

# **PENGUJIAN SIMULASI TABRAKAN SAMPING PADA MOBIL KECIL DENGAN KECEPATAN YANG BERBEDA**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**CHANDRA PRAYUDA  
198130044**



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

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/11/24

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

**HALAMAN JUDUL**

**PENGUJIAN SIMULASI TABRAKAN SAMPING  
PADA MOBIL KECIL DENGAN KECEPATAN YANG  
BERBEDA**

**SKRIPSI**

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

**Oleh:**

**CHANDRA PRAYUDA  
198130044**

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

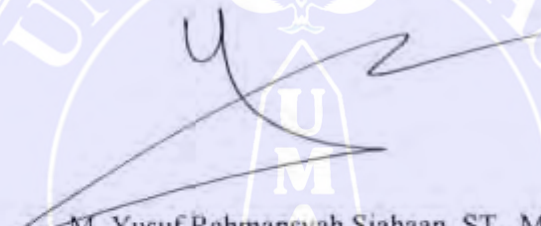
Document Accepted 11/11/24

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

## PALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal	- Pengujian Simulasi Tabrakan Samping Pada Mobil Kecil Dengan Kecepatan Yang Berbeda
Nama Mahasiswa	Chandra Prayuda
NIM	198130044
Fakultas	Teknik

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing



M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST., MT  
Pembimbing



M. H. Satriatno, ST., MT  
Dekan



D. S. K. Prodi, ST., MT  
Dekan

Tanggal Lulus : 29 Juli 2024

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian - bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, 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, 30 Mei 2024

METERAI  
TEMPLE  
ID1ALX218124234

Chandra Prayuda  
198130044

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

---

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

Nama : Chandra Prayuda

NPM : 198130044

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

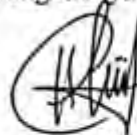
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive- free right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **PENGUJIAN SIMULASI TABRAKAN SAMPING PADA MOBIL KECIL DENGAN KECEPATAN YANG BERBEDA.**

Beserta perangkat yang ada (jika di perlukan). Dengan hak bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini buat dengan sebenarnya.

Di buat di : Medan  
Pada tanggal : 30 Mei 2024  
Yang menyatakan



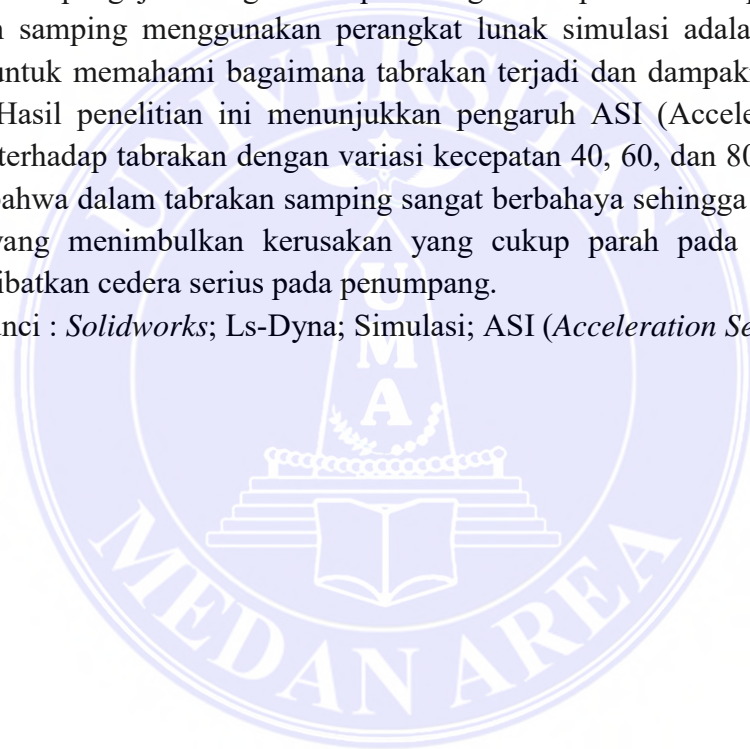
(Chandra Prayuda)



## ABSTRAK

Pengujian tabrakan pada sebuah mobil sangat diperlukan dalam mengantisipasi cedera dan memberikan keselamatan penumpang dalam berkendara agar tidak terjadi kecelakaan, uji tabrakan sangat diperlukan dalam moda transportasi untuk mengantisipasi cedera pada penumpang saat terjadi kecelakaan. Penelitian ini dilakukan dengan metode simulasi dengan bantuan perangkat lunak (*software*), dalam hal ini menggunakan *software solidworks* untuk membuat model 3 dimensi dan kemudian menguji tabrakan samping secara simulasi menggunakan *software* Ls-Dyna yang bertujuan untuk mengetahui tingkat keparahan yang terjadi ketika sebuah mobil kecil mengalami sebuah kecelakaan dari arah samping. Dari hasil analisis pengujian simulasi menggunakan bantuan *software* Ls-Dyna didapatkan sebuah hasil pengujian dengan cara perhitungan komputer. Kesimpulan pengujian tabrakan samping menggunakan perangkat lunak simulasi adalah metode yang efektif untuk memahami bagaimana tabrakan terjadi dan dampaknya pada mobil kecil. Hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh ASI (Acceleration Severity Index) terhadap tabrakan dengan variasi kecepatan 40, 60, dan 80 km/jam, dapat dilihat bahwa dalam tabrakan samping sangat berbahaya sehingga ASI nya sangat tinggi yang menimbulkan kerusakan yang cukup parah pada kendaraan dan mengakibatkan cedera serius pada penumpang.

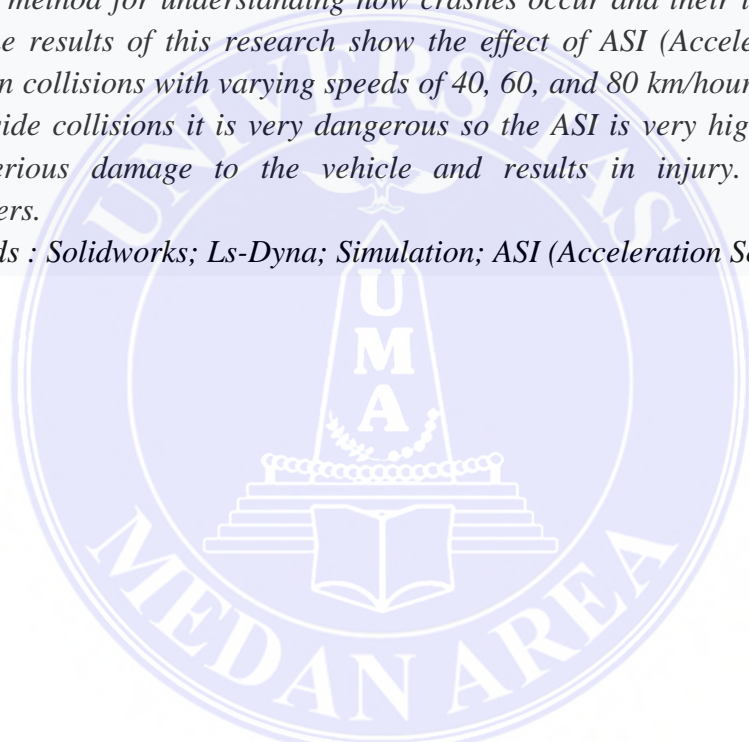
Kata Kunci : *Solidworks*; Ls-Dyna; Simulasi; ASI (*Acceleration Severity Index*)



## ABSTRACT

*Crash testing on a car is very necessary in anticipating injury and providing safety for passengers while driving so that accidents do not occur. Crash testing is very necessary in modes of transportation to anticipate injury to passengers when an accident occurs. This research was carried out using a simulation method with the help of software, in this case using Solidworks software to create a 3-dimensional model and then testing side collisions in a simulated manner using Ls-Dyna software which aims to determine the level of severity that occurs when a small car experiences a sideways accident. From the results of the simulation test analysis using the Ls-Dyna software, a test result was obtained using computer calculations. Conclusion Side crash testing using simulation software is an effective method for understanding how crashes occur and their impact on small cars. The results of this research show the effect of ASI (Acceleration Severity Index) on collisions with varying speeds of 40, 60, and 80 km/hour. It can be seen that in side collisions it is very dangerous so the ASI is very high which causes quite serious damage to the vehicle and results in injury. serious about passengers.*

*Keywords : Solidworks; Ls-Dyna; Simulation; ASI (Acceleration Severity Index)*



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kuta Baru, pada tanggal 15 Agustus 1999 dari pasangan dari Ayah Ngatiran dan Ibu Supriyati. Penulis merupakan putra pertama dari empat bersaudara.

Pada tahun 2017 Penulis Lulus dari SMK Negeri 2 Tebing Tinggi. Pada tahun 2019 penulis terdaftar menjadi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis melaksanakan program kampus mengajar angkatan 2 di SD Negeri 106841 Pematang Pulau yang beralamat di Desa Naga Kisar, Kec. Pantai Cermin, Kab. Serdang Bedagai, Prov. Sumatera Utara selama enam bulan. Selama berada di bangku kuliah, penulis aktif mengikuti perkuliahan. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk 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 Samping Pada Mobil Kecil Dengan Kecepatan Yang Berbeda.

Terimakasih penulis sampaikan kepada Bapak M. Yusuf Rahmansyah Siahaan, S.T, M.T selaku Dosen pembimbing saya serta Bapak Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, S.T, M.Eng 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, 30 Mei 2024  
Penulis



Chandra Prayuda  
198130044

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK.....	iv
ABSTRAK .....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Hipotesis Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kecelakaan Lalu Lintas .....	4
2.2 Pengujian Simulasi .....	7
2.3 Tabrakan Samping.....	10
2.4 Klasifikasi Tabrakan.....	11
2.5 Mobil kecil.....	13
2.6 Geometri .....	14
2.7 ASI (Acceleration Severity Index) .....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.2 Bahan dan Alat .....	22
3.3 Metode Penelitian .....	24
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	27
4.1 Hasil Klasifikasi Pengujian Tabrakan Kendaraan Mobil Kecil.....	27
4.2 Hasil Membangun Model Mobil Kecil.....	29
4.3 Hasil Pengujian Tabrakan Samping Mobil Kecil .....	33
4.4 Hasil Evaluasi Pengaruh ASI (Acceleration Severity Index) Pada Tabrakan Samping Mobil Kecil .....	39
BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....	51
5.1. Simpulan.....	51
5.2. Saran .....	52
DAFTAR PUSTAKA .....	53
LAMPIRAN.....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir	21
Tabel 4.1. Karakteristik Model Kendaraan	30
Tabel 4.2. Spesifikasi model mobil	33
Tabel 4.3. Ringkasan Material Model	34



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tampilan Mobil Kecil	14
Gambar 2.2. Rancangan Geometri Roda	15
Gambar 2.3. Rangka Chasis	15
Gambar 2.4. Rancangan Body Mobil	16
Gambar 3.1. Laptop	22
Gambar 3.2. Tampilan Solidworks 2017	23
Gambar 3.3. Tampilan LS-DYNA	23
Gambar 3.4. Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4.1. Klasifikasi tabrakan samping	28
Gambar 4.2. Model 1	30
Gambar 4.3. Model 1 dengan ukuran	31
Gambar 4.4. Model 2	31
Gambar 4.5. Model 2 dengan ukuran	32
Gambar 4.6. Model 3	32
Gambar 4.7. Model 3 dengan ukuran	33
Gambar 4.8. Model dengan tiang samping	34
Gambar 4.9. Model <i>pole</i> dan <i>planar</i>	35
Gambar 4.10. Model mobil dengan tiang tampak samping	35
Gambar 4.11. Model mobil dengan tiang tampak atas dan depan	36
Gambar 4.12. Model aktual	36
Gambar 4.13. Deformasi global simulasi tabrak samping	37
Gambar 4.14. Tampak samping dan atas setelah simulasi tabrak samping	38

## 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 ( $m/s^2$ )
$\delta$	=	Perubahan waktu ( s )
$t$	=	Waktu ( s )





## **BAB I PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam dunia transportasi, hal yang paling diutamakan adalah kriteria keselamatan penumpang dalam berkendara yang berfungsi untuk mengurangi cedera saat berkendara (Dionisius et al. 2017). Pengujian tabrakan pada sebuah mobil sangat diperlukan dalam mengantisipasi cedera dan memberikan keselamatan penumpang dalam berkendara agar tidak terjadi kecelakaan. Tabrakan arah samping pada kendaraan penumpang dititik pusatnya, dapat mengakibatkan cedera pada pengendara, struktur bagian samping sangat dipertimbangkan untuk melindungi pengendara terhadap gangguan yang datang dari samping pada saat kendaraan mendapatkan benturan dari arah samping (Ary Subagia, I.D.G; Kade Suriadi 2007).

Kemajuan dan perkembangan teknologi di bidang komputasi terutama perangkat lunak sangat memudahkan manusia dalam melakukan suatu pekerjaan dan menjadi sebuah terobosan baru bagi perusahaan untuk meningkatkan kualitas produksi, maupun mahasiswa yang ingin melakukan penelitian atau pun tugas dengan memanfaatkan kemajuan dan perkembangan teknologi saat ini. Simulasi tabrakan dengan menggunakan perangkat lunak menawarkan kemungkinan permodelan dan simulasi perilaku tabrakan dengan biaya lebih rendah dari pada tes aktual dimana kendaraan diperlukan untuk tabrakan. Tabrakan samping pada mobil kecil menjadi fokus penting dalam upaya meningkatkan teknologi keselamatan kendaraan. Mobil kecil adalah bagian integral dari lalu lintas perkotaan yang padat, dan kecelakaan samping dapat memiliki dampak serius

terhadap keselamatan penumpang. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kepentingan yang sangat krusial saat ini karena tidak hanya berkontribusi pada evolusi desain kendaraan yang lebih aman, tetapi juga memberikan landasan ilmiah untuk perubahan regulasi dan peningkatan kesadaran masyarakat akan resiko tabrakan samping pada mobil kecil. Pemahaman yang mendalam terhadap dampak kecepatan pada tabrakan samping dapat membuka jalan bagi inovasi teknologi keselamatan yang lebih efektif dan peningkatan perlindungan bagi pengguna jalan raya di masa depan (Hernando et al. 2021) (Kumara Dhana, Ryzqy; Bambang Ariatedja 2020).

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang masalah, maka diperoleh rumusan masalah adalah sebagai berikut:

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

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan diadakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

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

#### 1.4 Hipotesis Penelitian

Dalam pengujian simulasi tabrakan samping pada mobil kecil dengan kecepatan yang berbeda, akan terlihat bahwa semakin tinggi kecepatan mobil, maka semakin besar kerusakan yang terjadi pada mobil dan semakin besar kemungkinan terjadinya cedera pada pengemudi dan penumpang mobil. Oleh karena itu, pengujian simulasi tabrakan samping pada mobil kecil dengan kecepatan yang berbeda perlu dilakukan untuk menguji tingkat keparahan atau kerusakan akibat tabrakan samping.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun tujuan diadakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui ketahanan mobil kecil ketika terjadi tabrakan samping
2. Untuk memastikan tingkat keselamatan bagi penumpang mobil pada saat tabrakan samping
3. Untuk mengetahui perbandingan data rekonstruksi dari hasil tabrakan samping mobil kecil dengan kecepatan yang berbeda
4. Untuk mengetahui pengaruh ASI (*Acceleration Severity Index*) pada tabrakan samping mobil kecil kecepatan yang berbeda
5. Dapat digunakan sebagai bahan pengetahuan serta sebagai perbandingan dan sumber acuan untuk bidang kajian yang sama.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kecelakaan Lalu Lintas

Kecelakaan Lalu Lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak dapat diprediksi dan tidak disangka-sangka ataupun disengaja. Di negara maju masalah keselamatan berkendara di jalan sangat diperhatikan guna mengurangi angka kecelakaan yang terjadi. Salah satu penyebab kematian di Indonesia adalah kecelakaan lalu lintas, dengan jumlah korban yang cukup besar akan berdampak ekonomi dan sosial (Fahza and Widyastuti 2019).

Lalu lintas adalah suatu sistem yang terdiri dari komponen – komponen utama yang pertama atau suatu sistem *head way* (waktu antara dua kendaraan yang berurutan ketika melalui sebuah titik pada suatu jalan) meliputi semua jenis prasarana infrastruktur dan sarana dari semua jenis angkutan yang ada, yaitu: jaringan jalan, perlengkapan jalan, fasilitas jalan, angkutan umum dan pribadi, dan jenis kendaraan lain yang menyelenggarakan proses pengangkutan. Kecelakaan lalu lintas di Indonesia dalam menjadi pembunuh terbesar ketiga setelah penyakit jantung koroner dan tuberculosis (Hidayati and Hendrati 2017).

Timbulnya kecelakaan lalu lintas di jalan raya yang semakin tinggi sebagian besar juga diakibatkan atau diawali oleh perilaku pengendara yang melanggar aturan perundang-undangan lalu lintas yang ada, seperti mengemudi kendaraan dengan kecepatan tinggi atau tidak dengan hati-hati, melanggar rambu-rambu lalu lintas dan marka jalan dan berbagai bentuk pelanggaran lainnya. Pihak Korlantas mengemukakan bahwa faktor utama kecelakaan lalu lintas terletak pada pengendara (*human error*) yang kurang memiliki ketaatan pada aturan lalu lintas.

Ketaatan pada peraturan berkaitan dengan faktor pendidikan yang harus dimulai sedini mungkin. Integritas ketika mengemudi sangat diperlukan, kegiatan yang mengundang risiko pada saat mengemudi harus dihindari, seperti mengemudi sambil menggunakan *hand phone*, mengemudi sambil menonton TV di mobil atau mengemudi sambil bercakap-cakap. Pengemudi mabuk karena minum minuman keras akan membahayakan pengemudi dan juga penumpang. Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 pasal 81 ayat 5 menyatakan bahwa seseorang mendapatkan SIM apabila telah memenuhi syarat lulus ujian teori, praktik, dan keterampilan melalui simulator. Ujian teori merupakan salah satu ujian terkait segala tata cara dan aturan berkendara yang harus dilalui oleh seseorang yang ingin mendapatkan SIM. Tingkat pengetahuan mengenai peraturan terkait tata cara berkendara mempengaruhi tindakan seseorang saat berkendara, perlunya pengetahuan tentang rambu lalu lintas pada pengendara berpengaruh terhadap terjadinya kecelakaan lalu lintas (Maghfiroh 2012).

### 2.1.1 Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas

Banyak sekali faktor yang menyebabkannya terjadinya kecelakaan lalu lintas, Secara umum ada tiga faktor yang menjadi penyebab utama kecelakaan lalu lintas (Djaja et al. 2016). Faktor yang menjadi penyebab kecelakaan lalu lintas sebagai berikut :

#### 1. Faktor Manusia

Faktor manusia atau sering disebut *human error* adalah salah satu penyebab utama terjadinya kecelakaan lalu lintas. Masih banyak orang yang sering melanggar peraturan lalulintas dan mengabaikan peringatan menjadi



penyebab manusia menjadi salah satu faktor kecelakaan, terutama di Indonesia masih banyak yang kurang memperhatikan keselamatan diri sendiri maupun orang lain saat berkendara seperti tidak memakai helm, berkendara saat lelah atau mengantuk, bahkan dalam pengaruh minuman keras dan obat-obatan terlarang menjadi pemicu kecelakaan yang pastinya akan merugikan diri sendiri dan orang lain juga menjadi korbannya.

## 2. Faktor Kendaraan

Kendaraan adalah sesuatu hal yang sangat penting ketika berbicara mengenai keselamatan berlalu lintas, karena kendaraan yang digunakan pengemudi haruslah dalam keadaan layak dikendarai dengan cara memeriksa kendaraan sebelum menggunakannya dan melakukan perawatan secara berkala untuk menjaga performa kendaraan dalam keadaan baik sehingga layak untuk digunakan, kemudian memilih kendaraan yang dibekali fitur keselamatan yang baik juga menjadi salah satu antisipasi dalam meminimalisir cedera pada saat kecelakaan.

## 3. Faktor Kondisi Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, kondisi jalan tentunya sangatlah berpengaruh untuk keselamatan dalam berkendara dikarenakan jika kendaraan melewati jalanan yang berkelok, permukaan yang tidak rata dan jalan yang berlubang dengan kecepatan yang tinggi tentunya sangat membahayakan keselamatan pengendara maupun orang-orang yang ada disekitarnya. Penerangan jalan yang buruk juga menambah

kemungkinan terjadinya kecelakaan dikarenakan jarak pandang pengguna jalan yang terbatas.

## 2.2 Pengujian Simulasi

Pengujian simulasi dilakukan sebagai bagian dari proses yang lebih besar dari desain sistem atau pengembangannya. Pengujian simulasi pada dasarnya menjalankan alat eksperimen di mana model komputer dari sistem baru atau dari yang sudah ada dibuat dengan tujuan melakukan sebuah penelitian (Scottet et al. 2018).

Setelah pembuatan geometri atau model simulasi langkah selanjutnya yang dilakukan adalah pengujian model dengan menggunakan komputer yang dijalankan menggunakan *software LS-DYNA* sehingga didapatkan data hasil pengujian yang akan digunakan sebagai bahan penelitian. Pada pengujian simulasi ini dilakukan beberapa kali pengujian dengan input kecepatan yang berbeda.

### 2.2.1 Simulasi Tabrakan

Simulasi dapat didefinisikan sebagai suatu teknik dalam pembuatan suatu model dari sistem yang nyata atau usulan sistem sedemikian sehingga perilaku dari sistem tersebut pada kondisi tertentu dapat dipelajari. Dengan simulasi para analis dimungkinkan untuk mengambil kesimpulan tentang sistem baru tanpa harus membangunnya terlebih dulu, atau melakukan perubahan pada sistem yang ada tanpa mengganggu kegiatan yang sedang berjalan (Arifin 2009).

Ketika model-model matematis tidak memberikan solusi yang cukup baik terhadap persoalan kesisteman, simulasi menjadi alternatif untuk

menyelesaikannya. Oleh karenanya, simulasi dipakai untuk memberikan penyelesaian dikarenakan:

- a. Karena simulasi akan mengurangi biaya, waktu dan tenaga, serta tidak merusak alam karena proses *trial and error*.
- b. Karena simulasi lebih mampu memberikan kapabilitas dan akurasi dari penilaian *performance* pada sistem kompleks.
- c. Karena simulasi mempunyai keunggulan sebagai alat pengambil keputusan.
- d. Karena simulasi memberikan kebebasan pada perencana sistem yang tak terbatas untuk mencoba gagasan berbeda demi peningkatan hasil, meminimalisir resiko, waktu, sifat destruktif.

Untuk dapat memahami simulasi, diawali dengan pemahaman atas sistem dan pembangunan modelnya. Model yang baik akan dihasilkan dari pengamatan dan pemahaman sistem yang baik pula. *Output* simulasi akan sangat ditentukan oleh seberapa baik model yang di bangun. Sehingga pada dasarnya simulasi merupakan aplikasi atau praktek dari *building model* yang merepresentasikan sistem nyatanya atau pendugaan masa yang akan datang atau eksperimentasi atas model, yang digunakan untuk mempelajari perilaku sistem, peningkatan performansi sistem, atau merancang sistem baru dengan ukuran yang ditetapkan (Suryani 2013).

### 2.2.2 LS-DYNA

LS-DYNA merupakan sebuah *software* yang di gunakan untuk menganalisa dan mensimulasikan sebuah produk dan menghasilkan data yang kita

inginkan melalui sebuah simulasi yang menyerupai dengan aslinya. Dengan LS-DYNA kita tidak perlu membuat pengujian secara nyata untuk mendapatkan suatu hasil analisis yang diinginkan, cukup melalui simulasi yang dilakukan dapat mempermudah dalam melakukan penelitian tanpa harus mengeluarkan biaya yang besar (Marcicki et al. 2017).

Model geometri 3D yang telah dibuat sebelumnya kemudian dilakukan pengujian simulasi tabrakan samping beberapa kali percobaan dengan menggunakan LS-DYNA, agar didapat data yang berbeda maka dibuat kecepatan yang berbeda di setiap percobaan kemudian dilakukan analisa data yang nantinya digunakan dalam penelitian ini.

Simulasi menjadi pilihan alternatif untuk menyelesaikannya suatu permasalahan dikarenakan:

- a. Karena simulasi akan mengurangi biaya, waktu dan tenaga, serta tidak merusak alam karena proses *trial and error*.
- b. Karena simulasi lebih mampu memberikan kapabilitas dan akurasi dari penilaian performance pada sistem kompleks.
- c. Karena simulasi mempunyai keunggulan sebagai alat pengambil keputusan.
- d. Karena simulasi memberikan kebebasan pada perencana sistem yang tak terbatas untuk mencoba gagasan berbeda demi peningkatan hasil, meminimalisir resiko, waktu, sifat destruktif.

### 2.3 Tabrakan Samping

Tabrakan samping adalah alasan paling umum kedua untuk kematian penumpang kendaraan setelah tabrakan depan. Sebagian besar mobil penumpang memiliki zona remuk yang cukup besar di bagian depan dan belakang mobil, tetapi ruang yang relatif lebih sedikit untuk menyerap gaya benturan di samping, menjadikannya area yang rentan bagi penumpang. Untuk mengurangi jumlah kematian penumpang yang terjadi dalam kecelakaan, beberapa uji tabrak telah dilakukan untuk memastikan standar keselamatan.

Pada tahun 2003, *Insurance Institute for Highway Safety* (IIHS) memperkenalkan uji tabrak samping menggunakan *Moving Deformable Barrier* (MDB) untuk mendorong pabrikan menerapkan peningkatan keselamatan, termasuk cakupan kantung udara samping dan struktur samping yang lebih kuat, pada sebagian besar model kendaraan. Sementara banyak kendaraan dinilai buruk pada awal pengujian pada tahun 2005, sebagian besar kendaraan dinilai baik pada tahun 2015. Peningkatan peringkat IIHS dikaitkan dengan penurunan kematian penumpang lebih dari 30% dalam tabrakan samping beberapa kendaraan. Dari sisa benturan samping yang fatal, mayoritas terjadi di lokasi benturan yang lebih maju dan tingkat keparahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan uji IIHS. Untuk itu, IIHS merencanakan serangkaian tes skala penuh untuk mengevaluasi efek dari kendaraan yang berdampak berbeda dan pengaturan pengujian sehubungan dengan protokol pengujian hari ini. Untuk mengurangi pengujian skala penuh yang mahal, memakan waktu, dan kompleks, simulasi elemen hingga memainkan peran penting dan berhasil digunakan dalam penelitian dan pengembangan keselamatan kendaraan (Brumbelow, Mueller, and Arbelaez 2015).



## 2.4 Klasifikasi Tabrakan

Jenis kecelakaan dapat diklasifikasikan berdasarkan mekanisme kecelakaan yang dialami oleh kendaraan yang terlibat (Dharma n.d.). Menurut Kadiyali L kecelakaan dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa hal berikut ini :

1. Berdasarkan Lokasi Kecelakaan
  - a. Jalan Lurus satu lajur, dua lajur maupun satu lajur searah atau berlawanan arah
  - b. Tikungan jalan
  - c. Persimpangan Jalan baik pertigaan maupun perempatan
  - d. Tanjakan dan Turunan
2. Berdasarkan Waktu Terjadinya Kecelakaan

Jenis kecelakaan ini terdiri dari periode waktu dan hari kecelakaan tersebut terjadi.

- a. Hari
  - b. Bulan
  - c. Tahun
  - d. Jam tertentu, yaitu :
    - 1) Dini hari (00.00 – 06.00)
    - 2) Pagi hari (06.00 – 12.00)
    - 3) Siang hari (12.00 – 18.00)
    - 4) Malam hari (18.00 – 00.00)
3. Berdasarkan Posisi Kecelakaan
    - a. Tabrakan bagian depan (*head on*)

Merupakan tabrakan antara kendaraan yang berjalan pada arah yang berlawanan.

b. Tabrakan bagian samping (*side swipe*)

Merupakan kendaraan yang menabrak kendaraan lain dari bagian samping sambil berjalan pada arah yang sama atau berlawanan, biasanya pada jalur yang berbeda.

c. Tabrakan bagian belakang (*rear end*)

Merupakan kendaraan yang menabrak bagian belakang kendaraan lain yang berjalan pada arah yang sama, biasanya di jalur yang sama pula.

d. Tabrakan secara menyudut (*angle*)

Merupakan tabrakan antara kendaraan yang berjalan pada arah yang berbeda tetapi juga arah yang berlawanan. Biasanya terjadi pada sudut siku – siku (*right angle*) di pertemuan jalan.

e. Tabrakan mundur (*backing*)

kendaraan menabrak kendaraan lain pada waktu kendaraan tersebut berjalan mundur.

f. Kehilangan kontrol

4. Berdasarkan Cuaca

Cuaca dapat dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu :

- a. Cerah
- b. Hujan lebat
- c. Hujan gerimis
- d. Kabut

5. Berdasarkan Korban Kecelakaan

a. Kecelakaan luka fatal

Kecelakaan fatal adalah kecelakaan lalu lintas yang mengakibatkan korban jiwa/meninggal dunia.

b. Kecelakaan luka berat

Kecelakaan Luka Berat adalah kecelakaan lalu lintas yang mengakibatkan korban mengalami luka-luka yang dapat membahayakan jiwa dan memerlukan pertolongan/perawatan lebih lanjut di Rumah Sakit.

c. Kecelakaan luka ringan

Kecelakaan Luka Ringan adalah kecelakaan yang mengakibatkan korban mengalami luka-luka yang membahayakan jiwa dan tidak memerlukan pertolongan lebih lanjut dari rumah sakit.

2.5 Mobil kecil

Mobil kecil merupakan mobil yang dimensi dan mesinnya dibuat untuk bisa berkelana di jalan raya kota besar karena jalanan tersebut biasanya macet dan ramai (Widi Pangestuti, Gryaningrum; Usman, Koredianto; Purnama 2016).

Kendaraan mobil dapat dikelompokkan ke dalam tiga kelas yaitu:

1. Kelas sedan, diwakili oleh kendaraan kecil berkapasitas 2-4 penumpang.
2. Kelas minibus, diwakili oleh kendaraan berkapasitas 5-8 penumpang.
3. Kendaraan besar, diwakili oleh kendaraan berkapasitas lebih dari 8 penumpang atau beroda lebih dari 4.

Pada penelitian ini digunakan jenis mobil kecil beroda empat dengan kapasitas penumpang 2-4 orang seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut :



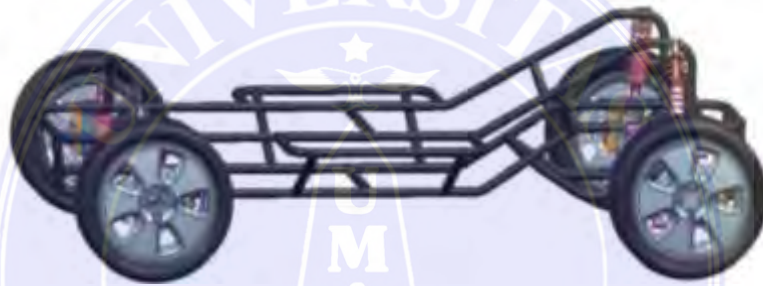
Gambar 2.1. Tampilan Mobil Kecil

## 2.6 Geometri

Geometri merupakan cabang matematika yang bersangkutan dengan pertanyaan bentuk, ukuran, posisi relatif gambar dan sifat ruang. Perencanaan suatu produk merupakan bagian yang sangat besar dan sangat menentukan kualitas produk. Perencanaan merupakan kegiatan awal dari rangkaian kegiatan sampai ke proses pembuatan produk sehingga dalam tahap ini juga ditentukan apa yang harus dilakukan dan bagaimana cara melakukannya termasuk merencanakan tahapan pembuatan produk agar mendapatkan kualitas yang bagus juga ditentukan disini, apabila pada tahap perencanaan sudah ditentukan kemudian dilanjutkan ketahap perancangan, dimana pada tahap perancangan akan dimulai dengan eksplorasi bentuk desain. Sedangkan untuk proses desain itu sendiri adalah kemampuan untuk menggabungkan gagasan, prinsip-prinsip ilmiah, sumber daya, dan sering produk yang telah ada dalam penyelesaian suatu masalah, kemampuan

untuk menyelesaikan masalah dalam desain ini merupakan hasil pendekatan yang terorganisasi dan teratur atas masalah tersebut.

Sebelum melakukan proses perancangan kendaraan mobil secara menyeluruh perlu diketahui bagian-bagian dan geometri kemudian dilakukan pengelompokan sesuai posisi masing-masing. Dimulai dari pembuatan chasis kendaraan, Pada sesi pembuatan awal perancangan adalah menentukan geometri dari roda yang nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan geometri chasis dan akan terus berlanjut ke bagian-bagian selanjutnya (Sadikin 2013).



Gambar 2.2. Rancangan Geometri Roda

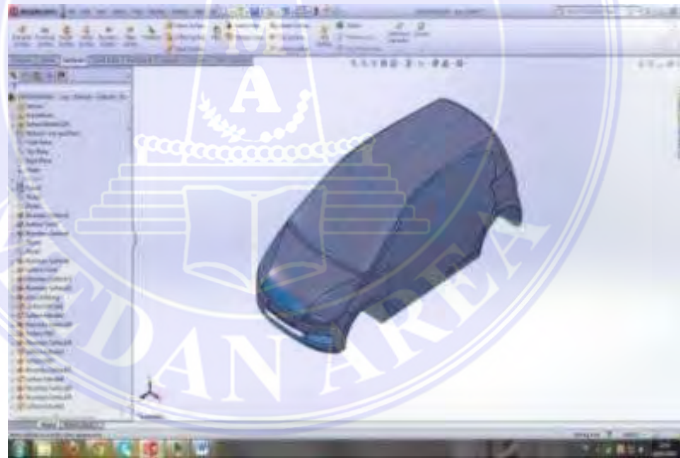
Rangka chasis pada mobil pada umumnya mempunyai konstruksi yang sederhana, terdiri dari bagian yang membujur dan melintang. Bagian yang membujur umumnya untuk mengikat bagian yang melintang agar konstruksi chasis lebih kokoh dan kuat menahan beban.



Gambar 2.3. Rangka Chasis



Selanjutnya pembuatan Body kendaraan, dalam pembuatan rancangan body kendaraan harus melalui perhitungan dan salah satunya adalah besaran hambatan atau resistensi dari suatu obyek dalam hal ini adalah udara yang melaluinya yang diukur dengan besaran yang dinyatakan dengan nilai *Coefficient Of drag* (Cd). Seperti yang dikutip dari penelitian Munawir Rosyadi Siregar dan Himsar Ambarita (2012) semakin kecil nilai koefisien Drag maka semakin aerodinamis sebuah body kendaraan. Untuk meningkatkan aerodinamis dari body kendaraan dapat dilakukan dengan cara menurunkan Nilai *Coefficient of drag* (Cd) dari kendaraan tersebut. Menurunkan Nilai koefisien drag dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti dengan merubah atau memodifikasi geometri body bagian depan (Pitriani 2014).



Gambar 2.4. Rancangan Body Mobil

### 2.6.1 *Solidworks*

*Solidworks* adalah sebuah perangkat lunak berbasis CAD yang dibuat oleh *Dassault Systems* (pengembang perangkat lunak *Catia*) dan sudah dikenal dalam berbagai jenis industri yang bergerak dibidang produksi barang. Fungsi utama perangkat lunak ini adalah untuk membuat model objek 3D yang dihasilkan dari

sketsa 2D, atau sketsa 3D. *solidworks* saat ini hanya bisa dijalankan dengan menggunakan *Microsoft Windows*. Fitur yang disediakan dalam *solidworks* berbagai macam, mulai dari simulasi kekuatan desain, penambahan jenis material beserta rinciannya, pengukuran dimensi dari berbagai sudut dan sisi objek, animasi, desain *sheet metal*, dan sebagainya.

*Solidworks* memiliki tiga fokus utama dalam pembuatan dokumen baru:

- a. *Part*, yaitu objek yang dibentuk dengan beberapa fitur dalam *solidworks* yang berupa berbagai operasi-operasi (seperti *extrude*, *cut*, *revolve*, dan sebagainya).
- b. *Assembly*, yaitu tempat menyatukan beberapa part yang sudah dibuat, dimana part tersebut digabung dengan fitur tambahan dalam *assembly* (contohnya seperti fitur *mate*).
- c. *Drawing*, yaitu intepretasi objek 3D (baik itu *part* atau *assembly*) menjadi gambaran 2D.

*Solidworks* digunakan banyak orang untuk membantu desain benda kerja sederhana hingga kompleks. Pada penelitian ini *software solidworks* digunakan untuk membuat model geometri 3D agar dapat dilakukan pengujian simulasi tabrakan samping.

## 2.7 ASI (Acceleration Severity Index)

*Acceleration Severity Index* (ASI) adalah indikator keparahan penumpang kendaraan yang diukur selama homologasi hambatan keselamatan jalan. Literatur yang dipublikasikan memuat upaya mengkorelasikan risiko cedera penghuni dengan ASI. Oleh karena itu ada nilai dalam mengeksplorasi bagaimana ASI

dapat bervariasi dengan konfigurasi tumbukan (mempengaruhi massa, kecepatan, dan sudut kendaraan). Indeks ASI dimaksudkan untuk memberikan pengukuran tingkat keparahan gerakan kendaraan selama tumbukan bagi seseorang yang duduk di dekat titik P.

*Acceleration Severity Index* (ASI) adalah indikator keparahan penumpang kendaraan non-dimensi dihitung dari jejak percepatan waktu rata-rata waktu ortogonal yang diukur selama pengujian kecelakaan di pusat massa kendaraan yang menabrak. ASI dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

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

$$\begin{aligned} \bar{a}_x &= \frac{1}{\delta} \int_t^{t+\delta} a_x dt ; \quad \bar{a}_y = \frac{1}{\delta} \int_t^{t+\delta} a_y dt ; \\ \bar{a}_z &= \frac{1}{\delta} \int_t^{t+\delta} a_z dt \dots\dots\dots (2.2) \end{aligned}$$

dimana :

- $\bar{a}_x$  = 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 ( $mm/ms^2$ )
- $\delta$  = Perubahan waktu ( s )
- $t$  = Waktu ( s )

Dimana  $\bar{a}_x$ ,  $\bar{a}_y$ , dan  $\bar{a}_z$  merupakan komponen percepatan kendaraan dan  $\hat{a}_x$ ,  $\hat{a}_y$ , dan  $\hat{a}_z$  bersesuaian percepatan ambang batas untuk setiap arah komponen. Nilai penyebut untuk percepatan ambang batas komponen  $\hat{a}_{x,y,z}$  sebagaimana diadopsi dalam protokol uji AS dan Eropa (AASHTO, 2009; Komite Eropa untuk Standardisasi, 2010) masing-masing adalah  $\hat{a}_x = 12g$ ,  $\hat{a}_y = 9g$  dan  $\hat{a}_z = 10g$  ( $g =$  percepatan gravitasi).

Hanya menggunakan akselerasi kendaraan. ASI mengasumsikan bahwa penumpang terus menerus menghubungi kendaraan, yang biasanya dicapai melalui penggunaan sabuk pengaman. Jika nilai ASI maksimum melebihi 1,0 dalam beberapa kasus, maka dianggap bahwa konsekuensi dari benturan berbahaya atau bahkan mematikan bagi penumpang kendaraan yang terkena benturan.

Relevansi ASI terbukti dalam literatur yang diterbitkan, yang berisi upaya untuk mengkorelasikan risiko cedera penghuni dengan ASI. Upaya untuk mengkorelasikan ASI secara langsung dengan cedera penghuni, menemukan bahwa “ASI, setidaknya sehubungan dengan ambang yang disukai, merupakan indikator yang baik untuk (tingkat minor) cedera penghuni penumpang berikat dan menahan kantung udara yang terlibat dalam tabrakan *frontal*”. Berdasarkan hasil tiga uji tabrak fisik dengan simulasi validasi dan 47 simulasi lainnya, di mana sebuah mobil kecil ditabrak menjadi penghalang profil "langkah" beton dengan rentang kecepatan tumbukan antara 109 km/jam dan 113 km/jam. Mereka melaporkan antara lain korelasi antara cedera kepala dan leher dan ASI, dengan ASI = 2.0 dipertimbangkan menjadi ambang batas untuk cedera yang tidak dapat diterima. (Burbridge and Troutbeck 2017) (Nasution et al. 2009).

### 2.7.1 Kecepatan Tumbukan

IIHS (*Insurance Institute for Highway Safety*) adalah lembaga riset independen yang melakukan penelitian tentang keselamatan kendaraan dan mengeluarkan rekomendasi serta standar keselamatan untuk kendaraan bermotor di Amerika Serikat. Salah satu aspek yang dipelajari oleh IIHS adalah kecelakaan kendaraan, termasuk kecepatan tumbukan. Kecepatan tumbukan dalam konteks IIHS biasanya merujuk pada kecepatan relatif antara kendaraan dan benda lain atau penghalang yang terlibat dalam tabrakan. Penelitian IIHS sering kali memperhatikan dampak kecepatan tumbukan terhadap tingkat keparahan cedera pada penumpang kendaraan.

Data dari uji tabrakan dan penelitian lainnya digunakan oleh IIHS untuk mengembangkan rekomendasi dan standar keselamatan yang bertujuan untuk mengurangi risiko cedera pada kecelakaan kendaraan. Standar ini dapat mencakup evaluasi terhadap fitur-fitur keselamatan kendaraan seperti airbag, sabuk pengaman, struktur kendaraan, dan teknologi pencegahan tabrakan.

Berdasarkan IIHS (*Insurance Institute for Highway Safety*) standar kecepatan yang akan digunakan pada pengujian tabrakan samping penelitian ini, IIHS melakukan pengujian dengan MDB menggunakan kecepatan tumbukan 50 km/jam dan 60 km/jam. Ditemukan bahwa pengujian yang lebih berat menggunakan kecepatan tumbukan yang lebih tinggi mungkin memiliki efek yang lebih besar dalam meningkatkan konfigurasi pengujian (Reichert et al. 2018).



### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

##### 3.1.1 Tempat pelaksanaan Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di Bengkel Arya, Jl.Mangaan VII Mabar Hilir, Kec. Medan Deli, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara

##### 3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan November 2022, dengan detail jadwal tugas akhir seperti terlihat pada tabel 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 - Juli	
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

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

#### 1. Laptop

Laptop adalah komputer pribadi yang dapat dibawa dan dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain dengan mudah yang berfungsi untuk menunjang pekerjaan berat. Gambar 3.1 merupakan salah satu jenis laptop yang digunakan untuk menjalankan *software* yang dibutuhkan dalam penelitian.



Gambar 3.1. Laptop

#### 1. *Software Solidworks*

*Solidworks* adalah *software* atau aplikasi CAD (*Computer Aided Design*) yang digunakan untuk membantu proses pembuatan desain mulai dari yang sederhana hingga yang kompleks. Gambar 3.2 merupakan salah satu jenis *software solidworks 2017* yang saat ini digunakan dalam proses pembuatan desain mobil untuk pengujian simulasi tabrakan samping nantinya.



Gambar 3.2. Tampilan Solidworks 2017

## 2. Software LS-DYNA

Aplikasi LS-DYNA merupakan sebuah *software* yang di gunakan untuk menganalisa dan mensimulasikan sebuah produk dan menghasilkan data yang kita inginkan melalui sebuah simulasi yang menyerupai dengan aslinya. Gambar 3.3 merupakan tampilan dari *software LS-DYNA*.



Gambar 3.3. Tampilan LS-DYNA

### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.4. diuraikan dalam penjelasan berikut:

#### 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 samping 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 samping.

#### 3.3.4 Simulasi Tabrakan Samping

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 samping. 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

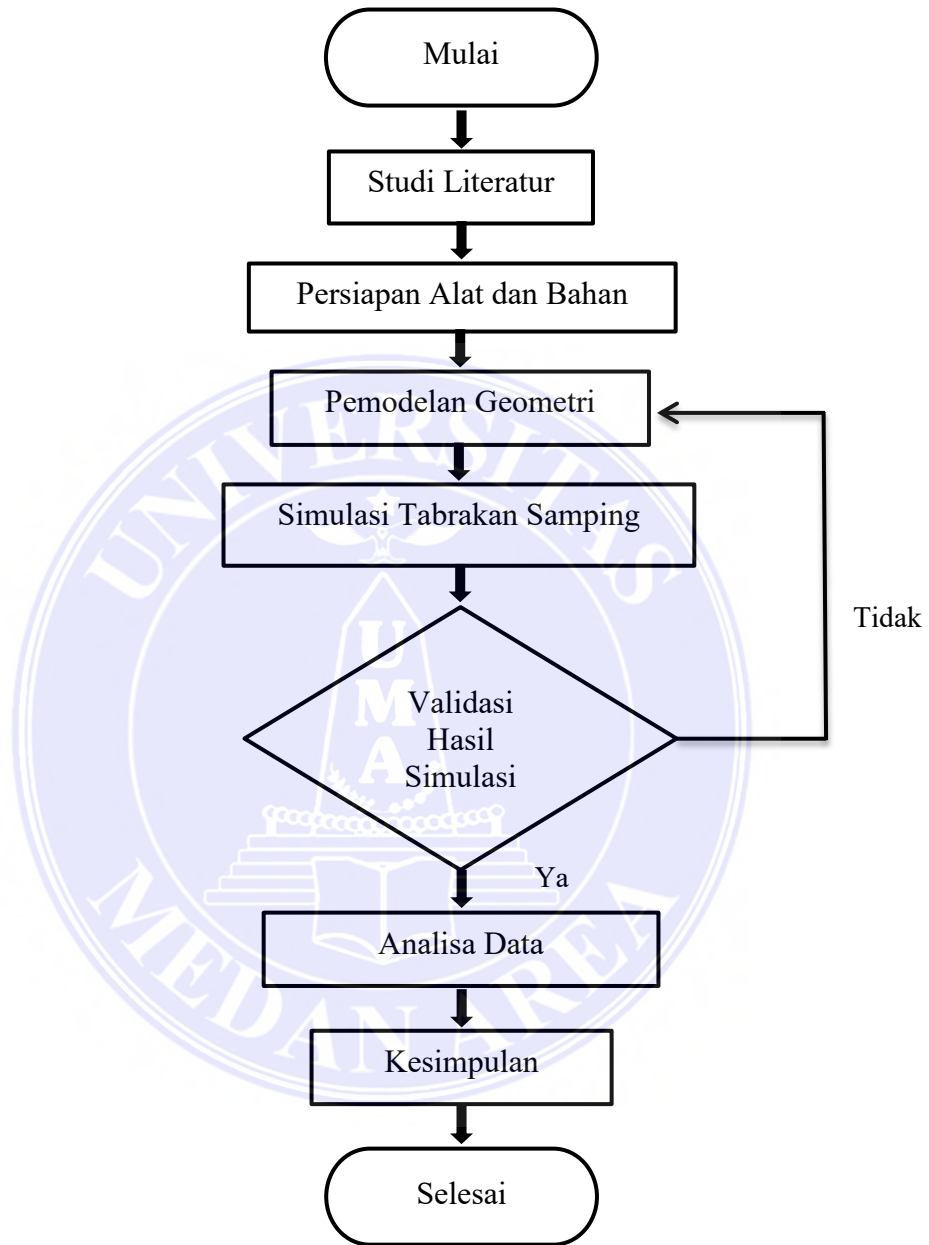
Pemilihan sampel dilakukan berdasarkan kriteria spesifik, termasuk jenis kendaraan yang merupakan mobil kecil. Adapun sampel dalam penelitian ini adalah mobil kecil berkapasitas empat penumpang. Sampel ini akan mencakup representasi dari berbagai merek dan model mobil kecil untuk memastikan hasil penelitian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

### 3.5 Prosedur Kerja

Penelitian ini dimulai dengan pembuatan beberapa model mobil kecil beserta spesifikasinya. Kemudian, setelah validasi model, berbagai skenario tabrakan samping 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 kecepatan pada keparahan tabrakan.



### 3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4. Diagram Alir Penelitian

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1. Simpulan

1. Klasifikasi Pengujian Tabrakan kendaraan mobil kecil telah dibuat, hasil klasifikasi terbagi menjadi dua yaitu tabrakan samping 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. Hasil Pengujian tabrakan samping telah berhasil dibuat dan telah didapatkan hasil grafik percepatan dari tiga arah sumbu yaitu x, y, dan z dari setiap variasi kecepatan.
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 samping sangat berbahaya sehingga nilai ASI nya sangat tinggi yang menimbulkan kerusakan yang cukup parah pada kendaraan dan mengakibatkan cedera serius pada penumpang.

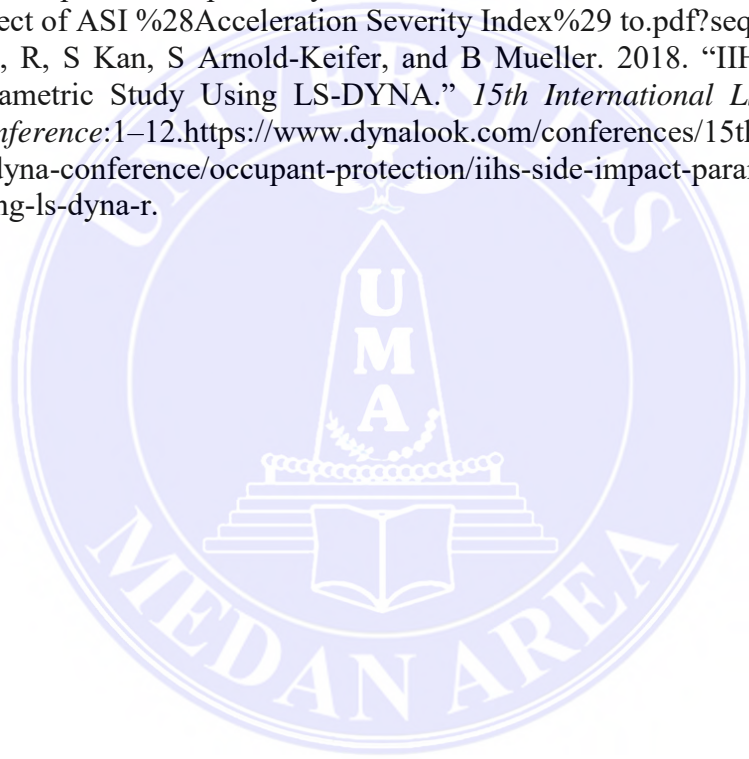
## 5.2. Saran

Penelitian lanjutan dapat dilakukan untuk lebih mendalam mengevaluasi pengaruh ASI pada berbagai jenis tabrakan samping dan di berbagai kondisi jalan. Ini dapat membantu dalam mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dalam pengaman tepi jalan. Diharapkan kolaborasi antara peneliti dan industri otomotif dapat mempercepat pengembangan teknologi keselamatan kendaraan. Perusahaan otomotif dapat menggunakan hasil penelitian ini untuk meningkatkan desain dan fitur keselamatan mobil kecil. Peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya keselamatan berkendara juga perlu dipromosikan. Maka disarankan untuk penelitian yang dilakukan oleh penulis saat ini agar dapat ditingkatkan lagi segala kekurangan-kekurangan yang ada di penelitian ini. Dan juga penulis harapkan untuk peneliti lain yang berkaitan dengan penelitian ini, agar dapat dikembangkan lagi dengan teknologi yang lebih baik dari penelitian sebelumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dionisius, Felix, Jos Istiyanto, Suliono Suliono, and Yusup Nur Rohmat. 2017. "Pengembangan Pengujian Crashworthiness Dengan Simulasi Numerik Menggunakan Model Impact Transferability." *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)* 3(1): 12–18.
- Ary Subagia, I.D.G; Kade Suriadi, I.G.A. 2007. "Analisis Gerak Penumpang Pada Tabrakan Frontal Dengan Menggunakan Simulasi Komputer." 1(1): 29–35.
- 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>.
- Kumara Dhana, Ryzqy; Bambang Ariatedja, Julendra. 2020. "Analisis Kekuatan Body Terhadap Impact Pada Mobil Flood Rescue Vehicle." 9(2): 311–16.
- Fahza, Asep, and Hera Widyastuti. 2019. "Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Tol Surabaya-Gempol." *Jurnal Teknik ITS* 8(1): 54–59.
- Hidayati, Annisa, and Lucia Yovita Hendrati. 2017. "Traffic Accident Risk Analysis by Knowledge, the Use of Traffic Lane, and Speed." *Jurnal Berkala Epidemiologi* 4(2): 275.
- Maghfiroh, Hari. 2012. "Jurnal Penelitian Transportasi Darat." *Jurnal Penelitian Transportasi Darat* 53(9):1689–99. [http://ppid.dephub.go.id/files/datalitbang/Jurnal\\_Darat\\_2015.pdf](http://ppid.dephub.go.id/files/datalitbang/Jurnal_Darat_2015.pdf).
- Djaja, Sarimawar et al. 2016. "Gambaran Kecelakaan Lalu Lintas Di Indonesia , Tahun 2010-2014 Description of Traffic Accident in Indonesia , Year 2010-2014." 2007: 30–42.
- Scottez, V, J Coupon, O Ilbert, and Y Mellier. 2018. "Testing the Accuracy of Clustering Redshifts with Simulations 1 Introduction 3 Themucesimulation." 3930: 3921–30.
- Arifin, Miftahul. 2009. *Simulasi Sistem Industri*. Edisi Pert. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suryani, Erma. 2013. *Pemodelan & Simulasi*. Edisi Pert. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Marcicki, James et al. 2017. "A Simulation Framework for Battery Cell Impact Safety Modeling Using Focus Issue Of Selected Papers From Imlb 2016 With Invited Papers Celebrating 25 Years Of Lithium Ion Batteries a Simulation Framework for Battery Cell Impact Safety Modeling ."
- Brumbelow, Matthew L., Becky C. Mueller, and Raul A. Arbelaez. 2015. "Occurrence of Serious Injury in Real-World Side Impacts of Vehicles with Good Side-Impact Protection Ratings." *Traffic Injury Prevention* 16: S125–32.
- Dharma, Aztria. "( Study Kasus Jalan Dalu-Dalu Sampai Pasir Pengaraian )." 1(1): 1–6.
- Widi Pangestuti, Gryaningrum; Usman, Koredianto; Purnama, Bedy. 2016. "Klasifikasi Kendaraan Roda Empat Dengan Ekstraksi Ciri Hybrid Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan Vehicle Classification With Hybrid Feature Extraction." 3(2): 1619–27.
- Sadikin, Ali. 2013. "Perancangan Rangka Chasis Mobil Listrik Untuk 4

- Penumpang Menggunakan Software 3D Siemens Nx8.” *Universitas Negeri Semarang*: 72.
- Pitriani. 2014. “Pembelajaran Bebas Masalah Berbantuan Program Komputer Cabri 3D Untuk Meningkatkan Kemampuan Visual-Spatial Thinking Dan Habit Of Thinking Flexibly Siswa Sma.” (1): 1–18.
- 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/>.
- 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).
- Reichert, R, S Kan, S Arnold-Keifer, and B Mueller. 2018. “IIHS Side Impact Parametric Study Using LS-DYNA.” *15th International LS-DYNA USers Conference*:1–12.<https://www.dynalook.com/conferences/15th-international-ls-dyna-conference/occupant-protection/iihs-side-impact-parametric-study-using-ls-dyna-r>.



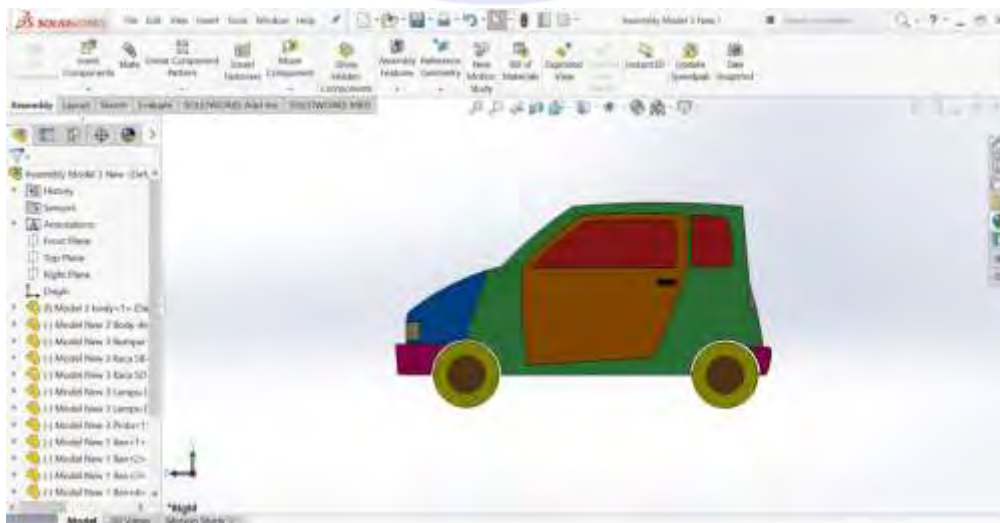


## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Spesifikasi Model Mobil

No	Spesifikasi Umum	Model 1	Model 2	Model 3
1.	Type Mobil	Mobil Kecil	Mobil Kecil	Mobil Kecil
2.	Panjang	3.259 mm	2.851 mm	3.275 mm
3.	Lebar	1.613 mm	1.613 mm	1.613 mm
4.	Tinggi	1.488 mm	1.1220 mm	1.460 mm
5.	Kapasitas Penumpang	4	4	4
6.	Jumlah Pintu	3	3	3
7.	Berat (Kg)	432,38	426,55	772,27
8.	Jenis Penggerak	FWD	RWD	FWD
9.	Ukuran Ban	155/80R12	185/70R12	155/80R12
10.	Jarak Sumbu Roda (mm)	2290	1716	2276

### Lampiran 2. Gambar Model Simulasi



Lampiran 3. Hasil Simulasi Tabrakan Samping

Akselerasi Impact	Max percepatan Sumbu x	Max percepatan Sumbu y	Max percepatan Sumbu z
40	0,73	0,47	0,79
60	1,1	1,15	1,99
80	1,39	1,59	2,22

Akselerasi	ASI
40	9,3
60	21,62
80	28,32

