

PENGUJIAN SIMULASI TABRAKAN DEPAN PADA MOBIL KECIL DENGAN KECEPATAN YANG BERBEDA

SKRIPSI

OLEH:

**JUWANDA SITEPU
198130120**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 18/2/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)18/2/25

HALAMAN JUDUL
PENGUJIAN SIMULASI TABRAKAN DEPAN PADA
MOBIL KECIL DENGKA KECEPATAN YANG BERBEDA

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:

JUWANDA SITEPU

198130120

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 18/2/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

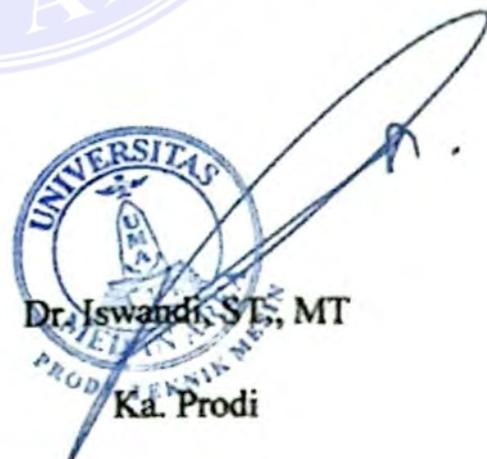
Access From (repository.uma.ac.id)18/2/25

Judul Skripsi : Pengujian Simulasi Tabrakan Depan Pada
Mobil Kecil Dengan Kecepatan Yang Berbeda

Nama Mahasiswa : Juwanda Sitepu

NIM : 198130120

Fakultas : Teknik Mesin



Tanggal Lulus: 20 Agustus 2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

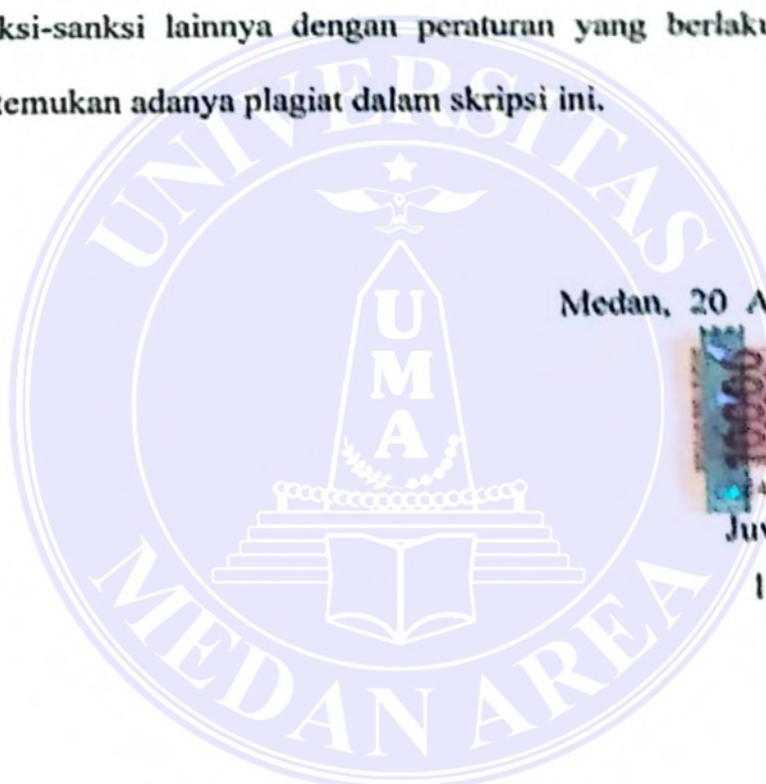
Document Accepted 18/2/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/2/25

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 20 Agustus 2024



Juwanda Sitepu

198130120

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Juwanda Sitepu
NPM : 198130120
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Pengujian Simulasi Tabrakan Depan Pada Mobil Kecil Dengan Kecepatan Yang Berbeda” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada Tanggal : 20 Agustus 2024
Yang menyatakan

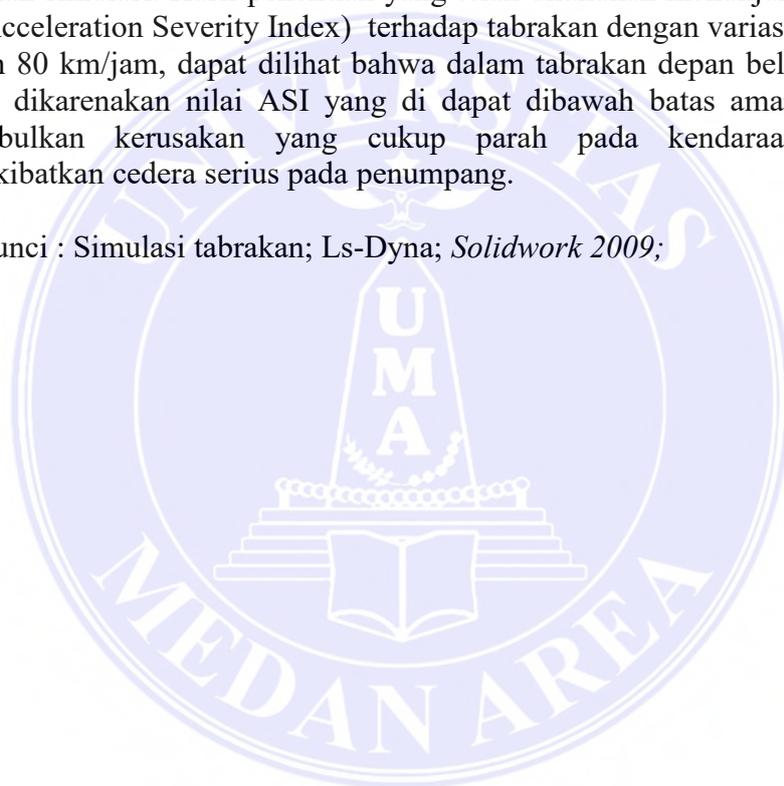


(Juwanda Sitepu)

ABSTRAK

Pengujian simulasi tabrakan depan pada mobil kecil dengan kecepatan yang berbeda pada penelitian ini dilatar belakangi oleh keinginan peneliti dalam membangun sebuah rancangan mobil kecil yang kemudian akan digunakan pada ajang kompetisi nasional maupun internasional. Dalam membangun sebuah rancangan moda transportasi pengujian simulasi tabrakan depan sangat penting dilakukan guna menguji ketahanan pengamanan bagian depan mobil bagi keselamatan pengemudi maupun penumpang. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode simulasi dengan memanfaatkan *software Ls-Dyna* sebagai alat untuk menjalankan simulasi dan juga *software Solidwork* sebagai alat untuk membangun model yang akan digunakan pada pengujian simulasi. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan pengaruh ASI (Acceleration Severity Index) terhadap tabrakan dengan variasi kecepatan 40, 60, dan 80 km/jam, dapat dilihat bahwa dalam tabrakan depan belum mendekati bahaya dikarenakan nilai ASI yang di dapat dibawah batas aman yang tidak menimbulkan kerusakan yang cukup parah pada kendaraan dan tidak mengakibatkan cedera serius pada penumpang.

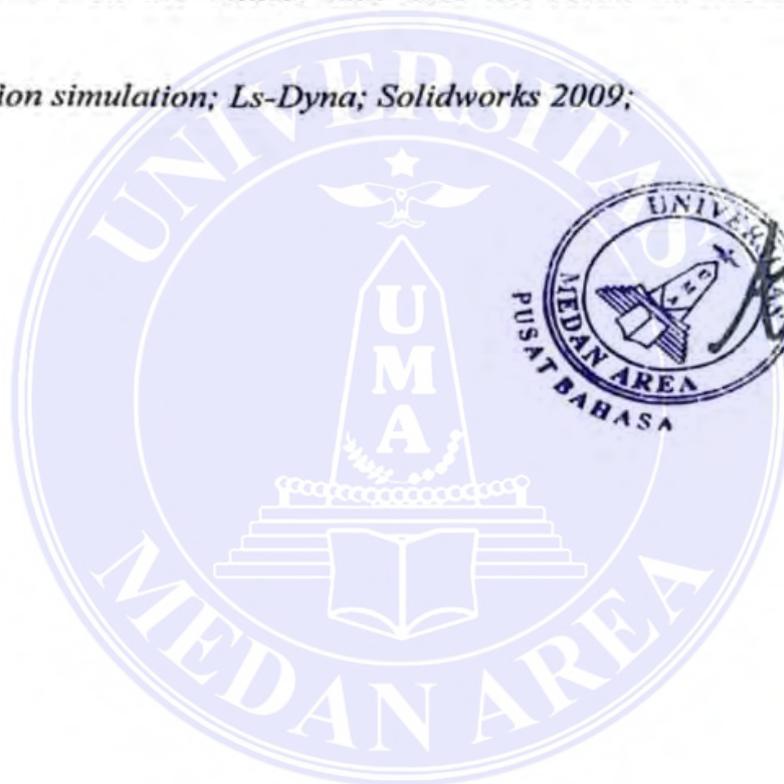
Kata kunci : Simulasi tabrakan; Ls-Dyna; *Solidwork 2009*;



ABSTRACT

The frontal collision simulation testing of small cars at different speeds in this research was motivated by the researcher's desire to develop a small car design which would then be used in national and international competitions. In developing a transportation mode design, frontal collision simulation testing is very important to test the security of the front of the car for the safety of the driver and passengers. The method used in this research is using a simulation method by utilizing Ls-Dyna software as a tool for running simulations and also Solidwork software as a tool for building models that will be used in simulation testing. The results of the research that has been carried out show the effect of ASI (Acceleration Severity Index) on collisions with speed variations of 40, 60 and 80 km/hour. It can be seen that in frontal collisions it is not yet dangerous because the ASI value obtained is below the safe limit which does not cause damage, which is quite severe on the vehicle and does not result in serious injury to passengers.

Keywords: Collision simulation; Ls-Dyna; Solidworks 2009;



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Langkat Desa Garunggang pada tanggal 14 Agustus 2000 dari ayah yang bernama Arihta Sitepu dan ibu bernama Nari Br Ginting. Penulis merupakan putra ke 4 (empat) dari 5 (lima) bersaudara.

Tahun 2019, Penulis lulus dari SMK Negeri 2 Binjai dan pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area pada tahun ajaran 2019/2020.

Pada tahun 2021, penulis melaksanakan magang dengan mengikuti program pemerintah yaitu kampus merdeka, kampus mengajar angkatan 2, yang di laksanakan di SMP Negeri 10 Binjai yang beralamat di Jl. Rambutan Ujung No.33, Bandar Senembah, Kec.Binjai Barat, Kota Binjai, Prov. Sumatera Utara selama enam bulan. Selama berada di bangku kuliah, penulis aktif mengikuti perkuliahan. Dengan di selesaikannya tugas akhir ini penulis berharap semoga setiap isi dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penelitian kedepannya.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang memberikan kesehatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Teknologi keselamatan kendaraan dan pengujian tabrakan dengan judul Pengujian Simulasi Tabrakan Depan Pada Mobil Kecil Dengan Kecepatan Yang Berbeda.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, S.T, M.Eng selaku Dosen pembimbing saya serta Bapak M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, S.T, M.T yang telah banyak memberikan saran kepada penulis. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada pimpinan bengkel arya yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian.

Ungkapan terimakasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga dan teman-teman yang telah memberikan doa dan perhatiannya. Penulis berusaha untuk memberikan yang terbaik, tetapi penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Medan, 20 Agustus 2024
Penulis



Juwanda Sitepu
198130120

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengujian Simulasi	5
2.2 Metode Simulasi	7
2.3 ASI (Acceleration Severity Index)	9
2.4 Tabrakan Frontal (Depan)	10
2.5 Mobil Kecil	11
2.6 Penelitian Terdahulu	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Bahan dan Alat	21
3.3 Metode Penelitian	23
3.4 Populasi dan Sampel	24
3.5 Prosedur Kerja	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Klasifikasi Pengujian Tabrakan Pada Kendaraan Mobil	27
4.2 Hasil Membangun Model Mobil Kecil Yang Dapat Digunakan Untuk Simulasi Tabrakan Depan	30
4.3 Hasil Rekonstruksi Pengujian Tabrakan Depan Pada Mobil	34
4.4 Hasil Evaluasi Pengaruh ASI (Acceleration Severity Index) Pada Tabrakan Depan Mobil Kecil	39
4.5 Pembahasan	47
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Simpulan	50

5.2. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir	20
Tabel 4.1. Karakteristik Model Kendaraan	46
Tabel 4.2. Spesifikasi model mobil	49
Tabel 4.3. Ringkasan Material Model	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Beberapa Tipe Struktur Bodi dan <i>Chassis</i> Kendaraan.	14
Gambar 2.2. Stang Kemudi Pada Kendaraan.	15
Gambar 2.3. Grafik kecepatan dan perpindahan selama uji tabrakan kendaraan.	18
Gambar 3.1. <i>Workstation</i>	21
Gambar 3.2. Animasi Pengujian Tabrakan Depan Pada Mobil Menggunakan <i>Software SolidWorks</i>	22
Gambar 3.3. <i>LS-DYNA</i>	23
Gambar 3.4. Simulasi Tabrakan Depan Pada Mobil Menggunakan <i>LS-DYNA</i>	23
Gambar 3.5. Diagram Alir	25
Gambar 4.1. Klasifikasi tabrakan pada mobil	45
Gambar 4.2. Model 1	31
Gambar 4.3. Model 1 dengan ukuran	47
Gambar 4.4. Model 2	48
Gambar 4.5. Model 2 dengan ukuran	48
Gambar 4.6. Model 3	49
Gambar 4.7. Model 3 dengan ukuran	49
Gambar 4.8. Model dengan pole depan	51
Gambar 4.9. Model <i>actual</i>	51
Gambar 4.10. Model <i>pole</i> dan planar	52
Gambar 4.11. Model mobil dengan <i>pole</i> tampak samping kiri dan kanan	52
Gambar 4.12. Model mobil dengan <i>pole</i> tampak depan dan atas	52
Gambar 4.13. Deformasi global simulasi tabrak depan	54
Gambar 4.14. Setelah simulasi tabrak depan	55
Gambar 4.15. Grafik Percepatan Pada Sumbu x	56
Gambar 4.16. Grafik Percepatan Pada Sumbu y	56
Gambar 4.17. Grafik Percepatan Pada Sumbu z	57
Gambar 4.18. Grafik Hasil Perhitungan ASI	57
Gambar 4.19. Grafik Percepatan Pada Sumbu x	58
Gambar 4.20. Grafik Percepatan Pada Sumbu y	59
Gambar 4.21. Grafik Percepatan Pada Sumbu z	59
Gambar 4.22. Grafik Hasil Perhitungan ASI	60
Gambar 4.23. Grafik Percepatan Pada Sumbu x	61
Gambar 4.24. Grafik Percepatan Pada Sumbu y	61
Gambar 4.25. Grafik Percepatan Pada Sumbu z	62
Gambar 4.26. Grafik Hasil Perhitungan ASI	63
Gambar 4.27. Perbandingan nilai max percepatan dengan kecepatan impact 40, 60, dan 80 km/jam	64
Gambar 4.28. Perbandingan nilai max ASI dengan kecepatan 40, 60, dan 80 km/jam	64
Gambar 4.29. Perbandingan nilai <i>max von mises stress</i>	65

DAFTAR NOTASI

\bar{a}_x	=	Percepatan kendaraan sumbu x (mm/ms^2)
\bar{a}_y	=	Percepatan kendaraan sumbu y (mm/ms^2)
\bar{a}_z	=	Percepatan kendaraan sumbu z (mm/ms^2)
\hat{a}_x	=	Percepatan ambang batas sumbu x (mm/ms^2)
\hat{a}_y	=	Percepatan ambang batas sumbu y (mm/ms^2)
\hat{a}_z	=	Percepatan ambang batas sumbu z (mm/ms^2)
g	=	Percepatan gravitasi (m/s^2)
δ	=	Perubahan waktu (s)
t	=	Waktu (s)



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penelitian ini di latar belakang oleh keinginan peneliti sebagai Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Medan Area dalam membangun sebuah rancangan moda transportasi mobil kecil. Peneliti ingin rancangan mobil kecil ini nantinya akan membawa nama baik Universitas Medan Area khususnya Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area dalam ajang pameran maupun ajang kompetisi *Shell Eco Maraton* yang menjadi ajang tahunan internasional.

Kecelakaan menjadi salah satu masalah yang sangat serius di dunia. Kecelakaan menjadi salah satu penyebab kematian di berbagai Negara, begitu banyak kecelakaan yang terjadi diberbagai daerah setiap tahunnya, seperti kecelakaan pada mobil. Kecelakaan mobil menjadi salah satu masalah serius di berbagai Negara, karena merupakan salah satu moda transportasi yang sering digunakan oleh masyarakat untuk berpergian, akibat dari kecelakaan tersebut menimbulkan luka fatal dan serius bagi penumpang serta pengemudi mobil.

Tabrakan pada kendaraan dapat mengakibatkan luka parah terhadap pengemudi maupun penumpang kendaraan. Dampak cedera ini dapat diukur. Pengukuran dampak cedera dimaksudkan untuk memastikan tingkat keselamatan minimum dalam kecelakaan parah. Pengukuran tersebut dapat dilakukan dengan analisis ASI (*Acceleration Severity Index*)

Tabrakan Frontal pada mobil menjadi salah satu penyumbang jatuhnya korban pada peristiwa kecelakaan. Tabrakan frontal sering kali terjadi dalam kasus kecelakaan lalu lintas yang melibatkan suatu kendaraan bermotor dengan pembatas jalan, tiang fasilitas jalan, dan juga pohon. Tingkat keparahan

kecelakaan jenis *frontal* lebih tinggi dibandingkan dengan kecelakaan jenis lainnya. Sekitar 10% kasus kecelakaan fatal disebabkan oleh dampak kecelakaan *frontal*.

Pabrikan mobil sekarang memasukkan berbagai perangkat dan fitur pada kendaraan yang mereka buat, termasuk kantong udara, dll. Meskipun begitu untuk memenuhi berbagai peraturan keselamatan industri dan pemerintah dan mengatasi kekhawatiran konsumen terhadap keselamatan, perlu dikembangkan metodologi evaluasi dan analisis yang efisien untuk memeriksa aspek keselamatan kendaraan. Uji tabrak adalah teknik yang umum digunakan untuk mengevaluasi kemampuan perlindungan bagi penumpang dan pengemudi kendaraan.

Pada perkembangan dunia otomotif sekarang ini, beriringan juga dengan berkembangnya dunia teknologi salah satunya yaitu teknologi simulasi, teknologi simulasi yang berhubungan dengan matematis dapat menurunkan biaya pengujian. Pengujian berbasis simulasi akan memprediksi apa yang akan terjadi pada kendaraan tanpa harus menggunakan model sebenarnya.

Keselamatan manusia terancam oleh kepadatan lalu lintas yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan mobil di seluruh dunia. Dalam mempertimbangkan ancaman tersebut, berbagai macam fitur keselamatan menjadi prioritas yang paling utama perusahaan manufaktur mobil sebagai tindakan pencegahan. Namun sayangnya, grafik korban akibat tabrakan atau kecelakaan kian meningkat.

Oleh karena itu, perlu dilakukannya pengujian untuk mengevaluasi dampak dari kecelakaan tersebut untuk mengurangi resiko bagi penumpang dan pengemudi mobil tersebut.

Berdasarkan dari latar belakang masalah tersebut maka penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul :“Pengujian Simulasi Tabrakan Depan Pada Mobil Kecil Dengan Kecepatan Yang Berbeda”

1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang masalah,maka diperoleh berbagai objek yang berhubungan pada penelitian ini di antaranya.

1. Bagaimana pengaruh ASI (*Acceleration Severity Index*) pada tabrakan depan mobil kecil pada model penuh ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian di perlukan untuk mengindari pembahasan atau pengkajian yang tidak terarah dan agar dalam pemecahan masalah dapat dengan mudah di laksanakan.Adapun batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Menjelaskan klasifikasi pengujian tabrakan pada kendaraan mobil
2. Membangun model mobil kecil yang dapat digunakan untuk simulasi tabrakan depan
3. Merekonstruksi pengujian tabrakan depan pada mobil kecil menggunakan perangkat lunak
4. Mengevaluasi pengaruh ASI (*Acceleration Severity Index*) pada tabrakan depan mobil kecil pada model penuh dengan pengaman tepi jalan

1.4 Hipotesis Penelitian

Pada pengujian simulasi tabrakan depan pada mobil kecil dengan kecepatan yang berbeda ini, diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dalam merancang sebuah struktur pada mobil kecil khususnya pada bagian depan, agar lebih aman bagi penumpang dan pengemudi. Karena pengujian simulasi ini dilakukan guna mengetahui dampak dari tabrakan depan pada mobil kecil dengan kecepatan yang berbeda.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Untuk memastikan tingkat keselamatan bagi pengemudi dan penumpang mobil pada saat tabrakan depan.
2. Untuk mengetahui ketahanan mobil kecil ketika terjadi tabrakan depan.
3. Untuk mengetahui pengaruh ASI (*Acceleration Severity Index*) pada tabrakan depan mobil kecil dengan kecepatan yang berbeda.
4. Dapat dijadikan acuan bagi peneliti yang sejenis, khususnya dalam pengujian simulasi tabrakan pada mobil kecil.
5. Untuk mengetahui perbandingan rekonstruksi dari hasil tabrakan depan mobil kecil dengan kecepatan yang berbeda

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengujian Simulasi

Sebelum merancang sebuah rancangan perlu dilakukannya pengujian terlebih dahulu, sebelum rancangan dibangun atau diproduksi. Dalam sebuah penelitian, pengujian merupakan proses yang akan selalu ada. Setiap peneliti akan melakukan pengujian terhadap setiap objek yang diteliti. Dengan melakukan pengujian para peneliti akan mengetahui hasil, kekurangan, kesalahan, dan data-data yang diperlukan pada objek yang diteliti. Menurut Roger S. Pressman, pengujian adalah serangkaian kegiatan yang dapat direncanakan sebelumnya dan dilakukan secara sistematis. Pengujian merupakan elemen dari pengembangan perangkat lunak yang disebut dengan *verification and validation testing (V&V)*.

Ada banyak jenis-jenis pengujian, dari beberapa jenis tersebut yaitu pengujian tabrakan dengan metode perangkat lunak simulasi, pengujian tabrakan dengan metode perangkat lunak simulasi dilakukan untuk mengetahui efek dari tabrakan yang terjadi tanpa harus menggunakan model sebenarnya. Pada penelitian ini dilakukan pengujian simulasi tabrakan depan pada mobil kecil dengan kecepatan yang berbeda, pengujian ini dilakukan menggunakan metode simulasi elemen hingga dengan menggunakan perangkat lunak *LS-DYNA* dan *SolidWork*.

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian pada komponen bagian depan pada mobil kecil, tujuannya untuk mengetahui seberapa parah dampak kerusakan pada bagian depan mobil kecil saat menabrak objek. Pengujian yang akan dilakukan yaitu dengan menggunakan perangkat lunak seperti *ANSYS*,

perangkat lunak *ANSYS* pada umumnya sering dipakai pada saat pengujian guna mempersingkat waktu dalam proses pengujian.

2.2.1 Pengujian tabrakan dengan kecepatan yang berbeda

Pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian tabrakan dengan kecepatan yang berbeda. Pengujian dengan kecepatan berbeda dilakukan untuk mendapatkan data efek dari tabrakan pada bagian depan mobil kecil dengan kecepatan yang berbeda sesuai dengan standar kecepatan keamanan berkendara. Pengujian ini dilakukan guna mengevaluasi dampak keparahan pada bagian depan mobil ketika terjadi tabrakan pada kecepatan yang berbeda.

2.2.2 Standar Kecepatan Berkendara

Dalam berkendara dengan kendaraan bermotor di jalan raya memiliki batas kecepatan keamanan yang sudah disesuaikan dengan kondisi dan lokasi jalan yang dilalui. Batas keamanan tersebut sudah tertulis dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia, Nomor. PM 111 Tahun 2015 Tentang Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan (Zheng and Qu 2001).

Batas kecepatan tersebut yaitu sebagai berikut:

- a. Paling rendah 60 km/jam dalam kondisi arus bebas dan paling tinggi 100 km/jam untuk jalan bebas hambatan.
- b. Paling tinggi 80 km/jam untuk jalan antar kota
- c. Paling tinggi 50 km/jam untuk kawasan perkotaan dan
- d. Paling tinggi 30 km/jam untuk kawasan permukiman.

2.2.3 Mekanisme Uji Tabrak Kendaraan

Ada berbagai macam mekanisme uji tabrak kendaraan, salah satunya yaitu uji tabrak kendaraan dengan penghalang (*barrier*). Uji tabrak kendaraan dengan *barrier* ini merupakan metode yang efektif untuk menganalisa

kekuatan struktur kendaraan apabila terjadi tabrakan. Berdasarkan *Society of Automotive Engineers* (SAE), tabrakan frontal antara kedua kendaraan ekuivalen dengan tabrakan antara kendaraan tunggal dengan *fixed rigid barrier concrete*. Keidentikan *barrier impact* dapat digunakan untuk menunjukkan dan mengevaluasi perilaku kendaraan sewaktu mengalami tabrakan dengan kendaraan lain.

Ekivalensi *barrier impact* ditentukan dengan tumbukan antara kendaraan dengan *barrier* dimana perubahan momentum atau energy yang diserap kendaraan sama dengan *collision* kendaraan dengan kendaraan. Dengan mengasumsikan bahwa setiap kendaraan yang mengalami *collision* memiliki deformasi plastis, maka dengan menggunakan prinsip kekekalan momentum akan didapatkan kecepatan ekuivalen *barrier impact* berdasarkan perubahan momentum antara kendaraan 1 dengan kendaraan 2.

2.2 Metode Simulasi

Simulasi dapat di artikan sebagai sisem rekayasa atau proses peniruan dari sesuatu yang nyata atau mendekati nilai sebenarnya. Simulasi merupakan sebuah sistem analisa yang dapat digunakan untuk membantu para peneliti dalam mengevaluasi atau mencari dampak dari suatu peristiwa tanpa harus (Nejad et al. 2020).

Menggunakan model dalam bentuk nyata atau sebenarnya. Pada tahun 1970-an produsen mobil memeperkenalkan pengujian tabrakan mobil yang melibatkan penghancuran fisik sebuah mobil untuk memeriksa kelayakannya .

Namun ketika teknologi muncul, simulasi komputer mulai digunakan sebagai pengganti penghancuran fisik kendaraan. Uji tabrakan mobil

menggunakan metode elemen hingga menjadi pengganti untuk pengujian sebelum melakukan pengujian yang sebenarnya karena dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan untuk pengujian ini (Fathalla et al. 2022).

Berdasarkan *Oxford American Dictionary* (1980) yang dikutip oleh Harrell, C., Ghosh, B. K., & Boyden, R (2004) didalam buku *Simulation Using Promodel* simulasi didefinisikan sebagai cara untuk mereproduksi kondisi situasi dengan menggunakan model, untuk pembelajaran, pengujian dan pelatihan (Wendy Wijaya and Joni Dewanto 2003).

Penelitian ini menggunakan metode simulasi untuk mensimulasikan tabrakan depan pada mobil kecil dengan kecepatan yang berbeda, penggunaan metode simulasi dalam penelitian ini yaitu untuk menekan biaya dalam proses pengujian, dikarenakan dalam proses pengujian tidak memerlukan model yang sebenarnya, model untuk pengujian bisa dibuat dengan menggunakan *software SolidWork* dan simulasi menggunakan *software LS-DYNA*.

Simulasi menggunakan perangkat lunak suatu pengujian sangat diperlukan untuk melihat hasil yang diuji sebelum melakukan pengujian secara real. Tujuan simulasi mulai dari penghemat biaya, mempersingkat waktu, dan sebagai data penunjang yang ada diharapkan mampu mempermudah dalam proses perbandingan yang pada akhirnya dapat memprediksi hasil akhir antara simulasi dan uji eksperimen (Rasid 2019). Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian simulasi dengan kecepatan yang berbeda menggunakan metode elemen hingga, dikarenakan metode ini sangat efektif dilakukan, karena dapat menghemat biaya.

Simulasi dapat menghemat biaya karena tidak perlu menggunakan model sebenarnya, karena jika menggunakan model yang sebenarnya akan memerlukan biaya yang lumayan besar.

2.3 ASI (*Acceleration Severity Index*)

ASI (*Acceleration Ceverity Index*) merupakan salah satu jenis pengukuran tingkat cedera pada penumpang saat terjadinya kecelakaan atau benturan yang terjadi pada kendaraan. ASI biasanya digunakan untuk sumulasi mengukur tingkat cedera pada penumpang kendaraan yang di ukur sesuai dengan kecepatan dan keparahan tubrukan kecelakaan tersebut. Nilai ASI dihitung untuk mengevaluasi tingkat cedera pada penumpang. Dari simulasi yang dilakukan dapat diketahui bahwa semkain tinggi kecepatan maka nilai ASI juga semakin meningkat (Nasution et al. 2009).

ASI (*Acceleration Ceverity Index*), adalah indikator keparahan penumpang non dimensi dihitung dari percepatan waktu rata- rata waktu orthogonal yang diukur selama peujian kecelakaan di pusat massa kendaraan yang menabrak. ASI dihitung dengan persamaan 1:

$$ASI = \max \left[\left(\frac{a_x}{\hat{a}_x} \right)^2 + \left(\frac{a_y}{\hat{a}_y} \right)^2 + \left(\frac{a_z}{\hat{a}_z} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

a_x = Nilai Percepatan sumbu x (m/s^2)

a_y = Nilai Percepatan sumbu y (m/s^2)

a_z = Nilai Percepatan sumbu z (m/s^2)

\hat{a}_x = Nilai rata-rata percepatan sumbu x (m/s^2)

\hat{a}_y = Nilai rata-rata percepatan sumbu y (m/s^2)

\hat{a}_z = Nilai rata-rata percepatan sumbu z (m/s^2)

$a_{x,y,x}$ adalah masing-masing dalam arah longitudinal, lateral dan vertical yang diukur dalam interval waktu yang ditentukan (50 milidetik), dan $\check{a}_{x,y,z}$ adalah nilai ambang batas yang sesuai untuk percepatan masing-masing komponen (Gabaeur & Gabler, 2005). Nilai penyebut untuk percepatan ambang batas komponen $\check{a}_{x,y,z}$ sebagaimana diadopsi dalam protocol uji Amerika Serikat dan Eropa (AASHTO, 2009 ; Komite Eropa untuk Standarisasi, 2010a) masing-masing adalah $\check{a}_x = 12g, \check{a}_y = 9g$ dan $\check{a}_z = 10$ (g = percepatan gravitasi) (Burbridge and Troutbeck 2017).

2.4 Tabrakan *Frontal* (Depan)

Kecelakaan lalu lintas menjadi masalah besar bagi setiap Negara, kecelakaan lalu lintas terus meningkat setiap tahunnya, di Indonesia sendiri, Berdasarkan data dari Korlantas Polri yang dipublikasikan oleh Kementerian Perhubungan, angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia mencapai 10.028 kasus pada tahun 2020 dan mengalami peningkatan menjadi 103.645 kasus pada tahun 2021. Jumlah peningkatan tersebut begitu tinggi. Kasus kecelakaan yang terjadi pada tahun 2021 telah menewaskan 25.266 korban jiwa.

Dari percobaan para peneliti sebelumnya diperoleh bahwa manusia masih mampu menahan gaya ke depan akibat percepatan sebesar 30G pada waktu 0.02 menit. Menyatakan hasil risetnya bahwa kecelakaan yang paling fatal yang memiliki efek yang besar terhadap keselamatan penumpang dan pengemudi yaitu pada saat terjadinya tabrakan dengan arah frontal. Dan peneliti menyimpulkan kematian sering terjadi pada saat tabrakan yang tegak lurus. Sekitar 10% dari

tabrakan yang mengakibatkan kematian disebabkan oleh tabrakan *frontal* (Basjaruddin et al. 2015).

Tabrakan frontal atau tabrakan depan menjadi tabrakan yang sangat berbahaya, sebelum terjadi tabrakan, penumpang dan kendaraan bergerak dengan kecepatan yang sama, setelah terjadi tabrakan frontal antara penumpang dan kendaraan terjadi gerakan relative, yang akhirnya menyebabkan benturan antara penumpang dengan interior kendaraan.

Diambil dari hasil kesimpulan penelitian analisa gerak penumpang pada tabrakan frontal dengan menggunakan simulasi *computer*. Tabrakan *frontal* cenderung untuk memberikan gerakan penumpang yang besar, dikarenakan momentum yang terjadi besardan terjadi pada titik sumbu longitudinal sebagai titik paling keritis dari kerusakan kepada kendaraan, yaitu momentum yang diterima oleh kedua kendaraan yang bertabrakan dengan arah frontal yang cukup besar dan terjadi tumbukan lenting tidak sempurna (Wendy Wijaya and Joni Dewanto 2003).

2.5 Mobil Kecil

Mobil kecil menjadi salah satu model kendaraan yang sekarang ini banyak diproduksi oleh beberapa industri otomotif, dikarenakan bentuk mobil yang begitu simple dan menarik banyak orang tertarik untuk memilikinya, pada perkembangan era teknologi sekarang ini beberapa industri otomotif memasok tenaga listrik kedalam mobil kecil yang menjadi penambah daya tarik setiap konsumen dikarenakan mobil kecil sudah ramah lingkungan.

Mobil yaitu suatu kendaraan roda empat yang digerakkan dengan tenaga mesin dengan menggunakan bahan bakar bensin atau solar yang mempunyai

bentuk tertentu. Mobil merupakan salah satu alat transportasi yang banyak digunakan oleh setiap manusia didunia. Perkembangan mobil dizaman sekarang ini semakin bersaing, karena perkembangan yang begitu pesat, konsumen harus mengetahui mana mobil yang termasuk dalam katagori mobil yang paling baik dan tepat digunakan sesuai dengan kebutuhan (Nouvel 2015).

Terlepas dari fungsi dan berbagai macam jenis dari mobil, dalam perkembangan teknologi otomotif menjadikan kenyamanan dan keamanan sebagai faktor utama utuk konsumen, selain dari kehandalan yang ditawarkan dari mesin-mesin mobil itu sendiri. Hal tersebut tentu menjadi motivasi bagi setiap industri-industri untuk menghasilkan produk-produk yang berkualitas. Faktor keamanan dan kenyamanan pada kendaraan roda empat harus terjamin dan menjadi factor utama baik secara langsung mau pun tidak langsung (Aritonang, Wulanuari, and Pertahanan n.d.).

Mobil kecil biasanya hanya menggunakan mesin dengan kapasitas 1000 cc atau bahkan dibawahnya. Hal ini dilakukan karena mobil ini tidak membutuhkan mesin yang besar. Dengan menggunakan mesin dengan kapasitas 1000 cc membuat konsumsi bahan bakarnya menjadi lebih irit sehingga cocok untuk digunakan dalam kegiatan sehari-hari apalagi di jalanan kota yang sering macet (Setiyo et al. 2020).

2.5.1 Komponen Kendaraan

Dalam melakukan analisa tabrakan depan, komponen kendaraan yang paling penting yaitu struktur *body* kendaraan (*chassis*) dan sistem pada stang kemudi. Karena kedua komponen ini berhubungan langsung dengan proses terjadinya tumbukan pada saat terjadinya tabrakan. Struktur *body* berhubungan langsung dengan penyerapan energi mekanik terutama pada struktur bodi bagian

depan mobil dan sistem kemudi yang dianalisis langsung perpindahannya sesuai dengan standard yang ada pada saat terjadinya tabrakan depan.

1. Struktur Bodi

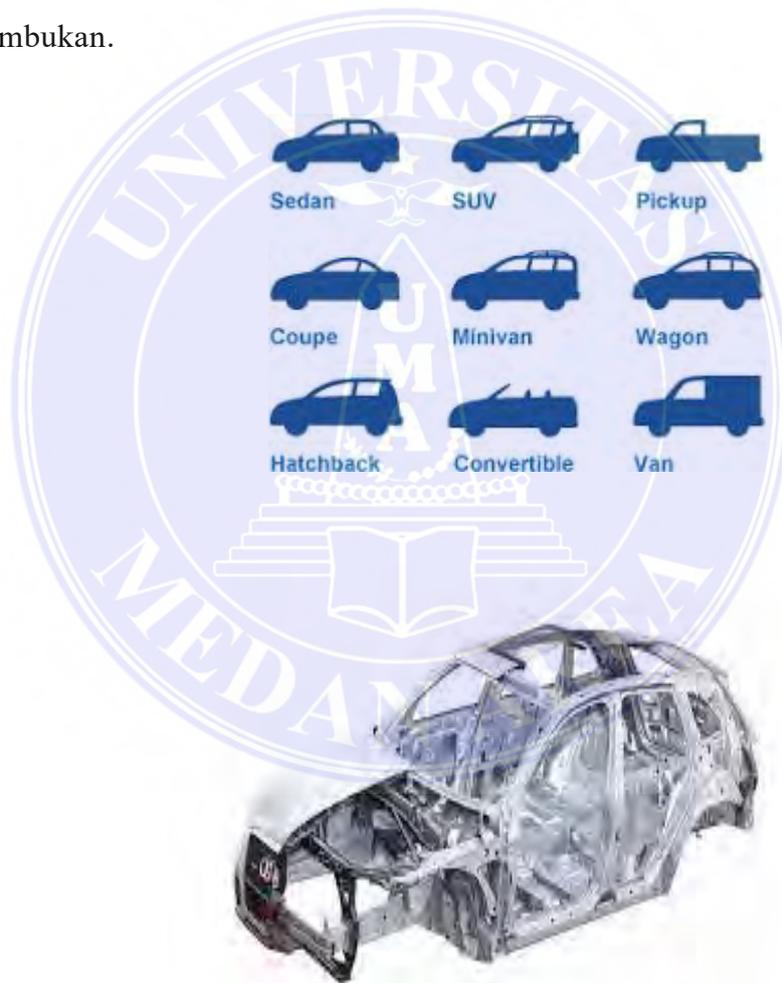
Bodi adalah bagian kendaraan yang dibentuk sedemikian rupa, pada umumnya terbuat dari bahan logam (*stell plate*) yang tebalnya antara 0,6 mm – 0,9 mm sebagai tempat penumpang ataupun barang. Sedangkan chassis adalah bagian dari kendaraan yang berfungsi sebagai penopang bodi (Buntarto 2015).

Komponen bodi dan chassis merupakan komponen yang memberi rasa aman dan nyaman bagi penumpang saat berkendara. Satu kegunaan bodi dan *chassis* yang paling penting sebenarnya adalah untuk melindungi penumpang agar tidak terluka saat terjadi kecelakaan. Komponen bagian depan bodi harus mampu menyerap *energy* tumbukan yang datang dari depan sebanyak-banyaknya sehingga penumpang aman (S.Nyoman 2001).

Struktur bodi kendaraan penumpang dan barang pada umumnya terdiri dari 3 bagian utama yaitu : bagian rangka, bagian bodi, dan bagian depan kendaraan. Namun tidak jarang kendaraan didesain tidak memiliki bagian depan kendaraan karena kebutuhan penggunaan agar lebih gesit terutama kendaraan yang berfungsi membawa beban yang lebih berat dibagian belakang, misalnya: bus, *pickup*, dan lain sebagainya. Bodi biasanya terbuat dari pelat dengan ketebalan antara 0.76 mm sampai 1.02 mm. Struktur bodi memberikan tiga per empat dari kekakuan kendaraan terhadap bending dan torsi. Dengan demikian bodi dengan strukturnya secara lengkap adalah struktur utama kendaraan dalam member kekakuan atau ketahanan kendaraan terhadap benturan atau tumbukan. Jika terjadi tabrakan pada kendaraan, kekuatan struktur bodi lah yang meminimalkan kerusakan yang terjadi pada ruang

penumpang. Struktur bodi secara keseluruhan harus mampu menyerap energi tumbukan yang cukup besar sehingga *energy* tumbukan tidak membahayakan penumpang.

Struktur rangka (*frame*) merupakan bagian penguat utama dari struktur bodi dan juga merupakan penopang tempat duduk dari mesin, transmisi suspense, penyalur daya dan aksesoris lain. Pada saat terjadi tabrakan, struktur rangkalah yang mengambil porsi terbesar dalam menyerap *energy* tabrakan atau tumbukan.



Gambar 2.1. Beberapa Tipe Struktur Bodi dan *Chassis* Kendaraan.

2. Sistem Kemudi Kendaraan

Power steering merupakan peralatan pada sistem kemudi kendaraan agar gaya untuk membelokkan roda menjadi lebih ringan. Peralatan ini dikembangkan

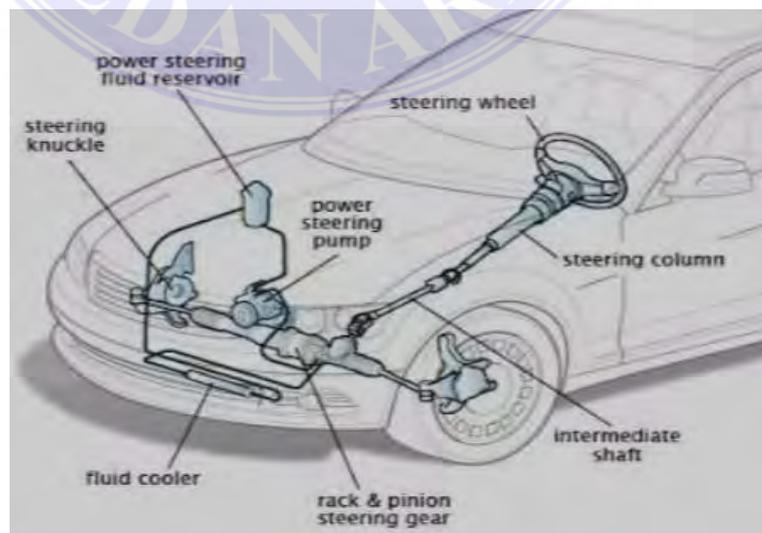
ketika daya angkut kendaraan semakin besar dan diperlukan gaya untuk membelokkan kemudi yang semakin besar pula (Wendy Wijaya and Joni Dewanto 2003).

Komponen utama sistem kemudi terdiri dari *steering coloumn*, *steering gear*, dan *steering linkage*. *Steering gear* tidak hanya berfungsi sebagai untuk mengarahkan roda depan, namun dalam waktu bersamaan juga berfungsi sebagai gigi reduksi untuk meningkatkan momen agar kemudi menjadi ringan.

Biasanya perbandingan steerig gear yang di pergunakan antara 18 sampai 20 :

1. Perbandingan yang semakin besar akan menyebabkan kemudi semakin ringan, akan tetapi jumlah putarannya bertambah banyak untuk sudut belok yang sama.

Komponen *steering linkage* terdiri dari *rod* dan *arm* yang meneruskan tenaga gerak dari *steering gear* ke roda depan. *Steering linkage* untuk suspensi independen terdiridari sepasang *tie rod* yang disambungkan dengan *relay rod*. Satu pipa dipasang diantara *tie rod* dan *tie rod end* untuk menyatel panjangnya *rod*.



Gambar 2.2. Stang Kemudi Pada Kendaraan.

2.6 Penelitian Terdahulu

2.6.1. Efek Tabrakan Pada Kendaraan

Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan Muhammad Nanang Prayudyanto, Dkk (Juni 2022), yang berjudul Efek Tabrakan Pada Kendaraan Bus Sebagai Dasar Pengembangan Sistem Peringatan Dini Terjadinya Kecelakaan Lalu Lintas. Penelitian tersebut berisikan tentang kajian efek *crash* kecelakaan terhadap moda transportasi, efek *crash* yang dikaji yaitu terhadap crash depan-depan dan crash samping yang dianalisa menggunakan perangkat lunak *ANSYS 2021 RI Academic* dan *Solidworks* untuk membuat desain model bus. Tujuan dari penelitian tersebut adalah mendapatkan karakteristik mendasar seperti tegangan, deformasi dan *energy summary* pada bodi bus saat terjadi tabrakan pada kecepatan yang berbeda. Hasil dari penelitian tersebut yaitu semakin tinggi kecepatan bus maka semakin tinggi tegangan pada bodi bus terutama pada bagian bus yang kontak langsung pada objek tumbukan. Dan akhirnya dihasilkan nilai dari deformasi arah sumbu z maksimum pada kecepatan 90 km/jam yaitu sebesar 3,06 m dan deformasi minimum dihasilkan pada kecepatan 40 km/jam sebesar 0,42 m. Nilai deformasi total maksimum dihasilkan pada kecepatan 90 km/jam yaitu sebesar 3,05 m dan deformasi minimum pada kecepatan 30 km/jam sebesar 0,42 m. Nilai tegangan tertinggi dihasilkan pada kecepatan 90 km/jam yaitu sebesar $5,42 \times 10^9$ Pa, nilai tegangan terkecil terdapat pada kecepatan 30 km/jam yaitu sebesar $1,9 \times 10^6$ Pa (Roy Waluyo ,Budi Hartono 2022).

Dari penelitian tersebut ditarik benang merah yaitu melakukan penelitian yang sesuai dengan menggunakan media mobil kecil empat penumpang untuk mengetahui efek dari tabrakan depan kepada keselamatan penumpang dan

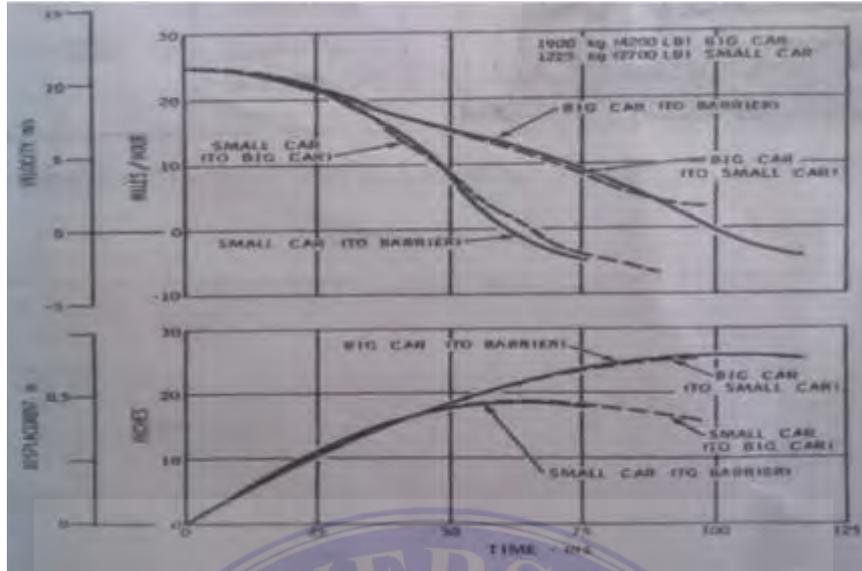
pengemudi, pada kecepatan yang berbeda untuk mendapatkan hasil dari nilai – nilai yang diinginkan sesuai standart keamanan berkendara.

Dalam melakukan penelitian ini memerlukan berbagai referensi dari penelitian-penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Beberapa dari penelitian tersebut yang akan dijabarkan antara lain yaitu penelitian mengenai perbandingan pengujian tabrakan mobil kecil dengan barrier atau pembatas jalan dan tabrakan dengan kendaraan lain, dengan menggunakan metode elemen hingga untuk analisa *collision*.

2.6.2. Perbandingan pengujian tabrakan antara kendaraan dengan barrier dan kendaraan dengan kendaraan.

Berdasarkan kutipan dari *Society of automotive Engineers (SAE)* tabrakan *frontal* antara kedua kendaraan ekivalen dengan tabrakan antara kedua kendaraan tunggal dengan *fixed rigid barrier concrete (Finite element analysis—theory and application with ANSYS 1999)*.

Dapat dilihat dari tiga studi kasus, tabrakan kendaraan kecil memiliki durasi yang paling kecil dan tabrakan kendaraan berat dengan barrier memiliki durasi yang paling lama. Perbandingan hasil dari penelitian tabrakan kendaraan dengan barrier dan tabrakan kendaraan dengan kendaraan dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 2.3. Grafik kecepatan dan perpindahan selama uji tabrakan kendaraan.

2.6.3 Klasifikasi standar keamanan berkendara

Pada studi di atas dapat dilihat, kendaraan berat dengan kendaraan kecil memiliki durasi tidak lebih lama dibandingkan kendaraan berat dengan barrier maupun tidak lebih kecil durasinya dibandingkan kendaraan kecil terhadap barrier.

Ada berbagai macam jenis standar keamanan yang digunakan, salah satunya yaitu *Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS)*. FMVSS dapat diklasifikasikan kedalam empat jenis yaitu:

1. FMVSS 201-205, 208, 210, 212, 214, 216 yaitu standar untuk mengurangi terjadinya luka-luka.
2. FMVSS 205, 206, 212 yaitu standar untuk mengurangi kemungkinan penumpang terlempar dari kendaraan.
3. FMVSS 207, 210 yaitu standar untuk menyakinkan kekuatan dan keamanan pada komponen.
4. FMVSS yaitu standar untuk meminimalkan resiko kebakaran.

Pada penelitian yang akan dilakukan ini untuk uji tabrakan akan menggunakan FMVSS 204. FMVSS yaitu aturan tentang keamanan batang dan

lingkar kemudi agar pengemudi tidak terluka saat terjadi tabrakan. Standar FMVSS ini mensyaratkan bahwa jika kendaraan penumpang, truck atau bus yang memiliki berat kotor sebesar 10000 kg atau dibawahnya dan kendaraan tidak bermuatan dengan berat 2.496 atau dibawahnya, jika ditabrakan ke beton *massive* dengan kecepatan 48 km/jam maka lingkar kemudi tidak boleh mundur melebihi 127 mm pada sumbu horizontal dari kendaraan tersebut (Fakhri and Sutantra 2019).

2.6.4 Penggunaan Metode Elemen Hingga

Simulasi tabrakan dengan menggunakan perangkat lunak elemen hingga menawarkan kemungkinan untuk memodelkan dan mensimulasikan suatu perilaku tabrakan dengan biaya yang lebih rendah dari pada melakukan pengujian pada model yang sebenarnya dimana kendaraan harus ditabrakkan secara langsung.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.2 Tempat

Penelitian ini di laksanakan di Laboratorium Teknik Mesin, Kampus 1 Universitas Medan Area, Jl.H.Agus Salim Siregar, Kenangan Baru, Kec.Medan Tembung, Kabupaten Deli Serdang, Sumatra Utara. Dengan menggunakan beberapa fasilitas yang di sediakan oleh laboratorim.

3.1.2 Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2022, dengan deatail jadwal tugas akhir seperti terlihat pada table 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Jadwal Tugas Akhir

Aktifitas	2022		2023 - 2024					
	Nov	Des	Bulan					
			Jan - Apr	Mei	Juni - Jan	Feb - Mar	Apr - Agust	
Pengajuan Judul								
Penulisan Proposal								
Seminar Proposal								
Persiapan Alat dan Bahan								
Pembuatan Geometri								
Simulasi Tabrakan								
Analisa Data								
Seminar Hasil								
Sidang Sarjana								

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Alat Penelitian

1. *Workstation*

Workstation yaitu perangkat komputer yang yang berspesifikasi tinggi yang dimanfaatkan untuk pekerjaan berat, seperti perhitungan ilmiah atau bidang teknik. Perangkat ini juga memanfaatkan jaringan untuk menghubungkannya dengan *computer server*. Pada umumnya *workstation* diperuntukkan dalam kebutuhan desain grafis, pengelolaan grafis, manajemen data, keperluan rendering. *Workstation* sangat cocok digunakan dalam mengerjakan simulasi dalam mode 3D.

Workstation sangat berperan penting dalam mengerjakan penelitian ini, workstation digunakan untuk menjalankan software seperti *SolidWork* dan *LS-DYNA*. Gambar 3.1 adalah salah satu jenis dari workstation yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3.1. *Workstation*

2. *Software SolidWorks*

SolidWorks merupakan salah satu *CAD software*, desain permodelan solid dan aplikasi rekayasa berbantuan computer yang dibuat oleh *Dassault Systemes*. *SolidWorks* digunakan untuk merancang part permesinan dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan part sebelum *real part* tersebut dibuat. Dengan menggunakan *solidworks* kita dapat membuat sebuah desain sketsa 2D suatu part dan dapat diubah menjadi 3D. Saat ini banyak duna indudtri manufaktur yang telah menggunakan *software solidworks*. *Solidworks* juga memiliki fitur animasi yang dapat digunakan untuk membuat analisis sederhana untuk melakukan suatu penelitian, dalam penelitian ini *solidworks* digunakan dalam membuat rancangan mobil kecil untuk pengujian tabrakan. Digambar 3.3 ini merupakan gambar dari *software solidworks* yang akan digunakan dalam penelitian ini.

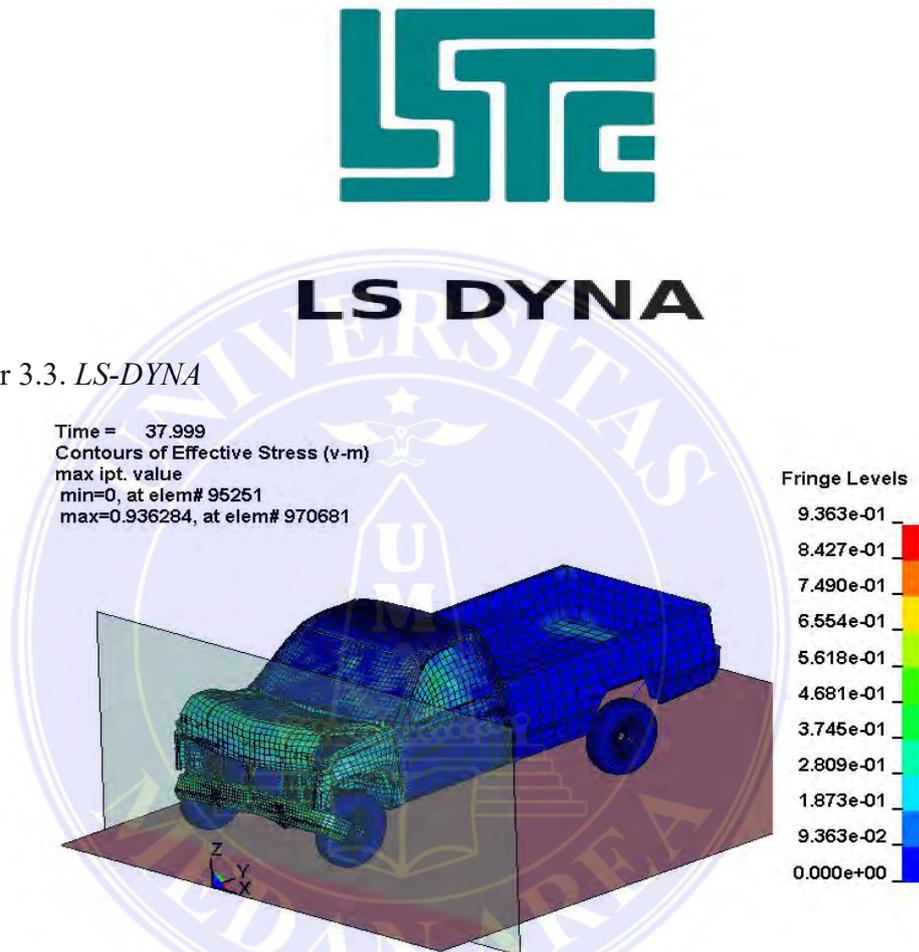


Gambar 3.2. Animasi Pengujian Tabrakan Depan Pada Mobil Menggunakan *Software SolidWorks*

3. *Software LS-DYNA*

LS-DYNA merupakan perangkat lunak simulasi dan analisa, yang diaplikasikan untuk sebuah pengujian seperti uji jatuh, tabrakan dan crash, dampak dan penetrasi, dan keselamatan pengguna. *LS-DYNA* digunakan dalam membuat perhitungan banyak masalah dunia yang kompleks, dengan *LS-DYNA* kita dapat membuat berbagai jenis simulasi tanpa harus melakukannya secara nyata untuk memperoleh data yang diinginkan dalam penelitian, *LS-DYNA* banyak

digunakan dalam dunia industri proses manufaktur. Dalam penelitian ini software *LS-DYNA* digunakan untuk membuat simulasi tabrakan pada mobil Gambar 3.4, 3.5 menunjukkan software *LS-DYNA* yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3.3. *LS-DYNA*

Gambar 3.4. Simulasi Tabrakan Depan Pada Mobil Menggunakan *LS-DYNA*

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode simulasi dengan menggunakan perangkat lunak ls-dyna, lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.5.1.

3.3.1 Studi Literatur

Melakukan studi literatur atau studi pustaka yang didapat dari buku-buku atau jurnal yang berhubungan dengan proses simulasi tabrakan. Serta langkah-langkah penyelesaian masalah dengan menggunakan pendekatan simulasi, dan juga penelitian sebelumnya tentang tabrakan depan pada mobil dengan menggunakan pendekatan simulasi.

3.3.2 Persiapan Bahan dan Alat

Melakukan persiapan bahan dan alat yang akan digunakan dalam proses penelitian

3.3.3 Pemodelan Geometri

Memodelkan geometri 3D sebuah mobil kecil kapasitas empat penumpang dengan *software solidworks*, yang kemudian akan dilakukan uji tabrak depan.

3.3.4 Simulasi Tabrakan Depan

Simulasi pengujian tabrakan samping mobil kecil kapasitas empat penumpang dengan *software LS-DYNA*.

3.3.5 Analisa Data

Analisa Data merupakan hasil eksperimen-eksperimen dan running simulasi yang dilakukan. Setelah melakukan pengujian simulasi tabrakan dengan kecepatan yang berbeda, maka selanjutnya dilakukan analisis data yang diperoleh dari pengujian yang telah dilakukan, kemudian barulah ditarik kesimpulan.

3.4 Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi

Populasi dalam konteks penelitian ini mencakup semua mobil kecil yang digunakan di jalan raya yang berpotensi mengalami tabrakan depan. Secara lebih

spesifik, populasi dalam penelitian ini terdiri dari 3 model mobil kecil yang dibuat berdasarkan mobil kecil yang beredar di pasaran, baik yang diproduksi oleh produsen mobil domestik maupun internasional.

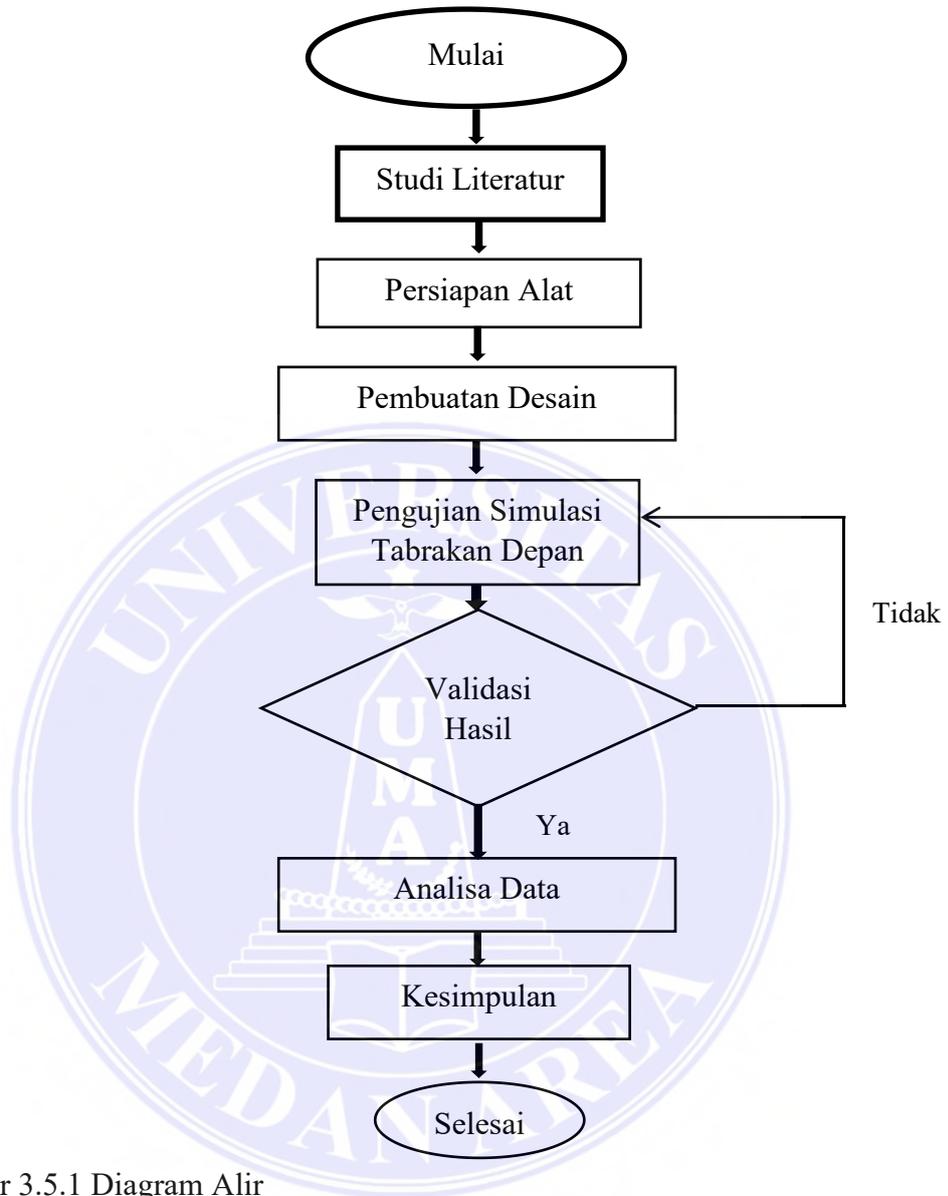
3.4.2 Sampel

Pemilihan sampel dilakukan berdasarkan kriteria spesifik, termasuk jenis kendaraan yang merupakan mobil kecil. Adapun sampel dalam penelitian ini adalah mobil kecil berkapasitas empat penumpang. Sampel ini akan mencakup representasi dari berbagai merek dan model mobil kecil untuk memastikan hasil penelitian dapat digeneralisasikan.

3.5 Prosedur Kerja

Penelitian ini dimulai dengan pembuatan beberapa model mobil kecil beserta spesifikasinya. Kemudian, setelah validasi model, berbagai skenario tabrakan depan dengan variasi kecepatan 40 km/jam, 60 km/jam, dan 80 km/jam disimulasikan. Data dari simulasi ini dianalisis untuk menilai deformasi, percepatan, tegangan, dan menghitung nilai ASI (Acceleration Severity Index). Hasil tersebut kemudian dibandingkan dan dianalisis untuk mengevaluasi dampak keparahan tabrakan.

3.5.1 Diagram Alir



Gambar 3.5.1 Diagram Alir

BAB V **SIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Simpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian yang berjudul pengujian simulasi tabrakan depan pada mobil kecil dengan kecepatan yang berbeda, maka diperoleh hasil kesimpulan:

1. Klasifikasi Pengujian Tabrakan kendaraan mobil kecil telah selesai dibuat, hasil klasifikasi terbagi menjadi dua yaitu tabrakan depan secara eksperimental dan secara virtual.
2. Hasil membangun model mobil kecil telah berhasil dibuat dengan membuat tiga model dengan berat model berkisar antara 425 – 700 kg.
3. Rekonstruksi pengujian tabrakan depan telah berhasil dibuat dengan menggunakan pilar di bagian depan dan jarak mobil dengan pilar adalah 666,52 mm.
4. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan pengaruh ASI (Acceleration Severity Index) terhadap tabrakan dengan variasi kecepatan 40, 60, dan 80 km/jam, dapat dilihat bahwa dalam tabrakan depan belum mendekati bahaya dikarenakan nilai ASI yang di dapat dibawah batas aman yang tidak menimbulkan kerusakan yang cukup parah pada kendaraan dan tidak mengakibatkan cedera serius pada penumpang.

5.2. Saran

Adapun saran yang diberikan penulis pada penelitian selanjutnya tentang pengujian simulasi tabrakan depan pada mobil kecil dengan kecepatan yang berbeda yaitu peneliti selanjutnya diharapkan mengkaji lebih banyak lagi referensi yang terkait dengan suatu pengujian simulasi pada kendaraan agar peneliti mendapat informasi yang lebih banyak lagi.



DAFTAR PUSTAKA

- Aritonang, Sovian, Putri Herdiyana Wuluanuari, and Universitas Pertahanan. "Analisis Kerusakan Yang." : 17–33.
- Basjaruddin, Noor Cholis, Didin Saefudin, Ganda Putra, and Kata Kunci. 2015. "Simulasi Per Angkat Ker as Sistem Penghindar Tabr Akan Fr Ontal Ber Basis Logika Fuzzy." : 124–29.
- Buntarto. 2015. Pengenalan bodi otomotif. Yogyakarta.
- Burbridge, Andrew, and Rod Troutbeck. 2017. "A Desktop Model for Computing Acceleration Severity Index (ASI) for Rigid Barrier Impacts as a Function of Impact Configuration." *2017 Australasian Road Safety Conference (2012)*: 10–13. <https://eprints.qut.edu.au/114363/>.
- Dhana, Ryzqy Kumara, and Julendra Bambang Ariatedja. 2021. "Analisis Kekuatan Body Terhadap Impact Pada Mobil Flood Rescue Vehicle Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga." *Jurnal Teknik ITS* 9(2): 311–16.
- Fakhri, Dwi Dani Aufar, and I Nyoman Sutantra. 2019. "Analisis Kekuatan Chassis Terhadap Impact Pada Kendaraan Bus Mitsubishi FUSO FE 84G BC Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga." *Jurnal Teknik ITS* 8(1).
- Fathalla, Abdulla Sherif Mahmoud, Ali Akhavan Farid, Reza Moezzi, and Seyed Saeid Rahimian Kolor. 2022. "A Numerical Study of the Effect of Bolt Thread Geometry on the Load Distribution of Continuous Threads." *Journal of Engineering Research (Kuwait)* 10(2 B): 158–73.
- "Finite Element Analysis—Theory and Application with ANSYS." 1999. *Minerals Engineering* 12(8): 992–93.
- Hernando, David Valladares et al. 2021. "Numerical Simulation of a Semitrailer's Lateral Protection System against Car Frontal Crash." *Transportation Research Procedia* 58(2019): 238–45. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.11.033>.
- Nasution, Rahmad P, Rakhmad A Siregar, Khairul Fuad, and Abdul H Adom. 2009. "The Effect of ASI (Acceleration Severity Index) to Different Crash Velocities." *Proceedings of International Conference on Applications and Design in Mechanical Engineering (ICADME)* (October): 11–13. [http://dspace.unimap.edu.my/xmlui/bitstream/handle/123456789/7212/The Effect of ASI %28Acceleration Severity Index%29 to.pdf?sequence=1](http://dspace.unimap.edu.my/xmlui/bitstream/handle/123456789/7212/The%20Effect%20of%20Acceleration%20Severity%20Index%20to.pdf?sequence=1).
- Nejad, Ali Farokhi et al. 2020. "Using Finite Element Approach for Crashworthiness Assessment of a Polymeric Auxetic Structure Subjected to the Axial Loading." *Polymers* 12(6).
- Nouvel, Ahmad. 2015. "Klasifikasi Kendaraan Roda Empat Berbasis Knn." *Bianglala Informatika* 3(2): 66–69.
- Rasid, H Al. 2019. "Simulasi Kekuatan Material Komposit Banana Fiber." *Austenit* 11(1): 1–5.
- Roy Waluyo ,Budi Hartono, Muhammad Nanang Prayudyanto. 2022. "Efek Tabrakan Pada Kendaraan Bus Sebagai Dasar Pengembangan Sistem Peringatan Dini Terjadinya Kecelakaan Lalu Lintas." *Jurnal Penelitian Transportasi Darat* 24(1): 1–10.
- S.Nyoman. 2001. *Teknologi Otomotif: Teori Dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.
- Setiyo, Muji et al. 2020. "Feasibility Study on Small Cars as an Alternative to

Conventional Fleets Due to Low Occupancy: Case Study in Indonesia.” *Heliyon* 6(1).

Wendy Wijaya, and Joni Dewanto. 2003. “Karateristik Perolehan Gaya Dorong Power Steering Pada Sistem Kemudi Kendaraan.” *Jurnal Teknik Mesin* 5(1): 16–21. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/15967>.

Zheng, S. Z., and G. R. Qu. 2001. “Compound Boundary Value Problem for N-Analytic Functions.” *Beifang Jiaotong Daxue Xuebao/Journal of Northern Jiaotong University* 25(3): 37.

