

ANALISIS STATIS UNTUK MODIFIKASI OUTER FRONT DOOR MOBIL ESEMKA RAJAWALI 2

Sri Wahyu Sarwoko

Staf Pengajar SMK Negeri 1 Tengeran

Email : kenci_dhenok@yahoo.co.id.

ABSTRAKSI

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan engineering drawing outer front door Mobil Esemka Rajawali 2 dengan menggunakan metode reverse engineering. Alat yang digunakan dalam metode reverse engineering ini adalah mesin ukur koordinat 3D manual dan kamera digital, berfokus pada komponen outer front door. Data koordinat X, Y, dan Z dari mesin ukur koordinat 3D manual dan data yang di dapat dari kamera digital yang berupa foto diolah dengan perangkat lunak solidwoks menjadi engineering drawing kemudian dibandingkan ukurannya dengan menghasilkan selisih ukuran dengan rata – rata 1,52 mm. Bentuk surface dari outer front door Mobil Esemka Rajawali 2 yang sederhana bisa menghasilkan selisih ukuran yang kecil. Analisis statis dilakukan pada surface outer front door Mobil Esemka Rajawali 2 dengan menggunakan perangkat lunak solidworks dengan memberikan pembebanan sebesar 950 kg atau 9500 N, material yang digunakan alloy steel dengan ketebalan 0,8mm untuk mendapatkan desain ulang outer front door yang mempunyai deformasi paling kecil. Hasil desain ulang outer front door Mobil Esemka Rajawali 2 ini didapatkan hasil deformasi sebesar . 3,32 mm yang jauh lebih kecil dibandingkan hasil deformasi yang terjadi pada desain awal outer front door Mobil Esemka Rajawali 2 yaitu sebesar 17,99 mm.

Kata Kunci: reverse engineering, engineering drawing, outer front door, surface, mobil esemka, mesin ukur koordinat 3D manual.

ABSTRACT

The objective of the research was to find out the engineering drawing outer front door of Esemka Rajawali 2 Car by using reverse engineering method. The devices used in this reverse engineering method were the manual of 3D coordinate measurement machine and digital camera, focused on outer front door component. The coordinate data of X, Y, and Z from the manual of 3D coordinate measurement machine and the data acquired from the digital camera in the form of pictures were analyzed with solidwoks software was changed into engineering drawing and then its size was compared with the result of average size difference of 1,52 mm. The simple surface form of the Esemka Rajawali 2 Car outer front door can produce a little size difference. Static analysis was conducted on Esemka Rajawali 2 Car surface outer front door employing solidwoks software by giving the weight of 950kg or 9500N. Meanwhile, the material used was alloysteel with the thickness of 0,8mm in order to get the modification of outer front door with the smallest deformation. The result of Esemka Rajawali 2 Car outer front door's modification was 3,32 mm in which it was way smaller compared with the deformation of the Esemka Rajawali 2 Car outer front door's original design, that was 17,99 mm.

Keywords: reverse engineering, engineering drawing, outer front door, surface, esemka car, manual of 3D coordinate measurement machine

1. PENDAHULUAN

Era globalisasi menuntut kompetisi yang kompetitif dimana di setiap sudut dunia dapat terkoneksi dan berkomunikasi untuk melakukan transaksi sehingga perputaran uang menjadi sangat cepat dan kompleks. Dunia industri menangkap hal ini sebagai peluang membuat semua negara berlomba - lomba untuk meningkatkan sektor industri di negara masing-masing untuk menunjang perekonomian negara masing - masing. Begitu juga dengan Negara Indonesia yang pada awalnya bergantung pada sektor pertanian dan eksplorasi sumber daya alam, kini sebagian besar masyarakat beralih ke sektor industri. Hampir berbagai jenis industri sudah berkembang di Indonesia, akan tetapi

tidak dibarengi dengan peningkatan sumber daya manusianya sehingga sebagian besar industri yang berdiri di Indonesia merupakan penanaman modal asing dimana pemiliknya bukan pengusaha dari negara Indonesia sendiri, melainkan pengusaha dari negara asing, terutama untuk industri elektronik dan otomotif. Untuk meningkatkan daya saing, Indonesia mulai berusaha untuk mengembangkan produk dari negaranya sendiri. Salah satu produk yang dikembangkan oleh Indonesia dalam dunia otomotif adalah mobil nasional. Perkembangan jumlah mobil di indonesia sangat mencengangkan menurut Atabani, et al. (2012) menyatakan populasi mobil jenis penumpang telah meningkat dari 1.170.103 pada tahun 1987 kemudian 9.859.926 pada tahun 2008 dan diperkirakan akan mencapai 38.869.926

pada tahun 2030. Hal ini menunjukkan peluang bisnis yang begitu besar pada sektor otomotif di Indonesia.

Industri Otomotif Indonesia yang berkembang pesat membuat perguruan tinggi ataupun individu berinovasi membuat prototype mobil nasional mulai dari mobil listrik sampai mobil berbahan bakar fosil. Tetapi hal ini masih sebatas riset belum ada tanggapan yang serius dari pemerintah untuk membangun industri otomotif dalam negeri. Kemudian Dinas Pendidikan melalui Direktorat Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan yang pada waktu itu di pimpin oleh Dr. Joko Sutrisno membuat program bantuan Revitalisasi Bengkel SMK dan perakitan mobil menjadi cikal bakal nya mobil Esemka, dimana part mobil di impor dari negara china kemudian dirakit oleh anak – anak Sekolah Menengah Kejuruan harapannya ada alih teknologi dari negara China sebagai produsen awal ke Negara Indonesia, sehingga part yang ada pada mobil Esemka tidak semuanya di impor dari China. Program ini pun tidak sepenuhnya di berjalan dengan mulus banyak batu sandungan yang harus dilalui, tetapi semangat untuk mengembangkan mobil nasional tetap ada sehingga dengan segala daya dan upaya mobil Esemka sampai saat ini masih eksis, walaupun populasinya masih sedikit dan belum diperhitungkan dalam kompetisi industri otomotif nasional.

Mobil Esemka Rajawali 2 masih mengusung model SUV bermesin Esemka 1.6L, 1.597 cc in line DOHC, dengan perbandingan kompresi 10,5 : 1. Sistem bahan bakarnya menggunakan *multi point injection* 4 silinder yang mampu menghasilkan tenaga sebesar 103 tenaga kuda pada putaran 5.500 rpm dengan torsi puncak 145 Nm di 4.100 rpm. Esemka Rajawali 2 dirakit oleh SMK Negeri 2 Surakarta dan SMK Warga Surakarta. Dalam proses produksinya mobil Esemka Rajawali 2 terus menerus mengalami penyempurnaan. Pengembangan produksi Esemka diharapkan dapat memperkecil kelemahan serta meningkatkan keunggulan mobil tersebut. Akan tetapi, pengembangan mobil Esemka Rajawali 2 mengalami kesulitan karena belum adanya dokumentasi data-data penting dari mobil seperti *engineering drawing*. Hal ini terjadi karena Mobil

Esemka Rajawali 2 masih sebagian besar part-nya di impor dari China sehingga *blue print* dari part mobil tersebut belum ada. Dengan adanya masalah tersebut, diperlukan metode *reverse engineering* untuk mendapatkan *engineering drawing* dari mobil Esemka.

Metode *reverse engineering* atau lebih dikenal dengan metoda rekayasa balik merupakan suatu metode untuk memperoleh data geometri dari produk yang telah ada dan merekonstruksi ulang menjadi model gambar tiga dimensi sehingga waktu produksi dapat diminimalkan. Dengan kata lain *reverse engineering* dapat didefinisikan sebagai evaluasi sistematis dari suatu produk dengan tujuan membuat replika. Hal ini melibatkan desain ulang bagian baru dari perbaikan bagian yang rusak atau pecah, peningkatan presisi model dan pemeriksaan model numerik. Keuntungan dari teknik ini meliputi umpan balik yang cepat, reduksi data, langsung ke geometri dan presisi yang lebih tinggi dari produk aslinya Febriantoko (2009).

Pada penelitian ini dikembangkan metode *reverse engineering* untuk memperoleh *engineering drawing* mobil Esemka Rajawali sehingga dapat dimanfaatkan oleh industri dalam rangka untuk menyediakan suku cadangnya. Hasil akhir dari penelitian ini berupa *engineering drawing outer front door* mobil Esemka Rajawali 2 agar bisa menyediakan suku cadang oleh industri dalam negeri. *Engineering drawing outer front door* mobil Esemka Rajawali 2 yang dihasilkan dapat menjadi bahan evaluasi atau pertimbangan untuk edisi terbaru dari mobil Esemka Rajawali generasi selanjutnya. Kemudian *engineering drawing* tersebut dilakukan modifikasi untuk mendapatkan optimasi desain dari *outer front door*. Berbagai uji dilakukan untuk mendapatkan optimasi desain *outer front door* diantaranya analisis statis, analisis dinamis, side impact, analisis aerodinamis, dan lain sebagainya. Tetapi dalam penelitian ini hanya difokuskan pada analisis statis dan mengambil perubahan bentuknya saja. Analisis statis dilakukan dengan memberikan pembebanan tertentu pada suatu permukaan (*surface*) secara terdistribusi merata pada *surface* kemudian dianalisis perubahan yang terjadi pada *surface* tersebut.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka fokus penelitian ini adalah pada komponen *outer front door* mobil Esemka Rajawali 2 untuk mendapatkan *engineering drawing*-nya dengan melakukan *reverse engineering* menggunakan mesin ukur koordinat manual 3D kemudian memodifikasi *surface*-nya untuk mendapatkan desain optimum dilakukan analisis statis. Dari fokus penelitian tersebut dapat menarik rumusan masalah yang ada diantaranya :

1. Bagaimana cara mendapatkan dokumentasi mobil Esemka Rajawali 2 melalui metode *reverse engineering* pada komponen *outer front door* ?
2. Bagaimana memodifikasi *outer front door* mobil Esemka Rajawali 2 dengan analisis statis pada solidwork ?

Tujuan Penelitian adalah sebagai berikut ;

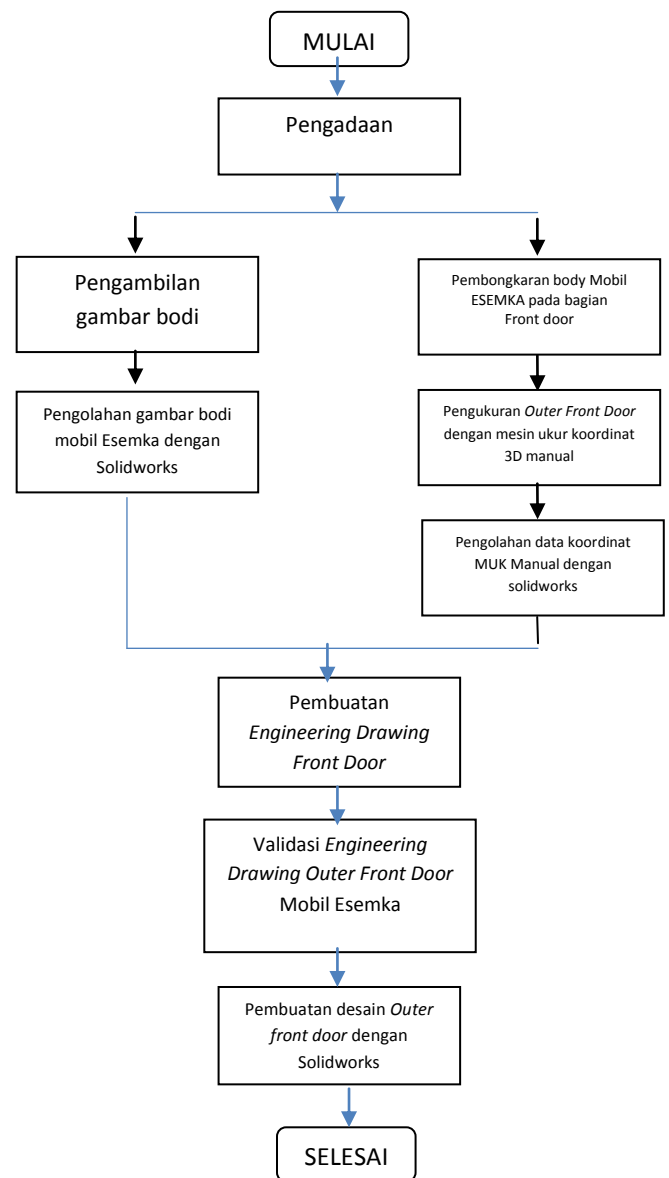
1. Membuat dokumentasi *outer front door* mobil Esemka Rajawali 2 melalui metode *reverse engineering*.
2. Membuat modifikasi desain *outer front door* mobil Esemka Rajawali 2 dengan analisis uji statis solidworks.

Manfaat Penelitian adalah sebagai berikut ;

1. Mendapatkan *engineering drawing outer front door* mobil Esemka Rajawali 2 yang bisa digunakan sebagai penelitian berikutnya.
2. Mempermudah pengembangan pada komponen *outer front door* mobil Esemka Rajawali 2 berdasarkan dokumentasi data yang telah dilakukan.
3. Bagi mahasiswa S2 teknik mesin universitas muhammadiyah surakarta, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rujukan awal untuk meningkatkan kualitas *reverse engineering* mobil Esemka Rajawali 2.
4. Dapat memberi sumbangan terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi *reverse engineering* pada umumnya serta untuk menambah referensi program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta khususnya program Magister Teknik Mesin.

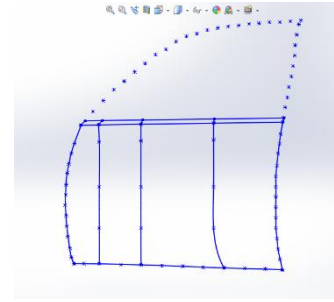
2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pasca Sarjana Teknik Mesin, Gedung H, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Kegiatan penelitian ini dilakukan sesuai dengan diagram alir dibawah ini;



Dengan melakukan pengambilan gambar bodi mobil Esemka menggunakan kamera digital yang tidak memerlukan pixel yang tinggi, diambil dari empat sudut pandangan utama yaitu; depan, samping kiri, belakang, dan atas. Gambar hasil pengambilan dengan kamera digital diatas di buat sket 2 dimensi dengan program CAD yaitu solidwork yang nanti digunakan sebagai acuan untuk membuat gambar 3 dimensi mobil Esemka Rajawali 2 sebagai engineering drawing body mobil Esemka Rajawali 2. gambar sket tadi setelah di insert serta di arrange supaya gambar tadi menjadi satu, untuk mendapatkan sisi atau bagian lain yang tidak ada sket-nya maka dilakukan mirror. Setelah itu baru dilakukan surface pada bidang sket yang ada, maka terbentuklah gambar 3D dari proses foto, gambar tersebut nantinya akan dilakukan validasi.

Mesin Ukur Koordinat 3D Manual merupakan alat bantu yang digunakan dalam pengukuran outer front door mobil Esemka Rajawali 2. Alat bantu tersebut mempunyai panjang 1500 cm, lebar 1750 cm, tinggi 440 cm. Melakukan pengukuran outer front door mobil Esemka Rajawali 2 dengan menggunakan mesin ukur koordinat 3D manual. Dalam penelitian ini, jarak dari titik 1 ketitik pengukuran yang lainnya dibuat secara acak antara 1 cm sampai 2 cm. Hal tersebut dikarenakan proses pengukuran dengan manual membutuhkan waktu dan ketekunan yang sangat tinggi dari operator serta kesabaran, untuk mendapatkan koordinat X, Y, dan Z yang kemudian di inputkan dalam perangkat lunak solidworks, dengan masuk kebagian sketch input point maka koordinat yang di inputkan akan berubah menjadi node. Node – node itulah yang nantinya akan menjadi gambar setelah dihubungkan dengan spline. Gambar 1 menunjukkan hasil node yang terbentuk dari data koordinat X, Y, dan Z yang didapatkan dari mesin ukur koordinat 3D manual. Semua node tersebut harus terhubung maka baru dilakukan surface pada outer front door tersebut.



Gambar 1. Node koordinat X,Y, dan Z

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Validasi hasil pengukuran dimensi dilakukan dengan membandingkan dimensi pengolahan foto dengan hasil mesin ukur koordinat 3D manual. Tabel 1 menunjukkan ada dua perbedaan hasil pengukuran pada *outer front door* mobil esemka Rajawali 2. Perbedaan hasil ukur dari mesin ukur koordinat 3D manual dengan gambar 3D dari foto, pada dimensi panjang bagian tengah pintu 1,87 mm (1020,78 mm – 1018,91 mm) panjang bagian bawah tidak ada perbedaan, pada bagian lebar *outer front door* adalah 0 mm (725 mm – 725 mm). Selain itu perbedaan pengukuran pada tinggi dari *outer front door* adalah 1,17 mm (1193,05 mm – 1191,88 mm). Tinggi lengkungan adalah 0 mm (277,60 mm – 277,60 mm).

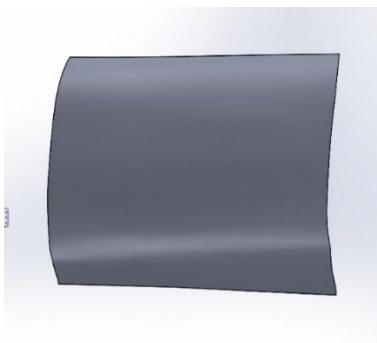
Tabel 4.1. Perbandingan hasil pengukuran pada *outer front door* mobil Esemka Rajawali 2

No	Nama Bagian	Foto	3D manual	Selisih Hasil Pengukuran
1	Panjang bagian tengah	1018,91 mm	1020,78 mm	1,87 mm
2	Panjang bagian bawah	991,77 mm	991,77 mm	0 mm
3	Panjang bagian bawah	961,97 mm	961,97 mm	0 mm
4	Lebar <i>outer front door</i>	725 mm	725 mm	0 mm
5	Tinggi <i>outer front door</i>	1191,88 mm	1193,05 mm	1,17 mm
6	Lengkung <i>outer front door</i>	277,60 mm	277,60 mm	0 mm
Rata – rata				1,52 mm

Melihat data tabel diatas selisih ukuran rata – rata outer front door mobil Esemka Rajawali 2 adalah 1,52 mm. Hal ini menunjukkan bahwa data pengukuran pada komponen outer front door dengan menggunakan mesin ukur koordinat 3D manual ataupun dengan gambar 3D foto yang di olah pada perangkat lunak solidwoks mempunyai perbedaan yang cukup kecil. Diakibatkan dari bentuk serta surface komponen yang sederhana sehingga selisih pengukuran yang terjadi tidak begitu besar.

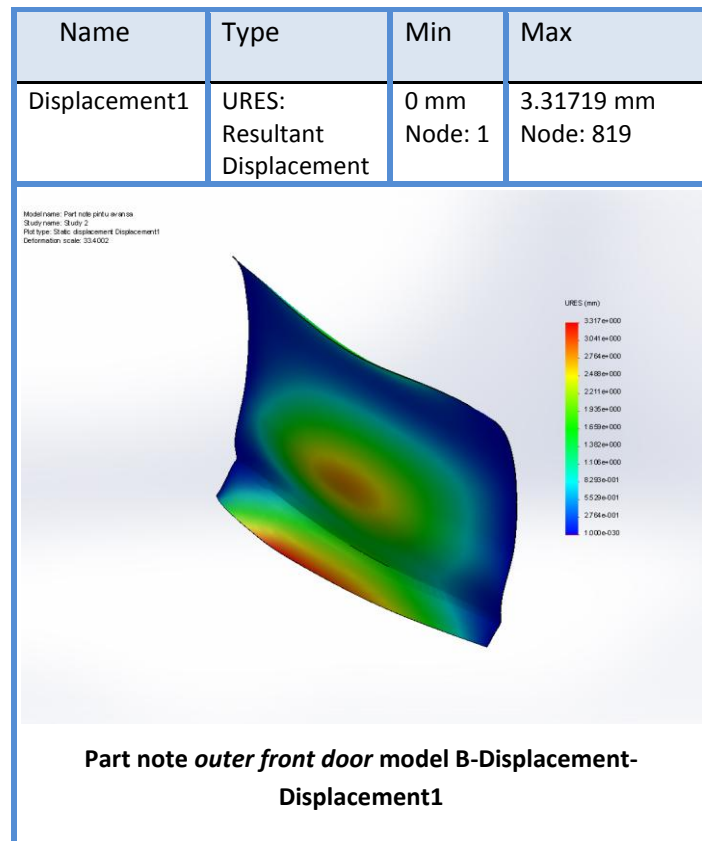
Engineering drawing disini dimaksudkan untuk mendapatkan desain baru dari outer front door mobil Esemka Rajawali 2 dengan memodifikasi desain outer front door yang sudah ada dalam rangka melakukan pengembangan. Untuk menunjukkan optimasi modifikasi desain outer front door yang dibuat maka pada penelitian ini dilakukan uji statis pada perangkat lunak solidworks.

Analisis statis pada simulasi solidworks dilakukan untuk optimasi desain outer front door dengan pembebanan yang diberikan sebesar 950 kg atau 9500 Newton pada surface outer front door mobil Esemka Rajawali 2. Beban tersebut berdasarkan standar **The Australasian New Car Assessment Program (ANCAP)** Asian untuk uji tabrak samping mobil di wilayah Asia. **Ketebalan plat 0,8 mm** sedangkan bahan yang digunakan adalah Alloy Steel (SS). Hasil dari analisis statis yang dilakukan dar beberapa model yang dilakukan didapatkan perubahan bentuk atau displacement sebesar 3,31719 mm dengan model outer front door seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini;



Gambar 2. Modifikasi Surface outer front door Mobil Esemka Rajawali 2

Hasil analisis statisnya tersaji pada Gambar 3, modifikasi outer front door yang dilakukan mengalami perubahan bentuk maksimum sebesar 3,31719 mm pada bagian bawah dan tengah yang ditunjukkan pada bagian yang berwarna merah.



Gambar 3. Outer front door Model B mengalami deformasi sebesar 3,31719 mm

Melihat Gambar 3 bagian tengah mengalami perubahan bentuk dengan melengkung kedalam, dan bagian bawah mengalami hal yang sama, tetapi perubahan bentuk yang terjadi hanya sebesar 3,31719 mm, hal ini menunjukkan bahwa modifikasi *outer front door* yang dilakukan bisa memperkecil perubahan bentuk yang terjadi sebelum dilakukan modifikasi yaitu sebesar 17,9993 mm. Perubahan bentuk yang kecil ini menunjukkan kemampuan modifikasi desain *outer front door* untuk mendistribusikan seluruh beban yang diberikan pada *surface outer front door* secara merata.

4. PENUTUP

Penelitian ini dapat menarik beberapa kesimpulan bahwa:

1. Pembuatan data *engineering drawing* atau data CAD Mobil Esemka Rajawali 2 pada komponen *outer front door* berhasil dilakukan dengan metoda *reverse engineering*, menggunakan alat ukur 3D manual kemudian dilanjutkan desain dengan menggunakan perangkat lunak solidworks.
2. Modifikasi *outer front door* berhasil dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak solidworks. Desain ulang *outer front door* dilakukan dengan menggunakan data CAD dari hasil *reverse engineering* kemudian dimodifikasi memenuhi unsur estetika. Analisis statis pada *outer front door* dengan menggunakan perangkat lunak solidworks telah berhasil dilakukan, beban sebesar 9500 N diberikan pada *surface outer front door* pada model B dengan hasil perubahan bentuk yang terjadi sebesar 3,31719 mm.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat memberikan saran sebagai berikut;

1. Penelitian ini masih terbatas pada analisis statis saja, untuk analisis yang lainnya masih bisa dilakukan untuk memperkuat hasil yang diperoleh.
2. Karena keterbatasan waktu analisis terhadap tegangan dan regangan yang timbul pada model yang dikembangkan masih memungkinkan untuk dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.
3. Mesin ukur koordinat 3D manual yang digunakan pada penelitian ini masih memerlukan penyempurnaan, maka sangat disarankan agar dapat melakukan penyempurnaan mekanisme dan konstruksinya agar bisa menghasilkan ukuran yang lebih teliti..

DAFTAR PUSTAKA

- Anwer, N., & Mathieu, L. (2016). From reverse engineering to shape engineering in mechanical design. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 65(1), 165–168. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.04.052>
- Atabani, A. E., Silitonga, A. S., & Mahlia, T. M. I. (2012). Cost benefit analysis and environmental impact of fuel economy standards for passenger cars in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 3547–3558. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.001>
- Bagci, E. (2009). Reverse engineering applications for recovery of broken or worn parts and re-manufacturing: Three case studies. *Advances in Engineering Software*, 40(6), 407–418. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2008.07.003>
- Barbero, B. R. (2009). The recovery of design intent in reverse engineering problems. *Computers and Industrial Engineering*, 56(4), 1265–1275. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2008.07.023>
- Brunelière, H., Cabot, J., Dupé, G., & Madiot, F. (2014). MoDisco: A model driven reverse engineering framework. *Information and Software Technology*, 56(8), 1012–1032. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.04.007>
- Chen, Y. H., Wang, Y. Z., & Yang, Z. Y. (2004). Towards a haptic virtual coordinate measuring machine. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 44(10), 1009–1017. <https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2004.03.005>
- Corbo, P., Germani, M., & Mandorli, F. (2004). Aesthetic and functional analysis for product model validation in reverse engineering applications. *Computer-Aided Design*, 36(1), 65–74. [https://doi.org/10.1016/S0010-4485\(03\)00078-2](https://doi.org/10.1016/S0010-4485(03)00078-2)
- Cui, B., Wang, F., Guo, T., & Dong, G. (2015). A practical off-line taint analysis framework and its application in reverse engineering of file

- format. *Computers and Security*, 51, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2015.02.006>
- Febriantoko, B. W. (2009). Reverse Engineering Sebagai Basis Desain Pengembangan Mobil Mini Truk Truk Esemka, (November), 1–36. <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-856-2>
- Gameros, A., De Chiffre, L., Siller, H. R., Hiller, J., & Genta, G. (2015). A reverse engineering methodology for nickel alloy turbine blades with internal features. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 9, 116–124. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2014.12.001>
- Huang, M. C., & Tai, C. C. (2000). Pre-processing of data points for curve fitting in reverse engineering. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 16(9), 635–642. <https://doi.org/10.1007/s001700070033>
- Impact, S., & Deformable, M. (2018). ANCAP Test Protocol ., (January).
- M., M. H., CH, S. R., & E, P. K. (2008). Reverse engineering: point cloud generation with CMM for part modeling and error analysis. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3(4), 1–4. Retrieved from <papers3://publication/uuid/71D53D3A-0E9A-4432-B76D-3C2A507218C3>
- Mian, S. H., & Al-Ahmari, A. (2014). Enhance performance of inspection process on Coordinate Measuring Machine. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 47(1), 78–91. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.08.045>
- Panchetti, M., Pernot, J. P., & Véron, P. (2010). Towards recovery of complex shapes in meshes using digital images for reverse engineering applications. *CAD Computer Aided Design*, 42(8), 693–707. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2010.01.004>
- Park, H. S., Dang, X. P., Roderburg, A., & Nau, B. (2013). Development of plastic front side panels for green cars. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 6(1), 44–52. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2012.08.002>
- Raja, V. (2008). Introduction to Reverse Engineering. In *Reverse Engineering* (pp. 1–9). https://doi.org/10.1007/978-1-84628-856-2_1
- Raja, V. H., & Fernandes, K. J. (2009). *Reverse Engineering: An Industrial Perspective*. Retrieved from [http://www.radintech.com/attachments/article/116/\[Vinesh_Raja_Kiran_J_Fernandes\]_Reverse_Engineer\(BookFi.org\).pdf](http://www.radintech.com/attachments/article/116/[Vinesh_Raja_Kiran_J_Fernandes]_Reverse_Engineer(BookFi.org).pdf)
- Rövid, A. (2013). Machine vision-based measurement system for vehicle body inspection. *Acta Polytechnica Hungarica*, 10(5), 145–158. <https://doi.org/10.12700/APH.10.05.2013.5.9>
- Sudatham, W., Matsumoto, H., Takahashi, S., & Takamasu, K. (2016). Diagonal in space of coordinate measuring machine verification using an optical-comb pulsed interferometer with a ball-lens target. *Precision Engineering*, 43, 486–492. <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2015.09.017>
- Sußner, G., Greiner, G., & Augustiniack, S. (2004). Interactive examination of surface quality on car bodies. *CAD Computer Aided Design*, 36(5), 425–436. [https://doi.org/10.1016/S0010-4485\(03\)00113-1](https://doi.org/10.1016/S0010-4485(03)00113-1)