

KAJIAN PROSEDUR DESAIN DAN MANUFAKTUR INDUSTRI KAROSERI SEBAGAI DASAR INOVASI PEMBELAJARAN TOOL DESIGN BERBASIS PROYEK

Anwar Sukito Ardjo*, Wahyu Isti Nugroho, Timotius Anggit Kristiawan,
Abdul Syukur Alfauzi, Hariyanto

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. Soedarto Semarang

*Email: ardjo.anwars@polines.ac.id

Abstract

The development of means of transportation is always evolving from design, propulsion systems, to materials. These developments are in line with the development of manufacturing technology from the simple to the current using a robotic system. The procedure for designing the press tool that is currently being implemented is still general in nature, so it is necessary to study the design and manufacturing procedures in accordance with those applied in industry, one of which is the vehicle body component industry. The results of the study will be adopted and adapted into learning tool design. The purpose of this research is the Study of Design and Manufacturing Procedures in the Vehicle Body Component Industry as a Basis for Project-Based Design Tool Learning Innovation. The implementation method follows a procedural instead, problem definition, synthesis, analysis, and evaluation. The result of this study is the use of CAD software which is used for the design of parts and dies stamping. The design results are analyzed using CAE software to test the function of the dies stamping design on the product design virtually. The results of the analysis are continued in the Manufacturing design process using CAM software so that the planning and prediction of machining process time can be controlled. The use of CAD/CAE/CAM software is integrated into the design procedure. Manufacturing procedures carried out at PT MAJ, especially the manufacture of Dies and Checking fixtures, use a CNC machine that is integrated directly with CAD/CAM software, so that they are able to work on objects that have surfaces and profiles with a high level of complexity. The product inspection process uses the FARO 3D scan tool and the Checking Fixture (CF).

Keywords: *Design and Manufacturing Procedures, Body/Body, Learning Innovation, Project-Based Learning.*

Abstrak

Perkembangan alat transportasi selalu berkembang mulai dari desain, system tenaga penggerak, hingga material. Perkembangan tersebut seiring dengan perkembangan teknologi manufaktur dari yang sederhana hingga saat ini menggunakan sistem robot. Prosedur mendesain press tool yang saat ini dilaksanakan masih bersifat umum, sehingga perlu dilakukan kajian prosedur desain dan manufaktur sesuai yang diterapkan di industri, salah satunya adalah industri komponen karoseri kendaraan. Hasil kajian akan diadopsi dan diadaptasikan ke dalam pembelajaran tool design. Tujuan dari penelitian ini adalah Kajian Prosedur Desain dan Manufaktur pada Industri Komponen Karoseri Kendaraan sebagai Dasar Inovasi Pembelajaran Tool Design Berbasis Proyek". Metode penelitian dilaksanakan mengikuti prosedur identifikasi masalah, mendefinisikan masalah, sintesis, analisis, dan evaluasi. Hasil penelitian dari kajian ini adalah penggunaan software CAD digunakan untuk desain part dan dies stamping. Hasil desain di analisa menggunakan software CAE untuk menguji fungsi desain *dies stamping* terhadap desain produk secara virtual. Hasil analisa pengujian dilanjutkan pada proses desain Manufaktur menggunakan software CAM sehingga perencanaan proses dan prediksi waktu proses machining dapat dikendalikan. Penggunaan software CAD/CAE/CAM saling terintegrasi pada prosedur desain. Prosedur Manufaktur yang dilakukan di PT MAJ khususnya pembuatan Dies dan *Checking fixture* menggunakan

mesin CNC yang terintegrasi langsung dengan Software CAD/CAM, sehingga mampu untuk pengerjaan benda yang memiliki surface dan profil dengan tingkat kerumitan yang tinggi. Proses Inspeksi hasil produk menggunakan alat bantu 3D scan FARO dan *Checking Fixture* (CF).

Kata Kunci: *Prosedur Desain Dan Manufaktur, Body/Karoseri, Inovasi Pembelajaran, Pembelajaran Berbasis Proyek.*

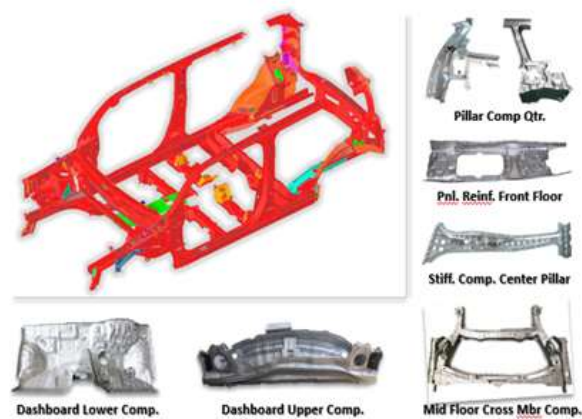
PENDAHULUAN

Perkembangan proses manufaktur karoseri/body kendaraan angkutan darat, khususnya mobil penumpang selalu mengalami perubahan model/bentuk. Model/bentuk karoseri/body ini setiap pemegang merek kendaraan memiliki tim seniman yang mendesain menggunakan *Computer Aided Design* (CAD) agar diperoleh bentuk/model mobil yang futuristik, nyaman, dan indah. Selanjutnya hasil desain model/bentuk karoseri/body mobil dibuat simulasi proses produksinya menggunakan *Computer Aided Manufacturing* (CAM) dengan memisahkan menjadi beberapa bagian untuk memudahkan pembuatan dan perakitannya (Parmar, 2017). Gambar 1. menunjukkan contoh bagian-bagian/komponen dari karoseri/body sebuah mobil. Sebuah mobil jenis *Multi Purpose Vehicle* (MPV) dapat terdiri dari 30.000 komponen.



Gambar 1. Komponen mobil

Sedangkan gambar 2 menunjukkan bagian hasil pemisahan/pembagian dari sebuah karoseri MPV. Salah satu perusahaan yang bersedia menjadi tempat melakukan kajian adalah PT Mekar Armada Jaya, yang terletak di Tambun, Bekasi. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang menjadi pemasok bagian-bagian (*parts*) dari karoseri kendaraan seperti Ayla, Sibra, Cayla, Avansa, Honda Brio, dll (Riles M. Wattimena, 2020).

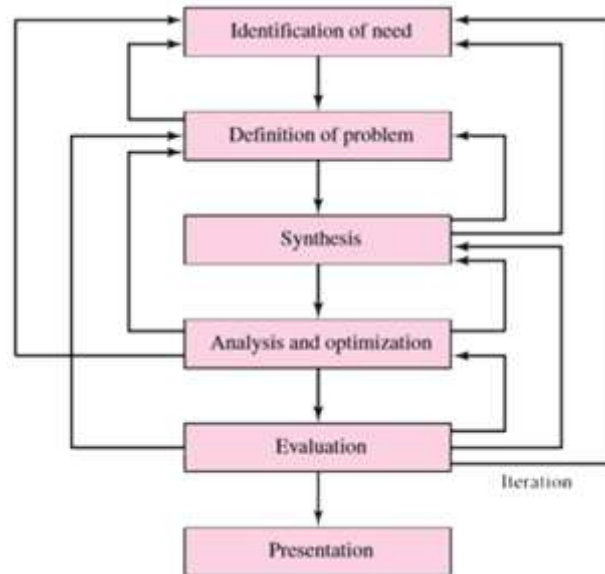


Gambar 2. Komponen Karoseri sebuah MPV

Salah satu kompetensi lulusan program studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan (Sarter TMPP) adalah: Mampu melakukan rekayasa alat bantu produksi (Die, Mould, Jig, & Fixture) berbasis CAD/CAM (<https://ms.polines.ac.id/visi-misi/>). Peralatan yang digunakan untuk memproduksi bagian karoseri mobil adalah Die Press/Press Tool yang menjadi sub capaian pembelajaran pada mata kuliah Desain Alat Produksi Masal. Die Press/Press Tool ini digunakan untuk membentuk lembaran baja menjadi bagian-bagian karoseri mobil dalam jumlah yang banyak namun memiliki bentuk yang sama/identik dan kepresisian yang tinggi (Sachin, G, 2015). Bentuk yang sama dan kepresisian yang tinggi ini diperlukan untuk menghasilkan rakitan semua bagian menjadi sebuah kerangka dan body mobil yang teliti dan identik untuk setiap mobil dari tipe dan merek yang sama (Rathod, G.C., 2017). *Press tool* juga harus didesain dan dibuat dengan presisi, oleh karenanya diperlukan penggunaan perangkat lunak CAD/CAM. Proses pembuatan/manufaktur *press tool* juga memerlukan baja khusus (*tool steel*) dan mesin CNC agar diperoleh hasil yang presisi (Patil, Nilesh N, 2013).

Metode desain yang saat ini diterapkan pada pembelajaran mata kuliah Desain Alat Produksi Masal adalah Shighley's Mechanical Engineering Design (Budynas-Nisbet,2006:12) seperti yang disajikan pada gambar 3. Metode desain ini terdiri dari prosedur-prosedur: Identifikasi Kebutuhan, Definisi Masalah, Sintesis, Analisis & Optimisasi, serta Evaluasi. Prosedur dari metode desain ini masih sangat umum untuk bidang rekayasa mekanikal, sedangkan industri komponen karoseri/ body mobil tentu memiliki metode dan prosedur yang lebih khusus dan rinci. Perangkat lunak yang diimplementasikan pada tugas desain *press tool* pada saat ini masih terbatas pada

Solidwork®, sedangkan di industri tentu telah menggunakan perangkat lunak desain/manufaktur yang lebih beragam sesuai tahap-tahap yang dilewati.



Gambar 3. Prosedur Desain *Shigley's Mechanical Engineering Design* (Budynas-Nisbet,2006:12)

Inovasi Pembelajaran Mata Kuliah Desain Alat Produksi Masal khususnya dalam mendesain *press tool* dan *mould* (cetakan injeksi plastik) perlu dimulai dengan mengadopsi dan mengadaptasi prosedur desain & manufaktur, perangkat lunak yang digunakan, dan proses yang diterapkan pada industri, khususnya industri karoseri/*body* mobil. Inovasi Pembelajaran Mata Kuliah Desain Alat Produksi Masal yang perlu dilakukan mencakup kajian prosedur: (a) Alur proses Order – Desain- Manufaktur dan (b) Perangkat lunak CAD/CAM yang digunakan.

Adopsi yang akan dilakukan terhadap prosedur proses Order – Desain- Manufaktur dan Perangkat lunak CAD/CAM yang digunakan adalah dengan menyusun metode pembelajaran dengan menyesuaikan prosedur yang ada di industri. Adaptasi yang akan dilakukan dengan menyesuaikan hasil adopsi dengan fasilitas perangkat lunak yang tersedia di laboratorium desain jurusan teknik mesin. Diharapkan dengan mengadopsi dan mengadaptasi prosedur desain *press tool* dari industri yang akan diterapkan pada mata kuliah Desain Alat Produksi Masal dengan pendekatan pembelajaran berbasis proyek/kasus maka akan diperoleh *link & match* yang menghasilkan kompetensi lulusan dalam mendesain *press tool* yang baik.

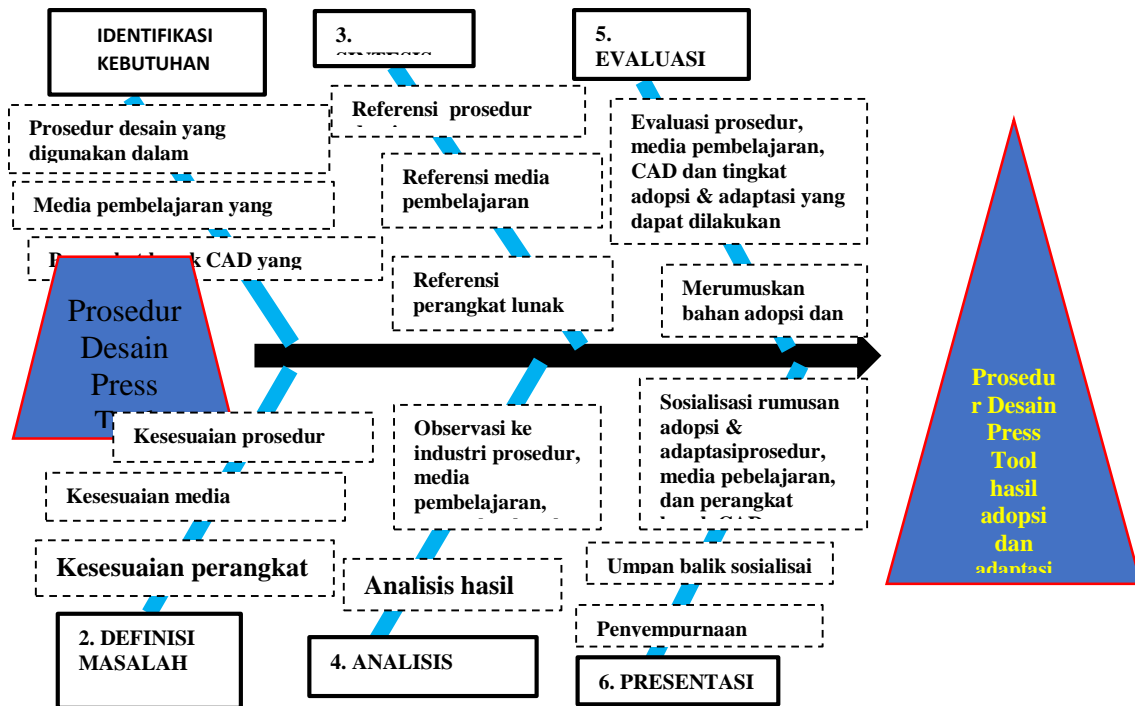
Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan : “Kajian Prosedur Desain dan Manufaktur pada Industri Komponen Karoseri Kendaraan sebagai Dasar Inovasi Pembelajaran Tool Design Berbasis Proyek”.

Manfaat yang akan diperoleh apabila penelitian Kajian Prosedur Desain dan Manufaktur pada Industri Komponen Karoseri Kendaraan sebagai Dasar Inovasi Pembelajaran *Tool Design* Berbasis Proyek ini telah diwujudkan :

- a. Diperoleh hasil *link & match* antara industri komponen karoseri mobil dengan pembelajaran pada program studi Sarter TMPP,
- b. Diperoleh hasil kajian Prosedur desain dan manufaktur *press tool* yang dapat dijadikan dasar inovasi Prosedur desain pada mata kuliah Desain Alat Produksi Masal,
- c. Diperoleh berbagai sumber belajar dari PT Mekar Armada Jaya yang dapat menjadi sumber belajar bagi mahasiswa program studi Sarter TMPP.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan terdiri dari tahapan : Identifikasi kebutuhan, definisi masalah, sintesis, analisis, evaluasi, dan presentasi (gambar 4). Identifikasi kebutuhan mencakup : prosedur desain yang digunakan dalam pembelajaran, media pembelajaran yang digunakan, perangkat lunak CAD yang digunakan. Identifikasi masalah yang ditemukan mencakup : kesesuaian prosedur desain dan manufaktur, kesesuaian media dan perangkat. Tahapan sintesis mencakup : perlunya referensi prosedur desain dan manufaktur di industry, referensi media pembelajaran, referensi perangkat lunak CAD yang sesuai. Prosedur analisis mencakup : observasi ke industry terkait prosedur, dan bahan media pembelajaran. Prosedur Evaluasi mencakup : evaluasi prosedur, media pembelajaran, CAD dan perangkat dan tingkat adopsi dan adaptasi yang dapat dilakukan sebagai dasar inovasi pembelajaran berbasis proyek, merumuskan bahan adopsi dan adaptasi. Tahapan presentasi mencakup : penyempurnaan, umpan balik sosial, dan sosialisasi rumusan adopsi dan adaptasi prosedur , media pembelajaran dan perangkat lunak yang digunakan.



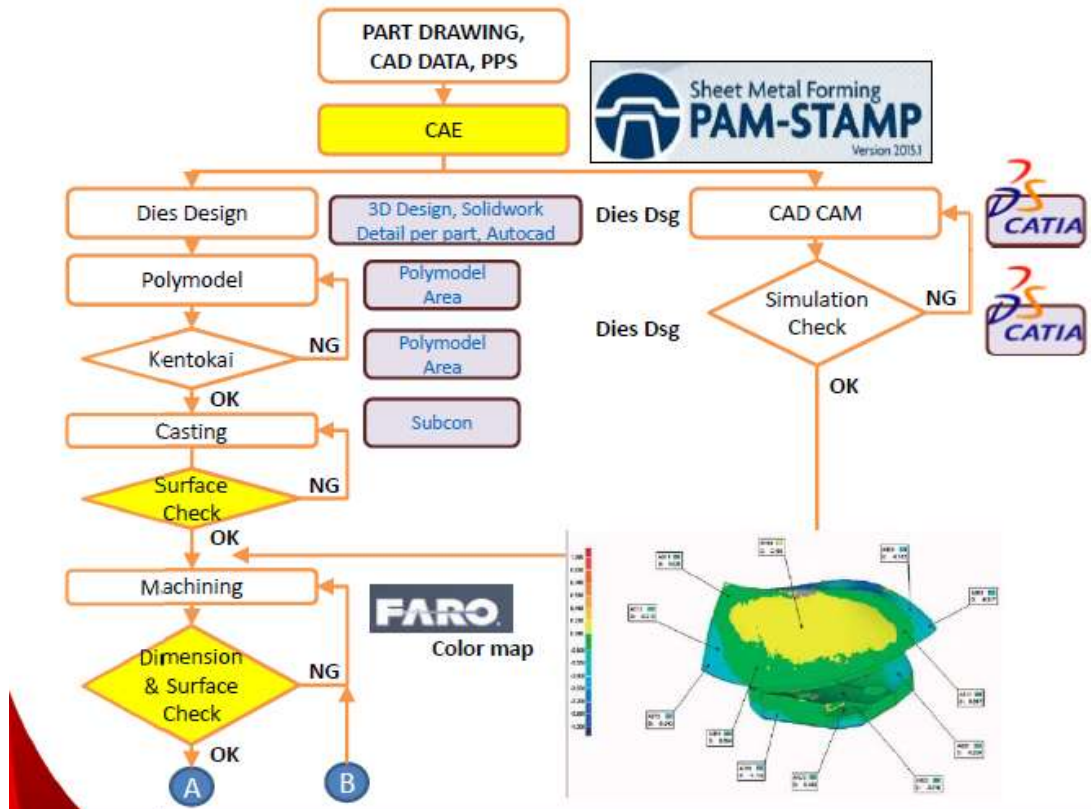
Gambar 4. Diagram tulang ikan tahap penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prosedur desain dan manufaktur pembuatan Dies di PT MAJ diawali dengan *Part drawing* atau dalam bentuk CAD Data (gambar 5). CAD data ataupun 3D model yang dibuat berdasarkan part drawing selanjutnya di analisis bentuk desain supaya memenuhi persyaratan engineering dan kemudahan untuk diproduksi. 3D Model yang sudah melalui tahap analisis engineering dilanjutkan dengan proses desain dies dan perencanaan proses manufaktur menggunakan software CAD/CAM. Hasil desain dies dan data CAD/CAM yang sudah disimulasikan menghasilkan output bahasa pemrograman numerical control (NC program) untuk mengendalikan mesin CNC pada proses pembuatan *polymodel* maupun pembuatan dies.

Prosedur manufaktur pembuatan dies casting diawali dengan pembuatan *polymodel* yang terbuat dari material sejenis styrofoam. *Polymodel* tersebut digunakan sebagai model pola cetakan *dies casting*. *Dies casting* yang sudah dibuat selanjutnya dilakukan proses *machining* sampai proses *finishing*. Proses *machining* dilakukan dengan menggunakan mesin CNC milling untuk membuat pola dan contour sesuai bentuk dan ukuran yang ditargetkan. Sedangkan proses *finishing* yang dilakukan adalah proses *grinding*, *stone scrubbing*, dan *polishing* yang dilakukan secara manual. Hasil *machining*

dan finishing dilakukan Kontrol kualitas geometris dan dimensi menggunakan 3D Scan FARO. Bentuk permukaan dan pola *dies casting* yang memiliki bentuk yang kompleks tidak memungkinkan jika dilakukan pemeriksaan bentuk dan ukuran menggunakan alat ukur mekanik. Hasil 3D scan adalah *file* 3D model yang dapat dilihat dan dianalisa langsung melalui software di computer. Peran teknologi 3D Scan ini sangat penting untuk proses analisa dan reverse engineering sebagai bagian dari prosedur desain.



Gambar 5. Prosedur Desain Dan Manufaktur Pembuatan Dies

SIMPULAN

Perlu adanya penyesuaian model kasus dan pengembangan penggunaan software dan perangkat sesuai perkembangan teknologi terkini. Kasus atau model yang diangkat sebagai proyek di pembelajaran mata kuliah desain produk dan proses produksi masal dapat mengadopsi model dan kasus nyata yang ada di industri dengan mempertimbangkan kesesuaian peralatan di Polines. Pertimbangan tersebut bertujuan supaya desain dan Analisa yang diajarkan pada matakuliah desain produk dan proses produksi masal dapat direalisasikan pada mata kuliah praktik produksi sehingga menghasilkan produk nyata yang memiliki nilai jual.

Perkembangan Teknologi material kendaraan yang menggunakan material *Steel Grade High TENS*, sangat perlu dilakukan studi lebih lanjut dengan PT MAJ supaya dapat dijadikan sebagai project mata kuliah perancangan alat bantu produksi massal di Prodi TMPP. Sehingga selalu mengikuti perkembangan di Industri secara nyata.

Perlu adanya Integrasi antara Mata Kuliah CAD, alat bantu produksi masal, dan Praktik CNC/pemesinan agar dapat menghasilkan metode pembelajaran berbasis project. Perlu dipertimbangkan penguatan mata kuliah CAM sebagai perantara integrasi mata kuliah CAD dengan mata kuliah CNC. Perkembangan teknologi 3D scanner perlu dimasukkan dalam mata kuliah agar mahasiswa dibekali keterampilan melakukan inspeksi maupun melakukan *reverse engineering*.

DAFTAR PUSTAKA

- Budynas-Nisbet. 2015. *Mechanical Engineering: Shigley's Mechanical Engineering Design*. 10 Edition. McGraw-Hill Primis. ISBN: 0-390-76487-6 Mechanical Engineering. <http://www.primisonline.com>.
- Parmar, A., Patel, D., Patel, K., Patel, B., and Patel, M. 2017. A Review on Process of Press Tool Design and its Manufacturing. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*. Vol. 3. Issue 3. ISSN: 2454-1362, <http://www.onlinejournal.in>
- Patil, Nilesh N. Patil, Wasim I Shaikh. 2013. Overview of Press Tool Design used for Sheet Metal Processes with Design Considerations. *International Journal of Science and Research (IJSR)* ISSN (Online): 2319-7064 Index Copernicus Value (2013): 6.14 | Impact Factor (2013): 4.438 Volume 4 Issue 9, September 2015 www.ijsr.net Licensed Under Creative Commons Attribution CC BY.
- Rathod, G.C., Raut, D. N., and Adlinge, S. 2017. Study and Analysis of Press Tool Design. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. ISSN: 2278-0181 Vol. 6 Issue 07. Published by: www.ijert.org.
- Riles M. Wattimena, Anwar S. Ardjo, Hartono Hartono, Abdul S. Alfauzi. 2020. **Analisa Proses Manufaktur Di PT MAJ Sebagai Upaya Penyelarasan Metode Pembelajaran Praktik Produksi Dalam Rangka Link & Match.** <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/Sentrikom/article/view/2698>
- Sachin, G., Yathish, G. , and Amar. 2015. Design Analysis and Overview of Press Tool With its Defects and Remedies. *International Journal of Engineering Technology, Management and Applied Sciences*. Vol. 3. Special Issue. ISSN 2349-4476 www.ijetmas.com.