

ANALISIS PENGARUH KEKAKUAN PEGAS SUSPENSI DAN RADIUS TIKUNGAN TERHADAP BODY ROLL PADA MOBIL

*Mush'ab¹, Ojo Kurdi², Ismoyo Haryanto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

muztudio2@gmail.com

Abstrak

Sistem suspensi kendaraan dibuat untuk meningkatkan kenyamanan penumpang dan keamanan berkendara, karena dapat mengurangi efek getaran, atau gaya akibat kondisi permukaan jalan yang dilalui dan dinamika kendaraan tersebut. Ketika kendaraan menikung, akan terjadi *body roll* karena pengaruh gaya sentrifugal yang menyebabkan perpindahan beban dari roda dalam tikungan menuju roda luar tikungan. *Body roll* berpengaruh terhadap stabilitas dan handling kendaraan. Penelitian ini berisi analisis pengaruh kekakuan pegas suspensi dan radius tikungan terhadap *body roll* menggunakan software simulasi kendaraan Altair MotionView. Penelitian ini menggunakan parameter *spring stiffness* untuk menunjukkan kekakuan suspensi dengan variasi yang diterapkan adalah 59, 70, dan 78 N/mm. Sedangkan, variasi radius tikungan yang diterapkan adalah 15, 30, 45, 60, 75, dan 90 m dengan kecepatan yang diterapkan 20-40 km/jam. Referensi kendaraan yang digunakan adalah mobil Toyota 86 dengan menggunakan pemodelan *full vehicle model* atau pemodelan kendaraan utuh. Jenis analisis yang digunakan adalah *Constant Radius Analysis* dimana kendaraan disimulasikan melaju pada jalan yang melingkar dengan radius jalan konstan dengan adanya kenaikan kecepatan. Parameter hasil yang dianalisis adalah *roll angle*. Hasil yang didapatkan adalah semakin kaku pegas suspensi maka *body roll* semakin sedikit terjadi, serta semakin kecil radius tikungan, semakin besar *body roll* yang terjadi ditinjau dari seberapa besar *roll angle* yang terbentuk.

Kata kunci: altair; *body roll*; radius tikungan; suspense; *spring stiffness*

Abstract

The vehicle suspension system is made to improve passenger comfort and driving safety, as it can reduce the effects of vibration, or force due to the condition of the road surface traveled and the dynamics of the vehicle. When the vehicle is cornering, there will be a *body roll* due to the influence of centrifugal force which causes the transfer of the load from the inner wheel of the corner to the outer wheel of the corner. *Body roll* affects the stability and handling of the vehicle. This study contains an analysis of the effect of suspension spring stiffness and bend radius on *body roll* using Altair MotionView vehicle simulation software. This study used the *spring stiffness* parameter to show the stiffness of the suspension with the variation applied was 59, 70, and 78 N/mm. Meanwhile, the applied bend radius variations are 15, 30, 45, 60, 75, and 90 m with applied speeds of 20-40 km / h. The reference vehicle used is a Toyota 86 car using full vehicle modeling or whole vehicle modeling. The type of analysis used is *Constant Radius Analysis* where the vehicle is simulated to drive on a circular road with a constant road radius with a speed increase. The parameter of the result analyzed is the *roll angle*. The result obtained is that the stiffer the suspension spring, the less *body roll* occurs, and the smaller the corner radius, the larger the *body roll* that occurs in terms of how big the *roll angle* is formed.

Keywords: altair; bend radius; *body roll*; suspension; *spring stiffness*

1. Pendahuluan

Efek dari kondisi permukaan jalan dan dinamika kendaraan dapat dikurangi oleh sistem suspensi kendaraan demi kenyamanan penumpang dan keamanan berkendara. Sistem suspensi kendaraan khususnya mobil memiliki banyak jenis dan yang paling banyak digunakan adalah *McPherson* dan *Double Wishbone*[1]. Salah satu komponen suspensi yang berdampak besar pada karakteristik kekakuan suspensi adalah pegas suspensinya. Pegas suspensi berfungsi untuk memberikan bantalan dan untuk menyerap dan mengontrol tingkat energi akibat guncangan dan getaran[2]. Parameter yang digunakan untuk menunjukkan kekakuan suspensi adalah *spring stiffness*, dimana pada penerapannya, kekakuan suspensi disesuaikan dengan kebutuhan atau peruntukan kendaraan tersebut.

Saat kendaraan menikung, gaya sentrifugal menyebabkan terjadinya *body roll* atau kondisi dimana bodi kendaraan condong ke arah luar tikungan. Pada kondisi tersebut, massa kendaraan pada pusat gravitasi yang

berakselerasi secara lateral menyebabkan momen *body roll* [3][4]. Kendaraan yang mengalami *body roll* tinggi akan sulit dikendalikan ketika sedang menikung dan bahkan bila mencapai batas maksimal akan menyebabkan kendaraan terguling. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal ini adalah dengan penggunaan *anti-roll bar* dan meningkatkan kekakuan pegas suspensinya [5][6][7].

Pengujian kendaraan sudah banyak dilakukan, baik dalam uji lapangan maupun secara komputasi. Pengujian kendaraan secara komputasi di antaranya dapat dilakukan menggunakan metode FEM (*Finite Element Method*) maupun *Multi Body Dynamics* (MBD) [5][8][9][10]. Pada penelitian ini pengujian dilakukan menggunakan metode MBD melalui software Altair MotionView untuk mengetahui pengaruh kekakuan suspensi dan variasi radius tikungan terhadap *body roll* mobil.

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1 Referensi Kendaraan

Kendaraan yang digunakan sebagai referensi pada penelitian ini adalah mobil sport Toyota 86. Spesifikasi dari mobil tersebut yang digunakan sebagai asumsi dalam pengujian ini di antaranya meliputi berat kotor mobil, *wheelbase*, pusat gravitasi, dan jenis suspensinya. Asumsi-asumsi tersebut kemudian diterapkan pada pemodelan kendaraan pada Altair MotionView. Adapun jenis pemodelannya ialah *full vehicle model* dan *front suspension model*.

2.2 Variasi Parameter Pengujian

Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan menerapkan variasi kekakuan pegas suspensi yang ditunjukkan oleh nilai *spring stiffness* pegas suspensi serta variasi radius tikungan. Variasi *spring stiffness* yang digunakan adalah 59, 70, dan 78 N/mm. Nilai-nilai *spring stiffness* tersebut didapatkan dari spesifikasi produk pegas *after-market* Toyota 86 kemudian diterapkan pada pegas suspensi depan dan belakang mobil. Sedangkan variasi radius tikungan yang diterapkan adalah 15, 30, 45, 60, 75, dan 90 m untuk merepresentasikan berbagai ukuran tikungan yang realistis. Adapun untuk parameter hasil yang diteliti adalah *roll angle* atau sudut *roll* kendaraan yang menunjukkan besar sudut *body roll* terhadap sumbu vertikal.

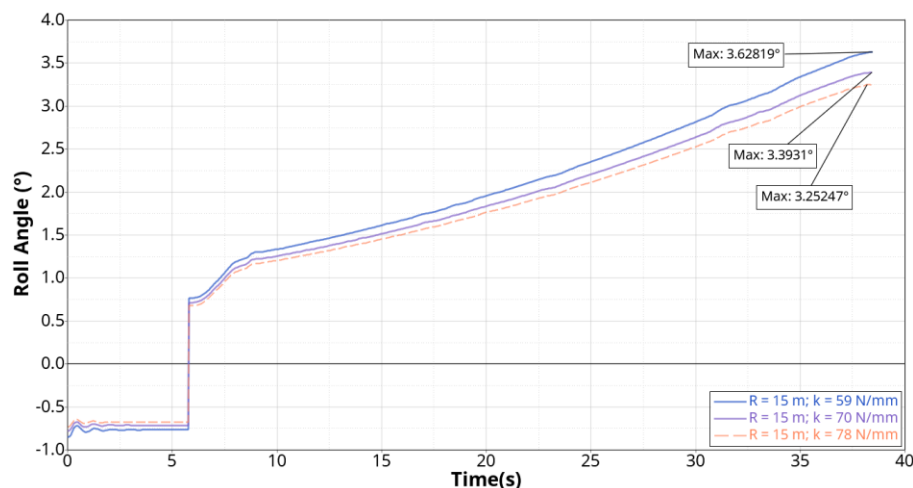
2.3 Constant Radius Analysis

Constant Radius Analysis adalah jenis pengujian kendaraan pada software Altair MotionView yang mensimulasikan kendaraan yang melaju di jalur melingkar, biasanya dengan kecepatan yang meningkat. Pengujian ini bertujuan memprediksi karakteristik *body roll* dan *understeer* dengan meningkatnya akselerasi lateral. Pada pengujian ini radius tikungan dijaga konstan dan kecepatan kendaraan divariasikan untuk menghasilkan peningkatan jumlah akselerasi lateral [11]. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui *roll angle* dari masing-masing variasi yang diterapkan.

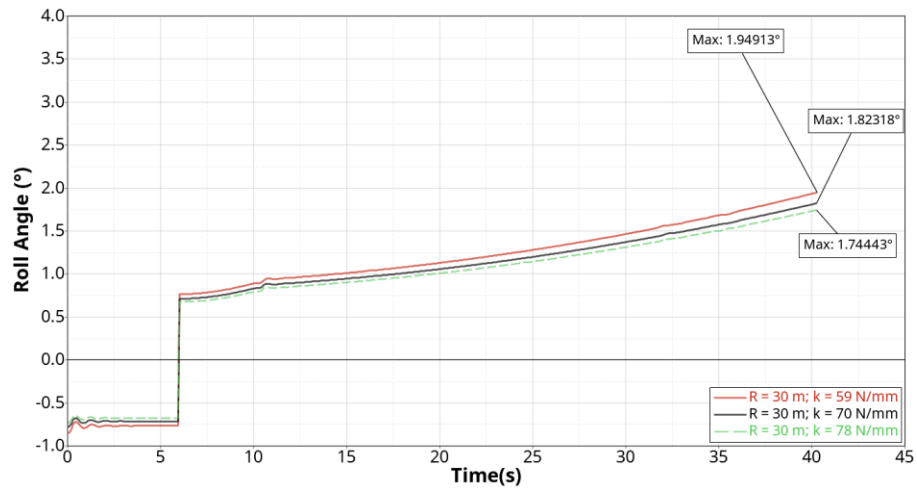
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Roll Angle akibat Variasi Spring Stiffness

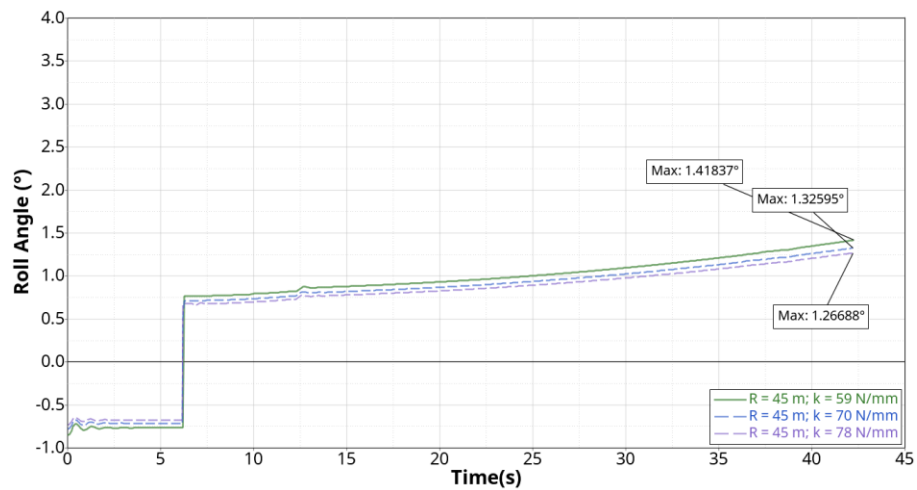
Pegas suspensi dengan nilai 59 N/mm pada masing-masing radius tikungan memiliki *roll angle* paling besar, misalnya pada radius tikungan 15 m, *roll angle* yang terbentuk di akhir pengujian yaitu sebesar 3,62819°. Sedangkan pada *spring stiffness* 78 N/mm, *roll angle* yang terbentuk selalu paling kecil pada masing-masing radius tikungan. Seperti yang terjadi pada radius tikungan 15 m, *roll angle* yang terbentuk di akhir pengujian yaitu sebesar 3,25247°. Adapun *roll angle* yang dimiliki pegas suspensi dengan *spring stiffness* 70 N/mm berada di antara 2 nilai *spring stiffness* lainnya pada kasus yang sama. Hasil pengujian *roll angle* akibat variasi *spring stiffness* ditunjukkan oleh Gambar 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 berikut.



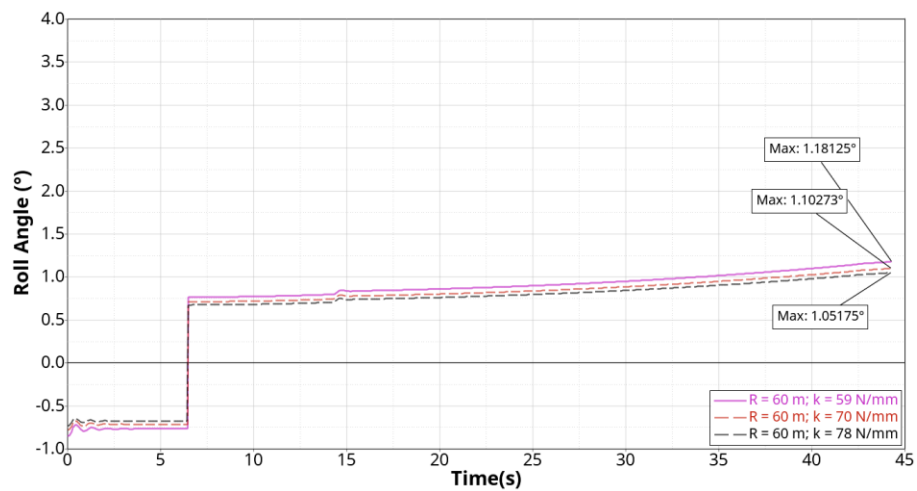
Gambar 1. Grafik Roll Angle Akibat Variasi Spring Rate pada Radius Tikungan 15 m



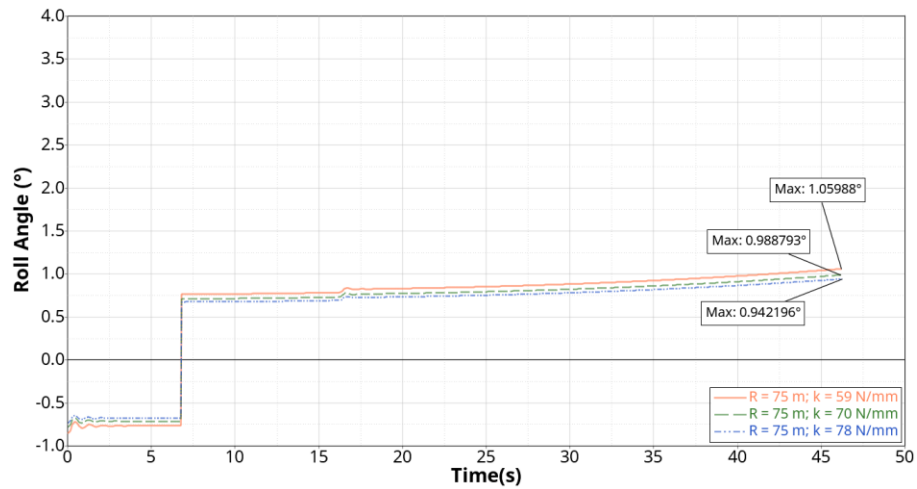
Gambar 2. Grafik Roll Angle Akibat Variasi Spring Rate pada Radius Tikungan 30 m



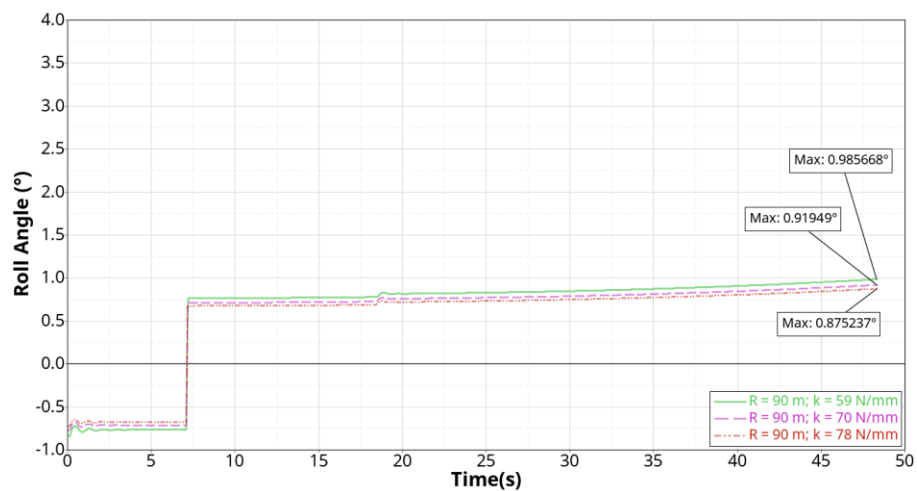
Gambar 3. Grafik Roll Angle Akibat Variasi Spring Rate pada Radius Tikungan 45 m



Gambar 4. Grafik Roll Angle Akibat Variasi Spring Rate pada Radius Tikungan 60 m.



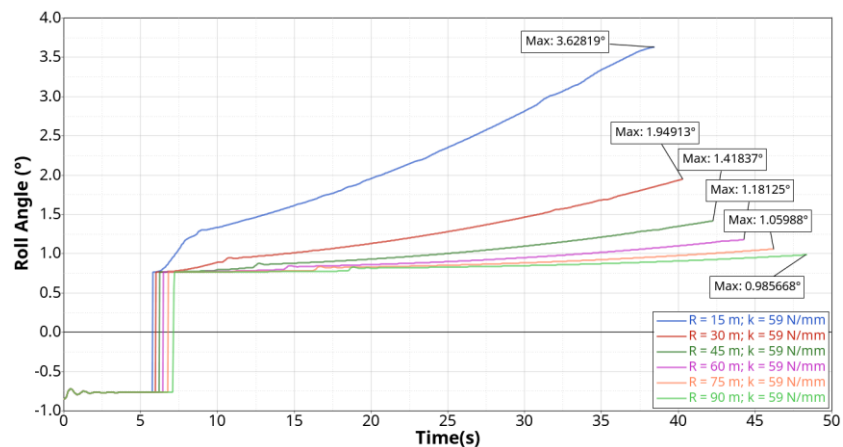
Gambar 3. Grafik Roll Angle Akibat Variasi Spring Rate pada Radius Tikungan 75 m



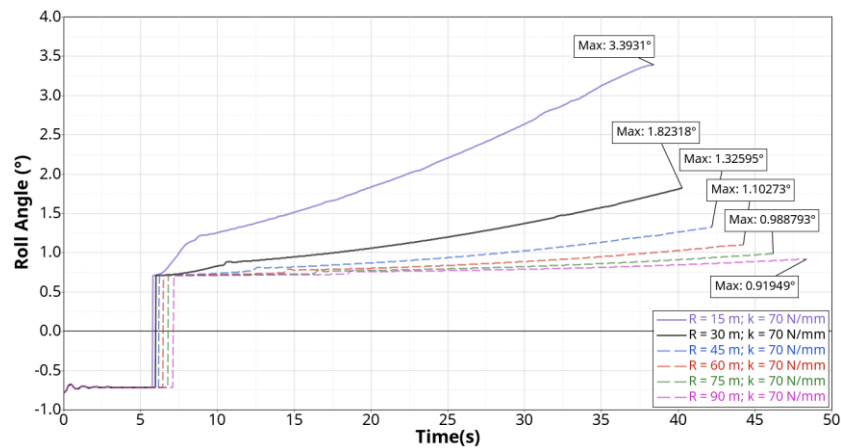
Gambar 6. Grafik Roll Angle Akibat Variasi Spring Rate pada Radius Tikungan 90 m

3.2 Analisis Roll Angle akibat Variasi Radius Tikungan

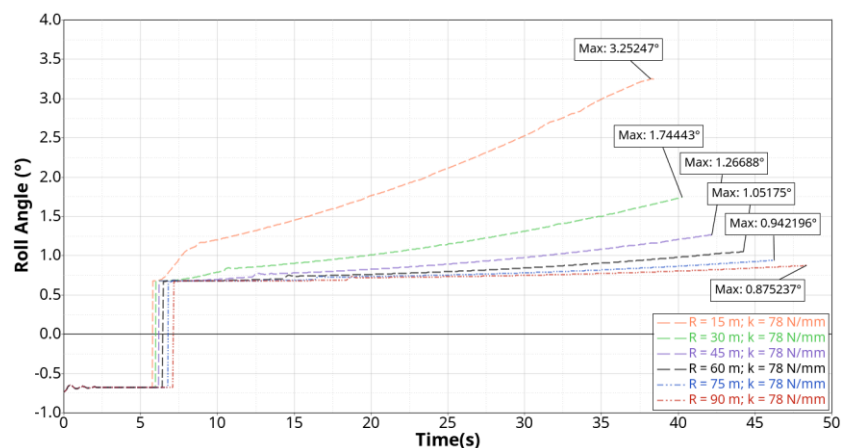
Radius tikungan 15 m pada masing-masing nilai *spring stiffness* memiliki nilai *roll angle* tertinggi. Misalnya pada nilai *spring stiffness* 78 N/mm, *roll angle* yang terbentuk sebesar 3,25247° pada akhir pengujian. Pada radius tikungan 90 m, *roll angle* yang terbentuk selalu paling kecil pada masing-masing nilai *spring stiffness*. Seperti pada pengujian dengan *spring stiffness* 78 N/mm, *roll angle* yang terjadi pada akhir pengujian yaitu sebesar 0.875237°. Hasil pengujian *roll angle* akibat variasi radius tikungan dapat dilihat pada Gambar 7,8, dan 9.



Gambar 7. Grafik Roll Angle Akibat Variasi Radius Tikungan pada Nilai Spring Rate 59 N/mm.



Gambar 8. Grafik Roll Angle Akibat Variasi Radius Tikungan pada Nilai Spring Rate 70 N/mm



Gambar 9. Grafik Roll Angle Akibat Variasi Radius Tikungan pada Nilai Spring Rate 78 N/mm

4. Kesimpulan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi *spring stiffness* pegas suspensi atau semakin kaku suspensi, maka semakin kecil *body roll* yang terjadi. Serta semakin besar radius tikungan maka *body roll* yang terjadi semakin kecil. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menerapkan kecepatan yang lebih tinggi untuk menentukan batas beberapa parameter kendaraan sebelum terjadinya *rollover* atau kendaraan terguling serta menerapkan kemiringan jalan.

5. Daftar Pustaka

- [1]. Jazar, R.N., 2008, "Vehicle Dynamics: Theory and Application", Springer Link, New York.
- [2]. Popa, C.E., 2005, "Steering System and Suspension Design for 2005 Formula Sae-A Racer Car", BEng.Dissertation, University of Southern Queensland, Australia.
- [3]. Hac, Aleksander, 2002, "Rollover Stability Index Including Effects of Suspension Design", 10.4271/2002-01-0965.
- [4]. Trai, N.K., Hoan, N.T., Hai, H.H., Huong, P.H., Chuong, N.V., Hoang, T.M., 2010, "Structure Vehicle", Bach Khoa Ha Noi Publishing, Ha Noi
- [5]. Hassan, M.Z., Abdul Aziz, M.K.H., Delbressine, F., Rauterberg, M., 2016, "Numerical Analysis of Spring Stiffness in Vehicle Design Development Stage", International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 11, Number 7 (2016) pp 5163-5168.
- [6]. Van Vu, 2021, "Preventing rollover phenomenon with an active anti-roll bar system using electro-hydraulic actuators: A full car model", J Appl Eng Science, Vol. 19(1):217-229, DOI: 10.5937/jaes0-28119.
- [7]. Sachin Sunil Kelkar, Puneet Gautam and Shubham Sahai et al., 2021, "A detailed study on the design, fabrication, analysis, and testing of the anti-roll bar system for formula student cars", SN Appl. Sci., Vol. 3(3). DOI: 10.1007/s42452-021-04279-z.

- [8]. Satrijo D., Kurdi O., Haryanto I., Yob M.S., Riyantiarno N., Taufiqurrahman I, 2020, “Rollover Performance Analysis Of Electric Bus Superstructure Frame With Alternative Material Using Finite Element Method”, AIP Conference Proceedings, 2217, art. no. 030153.
- [9]. Kurdi O., Rahman R.A., Tamin M.N., 2012, “Finite Element Analysis Of Corroded Truck Chassis Using Sub Modeling Technique”, Applied Mechanics and Materials, 110-116 , pp. 2411 2415.
- [10]. David Mantilla, Nelson Arzola and Oscar Araque. 2022. Optimal design of leaf springs for vehicle suspensions under cyclic conditions. *Ingeniare. Rev. chil. ing.*. Vol. 30(1):23-
- [11]. Altair, 2021. “Step Steer”, <https://2021.help.altair.com>, diakses: 24 Juni 2022.