

SIMULASI DISTRIBUSI TEGANGAN IMPAK PADA CITY CAR BUMPER YANG TERBUAT DARI BAHAN KOMPOSIT PF DIPERKUAT SERAT TKKS

Zulfikar

Dosen Kopertis Wilayah I

Abstract

The car bumper is designed to prevent or reduce physical damage to the front and rear ends of passenger motor vehicles in low-speed collisions. Automobile bumpers are not typically designed to be structural components that would significantly contribute to vehicle crashworthiness or occupant protection during front or rear collisions. Bumpers are designed to protect the hood, trunk, grille, fuel, exhaust and cooling system as well as safety related equipment such as parking lights, headlamps and taillights in low speed collisions. City car is a small car intended for use primarily in an urban area. In this study the composite used to be studied is a polymeric foam composite front-bumper city car. Material that is formed is known as polymeric foam composite material (PF). As an amplifier, this study used natural fiber derived from the processing of oil palm fiber empty fruit bunches (TKKS). Materials made with resin base material BQTN 157 EX, TKKS fibers as reinforcement, polyurethane as a maker of cavity, and the catalyst MEKP (Methyl Ethyl Ketone Peroxide) to accelerate the polymerization reaction. Specimens molded into the front bumper city car type. The research was conducted in several stages of processing: such as the impact test with a pendulum impact test method, do the modeling with CAD software and the simulation using MSC/Nastran. The result is the sSolid Von Mises maximum stress that occurs in the front bumper foam material fiber-reinforced polymeric composites was 103,1 MPa TKKS, after redesigning, the maximum stress of solid von mises was 100.7 MPa.

Keywords: City Car Bumper, Pendulum Impact Test, MSC.Nastran.

1. Pendahuluan

Standar kekuatan bumper oleh Komite Nasional Keselamatan Transportasi Jalan Raya Amerika Serikat (*National Highway Traffic Safety Administration/NHTSA*) mengeluarkan peraturan pertama untuk bumper mobil penumpang. Federal Standar Keselamatan Kendaraan Bermotor No 215 (*Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 215/FMVSS 215*) mengenai "Perlindungan Exterior Kendaraan" diberlakukan pada tanggal 1 September 1972. Standar ini melarang terjadinya kerusakan fungsional yang terkait dengan komponen keselamatan seperti lampu dan sistem bahan bakar saat kendaraan mengalami kecelakaan tes penghalang pada kecepatan 5 mil per jam (8 km/jam) untuk sistem bumper depan dan 2,5 mil per jam (4 km/jam) untuk sistem bumper belakang (NHTSA, 1971). Seiring dengan perkembangan zaman, bahan bumper

juga dibuat dari berbagai macam material yang memiliki sifat-sifat unggul, diantaranya adalah komposit.

Bumper adalah pelindung yang terbuat dari baja, aluminium, karet, plastik atau komposit yang dipasang di depan dan belakang mobil. Ketika tabrakan kecepatan rendah terjadi, sistem bumper menyerap kejutan untuk mencegah atau mengurangi kerusakan pada mobil.

City car adalah mobil kecil ditujukan untuk digunakan terutama didaerah perkotaan. Kendaraan ini harus memenuhi kriteria ukuran tertentu dalam kedua dimensi fisik dan kapasitas mesin. Bentuk bumper city car yang dipergunakan dilapangan diperlihatkan pada gambar 1.

Kekuatan impak merupakan kriteria penting untuk mengetahui ketangguhan suatu bahan. Ketangguhan adalah suatu ukuran energi yang diperlukan untuk mematahkan

suatu bahan. Energi ini merupakan hasil kali gaya dan jarak, dinyatakan dalam satuan joule.



Gambar 1. City car bumper.

Simulasi komputer merupakan rekayasa teknologi yang menggunakan program komputer (software analisis) disesuaikan dengan kondisi sebenarnya yang bertujuan mempermudah analisa suatu permasalahan. Simulasi komputer pada penelitian ini menggunakan software MSC/Nastran. Software ini adalah sebuah program analisis elemen hingga untuk analisis tegangan (stress), getaran (vibration) dan perpindahan panas (heat transfer) dari struktur dan komponen mekanik.

MSC.Nastran berkerja yang dimulai dengan tiga proses yang berlainan, yaitu antara lain: (1) Pre-processing yaitu kegiatan dalam pembuatan geometri, yang mana pada penggambaran ini dapat diimport dari CAD (Computer Aided Design) ataupun dibuat di dalam Nastran itu sendiri, kemudian memasukkan jenis dan sifat material, (2) Meshing, dapat dibuat dengan berbagai metode, yaitu Generate between, Generate region, On geometri, Boundary mesh dan transition, dan (3) Post-processing yaitu proses penganalisaan dari geometri tersebut.

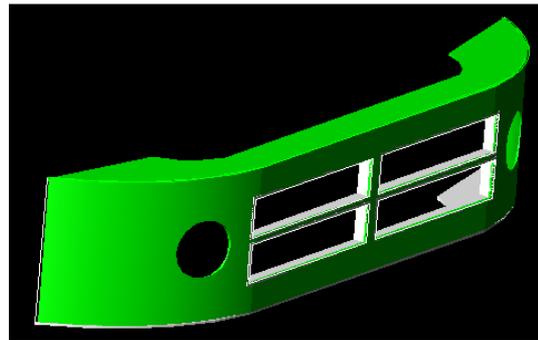
Tujuan penelitian ini ialah: (1) untuk memperoleh energi maksimal yang dapat diterima *front bumper* akibat beban impak bandul, (2) mengetahui tegangan maksimum yang terjadi pada *front bumper* dengan menggunakan simulasi software MSC.Nastran, dan (3) mengetahui tegangan maksimum yang terjadi pada *front bumper* yang *redesign* dengan menggunakan simulasi software MSC.Nastran 4.5.

2. Eksperimental

Penelitian dilaksanakan di Pusat Riset Impak dan Keretakan Departemen Teknik

Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

Spesimen yang akan dimodelkan adalah permodelan *front bumper* mobil tipe *city car*. Bentuk ini dipilih karena umum digunakan. Ukuran model diskalakan 1:2 dengan dimensi bumper standard dengan menggunakan software CAD seperti diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Modeling city car bumper.

Sifat material spesimen pada program didefinisikan dengan menggunakan menu Material Properties. Langkahnya: pilih Model→Material. Sementara material properties dari bumper yang diketahui adalah material properties material PF diperkuat serat TKKS dengan massa jenis (ρ) $1,096 \times 10^{-4}$ N/mm³ dan modulus elastisitas (E) 288 MPa.

Kecepatan dan gaya yang terjadi pada setiap variasi selisih ketinggian ayunan bandul yang dipengaruhi sudut dicatat pada tabel seperti tabel 1.

Tabel 1. Kecepatan dan gaya saat bandul menyentuh permukaan spesimen.

No.	θ (°)	Δh (m)	v (m/s)	F (N)
1	12	0.045	0.939149	798.28
2	24	0.275	1.862579	1583.19
3	18	0,101	2.321637	1973.39
4	34	0.35	2.61916	2226.29

Beban yang diberikan adalah beban dinamis maka dalam simulasi ini diperlukan pembebanan dalam bentuk dinamis dan pembagian waktu pembebanan untuk time per step. Asumsi pengambilan time per step mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu pada uji impak jatuh bebas yang telah dilakukan pengukuran waktu impaknya, untuk

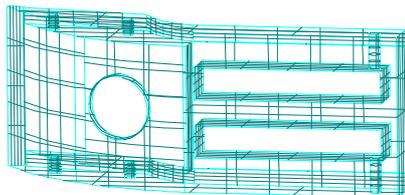
massa beban yang sama waktu impak jatuh bebas berkisar 0.001s, secara analogi waktu pengimpakan pada uji impak jatuh bebas lebih cepat dari pada uji impak bandul, sehingga diasumsikan time per step uji impak bandul sebesar 0.01 s ($10E-2$ s), dan number of step sebesar 100 step Δt .

Untuk melihat kurva tegangan vs waktu maka dapat dilakukan dengan memasukkan data pada kotak dialog *Function Definition*.

Untuk menganalisa dilakukan dengan cara: pilih menu file→Analyze→ OK. Untuk Analysis type pilih 3.Transient Dynamic/Time, dan untuk Output Type pilih 2.Displacements and Stress.

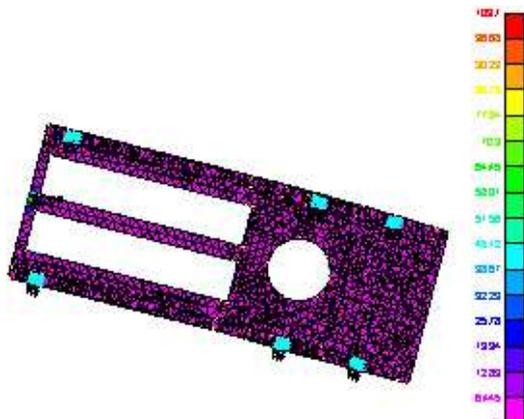
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pemodelan city car bumper dengan menggunakan software MSC/Nastran diperlihatkan pada gambar 3.



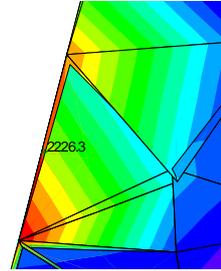
Gambar 3. Model simulasi city car bumper.

Hasil simulasi distribusi tegangan pada spesimen akibat beban ayunan bandul pada sudut 34⁰ dari arah tegangan Solid VonMises diperlihatkan pada gambar 4.



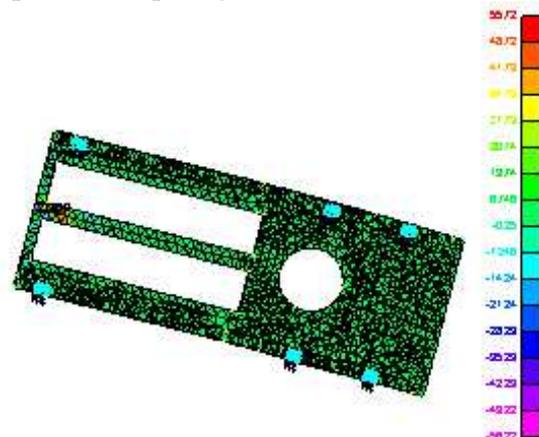
Gambar 4. Distribusi tegangan beban ayunan bandul pada sudut 34⁰

Dari hasil simulasi tersebut diketahui batas tegangan maksimum *Solid Von Mises* adalah 103,1 MPa pada waktu 0,01 s di elemen 10680. Elemen yang mengalami tegangan maksimum diperlihatkan pada gambar 5.



Gambar 5. Elemen yang mengalami tegangan maksimum pada sudut ayunan 34⁰

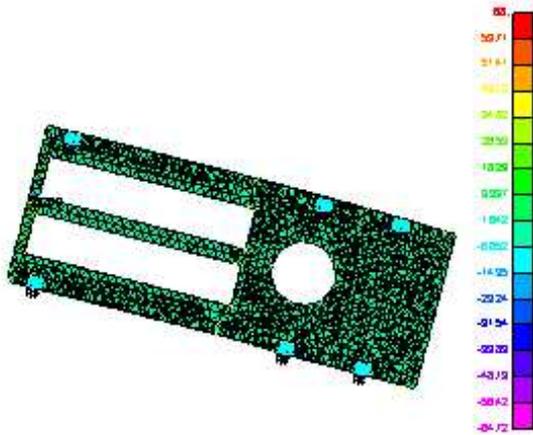
Hasil simulasi distribusi tegangan pada spesimen akibat beban ayunan bandul pada sudut 34⁰ dari arah tegangan normal sumbu-X diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Distribusi tegangan beban ayunan bandul pada sudut 34⁰ dari arah tegangan normal sumbu-X

Besarnya tegangan maksimum normal sumbu-X adalah 55,72 MPa pada waktu 0,07 s di elemen 1794 dan tegangan minimumnya sebesar -56,22 MPa.

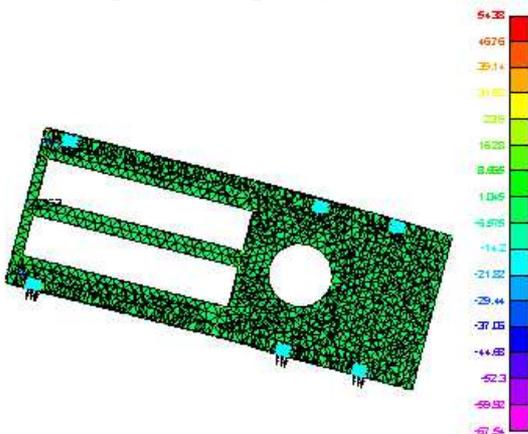
Hasil simulasi distribusi tegangan pada spesimen akibat beban ayunan bandul pada sudut 34⁰ dari arah tegangan *normal sumbu-Y* diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Distribusi tegangan beban ayunan bandul pada sudut 34° dari arah tegangan normal sumbu-Y

Diketahui batas tegangan maksimum normal sumbu-Y adalah 68 MPa pada waktu 0,05 s di elemen 5994 dan tegangan minimumnya sebesar -64,72 Mpa.

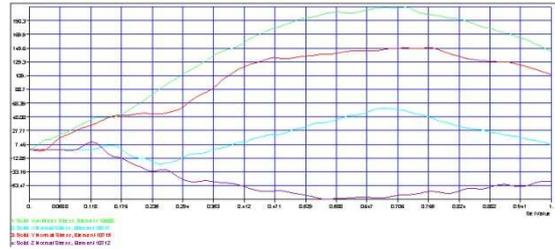
Hasil simulasi distribusi tegangan pada spesimen akibat beban ayunan bandul pada sudut 34° dari arah tegangan normal sumbu-Z diperlihatkan pada gambar 8.



Gambar 8. Distribusi tegangan beban ayunan bandul pada sudut 34° dari arah tegangan normal sumbu-Z.

Diketahui batas tegangan maksimum normal sumbu-Z adalah 54,38 MPa pada waktu 0,4 s di elemen 8131 dan tegangan minimumnya sebesar -67,54 MPa.

Grafik penjalaran distribusi tegangan yang terjadi pada elemen tersebut dengan berbagai arah sumbu pembebanan diperlihatkan pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik penjalaran distribusi tegangan

Kesimpulan

1. Untuk *front bumper* mobil tipe *city car* yang terbuat dari material komposit terbuat dari material komposit *polymeric foam* diperkuat serat TKKS energi minimal pada saat sudut ayunan bandul 24° besar energi yang dihasilkan adalah 14,74 joule dan energi maksimal pada saat sudut ayunan bandul 34° adalah 29,16 joule. Untuk *front bumper* mobil tipe *city car* yang terbuat dari material aluminium energi minimal pada saat sudut ayunan bandul sebesar 16° besar energi yang dihasilkan adalah 6.66 joule dan energi maksimal pada saat sudut ayunan bandul 50° besar energi yang dihasilkan adalah 60,98 joule.
2. Tegangan maksimum *Solid Von Mises front bumper* material komposit *polymeric foam* adalah 103,1 MPa, setelah diredesign tegangan maksimum *Solid Von Mises* adalah 100,7 Mpa. Tegangan maksimum normal sumbu-X *front bumper* material komposit *polymeric foam* adalah 55,72 Mpa, setelah diredesign tegangan maksimum normal sumbu-X adalah 22,43 Mpa. Tegangan maksimum normal sumbu-Y *front bumper* material komposit *polymeric foam* adalah 68 Mpa, setelah diredesign tegangan maksimum normal sumbu-Y adalah 10,1 Mpa. Tegangan maksimum normal sumbu-Z *front bumper* material komposit *polymeric foam* adalah 54,38 Mpa, setelah diredesign tegangan maksimum normal sumbu-Z adalah 16,39 Mpa.
3. Tegangan maksimum *Solid Von Mises front bumper* material komposit *polymeric foam* adalah 103,1 MPa, setelah diredesign tegangan maksimum *Solid Von Mises* adalah 100,7 Mpa. Dari hasil simulasi diperoleh besar tegangan maksimum yang terjadi pada permukaan komposit *polymeric foam front bumper*

bumpers yang telah *redesain* lebih baik dibandingkan *polimeric foam front bumper* sebelum *redesain*. karena *polimeric foam* yang telah *redesain*, tegangan maksimum yang terjadi adalah kecil pada permukaan yang terkena *impak*.

Referensi

- Callister, William D, dkk. (1994) *Material science and engineering (an introduction)*.
- Chawla, K.K. (1987) *Composite materials*. 1st ed. Berlin: Springer-Verlag New York Inc.
- Enviro Carbon Sdn Bhd. (2003) *Typical Parameters of EFB Fibre* [Internet]. Tersedia dalam: <http://www.w3.org/TR/REC-html40>, [diunduh 10 Oktober 2011].
- Hashim, J. (2003) *Pemrosesan Bahan*. 1st ed. Johor Bahru: Cetak Ratu Sdn. Bhd.
- Hosford, William.F. (2005) *Mechanical Behaviour of Materials*. University of Michigan, New York: Cambridge University Press.
- Jones, R.M. (1975) *Mechanics of Composites Material*. Washington D.C. USA: Scripta Book Company.
- NHTSA (1982) [Internet]. Tersedia dalam: <http://www.nhtsa.gov/.html> [diunduh 15 Oktober 2011]
- Nuryanto, E. (2000) *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Sumber Bahan Kimia*. . PPKS Medan: Warta PPKS 8(3): 137-144.
- Sivesten, K. (2002) *Polymer Foam* [Internet]. Tersedia dalam: <http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres> [diunduh 16 Oktober 2011].
- Syam, Bustami, *Fracture Behaviors of Aluminum Foam subjected to Impact Loading*, Laporan Hasil ONDT Proyek TPSDP 2007 (*unpublished report*).