

## Analisis Kekuatan dan Stabilitas Desain Kursi Bonceng Anak Sesuai Standar Keselamatan EN14344:2004 dengan Metode Elemen Hingga: Studi Kasus Motor Honda BeAT Series

Adi Surya Pradipta<sup>1</sup>, Riona Ihsan Media<sup>\*1</sup>, Laurensius Chrystiano<sup>1</sup>, Hendrawan Hadi Sulistio<sup>1</sup>, Adinda Sri Lestari<sup>2</sup>, Sylvie Indah Kartika Sari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung

<sup>2</sup>Mechanical Engineering Department, DTU Construct, Danmarks Tekniske Universitet

<sup>3</sup>Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

\*E-mail: rio\_sanmed@polman-bandung.ac.id

Diajukan: 16-12-2024; Diterima: 28-04-2025; Dipublikasi: 29-04-2025

### Abstrak

World Health Organization (WHO) melalui bukunya yang berjudul “*Child Development and Motorcycle Safety* (2015)” merekomendasikan kursi bonceng untuk sepeda motor yang aman sesuai tahap pertumbuhan anak. Dalam hal regulasi, Indonesia belum memiliki standar mengenai kursi bonceng anak yang aman sesuai rekomendasi WHO dan standar terkait. Sedangkan, penggunaan sepeda motor sebagai sarana transportasi bersama anak semakin umum di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan rancangan kursi bonceng anak untuk sepeda motor *matic* Honda Beat series dengan mengacu pada standar EN14344:2004 tentang “*Child seats for cycles-safety requirements and test methods*”. Metode yang digunakan dalam menganalisis kekuatan adalah FEM (*Finite Element Analysis*). Analisis kekuatan dilakukan menggunakan perangkat lunak *Computer Aided Engineering* (CAE), dengan hasil bahwa rancangan mampu menahan gaya 100 N, besar tegangan maksimum yang terjadi adalah 32,8 MPa, dan defleksi maksimum yang terjadi sebesar 0,3 mm. Hasil tersebut telah sesuai dengan parameter keamanan yang ditentukan dalam standar EN14344:2004. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan kursi bonceng memiliki kekuatan dan stabilitas yang memadai untuk memastikan keselamatan anak selama berkendara.

**Kata kunci:** *Children’s safety on motorcycle*; EN14344:2004; Kursi bonceng anak; Motor Honda BeAT series

### Abstract

The World Health Organization (WHO), through its publication “*Child Development and Motorcycle Safety*” (2015), recommends the use of child seats for motorcycles that are designed to align with children’s developmental stages. In terms of regulation, Indonesia currently lacks established standards for child motorcycle seats that meet WHO recommendations and related safety standards. Meanwhile, the use of motorcycles as a means of transportation with children has become increasingly common in Indonesia. This study aims to analyze the structural strength of a child seat design for the Honda Beat series automatic motorcycle, referring to EN 14344:2004 — “*Child Seats for Cycles — Safety Requirements and Test Methods*”. The strength analysis was conducted using the Finite Element Method (FEM). The structural evaluation was performed with *Computer Aided Engineering* (CAE) software, yielding results that demonstrate the design’s ability to withstand a load of 100 N, with a maximum stress of 32.8 MPa and a maximum deflection of 0.3 mm. These results meet the safety parameters specified in the EN 14344:2004 standard, indicating that the child seat design possesses adequate strength and stability to ensure the safety of child passengers during motorcycle rides.

**Keywords:** *Children’s safety on motorcycle*; EN14344:2004; Child seat; Honda BeAT series motorcycle

### 1. Pendahuluan

Hampir semua kecelakaan di jalan disebabkan oleh sepeda motor [1]. Tidak terkecuali sepeda motor yang mengangkut lebih dari satu orang. Karena pada dasarnya desain sepeda motor dari segi ukuran jok, ruang kaki, titik berat, jarak sumbu roda, dan masih banyak aspek lainnya dari sepeda motor telah dirancang dengan tingkat keselamatan yang memadai cukup untuk dua orang [2]. Sepeda motor adalah moda transportasi pribadi yang umum digunakan di banyak negara berpenghasilan rendah dan menengah [3]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik pada tahun 2019-2021, sepeda motor selalu mengalami peningkatan. Pada tahun 2021 jumlah kendaraan di Indonesia mencapai 141.992.573 juta unit, dimana pada tahun ini jumlah kendaraan mengalami peningkatan sebesar 585.122 juta unit atau meningkat 4% dari tahun sebelumnya yakni sebesar 136.137.451 unit. Sementara di tahun 2020 mengalami kenaikan 2% dari tahun

2019 sejumlah 133.617.012 unit [4]. Hal ini dikarenakan sepeda motor memiliki waktu tempuhnya yang lebih cepat [5]. Berikut merupakan data perkembangan jumlah kendaraan menurut jenis.

**Tabel 1.** Data perkembangan jumlah kendaraan menurut jenis

| Jenis Kendaraan Bermotor | Perkembangan Jumlah Kendaraan Menurut Jenis (unit) |             |             |
|--------------------------|----------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                          | 2019                                               | 2020        | 2021        |
| Mobil Penumpang          | 15.592.419                                         | 15.797.749  | 16.413.348  |
| Mobil Bus                | 231.569                                            | 233.261     | 237.566     |
| Mobil Barang             | 5.021.888                                          | 5.083.405   | 5.299.361   |
| Sepeda Motor             | 112.771.136                                        | 115.023.039 | 120.042.298 |
| Jumlah                   | 133.617.012                                        | 136.137.451 | 141.992.573 |

*Frontier Group*, sebuah lembaga riset independen, melakukan survei *Top Brand* tentang kategori sepeda motor. Hasilnya menunjukkan bahwa motor Honda BeAT *series* menjadi sepeda motor *matic* paling populer di Indonesia pada tahun 2022. Dengan skor *Top Brand Index* (TBI) yakni 34,2%, motor Honda BeAT berada di posisi pertama diikuti Honda Vario dengan skor 20,8% [6].

Pada tahun 2023, sepeda motor adalah penyebab terbanyak dari total 148.307 kecelakaan lalu lintas di seluruh provinsi Indonesia. Korps Lalu Lintas Kepolisian Republik Indonesia (Korlantas Polri) bertanggung jawab untuk memantau, mencatat, dan mengkompilasi seluruh kecelakaan. *Integrated Road Safety Management System* (IRMS) adalah sumber data kompilasi ini. Banyak faktor mempengaruhi jumlah kecelakaan, dengan kendaraan sepeda motor menjadi penyumbang terbesar dengan angka 138.075 [7]. Masyarakat cenderung menggunakan sepeda motor karena kesederhanaannya, harganya yang terjangkau, dan fleksibilitasnya. Namun, menurut laporan kecelakaan sepeda motor, ada sekitar 35.000 kasus (tertinggi di antara kendaraan lain) pada tahun 2018 [8]. Sebuah data yang ditemukan oleh Phyllis Agran dkk. dalam jurnalnya menunjukkan bahwa tujuh puluh persen anak-anak dengan rentang usia 4 hingga 9 tahun mengalami cedera kepala atau wajah akibat dibawa mengendarai sepeda motor yang kurang aman [9].

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) melalui bukunya yang berjudul “*Child development and motorcycle safety*” memberikan rekomendasi minimal keamanan yang harus ada jika berpergian dengan anak yang berusia diatas 1 tahun (2 – 15 tahun) menggunakan sepeda motor. Diantaranya yaitu anak-anak yang kakinya tidak dapat mencapai pijakan kaki, maka motor yang digunakan harus memiliki kursi anak yang dirancang dengan baik serta memiliki pelindung kaki [10]. Sudah menjadi praktik umum bahwa pengendara sepeda motor sering membawa anak kecil menggunakan kursi anak saat berkendara [11], membawa anak-anak mengendarai sepeda motor meningkatkan risiko cedera saat kecelakaan terjadi karena anak-anak memiliki tubuh yang lebih kecil dan tulang yang kurang berkembang dibandingkan dengan orang dewasa [12]. Ketika anak-anak berkendara sebagai penumpang sepeda motor, mereka sama rentannya dengan orang dewasa, meskipun kebutuhan perlindungan mereka tidak sama [10], [13], [14].

Desain kursi bonceng anak yang terus berkembang seiring berjalannya waktu, yang awalnya hanya diperuntukkan bagi sepeda kayuh namun kini berkembang untuk sepeda motor khususnya motor *scooter* yakni sepeda motor dengan teknologi *matic*. Perkembangan kursi bonceng anak seringkali tidak memperhatikan aspek ergonomi dan keselamatan anak, karena hal yang menjadi fokus pelanggan pada kursi ini seringkali hanya pada desainnya yang menarik [15]. Mereka kebanyakan duduk di depan atau di belakang pengendara [16], [17]. Hal ini dapat menimbulkan masalah keamanan yang serius [18].

Aspek keselamatan harus memenuhi beberapa kebutuhan anak: kesehatan, kenyamanan, dan keamanan. Anak dengan rentang usia tiga sampai enam tahun sangat berisiko untuk dibawa menggunakan sepeda motor [19]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah kursi bonceng anak untuk sepeda motor *matic* terutama sepeda motor Honda BeAT *series* dengan mencoba mengacu pada standar EN14344:2004 tentang “*Child seats for cycles – safety requirements and test methods*”.

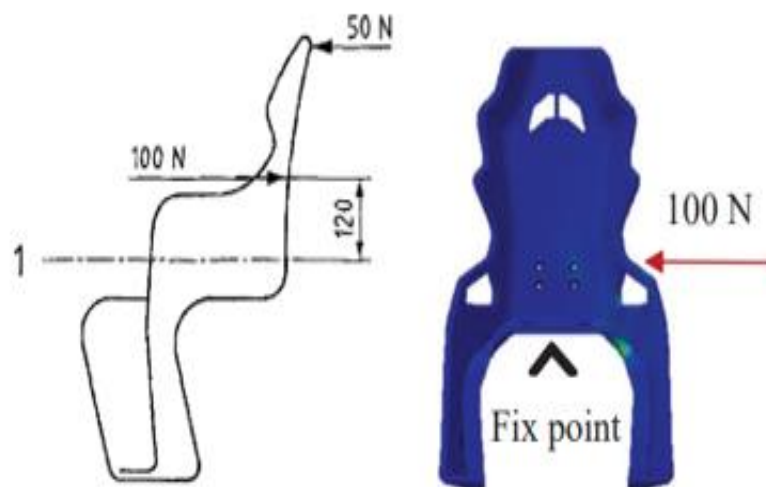
Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan referensi bagi produsen untuk memproduksi kursi bonceng anak yang tidak hanya menarik secara desain, tetapi juga aman dan ergonomis, sehingga dapat meningkatkan keamanan dan kenyamanan anak selama perjalanan. Kedua pedoman ini menekankan pentingnya keamanan dalam penggunaan kursi bonceng anak baik pada sepeda maupun sepeda motor untuk mencegah kecelakaan dan cedera. Dengan mengikuti standar EN14344:2004 serta rekomendasi WHO, orang tua dapat memastikan bahwa anak-anak mereka tetap aman selama perjalanan. Kursi bonceng anak pada sepeda kayuh yang sesuai dengan standar EN14344 diantaranya adalah kursi anak dari merek Polisport dengan tipe *Groovy CFS* [20]. Kursi ini dipilih karena ketersediaanya di pasar Indonesia. Oleh sebab itu produk dari Polisport menjadi referensi penulis dalam mengembangkan kursi bonceng anak untuk sepeda motor.

## 2. Material dan metodologi

### 2.1 Standar dan material kursi bonceng anak

#### 1) EN14344:2004

EN14344:2004 adalah sebuah standar yang dikeluarkan oleh *European Committee for Standardization* (CEN) yang mengatur spesifikasi keselamatan dan kinerja untuk kursi sepeda anak. Dokumen ini menetapkan persyaratan untuk kursi anak untuk sepeda yang dimaksudkan untuk dipasang pada sepeda yang dikayuh pedal dan sepeda dengan tenaga listrik, untuk mengangkut anak-anak dengan berat dari 9 kg hingga 22 kg (sekitar 9 bulan hingga 5 tahun) dan mampu duduk tanpa bantuan [21]. Pengujian kekuatan dan stabilitas struktur dengan menerapkan gaya statis seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Posisi gaya yang diterapkan

Berikut adalah paramater keamanan yang ditetapkan pada EN14344:2004 yang ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Paramater keamanan EN14344:2004

| No. | Parameter                                                               |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Kekuatan dan stabilitas struktur (material, kekuatan kontruksi)         |
| 2.  | Sistem penahan anak (sabuk pengaman, penguncian)                        |
| 3.  | Perlindungan kaki (sandaran kaki, penutup kaki)                         |
| 4.  | Kenyamanan dan ergonomi (desain ergonomis, penyesuaian ketinggian kaki) |
| 5.  | Pemasangan (instruksi pemasangan)                                       |

## 2) Polypropylene

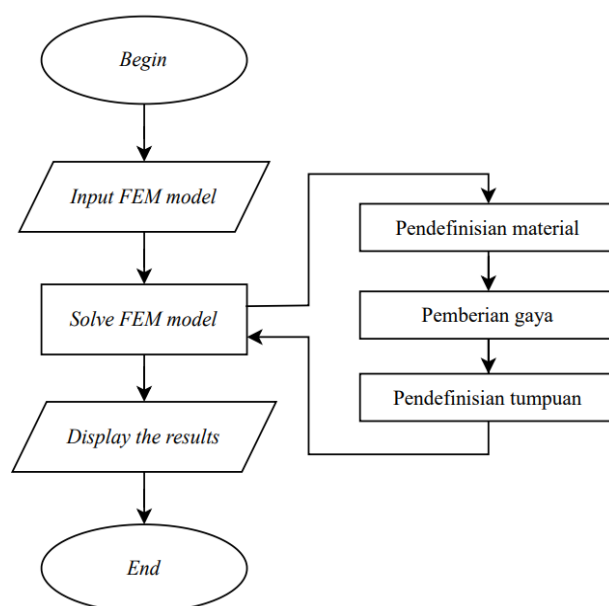
Desain kursi anak harus memenuhi persyaratan EN71-3. Material seperti nikel tidak dapat digunakan di beberapa bagian kursi karena berbahaya bagi kulit. Saat ini, material plastik *polypropylene* banyak digunakan dalam industri otomotif termasuk kursi anak [17]. Berikut adalah *material properties polypropylene* yang ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** *Material properties polypropylene*

| Property             | Value | Units      |
|----------------------|-------|------------|
| Elastic modulus      | 15000 | $N/mm^2$   |
| Poisson's ratio      | 0.4   | $N/A$      |
| Mass density         | 905   | $Kg/m^3$   |
| Tensile strenght     | 41,4  | $N/mm^2$   |
| Yield strenght       | 37,2  | $N/mm^2$   |
| Thermal conductivity | 0,12  | $W/(m.K)$  |
| Specific heat        | 1925  | $J/(Kg.K)$ |

## 2.2 Metodologi

Metodologi dimulai dengan input kursi bonceng anak, memecahkan model FEM (pendefinisian material, pemberian gaya, pendefinisian tumpuan), serta hasil analisis seperti yang disajikan pada Gambar 2.

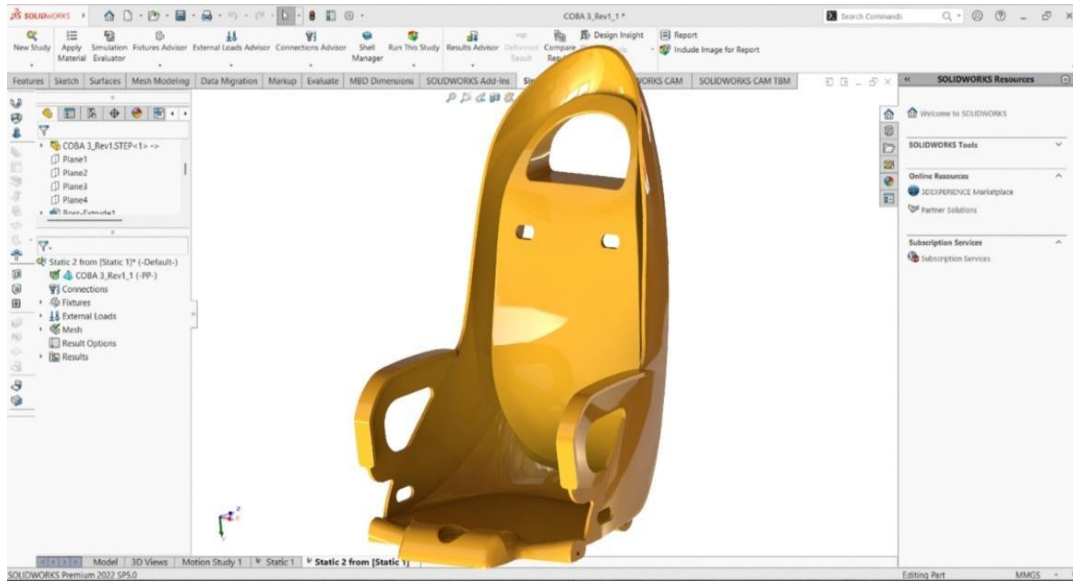


**Gambar 2.** Diagram alir penelitian

### 3. Hasil dan pembahasan

Hasil pada penelitian ini disajikan dalam tiga pembahasan yaitu input kursi bonceng anak, memecahkan model FEM, serta hasil analisis model sebagai berikut.

#### 3.1. Input kursi bonceng anak

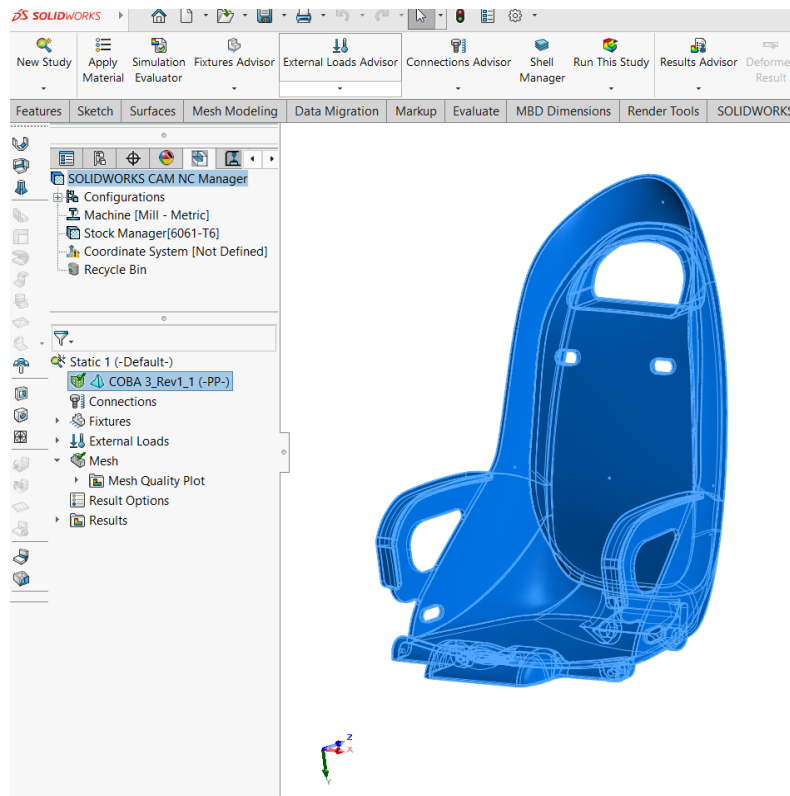


Gambar 3. Input kursi bonceng anak

#### 3.2. Memecahkan model FEM

##### 1) Pendefinisian material

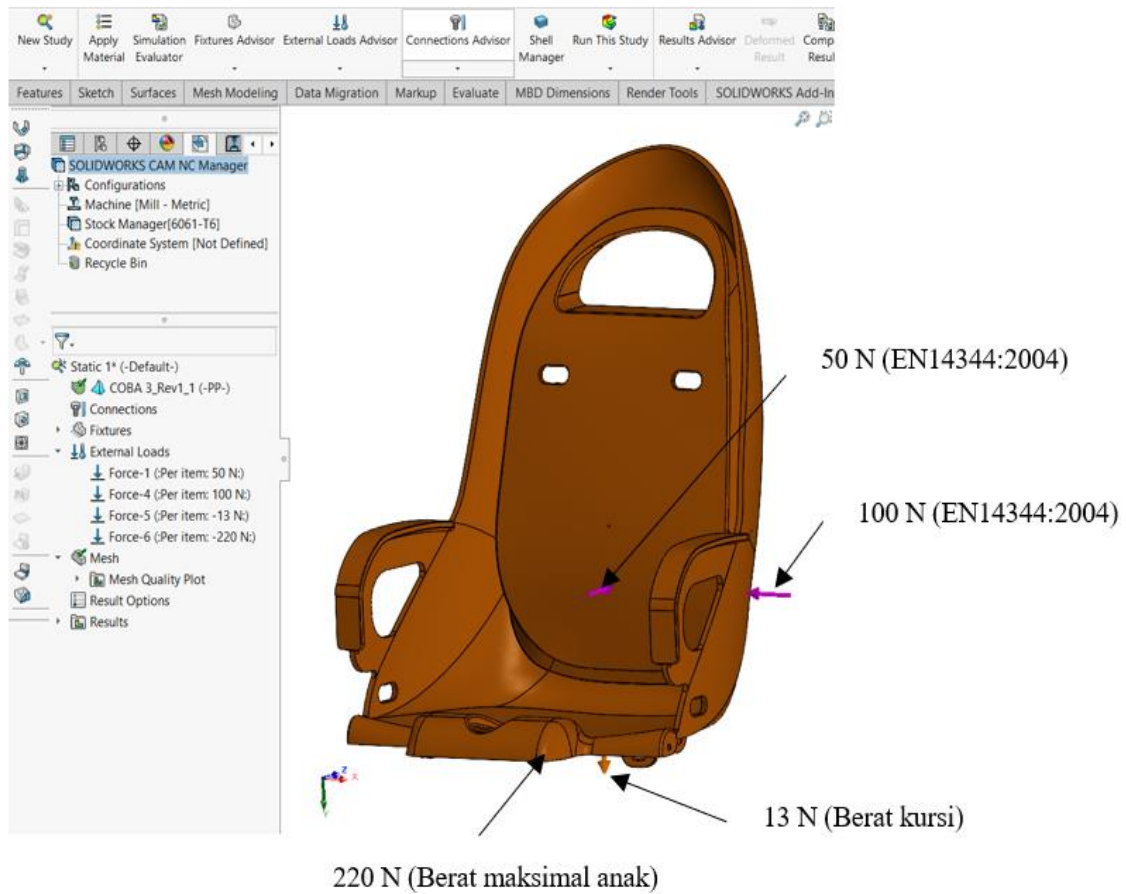
Material yang digunakan adalah *polypropylene* dengan *material properties* seperti pada Tabel 3.



Gambar 4. Pendefinisian material

## 2) Pemberian gaya

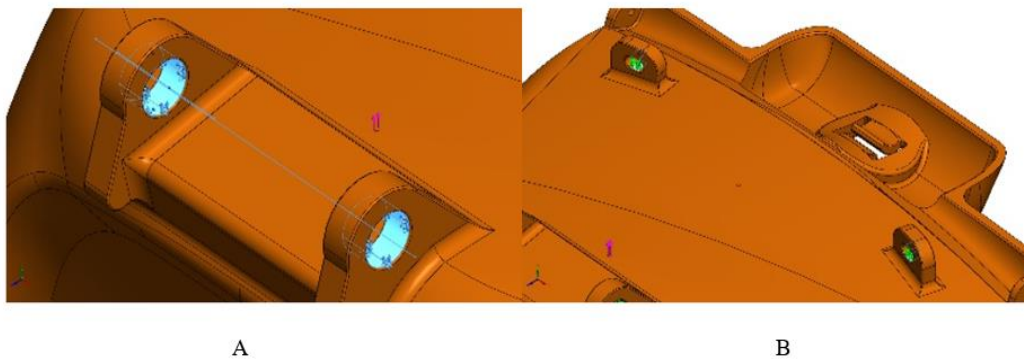
Pemberian gaya mengacu pada standar EN14344:2004 seperti pada Gambar 1, serta terdapat penambahan gaya dari berat kursi dan berat maksimal anak.



**Gambar 5.** Pemberian gaya

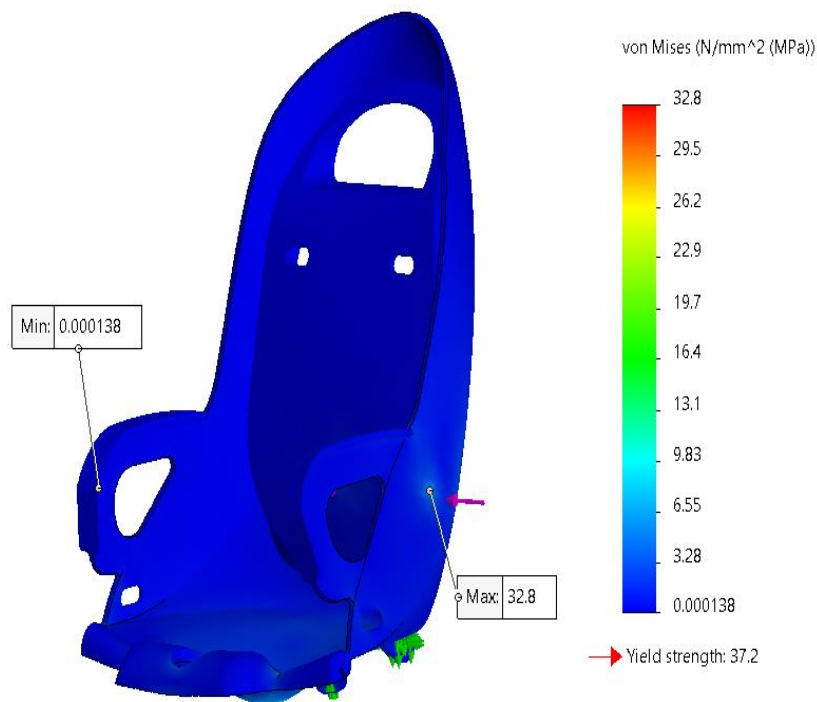
## 3) Pendefinisian tumpuan

Melalui analisis cara kerja kursi bonceng anak maka penulis mendefinisikan tumpuan seperti pada Gambar 6. berikut.



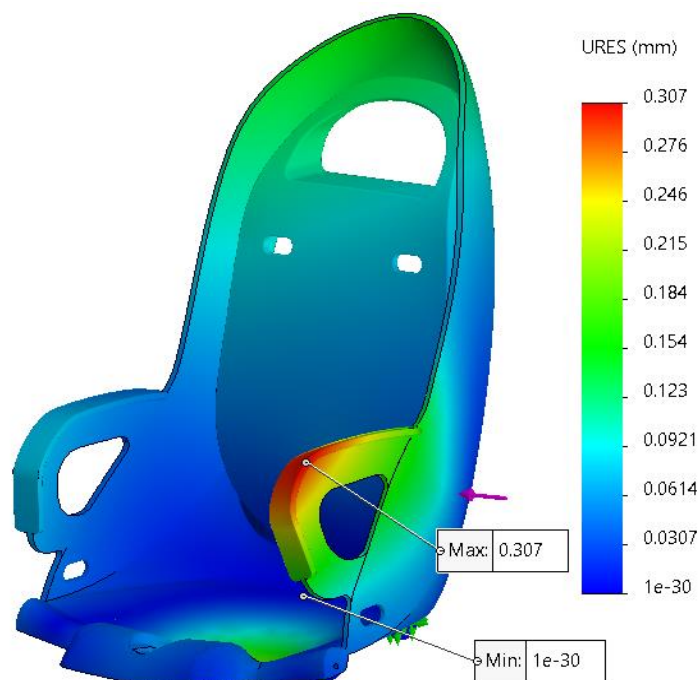
**Gambar 6.** (A) Fixed, (B) Roller/slider

### 3.3. Hasil analisis model



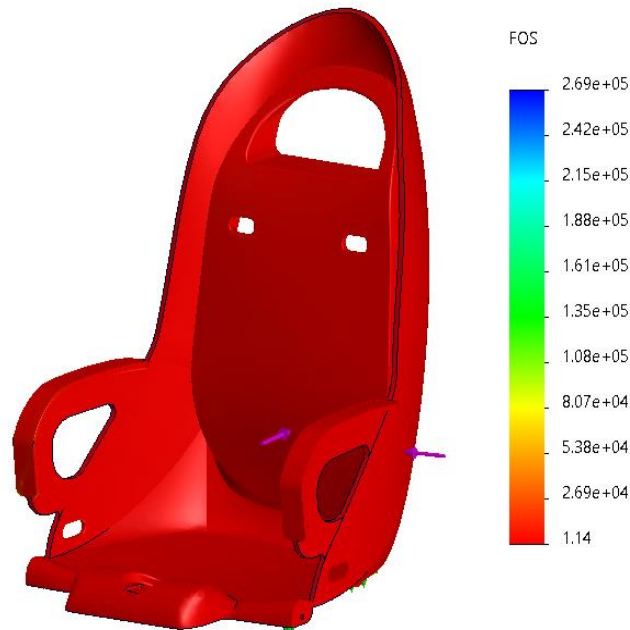
**Gambar 7. Maximum Stress**

Tegangan maksimum yang diperoleh dari hasil analisis adalah sebesar 32,8 MPa. Tegangan ini masih berada di bawah batas tegangan izin material *polypropylene* yaitu 37,2 MPa yang menunjukkan bahwa material tersebut belum mencapai batas maksimal kapasitasnya untuk menahan beban. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa rancangan ini berada dalam kondisi aman untuk digunakan sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan, serta tidak ada risiko kerusakan material akibat beban yang melebihi batas kemampuan material *polypropylene*.



**Gambar 8. Displacement max**

Terjadi defleksi maksimum sebesar 0,30 pada area tangan akibat gaya 100 N.



**Gambar 9.** *Factor of safety*

*Factor of safety* (FOS) yang dihasilkan adalah 1,14, FOS ini masih diatas batas minimum FOS yang direkomendasikan yaitu 1,0. *Solid Mesh* digunakan ketika distribusi tegangan dan deformasi di seluruh volume komponen menjadi hal yang kritis. Dengan pertimbangan tersebut, parameter pengaturan *mesh* perlu disesuaikan. Penjelasan informasi pengaturan *mesh* dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** *Mesh information*

| <i>Mesh information</i>                      |                                     |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Mesh type</i>                             | <i>Solid Mesh</i>                   |
| <i>Mesher Used:</i>                          | <i>Blended curvature-based mesh</i> |
| <i>Jacobian points for High quality mesh</i> | <i>16 Points</i>                    |
| <i>Maximum element size</i>                  | <i>30 mm</i>                        |
| <i>Minimum element size</i>                  | <i>1.5 mm</i>                       |
| <i>Mesh Quality</i>                          | <i>High</i>                         |

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini telah melakukan pengujian dengan parameter kemandan utama, terutama pada kekuatan dan stabilitas dengan mengacu pada EN14344:2004. Hasilnya menunjukkan bahwa kursi bonceng anak ini memiliki potensi untuk memenuhi beberapa aspek keselamatan dasar. Selain itu, uji tabrak sepeda motor yang sesungguhnya juga diperlukan untuk memahami bagaimana kursi anak dapat melindungi penumpang [22]. Namun pada penggunaan di lapangan, penulis tetap menyarankan penggunaan helm. Bukti-bukti menunjukkan bahwa ketika anak-anak menggunakan helm, mereka lebih kecil kemungkinannya mengalami cedera dan ketika mereka mengalami cedera, cedera tersebut tidak terlalu parah [23].

### Ucapan terima kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari Program Penelitian Pembentukan Profil Lulusan Berbasis Kolaborasi Industri (P3LBKI) Politeknik Manufaktur Bandung tahun 2024

### Daftar Pustaka

- [1] D. A. Hamsona and I. F. Susilowati, "Perlindungan Hukum Terhadap Keselamatan Penumpang Kendaraan Sepeda Motor Yang Digunakan Untuk Kepentingan Masyarakat," *Novum: Jurnal Hukum*, vol. 6, no. 2, 2019.
- [2] PPID Kab. Purbalingga, "Panduan Keselamatan Bersepeda Motor Di Jalan," [ppid.purbalinggakab.go.id/](https://ppid.purbalinggakab.go.id/). [Online]. Available: <https://ppid.purbalinggakab.go.id/panduan-keselamatan-bersepeda-motor-di-jalan/>
- [3] United Nations, *The United Nations Motorcycle Helmet Study*. New York and Geneva: United Nations, 2016.
- [4] Badan Pusat Statistik, "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2019-2021," [bps.go.id](https://www.bps.go.id/). [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/jumlah-kendaraan-bermotor.html>
- [5] S. Pance, D. Piskac, A. Bures, A. Voldrich, M. Kovac, and B. A. Budiman, "Evaluation of Motorcycle Energy Consumption in Urban Traffic," *International Journal of Sustainable Transportation Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 27–31, Apr. 2019.
- [6] V. A. Dihni, "Merek sepeda motor matic terpopuler di Indonesia (2022)." Accessed: Feb. 28, 2024. [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/07/20/ini-merek-sepeda-motor-matic-terpopuler-di-indonesia-versi-top-brand-award-2022>
- [7] M. Daafa Alhaqqy and A. Maulana, "Sepeda motor jadi penyumbang kecelakaan tertinggi sepanjang 2023." Accessed: Aug. 06, 2024. [Online]. Available: <https://otomotif.kompas.com/read/2024/01/17/071200015/sepeda-motor-jadi-penyumbang-kecelakaan-tertinggi-sepanjang-2023>
- [8] C. D. Weber, L. B. Solomon, R. Lefering, K. Horst, P. Kobbe, and F. Hildebrand, "Which Risk Factors Predict Knee Ligament Injuries in Severely Injured Patients?—Results from an International Multicenter Analysis," *J Clin Med*, vol. 9, no. 5, p. 1437, May 2020.
- [9] P. Agran, D. Winn, and D. Dunkle, "Injuries Among 4- to 9-Year-Old Restrained Motor Vehicle Occupants by Seat Location and Crash Impact Site," *Arch Pediatr Adolesc Med*, vol. 143, no. 11, p. 1317, Nov. 1989.
- [10] WHO, *Child development and motorcycle safety*. New Delhi: Searo, 2015.
- [11] S. Zulaikah, W. H. Rahmanda, and F. Triawan, "Foldable Front Child-Seat Design for Scooter Motorcycle: Strength Analysis Under Static and Dynamic Loading," *International Journal of Sustainable Transportation Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 37–44, Oct. 2020.
- [12] D. F. Huelke, "An overview of anatomical considerations of infants and children in the adult world of automobile safety design," in *Annual Proceedings/Association for the Advancement of Automotive Medicine*, 1998, pp. 93–113.
- [13] C. A. Bevan, F. E. Babl, P. Bolt, and L. N. Sharwood, "The increasing problem of motorcycle injuries in children and adolescents," *Medical Journal of Australia*, vol. 189, no. 1, pp. 17–20, Jul. 2008.
- [14] S. Koetniyom, J. Carmai, K. A. A. Kassim, and Y. Ahmad, "Kinematics and Injury Analysis of Front and Rear Child Pillion Passenger in Motorcycle Crash," *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, vol. 15, no. 3, pp. 5522–5534, Oct. 2018.

- [15] K. Dwijayanti, M. C. Zulfa, and D. Rohmawati, “Perancangan Kursi Bonceng Anak Usia 1-3 Tahun untuk Motor Matic dengan Metode QFD dan Antropometri,” *Jurnal Disprotek*, vol. 9, no. 2, pp. 110–126, 2018.
- [16] N. F. Paiman, A. Shabadin, A. H. Ariffin, S. M. Syazwan, and H. Azhar, “Child Motorcycle Pillion Rider Anthropometric Measurement,” *Applied Mechanics and Materials*, vol. 663, pp. 557–561, Oct. 2014.
- [17] K. Kanawipawut, J. Carmai, and S. Koetniyom, “Development of motorcycle child seats to mitigate injury during a motorcycle crash,” in *Proceedings of the 9th TSME International Conference on Mechanical Engineering*, 2019, pp. 251–258.
- [18] I. L. Al Qushai, A. A. Sholeh, W. N. Budiarta, and F. Triawan, “Motorcycle child seat for child with special needs: Its design process and problem-based learning,” *Indonesian Journal of Community and Special Needs Education*, vol. 1, no. 2, pp. 93–102, 2021.
- [19] T. B. O. Carvalho, L. R. L. Cancian, C. G. Marques, V. B. Piatto, J. V. Maniglia, and F. D. Molina, “Seis anos de atendimento em trauma facial: análise epidemiológica de 355 casos,” *Braz J Otorhinolaryngol*, vol. 76, no. 5, pp. 565–574, Oct. 2010.
- [20] M. Bike, “Boncengan Anak Baby Carrier POLISPORT Groovy.” Accessed: Apr. 07, 2024. [Online]. Available: [https://www.tokopedia.com/snapshot\\_product?dtl\\_id=3727034727&order\\_id=1772130767](https://www.tokopedia.com/snapshot_product?dtl_id=3727034727&order_id=1772130767)
- [21] European Committee for standarization, “DIN EN 14344: Child use and care articles - Child seats for cycles - Safety requirements and test methods,” Brussels, 2004.
- [22] S. Rahardian, I. Putra, and B. Budiman, “On the Use of Steel and Aluminum Materials for Frame Structure of Electric Trike,” *Indonesian Journal of Computing, Engineering and Design (IJoCED)*, vol. 3, no. 1, pp. 9–18, Apr. 2021.
- [23] J. Brown, L. Schonstein, R. Ivers, and L. Keay, “Children and motorcycles: a systematic review of risk factors and interventions,” *Injury Prevention*, vol. 24, no. 2, pp. 166–175, Apr. 2018.