

SIMULASI DISTRIBUSI TEGANGAN PADA BUMPER MOBIL JENIS OFFROAD BERBAHAN PFC DIPERKUAT SERAT TKKS

Zulfikar

Dosen Kopertis Wilayah I

Abstract

Car bumper is designed to protect the hood, trunk, fuel, exhaust, and cooling system as well as safety related equipment such as parking light, head light and rear light due to collisions at low speed. In this study, polymeric foam composite (PFC) reinforced TKKS fiber and coated by GFRP applied as an alternative material to manufacture the car front bumper of offroad type. The objection of this research is: (1) to obtain the distribution of stress on the car bumper surface using FEM-base computer simulation, (2) the maximum stress that occurs on the bumper, and (3) the possibility of the application of PFC material to manufacture the car bumper of offroad type. Primary data obtained from impact load of impact pendulum swing of concrete ball. Further modeling and simulation use the MSC Nastran software. The result obtained the stress distribution that occurs on the surface of car bumper from the direction of loading axis-X, Y, and Z. The maximum stress occurs in the loading direction of Y-axis. However, based on the overall data shows that the magnitude different of maximum stress at each direction was not significant. Based on the simulation results are also obtained that the PFC reinforced TKKS and coated by GFRP can be used as an alternative material to manufacture the car bumper of offroad type.

Keywords: *Car bumper of Offroad type, FEM-base simulation, PFC.*

1. Pendahuluan

Front Bumper pada mobil merupakan pelindung yang umumnya terbuat dari baja, aluminium, karet, plastik, atau komposit yang dipasang di depan dan belakang mobil penumpang. Ketika terjadi tabrakan, sistem bumper akan menyerap beban kejut yang timbul untuk mencegah atau mengurangi kerusakan pada bagian-bagian *body* mobil.

Bumper dirancang untuk melindungi kap, bagasi, grill, bahan bakar, knalpot dan sistem pendinginan serta peralatan terkait keselamatan seperti lampu parkir, lampu depan dan lampu belakang dalam tabrakan kecepatan rendah (*National Highway Traffic Safety Administration/ NHTSA*, 1971). Bentuk front bumper jenis offroad diperlihatkan pada gambar 1.

Penggunaan *polimer* dan komposit dewasa ini kian berkembang disegala bidang kehidupan tidak terkecuali untuk *body* dan *bumper* mobil. Perkembangan komposit saat ini ditandai dengan penggabungan komposit dengan material penyusun sintesis seperti serat kaca dan komposit dengan material penyusun dari bahan serat alam seperti serat TKKS.



Gambar 1. *Front bumper jenis offroad.*

Keuntungan mendasar yang dimiliki oleh serat alam adalah jumlahnya berlimpah, *specific cost* yang rendah, beberapa jenis dapat diperbarui dan didaur ulang, serta yang terpenting tidak mencemari lingkungan. Serat TKKS yang digunakan dalam penelitian ini merupakan limbah dari proses pengolahan di PKS (Pabrik Kelapa Sawit). Untuk memperoleh sifat mekanik yang tinggi (kekuatan tekan maksimum dan modulus

elastisitas) maka serat alam tersebut harus diberi bermacam perlakuan.

Pada penelitian ini material komposit PFC (*polymeric foam composite*) diperkuat serat TKKS yang dilapisi GFRP diaplikasikan sebagai material alternatif pembuatan *front bumper* mobil jenis *offroad*.

Distribusi tegangan yang terjadi dapat diperoleh dengan bantuan software MSC Nastran. Program ini membantu operator dalam men-simulasi-kan realitas untuk mengurangi kebutuhan pengujian prototype secara fisik dan memungkinkan operator untuk mempertimbangkan berbagai desain alternatif. Hal ini sangat mambantu dalam penghematan waktu dan biaya perancangan. Selain itu, dengan bantuan software ini seorang operator dapat mengidentifikasi cacat desain manufaktur lebih awal dalam siklus, mengurangi waktu kerusakan dari produk dan biaya tanpa mengurangi integritas dari produk.

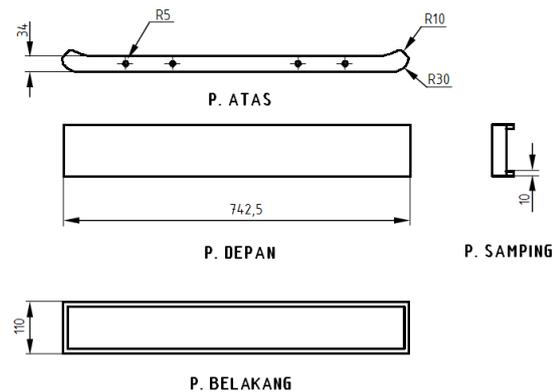
Program MSC Nastran dijalankan berdasarkan metode elemen hingga (MEH) sehingga dapat ditentukan respon komponen yang mengalami pembebanan pada tiap-tiap satuan panjang. Pemodelan komponen mobil yang akan disimulasikan didefenisikan material dan propertisnya kemudian ditentukan constrain dan loadnya. Data yang diperoleh dari simulasi menunjukkan kemampuan struktur komponen mobil untuk menyerap energi selama tabrakan terjadi. Hasil pentingdari simulasi adalah distribusi tegangan dan deformasi yang terjadi pada komponen yang disimulasikan.

Tujuan penelitian ini ialah: (1) untuk mendapatkan distribusi tegangan pada permukaan bumper dengan menggunakan simulasi komputer berbasis MEH, (2) tegangan maksimum yang terjadi pada bumper, dan (3) kemungkinan pemakaian bahan PFC diperkuat serat TKKS untuk pembuatan bumper mobil jenis *Offroad*.

2. Eksperimental

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pusat Riset Impak dan Keretakan (IFRC) unit 1 dan 2, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.

Desain spesimen uji berdasarkan ukuran bumper mobil jenis *offroad* seperti telah diperlihatkan pada gambar 1. Ukuran tersebut di-skala-kan 1:2 dengan ukuran desain diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Ukuran bumper mobil jenis *offroad*.

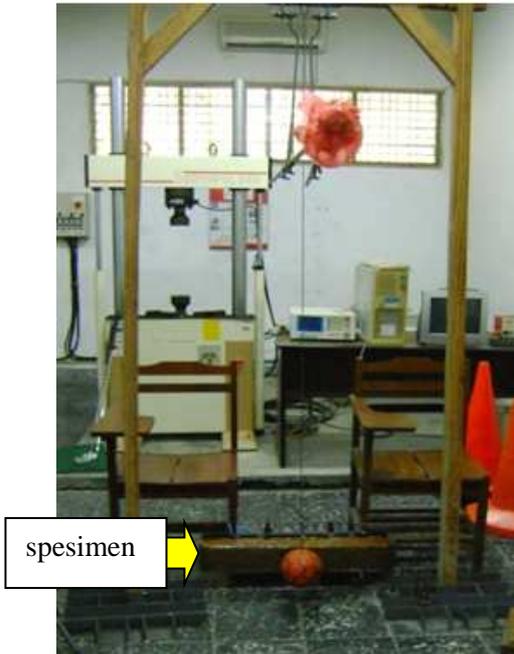
Cetakan spesimen terbuat dari kayu dan papan triplek yang dilapisi dengan plat aluminium dengan tebal 0,5 mm dengan ukuran yang telah disesuaikan dengan pemodelan *front bumper* mobil tipe *offroad* dari bahan PFC. Bentuk bumper yang dihasilkan diperlihatkan pada gambar 3.



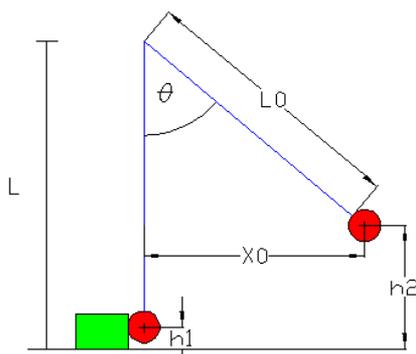
Gambar 3. Bumper mobil jenis *offroad* dari PFC diperkuat serat TKKS.

Pengujian kekuatan bumper dikerjakan dengan menggunakan alat uji ayunan bola beton, seperti diperlihatkan pada gambar 4. Prinsip pengujian ayunan bola beton diperlihatkan pada gambar 5.

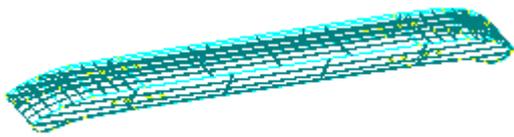
Pemodelan spesimen uji digunakan bantuan *software* AutoCAD 2002. Setelah itu file model akan di-export ke file .sat yang mampu dibaca secara baik oleh MSC.Nastran 4.5, baik dimensi maupun geometri objeknya. Bentuk desain model yang telah di-export ke MSC Nastran diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 4. Alat uji ayunan bola beton.

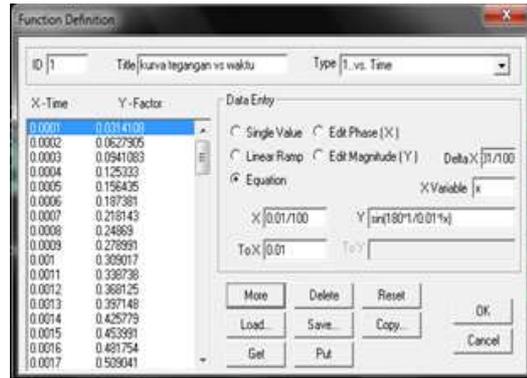


Gambar 5. Prinsip pengujian.



Gambar 6. Pemodelan bumper mobil dalam MSC Nastran.

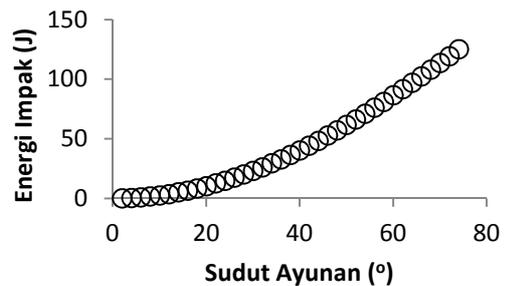
Untuk mendapatkan kurva tegangan vs waktu maka data-data hasil eksperimental harus dimasukkan pada kotak dialog *Function Definition* seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaturan tampilan kurva tegangan –vs- waktu.

3. Hasil dan Pembahasan

Energi potensial hasil pengimpakan dengan variasi terhadap sudut ayunan diperlihatkan pada gambar 8.



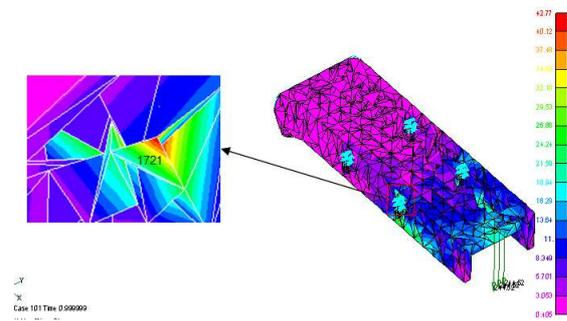
Gambar 8. Energi impact hasil pengujian.

Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa semakin besar sudut ayunan, maka energi impact yang dihasilkan juga akan semakin besar.

Dalam *software* MSC.Nastran 4.5 tersedia berbagai bentuk pembebanan, diantaranya adalah dalam bentuk gaya (*Force*). Penentuan besarnya gaya untuk pembebanan dipilih berdasarkan energi minimum dan maksimum yang dibutuhkan. Berdasarkan hasil eksperimental, *front bumper* akan mengalami kerusakan pada energi impact dengan sudut ayunan bandul 14° hingga 22° . Beban maksimum terjadi pada sudut ayunan 22° , yaitu sebesar 1,46 kN. Data beban ini selanjutnya dijadikan sebagai data input untuk proses simulasi.

Hasil simulasi distribusi tegangan pada spesimen akibat beban ayunan bandul pada sudut 22° dengan energi potensial yang dihasilkan sebesar 12.66 joule dan gaya

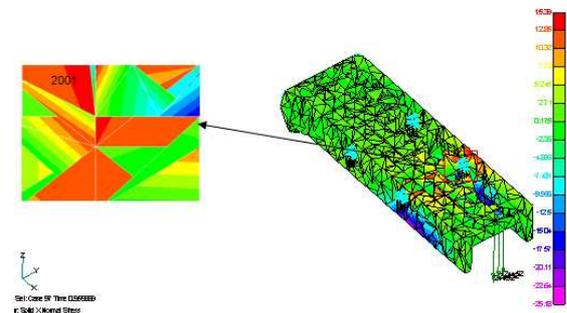
impak sebesar 1,46 kN dari arah tegangan *Solid Von Mises* diperlihatkan pada gambar 9.



Gambar 9. Distribusi tegangan beban ayunan bandul pada sudut 22° dari arah tegangan *Solid Von Mises*.

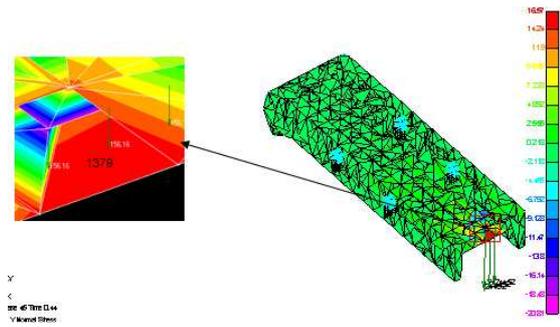
Tegangan maksimum *Solid Von Mises* adalah 42,77MPa pada waktu 0,9999 s di elemen 1721 dan tegangan minimumnya sebesar 0,405MPa di elemen 1490.

Pada arah tegangan normal sumbu-X diketahui batas tegangan maksimum normal sumbu-X adalah 15.39 MPa pada waktu 0,9599 s di elemen 2001 dan tegangan minimumnya sebesar -25.18MPa di elemen 1432 seperti pada gambar 10.



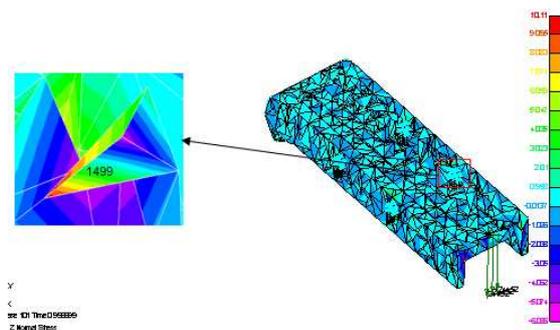
Gambar 10. Distribusi tegangan beban ayunan bandul pada sudut 22° dari arah tegangan normal sumbu-X.

Pada arah tegangan normal sumbu-Y diketahui batas tegangan maksimum normal sumbu-Y adalah 16,57MPa pada waktu 0,44 s di elemen 1379 dan tegangan minimumnya sebesar -20.81MPa di elemen 1559 seperti pada gambar 11.



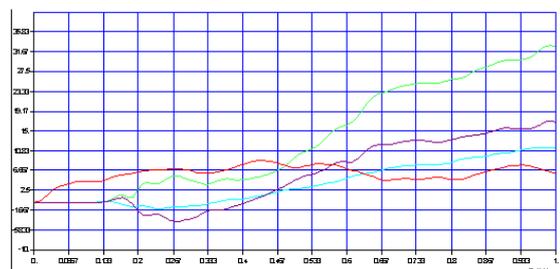
Gambar 11. Distribusi tegangan beban ayunan bandul pada sudut 22° dari arah tegangan normal sumbu-Y.

Pada arah tegangan normal sumbu-Z diketahui batas tegangan maksimum normal sumbu-Z adalah 10.11MPa pada waktu 0,9999 s di elemen 1499 dan tegangan minimumnya sebesar -6.086MPa di elemen 1590 seperti pada gambar 12.



Gambar 12. Distribusi tegangan beban ayunan bandul pada sudut 22° dari arah tegangan normal sumbu-Z.

Grafik penjarangan distribusi tegangan yang terjadi pada elemen tersebut dengan berbagai arah sumbu seperti diperlihatkan pada gambar 13.



Gambar 13. Grafik penjarangan distribusi tegangan.

Berdasarkan hasil simulasi tersebut terlihat bahwa tegangan maksimum terjadi

pada penjalaran arah sumbu-Y pembebanan. Namun besarnya tegangan maksimum pada masing-masing arah relative lebih sama. Hal ini menunjukkan bahwa bumper mobil berbahan PFC diperkuat serat TKKS memiliki kemampuan penyebaran tegangan yang baik disepanjang permukaannya.

Kesimpulan

1. Distribusi tegangan yang terjadi pada arah sumbu-X, Y, dan Z berturut-turut diperlihatkan pada gambar 10, 11, dan 12. Distribusi tegangan tersebut terlihat mampu disebarkan dengan baik disepanjang permukaan bumper.
2. Tegangan maksimum terjadi pada arah sumbu-Y, yaitu sebesar 16,57 MPa. Namun secara keseluruhan besarnya tegangan pada masing-masing arah pembebanan tidak terlalu jauh berbeda.
3. Berdasarkan hasil simulasi tersebut terlihat bahwa bahan PFC diperkuat serat TKKS dapat dipergunakan sebagai bahan alternatif bumper mobil jenis Offroad.

Referensi

- Alan Ponsford, *Capoco Design Ltd Side Impact Analysis of a Passenger Bus*. (Online). (http://www.idac.co.uk/consulting/casestudies/capoco/cs_capoco.html). Diunduh 14 September 2011)
- Bambang Subiyanto, dkk. *Utilization of Empty Fruit Bunch Waste from Oil Palm Industry for Particleboard Using Phenol Formaldehyde Adhesive*.
- Callister, William D, dkk. 1994. *Material science and engineering (an introduction)*
- Jones, Robert M. 1999. *Mechanics of Composite Material Second Edition*. Philadelphia: Taylor & Francis Inc.
- Jusnita. 2010. *Ketangguhan Retak Dinamik Bahan Komposit GFRP Untuk Helmet Industri Disebabkan Beban Impak Menggunakan MSC/NASTRAN For Windows*. Medan: Sekolah Pasca Sarjana USU. Tesis Tidak Dipublikasikan.
- Justus Kimia Raya, PT. *Technical Data Sheet*. Jakarta: 2007.
- La Heist, Warren. and Frank G. Ephraim. *An Evaluation of the Bumper Standard - As Modified in 1982*. (Online). (<http://www.nhtsa.gov/cars/rules/regrev/evaluate/807072.html>). Diunduh 14 September 2011)
- Nuryanto, E. 2000. *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Sumber Bahan Kimia*. *Warta PPKS* 8(3): 137-144. PPKS. Medan.
- Schwartz, M.M. *Composite Material Handbook*. Mc. Graw Hill: Book Company: 1984.
- Seangatith, Sittichai, 2008, *Study on Impact Responses of Pultruded GFRP, Steel And Aluminum Beams by Using DropWeight Impact Test*, Suranaree University of Technology, Thailand.
- Wikipedia. *Bumper (mobil)*. (Online). (<http://translate.googleusercontent.com/translate>). Diunduh tanggal 15 Oktober 2011)