

Analisis Dinamika Eksplisit Pada Pelek Ring 15 Dengan Metode Simulasi Uji Impak

Rojo Agung Rizqi¹, Rifky¹, Riyan Ariyansah¹

¹Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

Email: rojoagungriski@gmail.com, rifky@uhamka.ac.id, riyan_ariyansah@uhamka.ac.id

ABSTRAK

Pelek merupakan salah satu komponen yang menopang beban kendaraan dan menerima gaya-gaya eksternal, seperti beban jalan yang tidak merata atau dampak tabrakan, pelek harus mampu mengatasi tantangan ini tanpa mengalami kegagalan struktural yang dapat mengakibatkan kecelakaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika eksplisit pada pelek ring 15 menggunakan metode simulasi uji impak. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis tegangan ekuivalen, perilaku regangan elastis dan plastis, serta performa struktural pelek ring 15 dalam menghadapi beban impak. Simulasi uji impak dilakukan menggunakan perangkat lunak ANSYS dengan menerapkan standar SAE J175. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan ekuivalen maksimum yang diterima oleh pelek ring 15 akibat beban impak adalah sebesar 315,71 MPa. Selain itu, regangan elastis ekuivalen maksimum yang terjadi adalah sebesar 0,004497 mm/mm, sedangkan regangan plastis ekuivalen maksimum adalah sebesar 0,025421 mm/mm. Visualisasi sebaran tegangan dan regangan menunjukkan bahwa area kritis pada pelek yang berpotensi mengalami retak atau kerusakan signifikan terletak pada area yang mengalami tegangan dan regangan tinggi. Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan untuk melanjutkan penelitian dengan variasi pelek dan parameter tumbukan, serta melibatkan validasi eksperimental. Fokus pengembangan penelitian dapat diberikan pada teknik desain pelek yang lebih tahan terhadap beban impak dan analisis kegagalan pelek untuk meningkatkan keselamatan dan kinerja pelek pada kendaraan.

Kata kunci: Analisis Dinamika Eksplisit, Pelek Ring 15, Simulasi Uji Impak.

ABSTRACT

The wheel rim is a component that supports vehicle loads and withstands external forces, such as uneven road loads or collision impacts, without experiencing structural failures that can lead to accidents. This research aims to analyze the explicit dynamics of a 15-inch wheel rim using the impact simulation method. The main objectives of this study are to analyze the equivalent stress, the behavior of elastic and plastic strains, and the structural performance of the 15-inch wheel rim under impact loads. The impact simulation is conducted using the ANSYS software, applying the SAE J175 standard. The research findings indicate that the maximum equivalent stress experienced by the 15-inch wheel rim due to impact loads is 315.71 MPa. Additionally, the maximum equivalent elastic strain is 0.004497 mm/mm, while the maximum equivalent plastic strain is 0.025421 mm/mm. Visualization of stress and strain distributions reveals that critical areas of the wheel rim prone to cracking or significant damage are located in regions experiencing high stress and strain. Based on the research outcomes, it is recommended to further investigate variations in wheel rim designs and collision parameters, including experimental validation. Future research should focus on developing wheel rim designs that are more resistant to impact loads and conducting failure analysis to enhance the safety and performance of vehicle wheel rims.

Keywords: Explicit Dynamics Analysis, 15-Inch Wheel Rim, Impact Test Simulation

PENDAHULUAN

Dalam industri otomotif, pelek kendaraan memiliki peran yang krusial dalam memastikan keamanan dan kenyamanan saat berkendara [1]. Sebagai komponen yang menopang beban kendaraan dan menerima gaya-gaya eksternal, seperti beban jalan yang tidak merata atau dampak tabrakan, pelek harus mampu mengatasi tantangan

ini tanpa mengalami kegagalan struktural yang dapat mengakibatkan kecelakaan [2]. Pemanfaatan *software* berbasis CAD/CAE dalam melaksanakan pemodelan dan simulasi pengujian tertentu pada suatu objek geometri merupakan hal sering dijumpai pada era kemajuan teknologi digital masa kini [3]. Simulasi uji impak menggunakan perangkat lunak berbasis CAD/CAE menjadi alat yang efektif dalam mempelajari respons struktural pelek terhadap beban impak. Dalam penelitian ini,

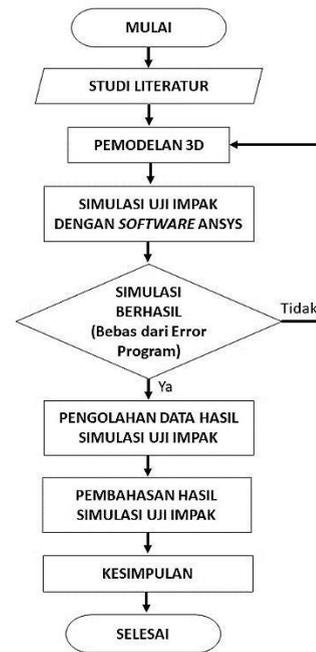
akan melakukan analisis dinamika eksplisit pada pelek ring 15 menggunakan simulasi uji impact berdasarkan standar SAE J175.

Penelitian ini akan difokuskan pada analisis dinamika eksplisit pada pelek ring 15 menggunakan simulasi uji impact berdasarkan standar SAE J175, kemudian dilakukan simulasi uji impact akan dilakukan menggunakan perangkat lunak berbasis CAD/CAE yang mampu mensimulasikan dinamika eksplisit, seperti *software* ANSYS, dengan mempertimbangkan variasi parameter penting, seperti material pelek, geometri pelek, dan batas-batas kondisi lainnya yang relevan dengan respons struktural pelek. Dalam penelitian ini akan memfokuskan pada deformasi yang terjadi pada pelek ring 15 selama simulasi uji impact berdasarkan standar SAE J175, termasuk deformasi lokal dan deformasi keseluruhan pelek, sehingga akan mengabaikan faktor-faktor eksternal lainnya, seperti lingkungan dan kondisi operasional, yang dapat mempengaruhi respons struktural pelek.

Adapun tujuan dari penelitian ini menganalisis tegangan ekuivalen yang terjadi pada pelek ring 15 akibat beban impact yang diuji menggunakan simulasi uji impact berdasarkan standar SAE J175 agar dapat mengidentifikasi dan mempelajari perilaku regangan elastis dan plastis yang terjadi pada pelek ring 15 selama simulasi uji impact berdasarkan standar SAE J175. Setelah simulasi dilakukan peneliti mengevaluasi performa struktural pelek ring 15 dalam menghadapi beban impact yang tinggi melalui analisis dinamika eksplisit, termasuk kemampuan pelek dalam menahan beban dan potensi retak yang terjadi.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis dinamika eksplisit dengan pendekatan simulasi uji impact menggunakan *software* ANSYS. Berikut ini merupakan alur jalannya proses penelitian ini seperti yang dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

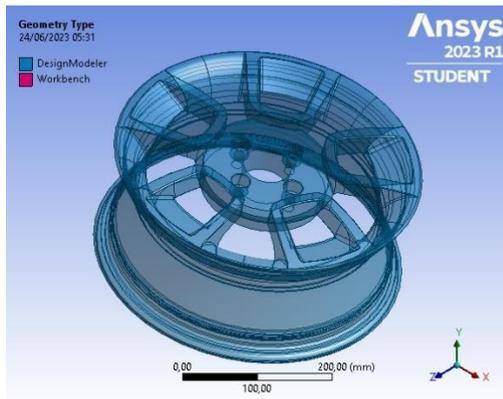
Alat dan Objek Penelitian

Alat Penelitian

1. Perangkat Lunak Simulasi: Dalam penelitian ini, digunakan perangkat lunak simulasi ANSYS versi *student*. ANSYS merupakan perangkat lunak yang memiliki kemampuan analisis dinamika eksplisit yang diperlukan untuk melakukan simulasi uji impact pada struktur pelek ring 15. Perangkat lunak ini terkenal karena keandalannya dalam menghasilkan simulasi yang akurat dan memadai untuk penelitian yang berkaitan dengan analisis dinamika struktur.
2. Perangkat Keras: Simulasi uji impact pada pelek ring 15 membutuhkan laptop atau komputer dengan spesifikasi yang memadai. Laptop yang digunakan dalam simulasi uji impact ini memiliki spesifikasi prosesor AMD Ryzen 3 seri 5000, RAM 8 GB, Memori SSD 512 GB dan kartu grafis AMD RADEON. Spesifikasi laptop yang digunakan telah memadai untuk menjalankan simulasi uji impact pelek ring 15 yang cukup kompleks dan membutuhkan pemrosesan yang intensif.

Objek Penelitian

Objek penelitian utama dalam penelitian ini adalah model 3D pelek ring 15 seperti pada Gambar 2. Pada penelitian ini, pelek yang digunakan terbuat dari paduan aluminium AL 6061-T6, yang merupakan material yang umum digunakan dalam pembuatan pelek kendaraan karena sifatnya yang ringan dan kekuatannya yang memadai.



Gambar 2 Objek Penelitian Model 3D Pelek Ring
15

Prosedur Simulasi Uji Impak

Berikut ini adalah prosedur umum untuk melakukan simulasi uji impact pelek mobil menggunakan perangkat lunak ANSYS [4,5]:

1. Model Geometri: Pertama, pemodelan geometri pelek mobil menggunakan perangkat lunak CAD (*Computer-Aided Design*) seperti SolidWorks, CATIA, atau *software* CAD lainnya. Pastikan model ini mencakup detail lengkap dari pelek mobil, termasuk bentuk, dimensi, dan detail struktural.
2. Import Model ke ANSYS: Setelah Anda memiliki model geometri pelek mobil yang lengkap, Anda perlu mengimpor model tersebut ke perangkat lunak ANSYS. Ini dapat dilakukan dengan mengimpor file model yang dibuat di *software* CAD ke dalam *project schematic* ANSYS.
3. Pemilihan Material: Pilih material yang sesuai untuk pelek mobil berdasarkan kebutuhan dan spesifikasi desain. Material pelek umumnya terbuat dari logam seperti aluminium atau baja. Tentukan sifat material yang tepat, seperti kekuatan, elastisitas, dan kekerasan, untuk simulasi yang akurat.
4. Penentuan Kondisi Pembebanan: Tentukan kondisi pembebanan yang ingin disimulasi. Dalam kasus simulasi uji impact pelek mobil, ini mencakup menentukan parameter tumbukan seperti massa, kecepatan, sudut tumbukan, dan energi kinetik yang diterapkan pada pelek.
5. Pembentukan Mesh: Lakukan pembentukan mesh pada model geometri pelek mobil. *Meshing* adalah proses membagi model geometri menjadi elemen-elemen kecil untuk mewakili struktur pelek dalam bentuk matematika yang dapat

dianalisis oleh ANSYS. Pilih ukuran elemen mesh yang tepat untuk mendapatkan keseimbangan antara akurasi dan waktu komputasi.

6. Penerapan Kondisi Batas: Tetapkan kondisi batas yang sesuai untuk simulasi, seperti penyangga pada ujung poros atau permukaan kontak dengan ban. Hal ini penting untuk mensimulasikan kondisi aktual saat pelek berinteraksi dengan komponen lainnya dalam sistem roda kendaraan.
7. Analisis Simulasi: Jalankan simulasi dengan menggunakan solver di ANSYS untuk menganalisis respons pelek saat mengalami tumbukan atau impact. Solver akan menghitung deformasi, tegangan, dan variasi lainnya dalam pelek sebagai respons terhadap kondisi pembebanan yang ditentukan.
8. Evaluasi Hasil: Setelah simulasi selesai, analisis hasil yang dihasilkan oleh ANSYS. Perhatikan faktor-faktor seperti tegangan maksimum, deformasi, atau potensi kerusakan pada pelek. Hasil ini akan membantu Anda memahami kinerja pelek dalam situasi uji impact yang ditentukan.
9. Validasi dan Peningkatan Model: Perbandingkan hasil simulasi dengan data uji fisik yang tersedia atau studi literatur yang relevan untuk memvalidasi model. Jika diperlukan, lakukan perbaikan pada model dan ulangi simulasi untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Parameter Simulasi Uji Impak

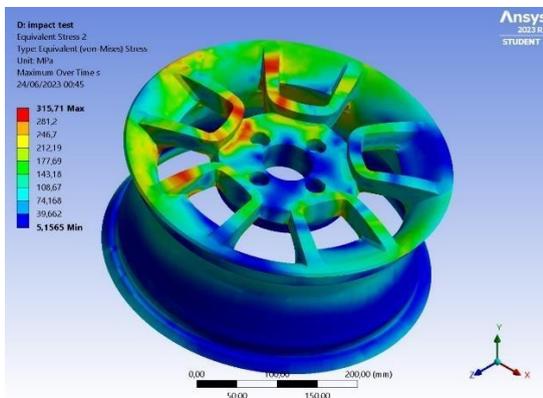
Dalam melakukan simulasi uji impact pelek ring 15 menggunakan perangkat lunak ANSYS dengan *explicit dynamics analysis* maka perlu input beberapa data parameter yang digunakan, kemudian untuk parameter yang tidak perlu diubah dapat menggunakan pengaturan standar yang ada pada program ANSYS.

Tabel 1 Parameter Simulasi Uji Impak

Engineering Data	
Pelek Ring 15	Al 6061-T6
Penumbuk	Structural Steel
Mesh	
Body Sizing	6,5 mm
Physic Preference	Explicit
Element Order	Linear
Setup	
Fix Support	12 Face
Initial Velocity Penumbuk	2,213 m/s
End Time	0,016 s

HASIL DAN PEMBAHASAN

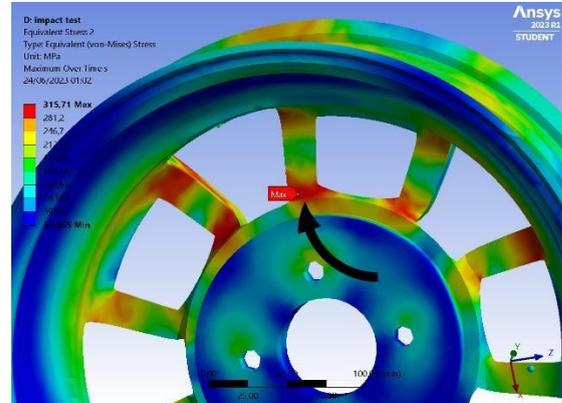
Dari hasil simulasi uji impak pada pelek ring 15 yang telah dilakukan menggunakan aplikasi *explicit dynamic analysis* pada *software ANSYS* diketahui bahwa nilai tegangan ekuivalen maksimum yang diterima pelek ring 15 akibat beban impak dari penumbuk adalah sebesar 315,71 MPa. Selain itu, visualisasi sebaran tegangan ekuivalen yang terjadi pada pelek ring 15 ketika dilakukan simulasi pengujian impak dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Visualisasi Sebaran Tegangan Ekuivalen Pada Pelek Ring 15 Hasil Simulasi Uji Impak

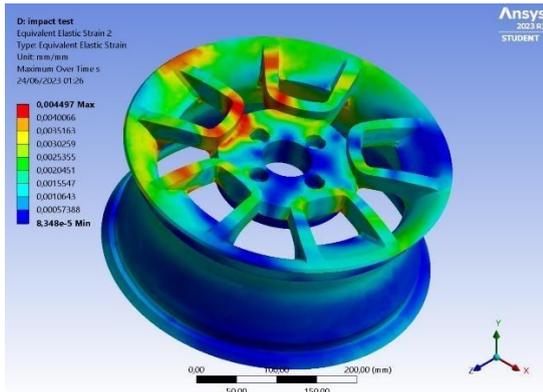
Dari Gambar 3 di atas dapat dijelaskan bahwa pada area pelek yang sebaran warnanya semakin mendekati warna merah artinya tegangan yang terjadi pada area pelek tersebut semakin tinggi. Sebaliknya, pada area pelek yang sebaran warnanya semakin mendekati warna biru artinya tegangan yang terjadi pada area pelek tersebut semakin kecil. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa area kritis pada model 3D pelek ring 15

yang memiliki potensi akan mengalami retak atau bahkan memungkinkan hingga patah terdapat pada area pelek yang dominan berwarna merah. Untuk lebih jelasnya area kritis pada pelek ditunjukkan oleh panah hitam yang mengarah ke label Max warna merah seperti dapat dilihat pada Gambar 4.



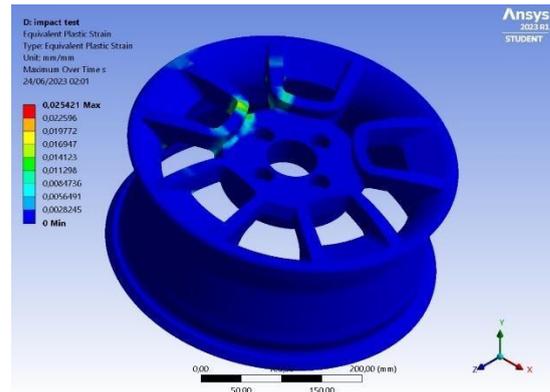
Gambar 4 Visualisasi Area Kritis pada Pelek Ring 15 Hasil Simulasi Uji Impak

Selain itu, dari hasil simulasi uji impak yang dilakukan pada pelek diketahui juga nilai maksimum regangan elastis ekuivalen yang diterima pelek ring 15 akibat beban impak dari penumbuk adalah sebesar 0,004497 mm/mm. Kemudian, visualisasi sebaran regangan elastis ekuivalen yang terjadi pada pelek ring 15 ketika dilakukan simulasi pengujian impak seperti pada Gambar 5. Dari Gambar 5 menjelaskan bahwa ketika sebaran warna pada area pelek semakin mendekati warna merah, hal itu menunjukkan adanya peningkatan regangan di area pelek tersebut. Sebaliknya, ketika sebaran warna pada area pelek semakin mendekati warna biru, hal itu menunjukkan adanya penurunan regangan di area pelek tersebut. Namun, regangan yang terjadi pada fase ini adalah regangan yang bersifat elastis yang artinya setelah pelek ring 15 bebas dari beban impak bentuk pelek berdeformasi sementara atau akan kembali seperti bentuk pelek semula sebelum diberi beban impak dari penumbuk.



Gambar 5 Visualisasi Sebaran Regangan Elastis Ekuivalen Pada Pelek Ring 15 Hasil Simulasi Uji Impak

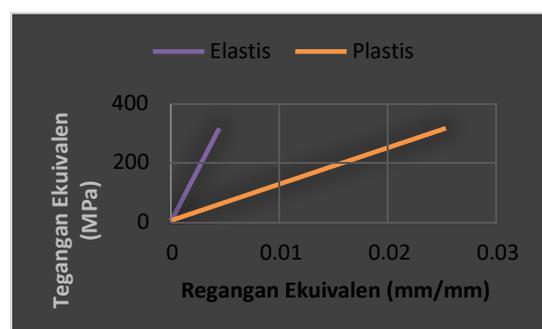
Selanjutnya, dari hasil simulasi uji impak yang dilakukan pada pelek diketahui bahwa nilai maksimum regangan plastis ekuivalen yang diterima pelek ring 15 akibat beban impak dari penumbuk adalah sebesar 0,025421 mm/mm. Kemudian, visualisasi sebaran regangan plastis ekuivalen yang terjadi pada pelek ring 15 ketika dilakukan simulasi pengujian impak seperti pada Gambar 6. Sama halnya seperti regangan elastis, visualisasi pada regangan plastis juga menjelaskan bahwa ketika sebaran warna pada area pelek semakin mendekati warna merah, hal itu menunjukkan adanya peningkatan regangan di area pelek tersebut. Sebaliknya, ketika sebaran warna pada area pelek semakin mendekati warna biru, hal itu menunjukkan adanya penurunan regangan di area pelek tersebut. Tetapi ada perbedaan, regangan yang terjadi pada fase ini adalah regangan yang bersifat plastis yang artinya setelah pelek ring 15 bebas dari beban impak bentuk pelek akan berdeformasi permanen atau tidak kembali seperti bentuk pelek semula sebelum diberi beban impak dari penumbuk.



Gambar 6 Visualisasi Sebaran Regangan Plastis Ekuivalen Pada Pelek Ring 15 Hasil Simulasi Uji Impak

Dari Gambar 5 dan Gambar 6 di atas dapat dilihat bahwa perbedaan utama antara *equivalent elastic strain* dan *equivalent plastic strain* adalah bahwa *equivalent elastic strain* merujuk pada nilai regangan elastis ekuivalen pada suatu titik dalam material pelek, sementara *equivalent plastic strain* merujuk pada nilai regangan plastis ekuivalen pada titik tersebut. Regangan elastis ekuivalen hanya terjadi selama deformasi reversibel, sementara regangan plastis ekuivalen terjadi selama deformasi permanen. *Equivalent elastic strain* memberikan ukuran regangan elastis maksimum, sedangkan *equivalent plastic strain* memberikan ukuran regangan plastis maksimum pada model pelek yang dianalisis.

Kemudian, dari hasil simulasi uji impak diketahui fenomena hubungan tegangan dan regangan yang dihasilkan dari beban impak pada pelek ring 15 seperti pada grafik dibawah ini.



Gambar 7 Grafik Hubungan Tegangan Terhadap Regangan Elastis dan Plastis Pada Pelek Ring 15 Hasil Simulasi Uji Impak

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara tegangan (dalam satuan MPa), regangan elastis (dalam satuan mm/mm), dan regangan plastis (dalam satuan mm/mm). Ketika tegangan

diberikan pada material pelek ring 15 yang diuji, regangan elastis adalah jumlah regangan reversibel yang terjadi pada titik tersebut, sedangkan regangan plastis adalah jumlah regangan permanen yang terjadi.

Dalam simulasi pengujian impact ini, saat tegangan mencapai 315,71 MPa, regangan elastisnya adalah 0,004497 mm/mm, dan regangan plastisnya adalah 0,025421 mm/mm. Saat tegangan menurun menjadi 281,2 MPa, regangan elastisnya juga menurun menjadi 0,0040066 mm/mm, dan regangan plastisnya menjadi 0,022596 mm/mm. Demikian pula, setiap kombinasi tegangan dan regangan direkam dalam grafik hubungan tegangan terhadap regangan untuk menggambarkan hubungan antara kedua parameter tersebut dan secara keseluruhan, hasil simulasi uji impact memberikan gambaran yang jelas tentang tegangan ekuivalen maksimum, regangan elastis ekuivalen maksimum, dan regangan plastis ekuivalen maksimum yang terjadi pada pelek ring 15.

KESIMPULAN

1. Hasil simulasi uji impact menunjukkan bahwa nilai tegangan ekuivalen maksimum yang diterima oleh pelek ring 15 akibat beban impact dari penumbuk adalah sebesar 315,71 MPa. Area kritis pada pelek yang memiliki potensi mengalami retak atau patah terdapat pada area pelek yang dominan berwarna merah.
2. Simulasi uji impact juga mengungkapkan bahwa terdapat regangan elastis ekuivalen maksimum sebesar 0,004497 mm/mm dan regangan plastis ekuivalen maksimum sebesar 0,025421 mm/mm pada pelek ring 15 akibat beban impact. Regangan elastis bersifat reversibel, sementara regangan plastis bersifat permanen.
3. Visualisasi sebaran tegangan ekuivalen pada pelek menunjukkan bahwa area kritis yang berpotensi mengalami retak atau patah terletak pada area pelek yang dominan berwarna merah.

Dalam keseluruhan penelitian ini, hasil simulasi uji impact memberikan informasi yang penting dalam analisis kekuatan dan keandalan pelek ring 15 saat menghadapi beban impact.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Gadwala, W. K., & Babu G, R. (2022). Modeling and analysis of car wheel rim for weight optimization to use additive manufacturing process. *Materials Today: Proceedings*, 62, 336–345. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.430>

- [2]. Gao, Q., Shan, Y., Wan, X., Feng, Q., & Liu, X. (2019). 90-Degree Impact Bench Test and Simulation Analysis of Automotive Steel Wheel. *Engineering Failure Analysis*, 105(July), 143–155. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.06.097>
- [3]. Ariyansah, R. (2017). Modifikasi Desain Chasis Kendaraan Hybrid Pada Bus Scania K360Ib. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 7(3), 156–165. <http://journal.univpancasila.ac.id/index.php/teknobiz/article/view/913>
- [4]. Yan Kosasih, D., Anggono, W., & Dwiputra Suprianto, F. (2015). Optimasi Desain Pelek Mobil Melalui Simulasi Pengujian Impact Sesuai Standar Sae J175. *Mecahnovah*, 4, 1–5.
- [5]. Cerit, M. (2010). Numerical simulation of dynamic side impact test for an aluminium alloy wheel. *Scientific Research and Essays*, 5(18), 2694–2701.