

Pemilihan Jenis Pembebanan Statik untuk Analisa Tegangan *Heavy Duty Truck Chassis* Menggunakan Metode Elemen Hingga

Ojo Kurdi^{a, b, *}

^aDepartemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jalan Prof Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

^bNational Center for Sustainable Transportation Technology, Indonesia
Center for Research and Community Services (CRCS) Building, Lv. 2, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesa No.10, Kota Bandung
Jawa Barat 40132

*E-mail: ojokurdi@ft.undip.ac.id

Abstract

Stress analysis is very important in design and optimization of truck chassis. This paper discussed the procedure to choose an appropriate kind of static load in the simulation of finite element stress analysis. In FEM simulation, the load can be represented by various types of load which are uniform pressure, gravity force and concentrated force with 6 and 4 contact points. The purpose of this paper is to determine the load type which best suit the real condition, all of the load types are first compared by applying each types in separated simulation. The best load type was then used in the next simulations. Based on the simulation and comparison result, it can be concluded that the concentrated force with six contact points is the most suitable kind of load for this simulation.

Keywords: *stress analysis; chassis; static load; finite element method*

Abstrak

Analisa tegangan pada chassis truk sangat diperlukan untuk proses perancangan dan optimasi chassis truk. Makalah ini berisi kajian tentang penentuan jenis beban statis yang tepat, yang akan dipergunakan untuk analisa tegangan chassis truk dengan beban total 36 ton. Simulasi pembebanan chassis truk dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya berupa: tekanan seragam, gaya gravitasi dan gaya tunggal terkonsentrasi untuk 6 dan 4 titik kontak. Tujuan makalah ini adalah untuk mendapatkan jenis pembebanan yang cocok dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan untuk proses simulasi Analisa tegangan chassis truk. Metode yang dipakai yaitu dengan mensimulasikan setiap jenis pembebanan dengan berbagai variasi meshing dengan menggunakan perangkat lunak metode elemen hingga. Jenis pembebanan yang terbaik ditentukan jika didapat hasil yang konvergen untuk berbagai ukuran mesh serta memiliki nilai tegangan yang hampir sama dengan tegangan untuk jenis pembebanan yang lain. Berdasarkan hasil simulasi dan analisa perbandingan harga tegangan yang dihasilkan untuk berbagai variasi pembebanan, didapat jenis pembebanan yang paling cocok adalah gaya tunggal terdistribusi dengan 6 titik kontak.

Kata kunci: analisa tegangan; chassis; pembebanan statis; metode elemen hingga

1. Pendahuluan

Chassis merupakan komponen penting pada truk, dimana banyak komponen mesin yang terletak di atasnya, seperti: mesin, sistem suspensi, sistem pendingin mesin, transmisi dan lain lain. Chassis harus cukup kuat untuk menahan berat komponen-komponen tersebut. Chassis truk juga mengalami beban-beban lain ketika truk berjalan, berupa beban dinamik dari ketidakteraturan jalan, getaran mesin dan lain lain. Oleh karena itu, dalam perancangan chassis truk diperlukan analisa tegangan dan defleksi untuk memperoleh dimensi dan jenis material yang tepat dan aman. Untuk tahap awal perancangan chassis truk, metode elemen hingga dengan simulasi menggunakan perangkat lunak banyak digunakan karena berbagai kelebihannya, yaitu: murah dan relatif cepat serta bisa menggunakan alternatif jenis material yang tidak terbatas.

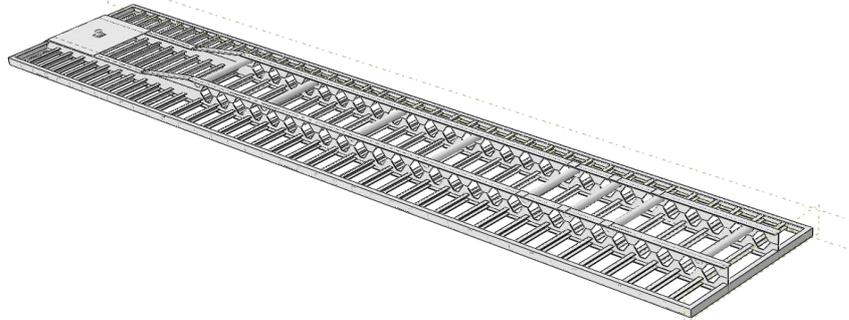
Banyak peneliti yang telah melakukan kajian tentang analisa tegangan chassis truk dengan menggunakan metode elemen hingga, baik untuk kendaraan konvensional maupun untuk kendaraan listrik [1-17]. Dalam makalah ini akan dibahas salah satu tahapan penting dalam simulasi analisa tegangan chassis truk, yaitu tentang pemilihan jenis beban statis dan meshing dalam simulasi analisis tegangan chassis truk. Jenis beban yang tepat yang sesuai dengan kondisi lapangan yang dialami oleh chassis truck akan mempengaruhi keakuratan hasil simulasi. Sehingga sangat penting dipilih beban yang tepat yang akan digunakan dalam simulasi.

2. Metode Elemen Hingga

Pada bagian ini akan dibahas tahapan tahapan simulasi untuk memperoleh tegangan akibat pembebanan statis yang berbeda beda, mulai dari pemodelan, kondisi batas, pembebanan, meshing sampai mengeksekusi simulasinya. Hasil simulasi berupa tegangan von Mises akan dibandingkan dan dianalisa untuk mendapatkan jenis pembebanan statis yang paling bagus.

2.1 Model Chassis Truk

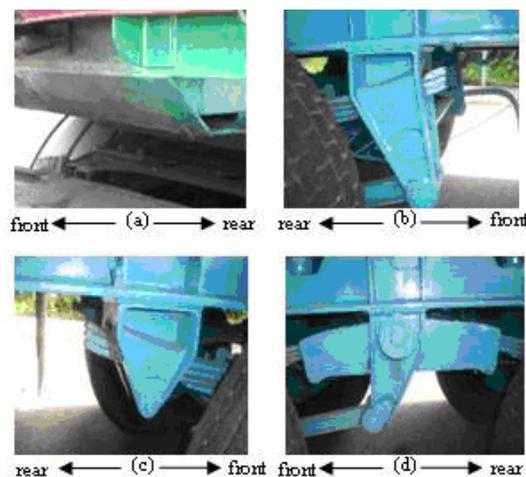
Dalam makalah ini, model chassis truk yang digunakan adalah model chassis dengan merk Hino. Chassis ini dikategorikan sebagai *ladder frame* chassis seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Model chassis memiliki Panjang 12.350 m and width of 2.45 m.



Gambar 1. Model chassis truk

2.2 Kondisi Batas

Dalam simulasi ini terdapat 3 kondisi batas yang merepresentasikan keadaan sebenarnya dari model chassis truk. Kondisi batas yang pertama terletak pada bagian depan chassis dan kondisi batas yang kedua dan ketiga terletak pada bagian belakang chassis. Kondisi Batas (KB) satu menggambarkan kontak antara chassis dengan kepala truk, dalam keadaan sesungguhnya kepala truk bisa berbelok ke kanan dan ke kiri, seperti engsel pada daun pintu, kontak ini diwakili oleh satu batang dengan ujung bulat yang terletak pada bagian depan atas chassis yang akan kontak dengan sebuah lubang yang terletak pada bagian bawah tambahan bagian belakang kepala truk. Dalam simulasi elemen hingga, kondisi batas 1 dimodelkan sebagai pin, dimana untuk jenis kondisi batas ini, gerak rotasi diijinkan untuk semua arah dan gerak translasi tidak diijinkan untuk semua arah. Sedangkan kondisi batas 2 dan 3 menggambarkan kontak antara chassis dengan bagian pegas daun diatas roda belakang, dan sifat sambunagn ini adalah sambungan jepit, dimana gerak rotasi dan translasi tidak diijinkan untuk semua arah. Daam pemodelan elemen hingga, kondisi batas 2 dan 3 domodelkan sebagai *fixed support*. Representasi kondisi batas pada object ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Representasi kondisi batas dalam objek, (a) KB 1, (b) KB 2, (c) KB 3

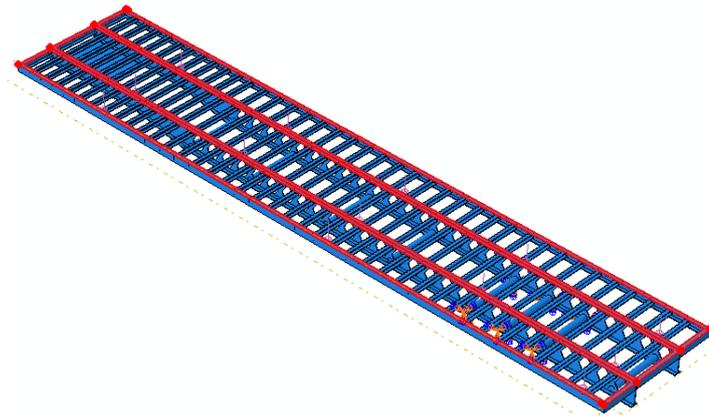
2.3 Pembebanan Statik

Beban statik yang diterima oleh chassis truk berasal dari muatan dan berat dari chassis itu sendiri, berat totalnya sebesar 36 ton. Dalam simulasi elemen hingga beban maksimum sebesar 36 ton dapat dimodelkan dengan berbagai jenis gaya, seperti: tegangan seragam, gaya terdistribusi seragam, gaya gravitasi dan gaya tunggal terkonsentrasi. Untuk mendapatkan jenis pembebanan yang paling sesuai dengan kondisi sesungguhnya, maka terlebih dahulu dilakukan simulasi pada model chassis truk dengan menggunakan masing masing jenis pembebanan tersebut diatas.

2.3.1 Tekanan Seragam

Beban berupa tekanan seragam diberikan kepada permukaan chassis bagian atas yang besarnya dihitung berdasarkan beban maksimum sebesar 36 ton dibagi luas total permukaan chassis bagian atas. Pembebanan sebagai tekanan seragam terdistribusi ditunjukkan pada Gambar 3, sedangkan besarnya tekanan yang diberikan dihitung berdasarkan rumus dibawah ini:

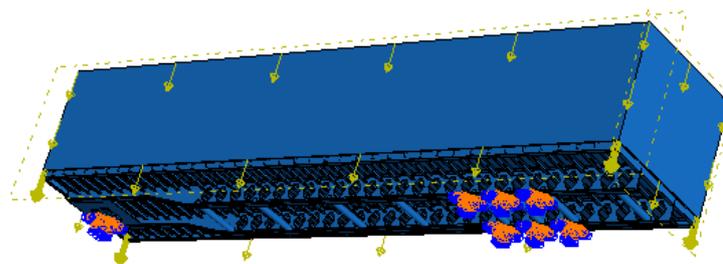
$$p = \frac{36000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2}{5,277 \text{ m}^2} = 67564,67 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$



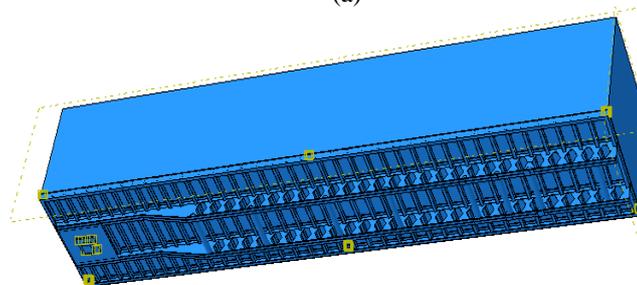
Gambar 3. Beban diasumsikan sebagai tekanan seragam yang bekerja pada seluruh permukaan atas chassis.

2.3.2 Gaya Gravitasi

Dalam pemodelan beban truk sebagai gaya gravitasi, bak truk disertakan dalam simulasi dan ditempatkan diatas chassis. Empat titik kontak diberikan pada bak tersebut sebagai titik kontak dengan chassis dan ini menggambarkan kondisi kontak yang sebenarnya antara bak dengan chassis truk. Untuk memberikan efek berat pada bak, gaya gravitasi diterapkan pada keseluruhan bak truk. Berat bak ditetapkan sebesar 3600 kg sesuai dengan berat maksimum yang bisa ditahan oleh truk. Pada model truk tertentu, kontak antara bak dengan chassis memiliki enam titik kontak, sehingga dalam simulasi disertakan juga model pembebanan gaya gravitasi dengan enam titik kontak seperti masing masing ditunjukkan oleh gambar 4 (a) dan 4 (b).



(a)

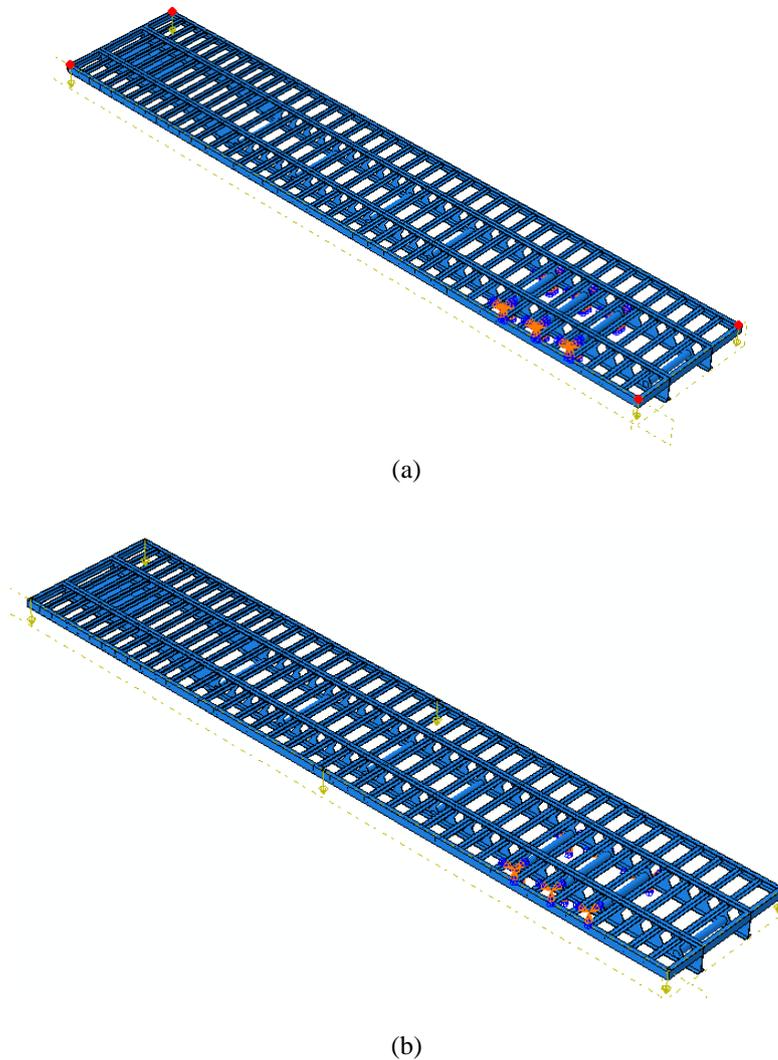


(b)

Gambar 4. Gaya statik diasumsikan sebagai gaya gravitasi dengan 4 titik kontak; (b) Gaya statik diasumsikan sebagai gaya gravitasi dengan 6 titik kontak

2.3.3 Gaya Tunggal Terkonsentrasi

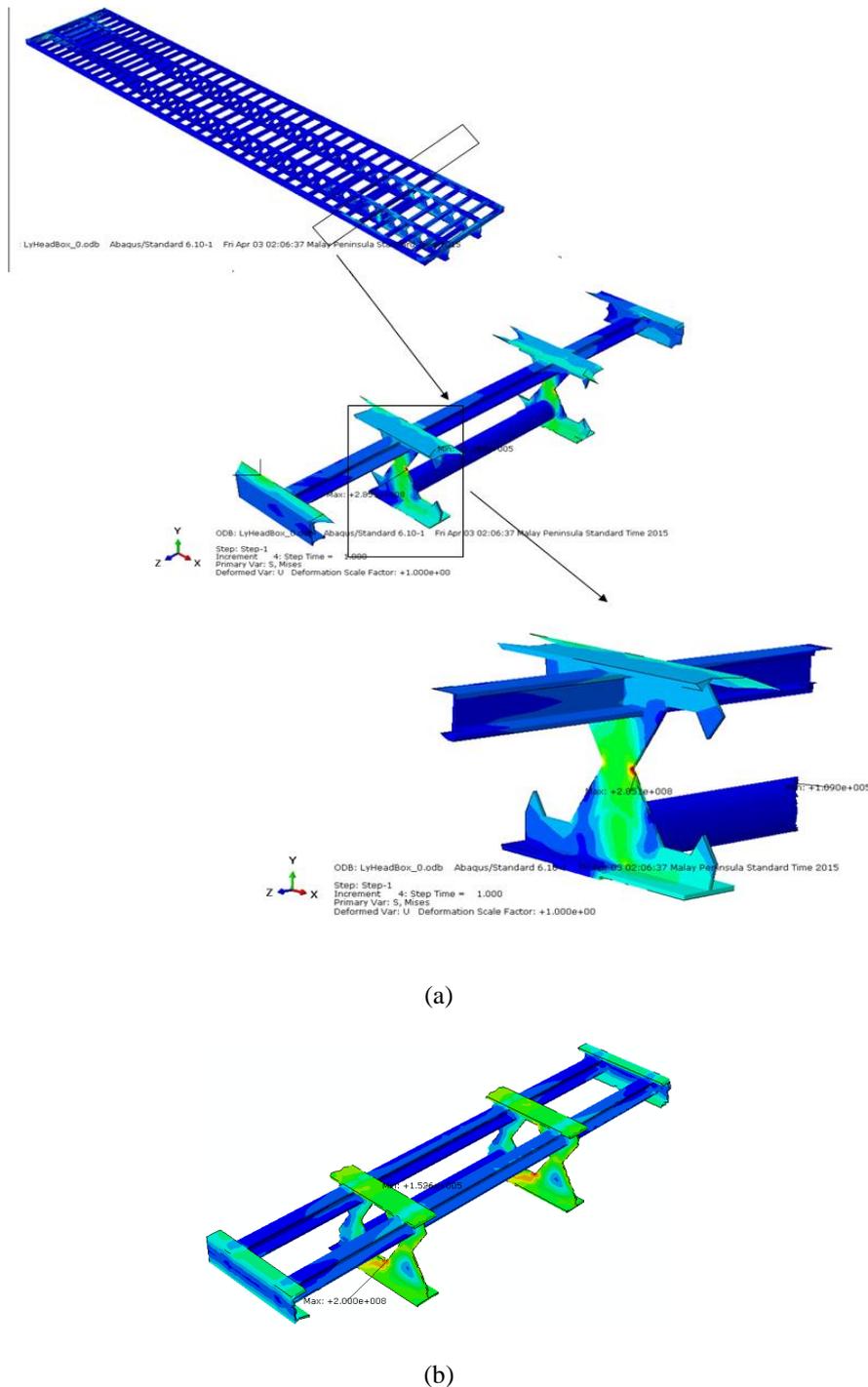
Gaya tunggal terkonsentrasi diasumsikan bekerja pada titik kontak antara bak truk dengan chassis. Besarnya gaya tunggal ini adalah beban maksimum truk dibagi dengan jumlah titik kontak pada model. Pemodelan gaya tunggal terkonsentrasi ditunjukkan pada gambar 5 (a) untuk 4 titik kontak dan sebagai pembanding gaya tunggal terkonsentrasi dengan 6 kontak juga dibuat simulasinya dan modelnya ditunjukkan pada gambar 5 (b).



Gambar 5. Beban diasumsikan sebagai gaya tunggal terkonsentrasi dengan empat titik kontak (a) dan enam titik kontak (b).

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil simulasi stress analisis menggunakan metode elemen hingga berupa tegangan von Mises, tegangan utama, tegangan geser dan defleksi serta beberapa parameter lainnya. Tegangan von Mises merupakan tegangan hasil perhitungan antara tegangan utama dan tegangan geser sehingga ianya lebih komprehensif dibandingkan dengan tegangan yang lain, sehingga tegangan ini digunakan sebagai parameter untuk mengevaluasi unjuk kerja dari chassis truk. Distribusi tegangan *von Mises* pada chassis truk ditunjukkan pada gambar 6 (a) dan (b) dengan dua beban yang berbeda.



Gambar 6. (a) Distribusi tegangan *von Mises* pada daerah tegangan tertinggi akibat beban gaya gravitasi dengan 6 titik kontak (b) Distribusi tegangan *von Mises* akibat gaya tunggal terkonsentrasi.

Hasil lengkap besarnya tegangan *von Mises* maksimum untuk tiap jenis pembebanan ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan data hasil tegangan *von Mises* yang ditunjukkan oleh Tabel 1, ianya menunjukkan bahwa hasil simulasi untuk beban berupa tekanan seragam, 6 titik kontak gaya terkonsentrasi dan 6 titik kontak gaya gravitasi menunjukkan besarnya tegangan yang hampir sama, sedangkan untuk jenis pembebanan 4 titik kontak gaya terkonsentrasi dan 4 titik kontak gaya gravitasi menunjukkan perbedaan yang cukup besar. Melihat fenomena tersebut maka ketiga simulasi tersebut yaitu pembebanan dengan tekanan seragam, 6 titik kontak gaya terkonsentrasi dan 6 titik kontak gaya gravitasi dapat dijadikan sebagai acuan untuk dijadikan sebagai pembebanan yang valid. Hal ini diperkuat dengan kenyataan di lapangan bahwa sebagian besar chassis truck memiliki 6 titik kontak. Dalam prakteknya, simulasi dengan menggunakan jenis pembebanan berupa gaya tunggal terkonsentrasi dengan 6 titik kontak lebih mudah dilaksanakan dibandingkan dua jenis pembebanan yang lainnya dari segi peletakkan gaya dan waktu simulasi yang diperlukan, maka jenis pembebanan ini tepat digunakan untuk simulasi analisa tegangan untuk model chassis truk dalam penelitian ini.

Tabel 1. Tegangan von Misses akibat berbagai jenis gaya statik

Ukuran meshing (m)	Tekanan seragam	Von Misses Stress (MPa)			
		6 titik kontak gaya terkonsentrasi	6 titik kontak gaya gravitasi	4 titik kontak gaya terkonsentrasi	4 titik kontak gaya gravitasi
0.05	258	240.3	282.8	510.7	385.9
0.04	258.1	286.9	343.2	514.5	450.6
0.02	258.1	379.3	394.2	589.8	593
0.01	395.9	607.4	655.8	522.5	864.8

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisa datanya maka untuk simulasi analisa tegangan chassis truk model Hino yang digunakan dalam penelitian ini, jenis pembebanan gaya statik yang paling cocok adalah jenis gaya tunggal terkonsentrasi dengan 6 titik kontak.

Daftar Pustaka

- [1] Bajwa, M Singh, Raturi, Yatin and J Amit 2013 *Int. J. Mech. Prod. Eng.* **1** 55
- [2] Azizi, M M.N. Rasyid, H., Mahyuddin, W.M.F.W. Azlan, M.A.M. and Mahmud, J. 2012. *Procedia Eng.* **41** 995
- [3] R.Rajappan, & M.Vivekanandhan 2013 *Int. J. Eng. Sci. (Ijes)* **2** 63
- [4] Dario Croccolo, Massimiliano de Agostinis and Nicolo Vincenzi 2011 *J. Mech. Eng.* **57** 799
- [5] Patil, Kamlesh Y., & Deore, Eknath R. 2015 *IOSR J. of Mech. and Civil Eng. (IOSR-JMCE)* **12(4 Ver. III)** 111
- [6] Kulkarni, Ravichandra R., Mane, Bhushan R., & Malve, Suhil H. 2014 *Int. J. of Scientific Eng. and Tech.* **3(5)** 661
- [7] Sharma P K, Parekh, Nilesh J, & Nayak, Darshit. 2014 *Int. J. Eng. Adv. Technol. (IJEAT)* **3 (3)** 182Patil, N. R.,
- [8] Madhu.Ps, & Venugopal.TR. 2014 *Int. J. of Eng. Research and Applications* **4(5 (Version 3))** 06
- [9] Sanjay, Salvi Gauri, Abhijeet, Kulkarni, Pradeep, Gandhi Pratik, & P., Baskar 2014 *Int. J. of Eng. Research and Applications* **4(7 (Version 2))** 69
- [10] LÜ, Xiaorong, Ding, Weimin, & Yang, Huaifeng *Adv. Materials Research*, **753-755(1587)** 1587
- [11] K.A, Bhat, S. P, Untawale, & H.V, Katore 2014 *Int. of Pure and Applied Research in Eng. and Tech.* **2(12)** 71
- [12] Gaikwad, Avinash V., & Ghawade, Pravin S. 2014 *Int. J. of Tech. and Science* **2**, 12
- [13] O Kurdi, MS Yob, SR Dasson, S Barrathi, AA Altayeb, I Yulianti 2017 *J.of Physics: Conf.Series* **824(1)** 012001
- [14] Sreenath S and Kamalakkannan K 2016 *Int. J. Mech. Prod. Eng.* **4** 8
- [15] Gadagottu, Indu, & Mallikarjun, M V. 2015 *Int. J. Mech. Eng. & Rob. Res*, **4(1)**, 163
- [16] Qin-man, F. 2012 *Advanced Materials Research, Vol. 590(2012)*, 487-491.
- [17] Jain, A. 2014 *Sae Technical Paper Series, 2014-01-0355*. doi: 10.4271/2014-01-0355