutkan tersebut, maka saat proses perancangan 3D model roda gigi heliks haruslah tepat dan benar agar dapat dibuat roda gigi heliks dengan geometri yang sesuai.

Proses pembuatan 3D roda gigi heliks dapat dilakukan secara konvensional namun melewati beberapa proses yang rumit dan repetitif. Loginovsky & Khmarova (2016) melakukan perancangan roda gigi heliks menggunakan perangkat lunak *Solidworks* yang membutuhkan 3 tahap dimulai dari menghitung parameter roda gigi, membuat *sketch* bakalan (*blank*), dan membuat *sketch* profil roda gigi sesuai perhitungan yang sudah dilakukan. Hua (2007) membuat model 3D *spiral bevel gear* dengan 3 tahap dimulai dari mengekstrak data hasil perhitungan menggunakan perangkat lunak MATLAB, memasukannya ke dalam perangkat lunak UG (*Unigraphics*), lalu memodelkan 3D *spiral bevel gear* berdasarkan perhitungan yang didapatkan.

Merancang dan memodelkan 3D roda gigi heliks secara konvensional membutuhkan waktu yang lama. Padahal jaman ini proses pemesinan sudah berbasis mesin perkakas CNC. Salah satunya dalam proses pemesinan roda gigi menggunakan mesin perkakas CNC. Hal ini pernah diujicoba untuk membuat *double-helical gears*. Dalam percobaan tersebut, *double-helical gears* yang dibuat dengan mesin perkakas CNC memiliki toleransi dalam jangkauan standard JIS kelas 5 dan layak digunakan (Kawasaki et.al, 2015).

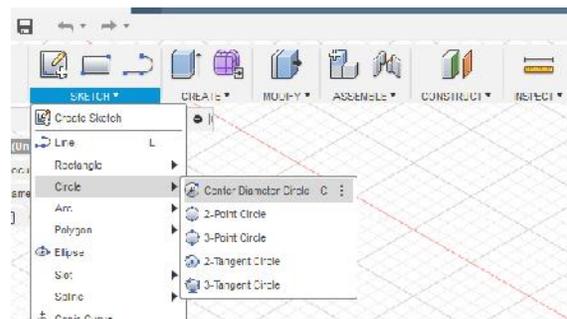
Pemodelan 3D roda gigi heliks yang efisien (cepat dan tepat) diperlukan agar pembuatan program CAM untuk proses pemesinan roda gigi khususnya roda gigi heliks menggunakan mesin perkaaks CNC bisa cepat dan tepat dan profil roda gigi yang dihasilkan sesuai dengan keinginan rancangan. Untuk mengurangi, menyederhanakan proses, dan meminimalisir *human error* dalam pemodelan 3D roda gigi secara konvensional, bisa dilakukan dengan metoda berbasis macro program atau berbais *script*. Hal ini membuat waktu merancang lebih cepat dan kesalahan manusia (*human error*) dalam proses pemodelan bisa diminimalisir (Moreno & Bazan, 2017). Terdapat 2 metode dalam perancangan & pemodelan 3D model menggunakan perangkat lunak CAD yaitu metode berbasis macro program dan metode berbasis *Script*.

Pemodelan berbasis macro program sudah pernah dilakukan oleh Reddy & Theja (2021). Mereka melakukan pemodelan 3D roda gigi spur

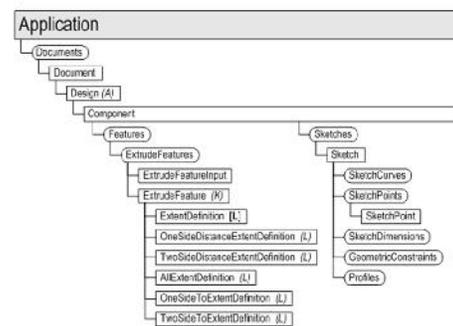
gear menggunakan *solidworks*® berbasis macro program. Untuk bisa membuat otomatisasi tersebut, dibuatlah sebuah *interface* terpisah menggunakan VB (*visual basic*) untuk membuat *macro program*. Program inilah yang akan dihubungkan dengan *solidwork*® melalui API yang sudah disediakan oleh *solidwroks*®.

Untuk membuat otomatisasi dengan macro program, harus membuat dahulu program lain (*macro program*) di tempat berbeda (contohnya *Visual basic*). Tidak seperti Autodesk Fusion 360® yang menyediakan fitur *scripting* menggunakan bahasa pemrograman *python*. Selain itu dalam pembuatan *script* di Fusion 360, kita cukup mengambil modul – modul yang disediakan oleh Fusion 360 untuk pemodelan 3D yang kita butuhkan pada saat pemebuatan *script*. Hal itu menjadikan metode ini lebih cepat, efisien, dan mudah karena bisa menggunakan semua modul pemodelan 3D untuk *scripting* yang disediakan oleh Autodesk Fusion 360®. Terdapat 3 (tiga) hal penting dalam membuat *script* pada *software fusion 360* untuk pemmmbuatan 3D model yaitu *object model*, *spyder*, serta *script* itu sendiri.

Object Model adalah suatu akses yang diberikan oleh *software 3D modelling* untuk melakukan suatu perintah/command. Perintah akan dikelompokkan dalam suatu submenu atau menu. Contohnya dalam membuat sketsa (*sketch*) lingkaran, maka kita akan masuk ke menu *sketch*, lalu masuk ke submenu *circle*, kemudian baru bisa melakukan perintah untuk membuat sebuah lingkaran (*object model*) sesuai yang dibutuhkan.



Gambar 1. Object Model Autodesk Fusion User Interface

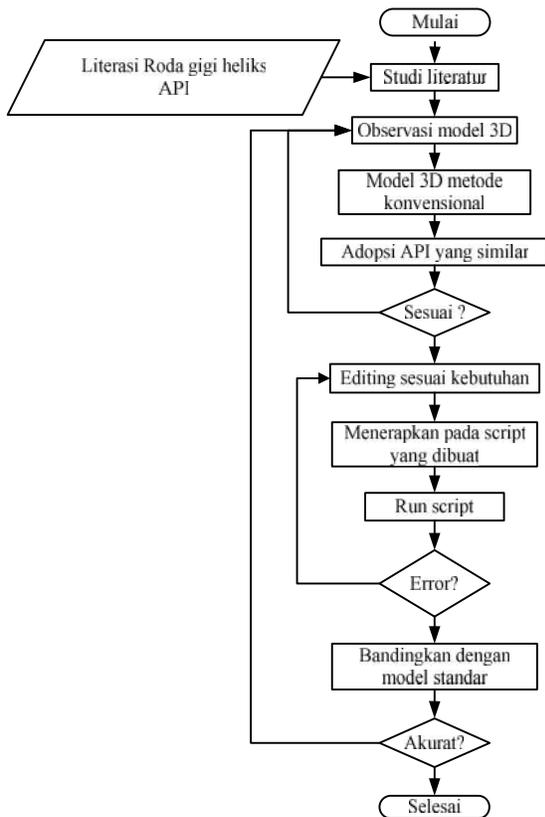


Gambar 2. Object Model Guide Autodesk Fusion 3609®

Tujuan penelitian ini adalah membuat model 3D roda gigi heliks berbasis *script* menggunakan *software Autodesk Fusion 360®* serta membandingkan hasilnya dengan model standar ISO T.E.A *Transmission Australia* dengan nomor *part 0518*.

2. BAHAN DAN METODA

Metode penelitian dilakukan dengan cara membandingkan model 3D hasil dari *script* yang dibuat dengan model standar yang telah ada. Tahapan penelitian diperlihatkan oleh Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Tahapan penelitian

Script roda gigi heliks dibuat dengan cara memanfaatkan *script spur gear* yang tersedia di perangkat lunak Autodesk Fusion 360®. Kemudian diubah dan diedit untuk dimanfaatkan menjadi *script* roda gigi heliks. Beberapa perubahan untuk kebutuhan *script* roda gigi heliks yang dibuat terlihat pada Tabel 1.

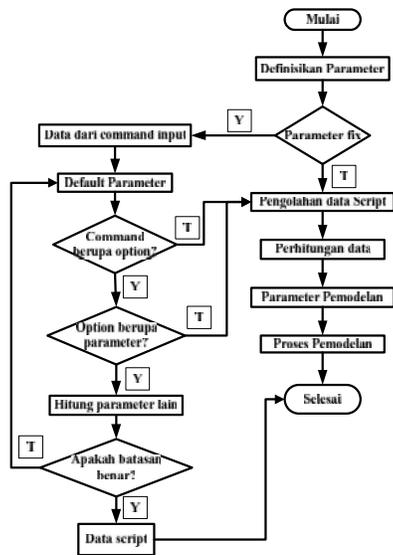
Tabel 1. Perbandingan *Script*

No	<i>Script Spur Gear</i>	<i>Script Helical Gear</i>
1.	Standar yang tersedia yaitu standar metrik dan standar inggris.	Standar yang tersedia yaitu standar metrik.
2.	<i>Constrain</i> yang tersedia adalah <i>diametral pitch</i> dan modul.	<i>Constrain</i> yang tersedia adalah diameter luar dan modul.
3.	Proses pemodelan dengan sistem penambahan.	Proses pemodelan dengan sistem pengurangan.
4.	Sketsa profil gigi yang digunakan adalah sketsa profil gigi sesungguhnya.	Sketsa profil gigi yang digunakan adalah sketsa profil gigi negatif.
5.	Roda gigi lurus.	Roda gigi heliks, sehingga ada tambahan <i>command input</i> dan keterangan Gambar untuk parameter sudut heliks.
6.	Tersedia lubang untuk poros, sehingga ada <i>command input</i> untuk diameter lubang.	Tersedia lubang untuk poros dan pasak, sehingga ada tambahan <i>command input</i> untuk diameter lubang dan ukuran pasak, beserta Gambar keterangannya.
7.	<i>Command input</i> terdiri dari satu <i>tab</i> .	<i>Command input</i> terdiri dari tiga <i>tab</i> , yaitu <i>tab</i> untuk pilihan <i>general</i> , sudut heliks dan untuk lubang poros dan pasak
8.	Menggunakan fitur <i>extrude</i> , dan <i>pattern</i> dalam pemodelan.	Menggunakan fitur <i>extrude</i> , <i>sweep</i> , dan <i>pattern</i> dalam pemodelan.

Tahapan pada isi *script* untuk membuat model 3D mengadopsi tahapan pembuatan dengan metode konvensional. Tahapan – tahapan tersebut akan menjadi alur/ algoritma pemrograman *script*.

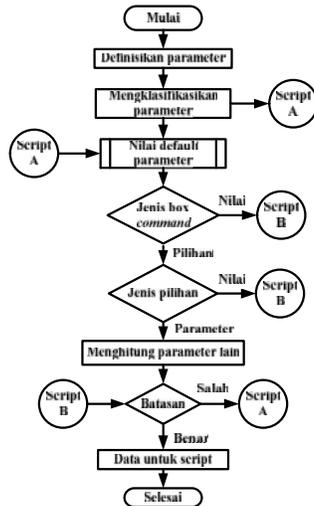
Tahapan yang dilakukan dalam proses pemodelan secara konvensional yaitu menentukan parameter, membuat *base extrude* diameter luar, membuat sketsa negatif dari profil gigi, membuat garis sebagai referensi kemiringan sudut heliks, membuat plane baru untuk sketsa loft, membuat sketsa baru untuk fitur loft, memotong *base extrude* menggunakan *sketsa loft* dengan fitur *cut-loft* untuk mengeliminasi *base extrude*, kemudian fitur di *array* menggunakan *circular pattern* untuk memperbanyak fitur *cut-loft*.

Untuk menjalankan suatu fungsi tertentu, *script* akan memanggil serangkaian kode yang dibuat untuk melaksanakan perintah yang telah dibuat. Pada Gambar 4 berikut dijelaskan proses yang dilalui *script* sehingga bisa melakukan perintah pemodelan.



Gambar 4. Diagram Alir Script

Tahap pertama pembuatan *script* adalah mendefinisikan parameter. Kemudian parameter yang ada di kelompokkan kedalam parameter *fix* (contohnya parameter *standard*) dan parameter berubah. Untuk alur kerja *command input* ditunjukkan oleh Gambar 5.



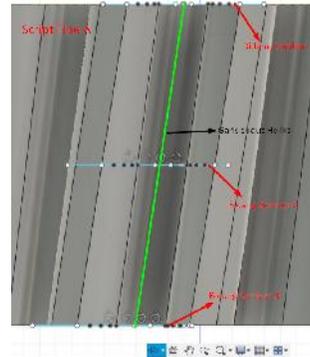
Gambar 5. Diagram Alir Command

Data yang tersimpan dalam *script* akan diolah untuk perhitungan pemodelan. Salah satu contoh perhitungan yang dilakukan adalah untuk menghitung koordinat titik *involute*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

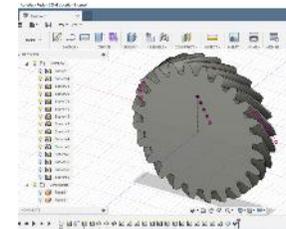
3.1 Percobaan Pemodelan 3D Roda Gigi Heliks dengan Script A

Script yang dibuat terdiri dari dua tipe yaitu tipe A dan tipe B. Pada *script* tipe A bidang gambar/ *face* untuk profil *involute* tegak lurus dengan sumbu roda gigi namun berada pada garis sudut roda gigi heliks.



Gambar 6. Bidang gambar/sketch *script* tipe A

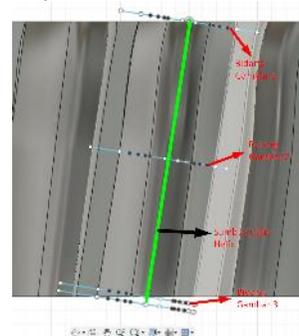
sehingga model 3D yang dihasilkan akan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil model 3D tipe A

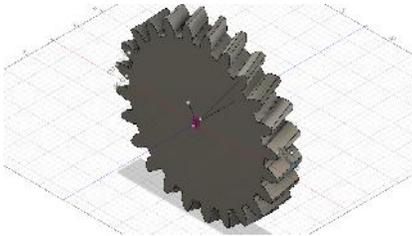
3.2 Percobaan Pemodelan 3D Roda Gigi Heliks dengan Script B

Model 3D tipe B dibuat dengan cara bidang gambar/*face* tegak lurus dengan sudut heliks seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Bidang gambar/sketch *script* tipe B

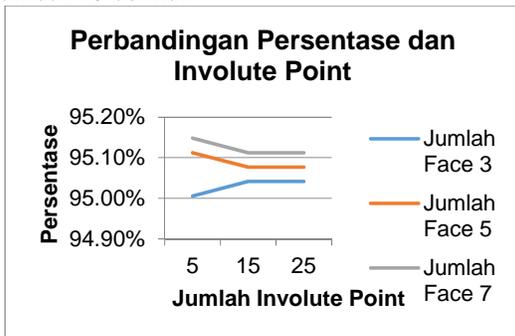
Sehingga model 3D yang dihasilkan akan seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil model 3D tipe B

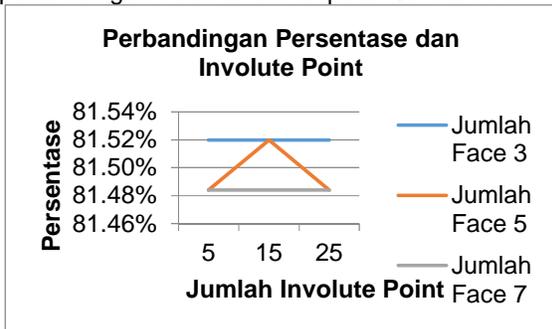
3.3 Analisis Perbandingan Volume Menggunakan Metode Solid Compare

Dengan menggunakan perangkat lunak *solidwork*®, dilakukan analisis volume pada 3D model yang dihasilkan menggunakan *script A* dan *B* terhadap model dari ISO T.E.A *Transmission Australia* nomor *part* 0518 dengan melakukan *assembly* kedua 3D part, lalu menggunakan *solid compare* untuk melihat *common volume* yang dihasilkan. Hasil akan berupa presentase dimana semakin tinggi presentase, maka semakin mirip 3D model yang dibandingkan tersebut dengan pembandingnya. Hasil yang didapat dari perbandingan roda gigi heliks hasil *script A* terhadap roda gigi ISO T.E.A tertera pada grafik Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Presentase volume Roda Gigi Heliks *Script A* Terhadap Roda Gigi ISO T.E.A

Pada analisis perbandingan volume untuk 3D model hasil *script A*, nilai presentase tertinggi bisa dicapai apabila jumlah *face* 7 dan jumlah titik *involute* 5. Pada model *script* tipe B data hasil perbandingan volume terlihat pada Gambar 11.



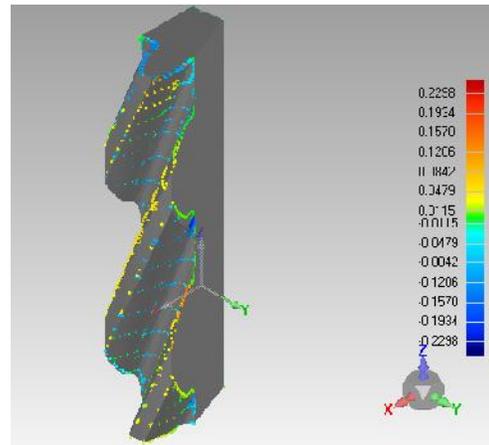
Gambar 11. Grafik Perbandingan Presentase volume Roda Gigi Heliks *Script B* Terhadap Roda Gigi ISO T.E.A.

Pada analisis perbandingan volume untuk 3D model hasil *script B*, nilai presentase tertinggi bisa dicapai apabila jumlah *face* 3 dan jumlah titik *involute* 5,15, dan 25.

3.4 Analisis 3D model dengan metode Best Fit Alignment Menggunakan Software Geomagic

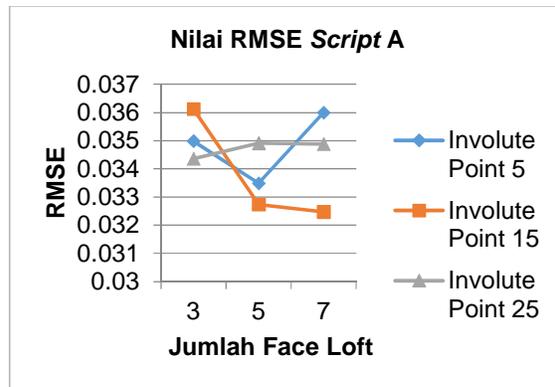
Dengan menggunakan fitur *best fit alignment* pada Geomagic, maka akan didapatkan data akurasi dari geometri part yang di komparasi tersebut.

Gambar 12 memperlihatkan contoh hasil analisis *best fit alignment* profil roda gigi heliks.



Gambar 12. Hasil 3D Compare Best fit Alignment

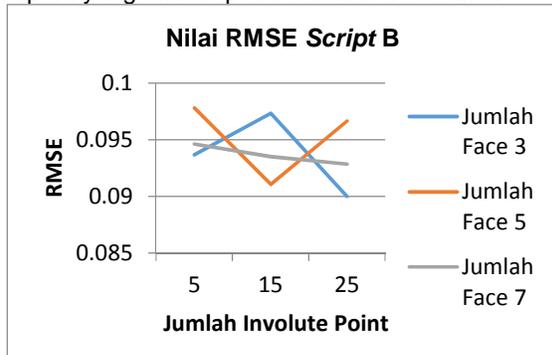
Dari beberapa 3D model hasil *script A & B* yang telah dilakukan *best fit alignment* dengan jumlah *face* 3, 5 dan 7 serta jumlah titik kurva *involute* 5,15 dan 25 dibutalah drafik dengan *Root Mean Square Error (RMSE)* atau rata-rata penyimpangan yang terjadi. Semakin kecil nilai RMSE yang ada, maka akan semakin akurat model tersebut. Hasil RMSE 3D model hasil *script A* dapat dilihat pada gambar 13 berikut.



Gambar 13 Grafik RMSE 3D model *script A*

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada jumlah *face* untuk *loft* 7 dan jumlah *involute point* 15 terlihat nilai RMSE menurun atau semakin kecil yang menandakan bahwa hasil semakin akurat.

Sedangkan untuk model *script* B dihasilkan data seperti yang terlihat pada Gambar 14 berikut.



Gambar 14. Grafik RMSE model *script* B

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada jumlah *face* untuk *loft* 3 dan jumlah *involute point* 25 terlihat nilai RMSE menurun atau semakin kecil yang menandakan bahwa hasil semakin akurat.

4. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

- Pemodelan 3D roda gigi heliks menggunakan *script* pada *software* Autodesk Fusion 360® berhasil dilakukan.
- Dari hasil analisis perbandingan volume menggunakan *software* Solidworks®, untuk 3D model hasil *script* A yang paling optimum adalah *script* dengan jumlah *face* 7 dan jumlah titik *involute* 5. Sedangkan 3D model hasil *script* B yang paling optimum dengan jumlah *face* 3 dan jumlah titik *involute* 5, 15, dan 25.
- Dari hasil analisis *best fit alignment* menggunakan *software* Geomagic®, untuk 3D model hasil *script* A yang paling optimum adalah *script* dengan jumlah *face* 7 dan jumlah titik *involute* 15. Sedangkan 3D model hasil *script* B yang paling optimum dengan jumlah *face* 3 dan jumlah titik *involute* 25.
- Dari kedua analisis yaitu dengan perbandingan volume dan *best fit alignment*, didapatkan bahwa untuk pembentukan 3D model menggunakan *Script* A yang paling optimum adalah dengan menggunakan jumlah *face* 7. Sedangkan pembentukan 3D model menggunakan *Script* B yang paling optimum adalah dengan menggunakan jumlah *face* 3.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak khususnya seluruh dosen dan staf di

jurusan teknik Manufaktur POLMAN Bandung atas ijin penggunaan segala fasilitas serta bahan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- E. S. Maputi dan R. Arora. 2019. Design Optimization of a Three-Stage Transmission Using Advanced Optimization Techniques. *Int. J. Simul. Multidisc. Des. Optim.* 10: A8.
- R. G. Budynas dan J.K Nisbett, 2020, *Shigley's Mechanical Engineering Design*, Edisi 10, McGraw-Hill Education, New York.
- A. Y. Gidado, I. Muhammad, A. A. Umar. 2014. Design, Modeling and Analysis of Helical Gear According Bending Strength Uding AGMA and ANSYS. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJET)*. Vol. 8(9), pp. 495-499.
- A.N Loginovsky dan L.I Khmarova. 2016. 3D Model of Geometrically Accurate Helical-Gear Set. *Procedia Engineering*. 150. pp. 734 – 741.
- Z. Hua. 2007. A Method for Three-dimensional precise modelling of spiral bevel gear. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 382: 042048.
- K. Kawasaki, I. Tsuji, H. Gunbara. 2015. Manufacturing method of double-helical gears using CNC machining center. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*. Vol 230, pp. 1149 – 1156.
- R. Moreno dan A. M. Bazán. 2017. Design Automation Using Script Language. High-Level CAD Templates in Non-Parametric Programs. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 245: 062039.
- Autodesk. Product Documentation. <https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/?guid=GUID-D93DF10F-4209-4073-A2A0-4FA8788C8709> (diakses 05 September 2021).
- Makridakis, S. et al.1982. The Accuracy of Extrapolative (Time Series Methods): Results of a Forecasting Competition. *Journal of Forecasting*, Vol. 1. pp. 111 – 153.
- Novry, Harryadi. Metrologi Roda Gigi. <https://www.scribd.com/doc/40307139/METROLOGI-RODA-GIGI> (diakses 02 September 2021).
- E.J Reddy dan M.B Theja. 2021. Developing A Basic CAD Model Of Spur Gear Using An Automated Approach. *International Journal On "Technical and Physical Problems of Engineering"*, Vol.13.No 3. 20-24.