

Head Impact Analysis Terhadap Pillar Aluminium Dan Mild Steel St37 Menggunakan LS-Dyna

Kenneth Hongas
Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta
Jakarta, Indonesia
kenneth_hongas@upnvj.ac.id

Anggakaradewa Nurwibaya Abyantara
Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta
Jakarta, Indonesia
anggakaradewa.na@upnvj.ac.id

Muhammad Aryasatya
Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta
Jakarta, Indonesia
muhammad.aryasatya@upnvj.ac.id

Abstract—Head Impact analysis merupakan sebuah penelitian yang dapat mendasari penelitian lainnya. Head impact analysis digunakan dapat menentukan safety factor, HIC, Displacement dan lain lain tapi dalam simulasi ini difokuskan dalam menentukan displacement. Simulasi ini didesain menggunakan software LS-DYNA, sebuah software yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan Finite element model. Tahap simulasinya adalah pemodelan kepala mengalami crash ke pillar yang sudah di setup. Keluaran dari simulasi ini adalah X-displacement dan Von-Mises Stress. Dalam pemodelan dan simulasi kecepatan yang dipakai adalah 40 km/h (11 m/s) yang merupakan safe limit dan salah satu nilai kecepatan yang paling umum saat terjadinya kecelakaan.

Keywords—Head Impact Analysis, Displacement, LS-DYNA, Von-mises Stress, Safe Limit

digunakan di industri-industri otomotif, konstruksi, militer, manufaktur, dan *bioengineering*.

Dalam simulasi yang dilakukan yang difokuskan disini adalah *displacement* dari *pillar* yang terdampak oleh *head impact simulation*. Dan data yang didapatkan dari simulasi ini dapat digunakan dalam permodelan *pillar* yang ada dalam bus penumpang/ bus umum. *Displacement* yang terjadi pada *pillar* dapat menentukan *safety factor* yang harus dibuat oleh perancang bus dikarenakan kecelakaan di jalan raya merupakan hal umum yang sering terjadi dalam permodelan simulasi disini dipakai kecepatan 40 km/h yang dimana merupakan batas atas dari *safety limit* dalam kecelakaan yang terjadi di jalan raya.

I. INTRODUCTION

Head Impact analysis sangatlah krusial dalam pembuatan desain yang lain seperti: desain sebuah *seatbelt* dalam pesawat, desain pilar dalam pesawat bahkan dapat juga disambungkan dengan desain sebuah bangku pesawat dalam meredam *injury* yang dapat disebabkan karena *crash* yang terjadi.

Pada simulasi yang akan dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan penulis melakukan beberapa simulasi sebagai pengenalan LS-DYNA. LS-DYNA adalah perangkat lunak untuk yang digunakan untuk melakukan pemodelan 3D dan menganalisis suatu produk dengan metode elemen hingga (*finite element analysis software*). LS-DYNA dikembangkan oleh Livermore Software Technology Corporation (LSTC). LS-DYNA mampu mensimulasi masalah-masalah kompleks di dunia nyata. LS-DYNA

II. Modelling

A. Dummy Model

Dalam simulasi *head impact analysis* yang akan dilakukan kita harus mengekstrak atau mengisolasi bagian dari kepala itu sendiri dari *dummy model* yang diberikan. pengekstrakan kepala dari *full body model* dilakukan dengan pengeditan *keyfile* dari *full body dummy model* dimana dilakukan penghapusan hal hal yang tidak diperlukan selain dari kepala itu sendiri.

B. Geometri Pillar

Geometri *pillar* yang dipakai disini adalah panjang bagian alas 50 mm x 50 mm dengan tinggi 400 mm dan disini yang dipakai adalah *shell box*.

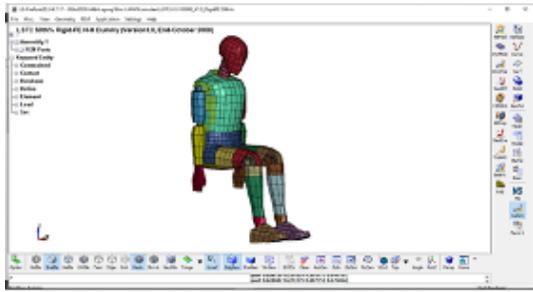


Fig. 1. Dummy Model Full Body

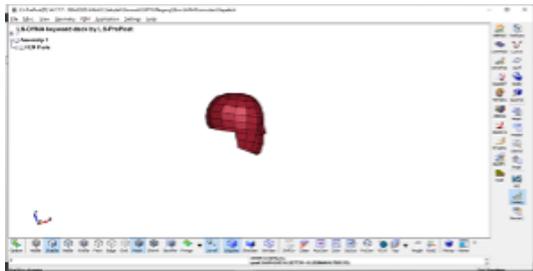


Fig. 2. Head Model Jadi

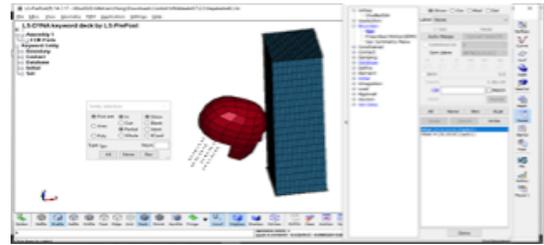


Fig. 4. Boundary pada Pillar

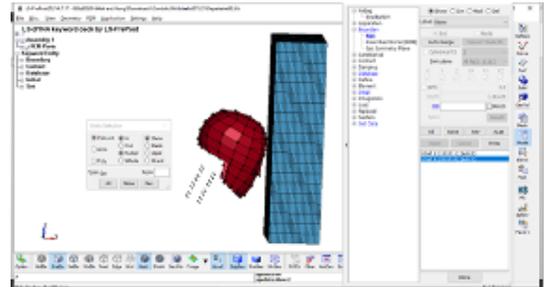


Fig. 5. Boundary pada Head

C. Boundary Condition

Setelah dilakukan pemodelan dari *head* dan *pilar* tersebut yang harus dilakukan adalah *setting boundary* yang dimana dalam sebuah simulasi *boundary* merupakan batas yang harus ditentukan oleh kita sebelum melakukan simulasi. Seperti yang dilihat pada gambar untuk boundary dari pillar disini adalah (1, 1, 1, 1, 1, 1) dimana dalam simulasi *box* ini tidak akan bergerak dan di *fix* di sumbu *x,y,z,rx,ry,rz* (*rotation*) yang artinya *box* bagian bawah dan bagian atas tidak akan bergerak saat terkena *impact* sehingga *box* tidak akan terpental kemana-mana. Untuk *head* sendiri *boundary* yang di *set* disini adalah (0, 1, 1, 0, 1, 0) dimana untuk *head* sendiri dikunci di sumbu *y,z* dan *rotation y* agar *head* tidak bergerak ke arah yang tidak diinginkan.

III. Finite Element Method

Element *property* adalah pendefinisian dari setiap elemen yang ada pada simulasi yang dijalankan. Untuk kasus ini elemen yang dipakai adalah 20x20 dimana

pada *pillar* ada 20 element pada setiap sumbu. Untuk pendefinisian dari element setiap benda yang sudah di meshing harus didefinisikan sebagai suatu elemen. Dalam kasus ini elemen yang dipakai untuk kepala adalah *solid* dan untuk *shell* seperti pada *meshing* yaitu *box shell*.

A. Material Property

Untuk menjalankan Simulasi pada LS-Dyna kita juga harus mendefinisikan material pada masing masing *part* yang dimana pada kasus *head simulation* ini *box* diberikan material 024-*Piecewise linear plasticity* dan *head* disini diberikan 020- *rigid* yang membuat saat terjadinya *contact head* tidak mengalami deformasi.

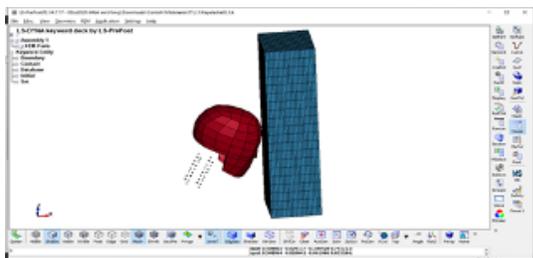


Fig. 3. Head Model dan Pillar

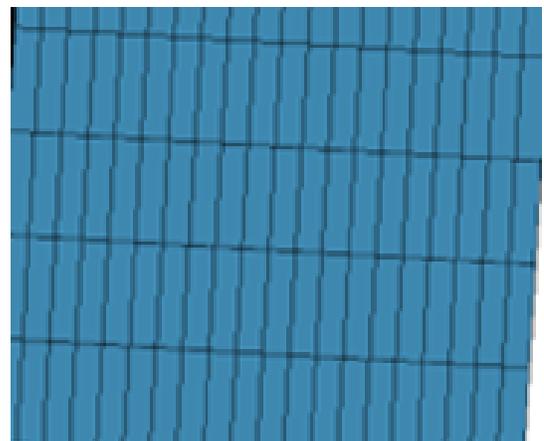


Fig. 6. Elemen

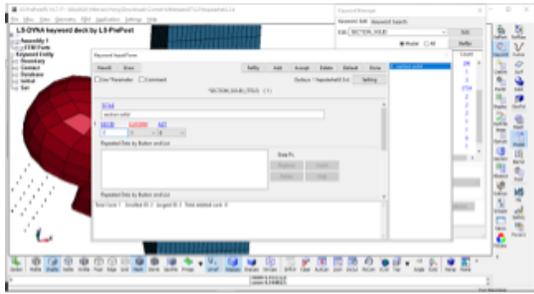


Fig. 7. Solid Element



Fig. 8. Shell Element

Pada simulasi head impact disini dilakukan sebanyak 6 kali / 6 varian dimana pada masing masing varian dibagi ke 2 jenis material yaitu Aluminium dan Mildsteel st37. Dan untuk setup dari simulasi disini masing-masing varian memiliki tebal section yang berbeda dimana ketebalan dari element section sebesar 1.5, 2.5, 3.5 mm yang berarti setiap elemen pada pillar akan memiliki ketebalan seperti yang disebutkan. Dan untuk spesifikasi dari setiap material sebagai berikut.

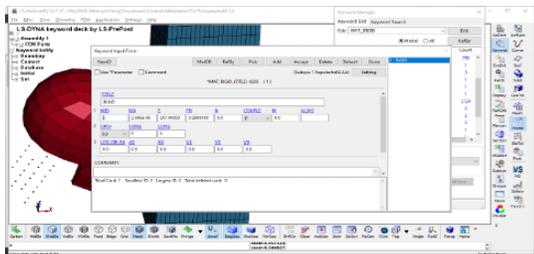


Fig. 9. Material Rigid

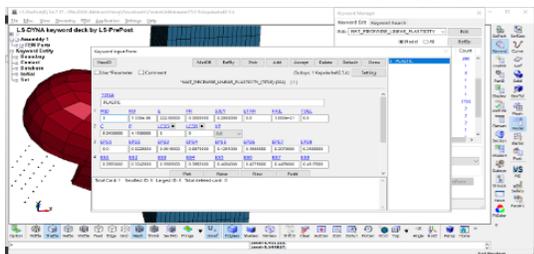


Fig. 10. Material 024-piecewise linear plasticity

TABLE 1
MATERIAL MILD STEEL ST37

Mass Density	7.330e-006
Modulus Young	222
Poisson Ratio	0.3
Yield Stress	450
Strain Rate Parameter	6.844
Strain Rate Parameter	4.12

TABLE 2
TEGANGAN MATERIAL MILD STEEL ST37

EPS 1	0.000	ES 1	0.2853
EPS 2	0.0226	ES 2	0.3242
EPS 3	0.0516	ES 3	0.3585
EPS 4	0.0870	ES 4	0.3862
EPS 5	0.1261	ES 5	0.4084
EPS 6	0.1666	ES 6	0.4279
EPS 7	0.2079	ES 7	0.4459
EPS 8	0.25	ES 8	0.4617

B. Initial Condition

Initial condition adalah keadaan awal dan keadaan yang akan dilakukan pada simulasi pada kasus head simulation disini initial condition diisi dengan velocity dengan nilai 40 km/jam (11.11 mm/ms).

C. Contact Definition

Dalam melakukan simulasi kita harus menentukan sendiri jenis contact yang dipakai dalam simulasi. Pada kasus head simulation ini yang dipakai adalah automatic surface to surface yang dimana surface dari kepala akan melakukan kontak langsung dengan pillar.

TABLE 3
MATERIAL ALUMINIUM

Mass Density	2.700e-06
Modulus Young	69.279999
Poisson Ratio	0.33
Yield Stress	271
Strain Rate Parameter	0
Strain Rate Parameter	0

TABLE 4
TEGANGAN MATERIAL ALUMINIUM

EPS 1	0.000	ES 1	0.2717
EPS 2	0.0028141	ES 2	0.275726
EPS 3	0.006015	ES 3	0.280028
EPS 4	0.014036	ES 4	0.286371
EPS 5	0.034393	ES 5	0.300586
EPS 6	0.055018	ES 6	0.313603
EPS 7	0.063338	ES 7	0.317875
EPS 8	0.1949860	ES 8	0.347369

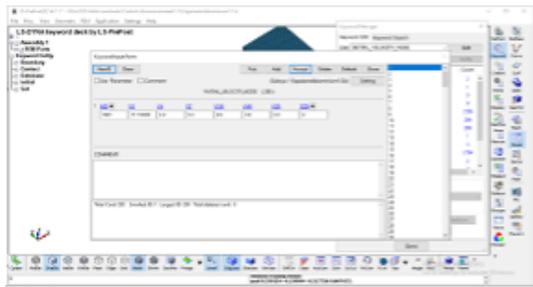


Fig. 11. Initial Condition pada Head Simulation



Fig. 14. GL Stat



Fig. 12. Contact Condition pada Head Simulation



Fig. 15. NODOUT / Node Displacement

IV. Head Impact Simulation

A. Control

Pada kasus *head simulation* diambil 10 ms untuk *termination time* karena jarak antara kepala dan pilar cukup diberikan 10 ms untuk melakukan *contact* antara pilar dan kepala.

B. Database

Sebelum dilaksanakannya simulasi untuk mencari hasil dari simulasi yang kita inginkan kita juga harus *setting database* dimana pada kasus *head simulation database* yang diambil adalah GL-stat (*global statistic*) yang dimana mengandung *kinetic energy*, *total energy*, *damping energy*, dll. Dan yang diambil juga adalah NODOUT (*nodal displacement/velocity/Acceleration data*) yang dimana ini diperlukan untuk mencari *x-displacement* yang terjadi pada *head impact simulation*. Dan untuk pengambilan data yang dijadikan grafik dicatat setiap 0.1 milisedetik dari *total termination* adalah 10ms.

C. Initial Condition

Initial condition adalah keadaan awal dan keadaan yang akan dilakukan pada simulasi pada kasus *head simulation* disini *initial condition* diisi dengan *velocity* dengan nilai 40 km/jam (11.11 mm/ms).

D. Contact Definition

Dalam melakukan simulasi kita harus menentukan sendiri jenis *contact* yang dipakai dalam simulasi. Pada kasus *head simulation* ini yang dipakai adalah *automatic surface to surface* yang dimana *surface* dari kepala akan melakukan kontak langsung dengan *pillar*.

Setelah *setup* dari *Database* dilakukan maka akan dilakukan simulasi dari *head impact simulation* terhadap *pillar*.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Von Mises Stress merupakan indikator yang mengukur kegagalan material dengan menganalisis resultan



Fig. 13. Control Time Termination

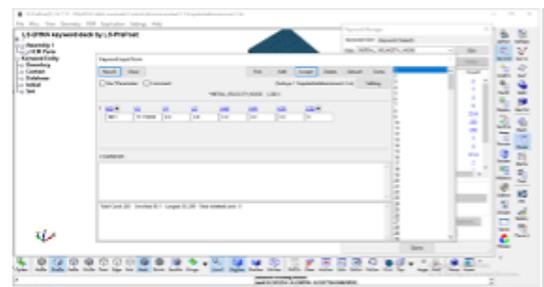


Fig. 16. Initial Condition pada Head Simulation



Fig. 17. Contact Condition pada Head Simulation

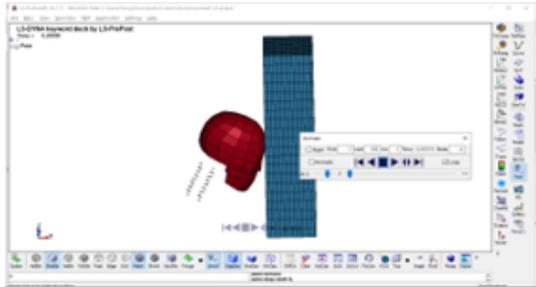


Fig. 18. Simulasi Head Impact 1

3 Tegangan utama atau biasa disebut *Principal Stress*, kegagalan diprediksi jika nilai tegangan *Von Mises* lebih besar dari tegangan luluh material. Dimana pada simulasi ini *von mises stress* digunakan sebagai indikator dalam penentuan kegagalan dari tiang/pillar yang dimana saat terjadinya kegagalan maka pillar tersebut tidak dapat digunakan dikarenakan berbahaya bagi penumpang karena dapat menyebabkan *injury* tambahan selain dari impact yang terjadi pada *head impact simulation*.

Dalam grafik hasil akhir von mises stress dapat dili-

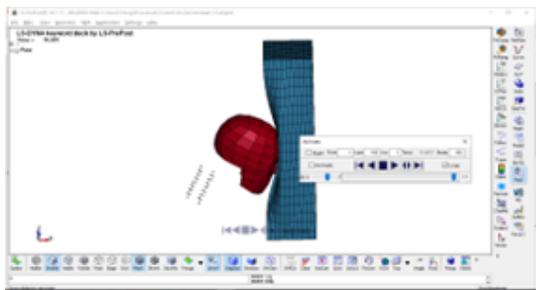


Fig. 19. Simulasi Head Simulation 2

TABLE 5
HASIL AKHIR SIMULASI

Result	Head Impact Analysis					
	Aluminium			Mild Steel st37		
	1,5	2,5	3,5	1,5	2,5	3,5
Von Mises Stress (MPa)	334	324	268	474,95	445,4	360
X-displacement (mm)	103,41	76,59	61,16	83,67	61,26	48,97

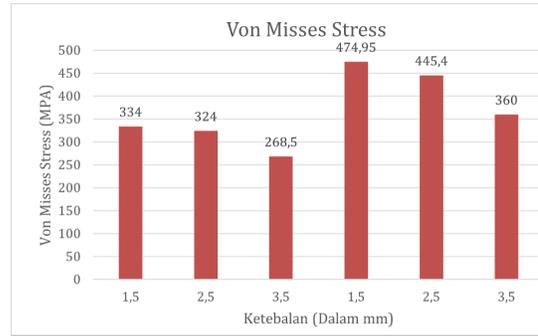


Fig. 20. Grafik Hasil Von Mises Stress

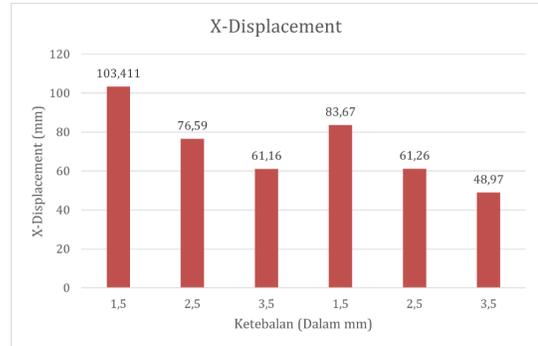


Fig. 21. Grafik Hasil X-displacement

hat bahwa ketebalan 3.5mm material aluminium menghasilkan nilai von mises stress tidak melebihi dari tegangan luluh yang dimiliki oleh material aluminium senilai 285.3 Mpa. Sehingga pada saat crash terjadi pillar yang terkena oleh impact tidak gagal dan pilar yang terkena tidak hancur. Berbeda dengan mild steel saat terkena impact dari ketebalan yang 2.5 sudah tidak hancur dikarenakan memang material yang lebih kuat dan lebih tahan dibandingkan aluminium.

Untuk hasil x-displacement yang terjadi disini material aluminium memiliki ketahanan yang lemah dibandingkan mild steel st37 bisa dilihat dari perbedaan ketebalan dari masing-masing bahwa ketebalan 2.5 mm mild steel st37 sudah hampir setara dengan aluminium dengan ketebalan 3.5 mm dan memang dikarenakan mild steel lebih kuat daripada aluminium sehingga mild steel st 37 memiliki kemampuan untuk meredam energy lebih banyak daripada aluminium.

VI. KESIMPULAN

Head impact analysis ini bisa bercabang menjadi sangat banyak seperti (desain seatbelt, desain kursi, desain dinding) untuk mencegah terjadinya kecelakaan yang fatal. Dari hasil Seperti yang sudah dilampirkan bahwa material Mild Steel St 37 menunjukkan bahwa memiliki kekuatan yang lebih baik dalam menerima impact dibandingkan dengan material aluminium Maksimal displacement yang dapat dicapai oleh material aluminium

adalah 103 mm (pada ketebalan 1.5) dan nilai minimum 61 mm (pada ketebalan 3.5). Maksimal displacement yang dapat dicapai oleh material mild steel st 37 adalah 83.67 mm (pada ketebalan 1.5) dan nilai minimum 48.97 mm (pada ketebalan 3.5).

REFERENCES

- [1] R. M. Greenwald, J. T. Gwin, J. J. Chu, J. J. Crisco (2008) Head Impact severity Measures For Evaluating Mild Traumatic Brain Injury Risk Exposure.
- [2] S. Balasubramanyam (1999) Head impact characterization of generic A-pillar of an automobile
- [3] S. Maharadi, H. Golfianto, A. I. Mahyuddin, T. Dirgantara (2017). Head Injury Analysis of Vehicle Occupant In frontal Crash Simulation: Case Study OF itb's Formula SAE Race Car
- [4] LS-DYNA. Keyword user manual Volume II- Materials model