BAB 9
KESIMPULAN DAN SARAN

9.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses perancangan, implementasi, dan evaluasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan *Reverse Engineering* menggunakan kombinasi 3D *scanner* dan *Coordinate Measuring Machine* (CMM), serta pemilihan strategi permesinan, dapat menyelesaikan permasalahan pada proses pembuatan produk transfer di PT Doulton.

Keberhasilan penulis pada hasil desain, manufaktur, dan fabrikasi dibuktikan dengan hasil produk *trial* yang memiliki bentuk dan ukuran sesuai dengan produk transfer. Produk *Tea Story Cup Tall* berhasil dicapai secara optimal sesuai dengan *sample* produk transfer. Berdasarkan subbab 7.2, rekonstruksi model 3D menggunakan *software PowerShape* mampu menghasilkan desain produk yang akurat dengan nilai kontraksi sebesar 12,99%. Nilai kontraksi tersebut mampu mengompensasi penyusutan *clay* selama proses pembakaran, sehingga produk jadinya memiliki ukuran yang sama dengan *sample* produk. Selain itu, optimasi pemrograman CAM menggunakan *PowerMill* mampu menghasilkan strategi permesinan CNC 4-*Axis* untuk *body* dan 3-*Axis* untuk *handle* yang sangat efisien pada material *Raku Tool*. Total waktu pengerjaan permesinan aktual selama 8 jam 48 menit yang hampir sama dengan estimasi simulasi *virtual* sebesar 8 jam 41 menit.

Secara keseluruhan, implementasi yang dilakukan dinyatakan berhasil karena telah mencapai *Critical Success Factor* (CSF) dengan batas toleransi deviasi produk ±1,00 mm. Keberhasilan tersebut dibuktikan dengan hasil pengukuran pada 25 *sample* produk *trial*. Berdasarkan penjelasan pada subbab 8.4, rata-rata dimensi *width/diameter*, *height* 1, *height* 2, *thickness centre*, *length*, dan *foot diameter* pada produk *trial* sudah sesuai dengan batas spesifikasi yang ditentukan, yaitu ±1,00 mm.

9.2 Saran

Berdasarkan evaluasi dari proses dan hasil implementasi solusi, terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan.

a. Memperbaiki ukuran pada model CAD dan master cetakan untuk mendapatkan hasil produk yang lebih sesuai dengan *sample* produk.
b. Pengaturan alat 3D *scan* lebih dioptimalkan agar hasil *mesh* yang didapatkan lebih halus dan menggambarkan geometri dengan lebih akurat.

c. Proses perpindahan *tools* mesin CNC dapat dilakukan secara otomatis antar strategi agar waktu pengerjaan lebih optimal.
d. Operator mesin lebih teliti dalam proses *setup* mesin CNC agar model produk yang dibuat lebih akurat sesuai dengan desain CAD yang dibuat.
e. Pemeliharaan mesin secara berkala sangat disarankan untuk membuat hasil permesinan lebih presisi dan sesuai dengan desain CAD, serta tidak terjadi kesalahan-kesalahan pada proses permesinan karena mesin *error*.

DAFTAR PUSTAKA

Anggoro, P. W., Tan Wijaya, A. R., Yuniarto, T., Bayuseno, A. P., Jamari, J., Tauviqirrahman, M., & Setyohadi, D. B. (2021). Reverse engineering from 3D mesh to ceramic product in the form of miranda kerr tea for one teapot in PT doulton Indonesia. *Cogent Engineering*, *8*(1). https://doi.org/10.1080/23311916.2021.1981522

Binyamin, Asnan, M. N., Bayu, B., & Flawijaya, D. (2020). *Program Pelatihan Gambar Teknik Menggunakan Aplikasi Autocad di SMK Muhammadiyah 3 Samarinda*. *2*(1), 52–61.

Buonamici, F., Carfagni, M., Furferi, R., Governi, L., Lapini, A., & Volpe, Y. (2018). Reverse engineering modeling methods and tools: a survey. *Computer-Aided Design and Applications*, *15*(3), 443–464. https://doi.org/10.1080/16864360.2017.1397894

Cuesta, E., Meana, V., Álvarez, B. J., Giganto, S., & Martínez-Pellitero, S. (2022). Metrology Benchmarking of 3D Scanning Sensors Using a Ceramic GD&T-Based Artefact. *Sensors*, *22*(22). https://doi.org/10.3390/s22228596

Curless, B., & Levoy, M. (1996). *A Volumetric Method for Building Complex Models from Range Images*. http://www-graphics.stanford.edu

Diz-Mellado, E., Perez-Fenoy, J., Mudarra-Mata, M., Rivera-Gómez, C., & Galan-Marin, C. (2024). Enhancing 3D-Printed Clay Models for Heritage Restoration Through 3D Scanning. *Applied Sciences (Switzerland)*, *14*(23). https://doi.org/10.3390/app142310898

Fan, L., Wang, J., Xu, Z., & Yang, X. (2022). A Reverse Modeling Method Based on CAD Model Prior and Surface Modeling. *Machines*, *10*(10). https://doi.org/10.3390/machines10100905

Gabštur, P., Kočiško, M., Kaščak, J., & Pollák, M. (2025). Methodology for Verification of Geometrically Complex Components Through Reverse Engineering. *Applied Sciences (Switzerland)*, *15*(7). https://doi.org/10.3390/app15073963

Haleem, A., Javaid, M., Singh, R. P., Rab, S., Suman, R., Kumar, L., & Khan, I. H. (2022). Exploring the potential of 3D scanning in Industry 4.0: An overview. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, *3*, 161–171. https://doi.org/10.1016/j.ijcce.2022.08.003

Kementerian Perindustrian. (2025). Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2025 Tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia Untuk Keramik Berglasir - Alat Makan dan Minum Secara Wajib. https://peraturan.bpk.go.id/Details/321135/permenperin-no-14-tahun-2025

López, J., & Vila, C. (2021). An approach to Reverse Engineering Methodology for Part Reconstruction with Additive Manufacturing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1193*(1), 012047. https://doi.org/10.1088/1757-899x/1193/1/012047

Mallis, D., Ali, S. A., Dupont, E., Cherenkova, K., Karadeniz, A. S., Khan, M. S., Kacem, A., Gusev, G., & Aouada, D. (2023). *SHARP Challenge 2023: Solving CAD History and pArameters Recovery from Point Clouds and 3D Scans. Overview, Datasets, Metrics, and Baselines.* Retrieved https://cvi2.uni.lu/cc3d-data

Onyia, T. M., I. A. Ajao Olarinoye, & S. A. Jimoh. (2025). Advancements and Challenges in 3D Scanning. *African Journal of Advances in Science and Technology Research*, *18*(1), 191–206. https://doi.org/10.62154/ajastr.2025.018.010640

Groover, M. P., & Emory, W. Z. Jr. (1984). *Computer-Aided Design and Manufacturing*.

Polo, M. E., & Felicísimo, A. M. (2012). Analysis of uncertainty and repeatability of a low-cost 3D laser scanner. *Sensors (Switzerland)*, *12*(7), 9046–9054. https://doi.org/10.3390/s120709046

Raja, V., & J. Fernandes, K. (2019). *Reverse Engineering: An Industrial Perspective*. Scholars Portal.

Rajesh, V., Aloori, R., & Suresh, S. (2021). APPLICATION OF REVERSE ENGINEERING FOR GENERATING THREE DIMENSIONAL MODEL OF CASING FOR INDUSTRIAL PUMP.

Rešetar, M., Valjak, F., Branilović, M. G., Šercer, M., & Bojčetić, N. (2024). An approach for reverse engineering and redesign of additive manufactured spare parts. *Proceedings of the Design Society*, *4*, 703–712. https://doi.org/10.1017/pds.2024.73

Rocchini, C., Cignoni, P., Montani, C., Pingi, P., & Scopigno, R. (2001). *A low cost 3D scanner based on structured light* (Vol. 20, Number 3).

Sadrehaghighi, I. (2022). *Computer Aided Design (CAD) CFD Open Series*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12634.62408

Špelić, I. (2021). Applying 3D scanning and CAD reverse engineering for clothing thermal analysis. *Cogent Engineering*, *8*(1). https://doi.org/10.1080/23311916.2021.2006867

Sun, X., Liu, X., Yang, X., & Song, B. (2022). Computer-aided three-dimensional ceramic product design. *Computer-Aided Design and Applications*, *19*(S3), 97–107. https://doi.org/10.14733/CADAPS.2022.S3.97-107

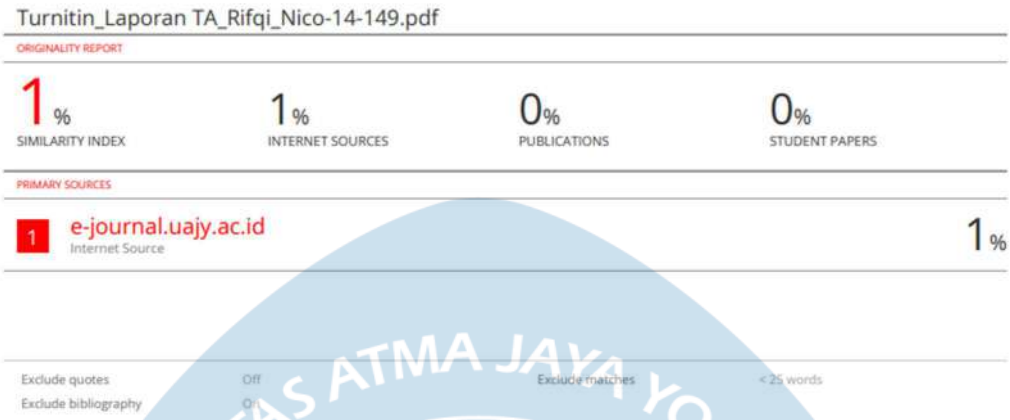
Tan Wijaya, A. R. (2017). Pendekatan Reverse Engineering dari 3D Meshes ke 3D CAD/CAM pada Miranda Kerr Tea For One Teapot di PT. Doulton [Tugas Akhir, Departemen Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta].

Wakjira, Y., Kurukkal, N. S., Lemu, H. G. (2024). Reverse engineering in medical application: literature review, proof of concept and future perspectives. https://doi.org/10.1038/s41598-024-74176-z

Westgard, J. O., & Westgard, S. A. (2016). Quality control review: implementing a scientifically based quality control system. In Annals of Clinical Biochemistry (Vol. 53, Number 1, pp. 32–50). SAGE Publications Ltd. https://doi.org/10.1177/0004563215597248

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pemeriksaan Kesamaan dari Turnitin



Turnitin_Laporan TA_Rifqi_Nico-14-149.pdf

ORIGINALITY REPORT

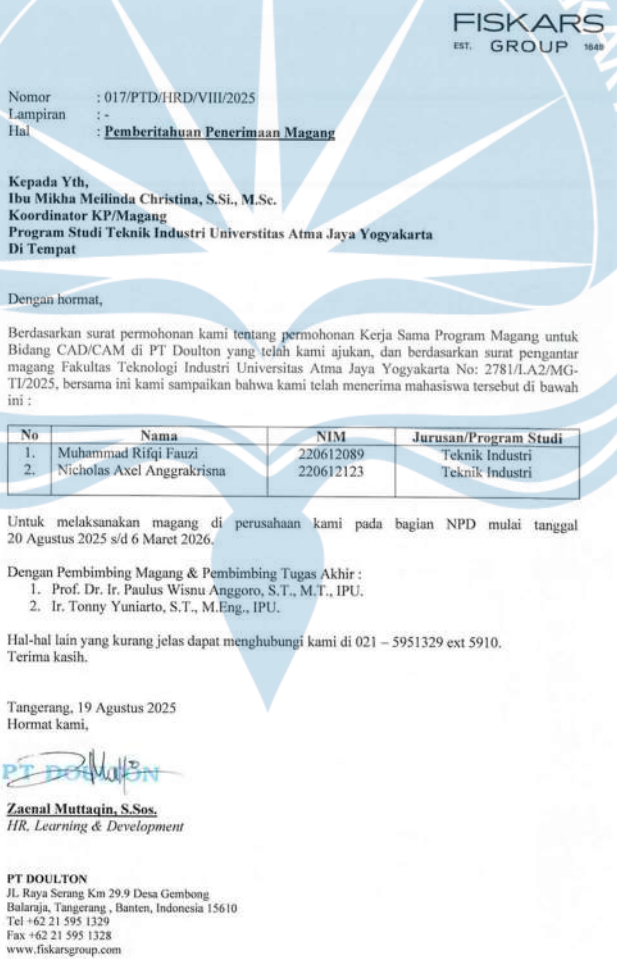
1%	1%	0%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	1%

Exclude quotes	Off	Exclude matches	< 25 words
Exclude bibliography	Off		

Lampiran 2. Surat Izin dari Perusahaan



FISKARS GROUP EST. 1649

Nomor : 017/PTD/HRD/VIII/2025
Lampiran : -
Hal : **Pemberitahuan Penerimaan Magang**

Kepada Yth,
Ibu Mikha Meilinda Christina, S.Si., M.Sc.
Koordinator KP/Magang
Program Studi Teknik Industri Universtitas Atma Jaya Yogyakarta
Di Tempat

Dengan hormat,

Berdasarkan surat permohonan kami tentang permohonan Kerja Sama Program Magang untuk Bidang CAD/CAM di PT Doulton yang telah kami ajukan, dan berdasarkan surat pengantar magang Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta No: 2781/I.A2/MG-TI/2025, bersama ini kami sampaikan bahwa kami telah menerima mahasiswa tersebut di bawah ini :

No	Nama	NIM	Jurusan/Program Studi
1.	Muhammad Rifqi Fauzi	220612089	Teknik Industri
2.	Nicholas Axel Anggrakrisna	220612123	Teknik Industri

Untuk melaksanakan magang di perusahaan kami pada bagian NPD mulai tanggal 20 Agustus 2025 s/d 6 Maret 2026.

Dengan Pembimbing Magang & Pembimbing Tugas Akhir :
1. Prof. Dr. Ir. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T., IPU.
2. Ir. Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng., IPU.

Hal-hal lain yang kurang jelas dapat menghubungi kami di 021 – 5951329 ext 5910.
Terima kasih.

Tangerang, 19 Agustus 2025
Hormat kami,

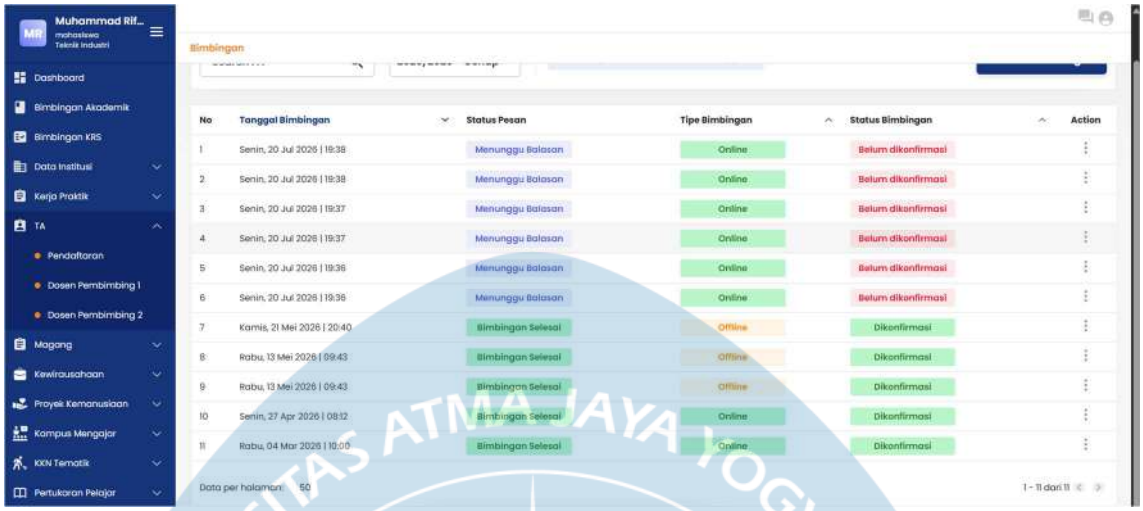
PT DOULTON

Zaenal Muttaqin, S.Sos.
HR, Learning & Development

PT DOULTON
JL Raya Serang Km 29.9 Desa Gembong
Balaraja, Tangerang , Banten, Indonesia 15610
Tel +62 21 595 1329
Fax +62 21 595 1328
www.fiskarsgroup.com

Lampiran 3. NC Code Mesin CNC
Link: NC Code

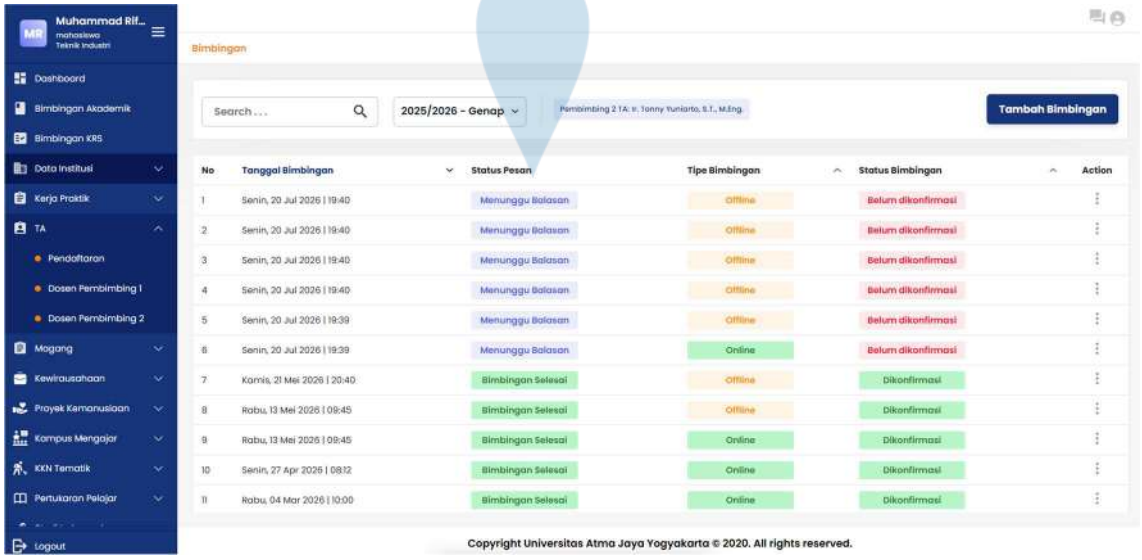
Lampiran 4. Bimbingan Rifqi dengan Dosen Pembimbing 1



Lampiran 5. Bimbingan Nico dengan Dosen Pembimbing 1



Lampiran 6. Bimbingan Rifqi dengan Dosen Pembimbing 2



Lampiran 7. Bimbingan Nico dengan Dosen Pembimbing 2

No	Tanggal Bimbingan	Status Pesan	Tipe Bimbingan	Status Bimbingan	Action
1	Senin, 20 Jul 2026 | 19:33	Menunggu Balasan	Online	Belum dikonfirmasi	
2	Senin, 20 Jul 2026 | 19:33	Menunggu Balasan	Online	Belum dikonfirmasi	
3	Senin, 20 Jul 2026 | 19:33	Menunggu Balasan	Online	Belum dikonfirmasi	
4	Senin, 20 Jul 2026 | 19:33	Menunggu Balasan	Online	Belum dikonfirmasi	
5	Senin, 20 Jul 2026 | 19:32	Menunggu Balasan	Offline	Belum dikonfirmasi	
6	Senin, 20 Jul 2026 | 19:32	Menunggu Balasan	Offline	Belum dikonfirmasi	
7	Selasa, 16 Jun 2026 | 18:42	Bimbingan Selesai	Offline	Dikonfirmasi	
8	Rabu, 13 Mei 2026 | 09:45	Bimbingan Selesai	Offline	Dikonfirmasi	
9	Rabu, 13 Mei 2026 | 09:45	Bimbingan Selesai	Offline	Dikonfirmasi	
10	Senin, 27 Apr 2026 | 08:11	Bimbingan Selesai	Online	Dikonfirmasi	
11	Rabu, 04 Mar 2026 | 10:05	Bimbingan Selesai	Online	Dikonfirmasi	

Data per halaman: 100 1 - 11 dari 11

Lampiran 8. Surat Pernyataan Anggota Kelompok

SURAT PERNYATAAN PELAKSANAAN TUGAS AKHIR
SEBAGAI *CAPSTONE DESIGN PROJECT* SECARA BERKELOMPOK

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

No	Nama Mahasiswa	NPM
1	Muhammad Rifqi Fauzi	220612089
2	Nicholas Axel Anggakrisna	220612123

Dengan ini menyatakan bahwa kami akan melaksanakan **Tugas Akhir dalam bentuk *Capstone Design Project*** secara **berkelompok**, dengan judul/topik yang diusulkan:

Penerapan Reverse Engineering dalam Pembuatan Desain Produk Tea Story Cup Tall pada Proses Transfer Produk di PT. Doulton

Adapun pernyataan komitmen kami adalah sebagai berikut:

1. Setiap anggota kelompok menjalankan Tugas Akhir tersebut secara kolaboratif, profesional, dan bertanggung jawab sesuai kaidah akademik yang berlaku di Departemen Teknik Industri FTI UAJY.
2. Setiap anggota kelompok bertanggung jawab untuk memberikan kontribusi yang proporsional dan melaksanakan tugas sesuai pembagian peran yang disepakati.
3. Setiap anggota kelompok menjalankan seluruh proses sesuai ketentuan yang berlaku di Departemen Teknik Industri FTI UAJY dan menjunjung tinggi integritas akademik.
4. Apabila di kemudian hari terdapat pelanggaran terhadap ketentuan akademik atau ketidaksesuaian dalam pelaksanaan tugas, kami bersedia menerima sangsi sesuai peraturan yang ditetapkan oleh Departemen Teknik Industri FTI UAJY.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tangerang, 19 Desember 2025

	Tanda Tangan
Muhammad Rifqi Fauzi NPM: 220612089	
Nicholas Axel Anggakrisna NPM: 220612123	

Lampiran 9. Link File Turnitin

Link: Hasil Turnitin

Lampiran 10. Foto Bersama Karyawan PT Doulton Departemen NPD



Lampiran 11. Email *approval* tim *Quality Control*

Team NPD,
Saya informasikan hasil assessment glost untuk Shape Tea story Cup Tall yang ke 2.
Dari hasil ini, beberapa poin perbaikan dari sebelumnya sudah menyerupai sample dari Janesis, baik dari sisi size maupun bentuk, serta kedalaman foot sudah menyerupai.
Note selanjutnya :
Weight masih Over dari sample, saat trial selanjutnya (PPAP) Weight harus sudah diturunkan, disesuaikan dengan sample.
Thickness top edge masih ditemukan yang tebal tipis, perbaikin saat next making.
Silahkan lihat data terlampir

NPD	140,7	92,24			73,56	73,15			49,29
No	Weight	Diameter	Diameter	Height Hdl	Height	Height	Height Foot	Thikness	Foot Diameter
avg >sample	17 gr								
Avg	157,7	92,3			73,4				50,2
Min	154,0	91,5			72,7				49,9
Max	161,9	93,5			74,0				50,3





FISKARS GROUP

Tatang Setiawan
Quality