

---

# ANALISIS TEGANGAN, DEFLEKSI, DAN FAKTOR KEAMANAN PADA PEMODELAN FOOTREST SEPEDA MOTOR Y DENGAN APLIKASI AUTODESK INVENTOR BERBASIS SIMULASI ELEMEN HINGGA

Muhammad Hardiyansyah, Imam Syafa'at\*, M.Dzulfikar  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim  
Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236  
\*email : imamsyafaat@unwahas.ac.id

## Abstrak

*Sepeda motor merupakan salah satu jenis kendaraan yang banyak dipilih masyarakat sebagai moda transportasi di zaman modern saat ini, Salah satu jenis sepeda motor tersebut adalah produk Y. Footrest merupakan komponen pada kendaraan sepeda motor yang terbuat dari material aluminium. Komponen tersebut mempunyai fungsi sebagai pijakan kaki untuk penumpang sepeda motor ditemukan ada kasus retak pada laporan ini. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui tegangan von mises, defleksi, faktor keamanan, dan optimasi pada footrest. Pada pemodelan ini menggunakan aplikasi Autodesk Inventor Professional 2013. Material yang digunakan yaitu Aluminium 6061 AHC, dan pada simulasi dilakukan pembebanan yang terdiri dari pengendara duduk dengan kaki bertumpu pada footrest, pengendara duduk berdiri bertumpu pada footrest, sepeda motor dan pengendara jatuh kesamping, motor tertabrak dari belakang, sepeda motor dan pengendara jatuh kesamping dengan dua pengendara. Hasil simulasi pada pembebanan dengan kondisi footrest tertabrak dari belakang beresiko besar terhadap retaknya footrest dengan ketebalan 3 mm didapatkan tegangan von mises 1009 MPa, defleksi 2,099 mm, faktor keamanan 0,27. Setelah dilakukan optimasi ketebalan menjadi 10 mm pada area yang rawan kegagalan (retak) didapatkan hasil faktor keamanan menjadi 1,04 maka footrest aman digunakan.*

**Kata kunci:** *footrest, tegangan, defleksi, faktor keamanan, optimasi.*

## PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan salah satu jenis kendaraan yang banyak dipilih masyarakat sebagai moda transportasi di zaman modern saat ini, karena sepeda motor memiliki dimensi yang kecil dan dapat mengurangi kepadatan di jalan raya. Salah satu jenis sepeda motor tersebut adalah produk Y yang memiliki tampilan bagus. Tetapi minimnya tingkat perlindungan yang ada pada sepeda motor akan mengakibatkan makin banyak timbul korban pada saat terjadi kecelakaan. Sehingga di perlukan perlindungan yang lebih tinggi pada sepeda motor demi keselamatan pengendara sebagai upaya untuk mengurangi tingkat kecelakaan. Untuk itu pada sepeda motor diperlukan komponen-komponen yang memiliki nilai aman dan nyaman untuk pengendara.

*Footrest* merupakan komponen pada kendaraan sepeda motor yang terbuat dari material aluminium. Komponen tersebut mempunyai fungsi sebagai pijakan kaki untuk penumpang sepeda motor. Setiap beda tipe sepeda motor maka bentuk dari *footrest* juga berbeda, kekuatan yang di dapat juga memiliki nilai yang berbeda. Maka desain *footrest* harus dibuat dengan memperhatikan nilai kekuatan yang tinggi demi kenyamanan dan keamanan pengendara, tetapi tidak sedikit terjadi permasalahan kerusakan pada *footrest* yang di sebabkan dari beberapa faktor seperti halnya yang terjadi pada *footrest* sepeda motorY yang mengalami retak, yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar.1 Kerusakan retak *footrest*sepeda motor Y

Beberapa peneliti terdahulu melakukan analisa tentang komponen sepeda motor. Khoeron (2016) meneliti pada salah satu komponen sepeda motor sangat penting sebelum digunakan karena dari sebuah analisa menghasilkan prediksi kegagalan produk, dalam melakukan analisa beberapa kondisi pembebanan aktual telah dilakukan olehnya, diantaranya meliputi: pembebanan dengan kondisi pengendara duduk dengan kaki bertumpu pada *footstep*, pengendara berdiri pada *footstep*, motor jatuh kesamping, *footstep* tertabrak dari belakang, *footstep* tertabrak dari depan dan motor djatuh kesamping dengan dinaiki dua pengendara. Dimana hasil maksimum didapat pada kondisi motor jatuh kesamping dengan dinaiki dua pengendara beresiko besar terhadap patahnya *footstep holder* dengan tegangan *von mises* 468,9MPa dan mempunyai faktor keamanan yang rendah 0,59 dengan defleksi 1,32mm.

Dudukan stang sepeda motor menerima gaya beban dari bobot mesin dan penumpang pada kondisi statis. Akibatnya akan timbul deformasi dan tegangan terdistribusi pada penampang struktur tersebut. Untuk mengetahui tegangan strukturnya perlu dilakukan simulasi dengan software CATIA V5R14. Hasilnya tegangan maksimum analisa komputer antara dudukan segitiga stang sepeda motor sebesar  $8,48 \times 10 \text{ N/m}^2$  sebelum mengalami modifikasi dan  $7,57 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  setelah dimodifikasi (Saidi, 2006).

Ismail dkk (2016) meneliti *footstep holder* sepeda motor Z. Tujuan dari peneliti ini yaitu menganalisa berbagai pembebanan pada *footstep holder* dengan bantuan software Autodesk Inventor. Hasilnya pembebanan dengan motor jatuh kesamping dengan tegangan maksimum adalah 414,6 Mpa, Defleksi maksimum adalah 0,3766 mm, Faktor keamanan 0,5.

Berdasarkan penelitian terdahulu mengenai analisa komponen sepeda motor belum ditemukan penelitian tentang faktor keamanan terhadap sepeda motor Y, maka tujuan dari penelitian ini antara lain untuk mengetahui tegangan, defleksi, faktor keamanan, serta optoimasi pada *footrest* dengan menggunakan bantuan software.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

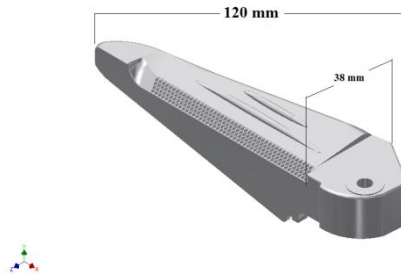
Bahan yang digunakan dalam metode peneltian adalah almunium tipe 6061 AHC, dengan nilai uji kekerasan 50,66 dan nilai kekuatan tarik 310 MPa, dalam simulasi ini menggunakan jenis material 6061 AHC. Sifat aluminium 6061 AHC terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1.Sifat Aluminum 6061 AHC (Callister, 2001)

	<i>Tensile Strength</i> [MPa (ksi)]	<i>Yield Strength</i> [MPa (ksi)]	<i>Poisson's</i> <i>Ratio</i>	<i>Mass Density</i> [g/cm <sup>3</sup> (lbm/in <sup>3</sup> )]	<i>Young's</i> <i>Modulus</i> [GPa (psi)]
Al-6061 AHC	310 (45)	276 (40)	0,33	2,70 (0,0975)	69 (10x10 <sup>6</sup> )
Al-1100	124 (18)	117 (17)	0,33	2,71 (0,0978)	69 (10)
Al-2024	185 (27)	75 (11)	0,33	2,77 (0,1)	72,4 (10,5)

## Pemodelan Dengan FEM

Dalam penelitian ini melakukan analisa berbagai pembebanan pada *footrest* dengan metode elemen hingga supaya diperoleh tegangan, defleksi, dan faktor keamanan dengan menggunakan bahan material paduan Aluminium 6061 AHC. Komponen sepeda motor yang akan diteliti adalah *footrest* sepeda motor Y. Langkah selanjutnya komponen tersebut dianalisa berdasarkan pada pengukuran secara manual dengan menggunakan alat bantu jangka sorong. Setelah geometri selesai dilakukan pengukuran maka selanjutnya geometri digambar (terlihat pada Gambar 2) dan dianalisa dengan menggunakan bantuan *software Autodesk Inventor Professional*.



Gambar2. Pemodelan *footrest*

## Asumsi-Asumsi Dalam Pemodelan

Pembebanan yang diberikan saat menjalankan simulasi diambil dari berat badan pengendara sebesar 70 kg (Endang, 2015), berat kaki yang bertumpu pada *footrest* sebesar 10 kg dan berat kosong kendaraan sebesar 96 kg (Astra-honda.com).

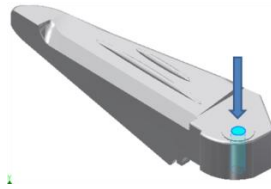
Pada pembebanan pemodelan *footrest* pengendara diasumsikan dimana kondisi *footrest* terikat sempurna pada pin *footrest* (tercekam sempurna) seperti terlihat pada Gambar 3 yang ditunjukkan pada anak panah.

Tabel 2. Hasil tegangan *von mises* dari beberapa pembebanan yang disimulasi Autodesk Inventor Professional 2013

No	Jenis pembebanan	Massa (kg)	Total pembebanan (N)
1	Pengendara duduk dengan kaki bertumpu pada <i>footrest</i>	$20/2 = 10$	98,1
2	Pengendara berdiri dengan kaki bertumpu pada <i>footrest</i>	$70/2 = 35$	686,7
3	Sepeda motor jatuh kesamping	96	941,76
4	Sepeda motor dengan <i>footrest</i> tertabrak dari belakang	$96 + 140 = 236$	2315,16
5	Pembebanan <i>footrest</i> dengan kondisi pembebanan sepeda motor jatuh kesamping dengan dua pengendara	$140 + 96 = 236$	2315,16

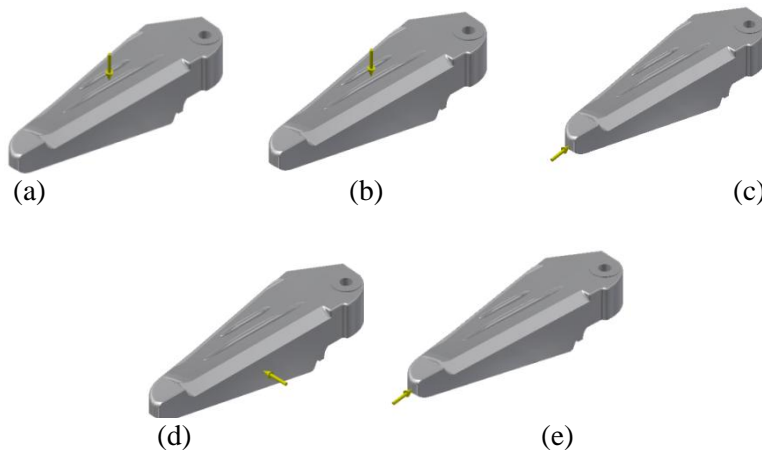
Pada asumsi ini ada tipe enam pembebanan, antara lain yaitu (a) pengendara duduk dengan kaki bertumpu pada *footrest* dengan beban yang diberikan yaitu 10 kg (98,1 N). selanjutnya (b) yaitu pengendara berdiri dengan kaki bertumpu pada *footrest* yaitu 35 kg (343,35 N). untuk pembebanan (c) sepeda motor jatuh kesamping tanpa pengendara yaitu 96 kg (941,76 N), dan pembebanan yang

selanjutnya (d) kondisi *footrest* tertabrak dari belakang oleh sepeda motor yang dikendarai dua pengendara dengan jenis kendaraan yang sama yaitu 236 kg (2315,16N), (e) pembebanan *footrest* dengan kondisi pembebanan sepeda motor jatuh kesamping dengan dua pengendara yaitu 236 kg (2315,16N) seperti terlihat pada Gambar 4 (a,b,c,d,e).



Gambar 3. *Footrest* terikat pada pin

Pada asumsi ini ada tipe enam pembebanan, antara lain yaitu (a) pengendara duduk dengan kaki bertumpu pada *footrest* dengan beban yang diberikan yaitu 10 kg (98,1 N). selanjutnya (b) yaitu pengendara berdiri dengan kaki bertumpu pada *footrest* yaitu 35 kg (343,35 N). untuk pembebanan (c) sepeda motor jatuh kesamping tanpa pengendara yaitu 96 kg (941,76 N), dan pembebanan yang selanjutnya (d) kondisi *footrest* tertabrak dari belakang oleh sepeda motor yang dikendarai dua pengendara dengan jenis kendaraan yang sama yaitu 236 kg (2315,16N), (e) pembebanan *footrest* dengan kondisi pembebanan sepeda motor jatuh kesamping dengan dua pengendara yaitu 236 kg (2315,16N) seperti terlihat pada Gambar 4 (a,b,c,d,e).



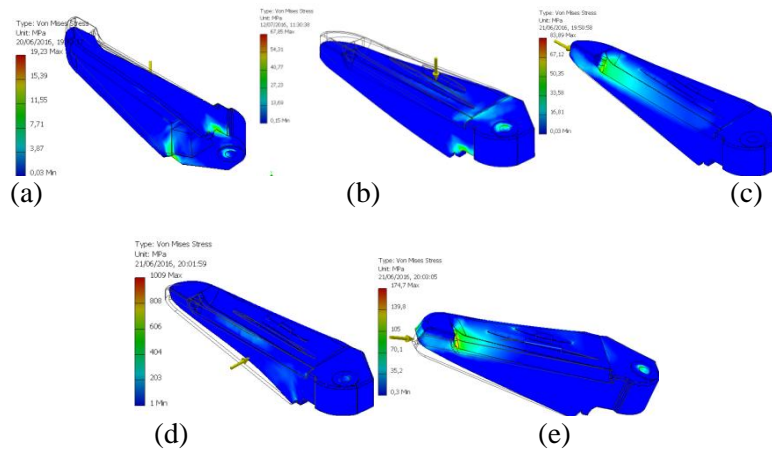
Gambar 4.(a) pengendara duduk dengan kaki bertumpu pada *footrest* (b) pengendara berdiri dengan kaki bertumpu pada *footrest* (c) sepeda motor jatuh kesamping (d) kondisi *footrest* tertabrak dari belakang (e) pembebanan sepeda motor jatuh kesamping dengan dua pengendara

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapat dalam penelitian dengan menggunakan bantuan *FEM* dengan objek yang dianalisa adalah *footrest* sepeda motor Y dengan bahan aluminium tipe 6061 AHC adalah sebagai berikut.

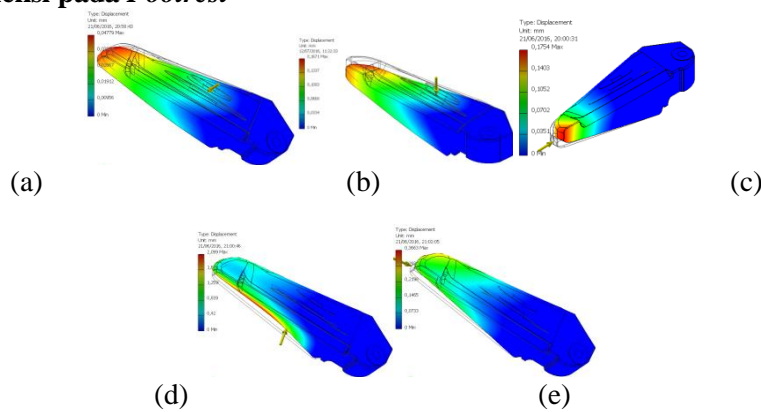
### Hasil Analisa Tegangan Von Mises Pada Footrest

Hasil analisa tegangan memberikan hasil bawasannya tegangan yang paling besar terjadi pada pembebanan *footrest* tertabrak kendaraan yang dikendarai dua orang dengan jenis motor yang sama dari belakang dengan beban 2315,16 Nyaitu sebesar 009 MPa. Pada kondisi tersebut rawan terhadap patahnya *footrest*, karena tegangan yang terjadi pada pembebanan tersebut melebihi tegangan pada titik luluh.



Gambar 5. Hasil analisa tegangan (a) pengendara duduk dengan kaki bertumpu pada *footrest* (b) pengendara berdiri dengan kaki bertumpu pada *footrest* (c) sepeda motor jatuh kesamping (d) kondisi *footrest* tertabrak dari belakang (e) pembebanan sepeda motor jatuh kesamping dengan dua pengendara

### Hasil Analisis Defleksi pada Footrest



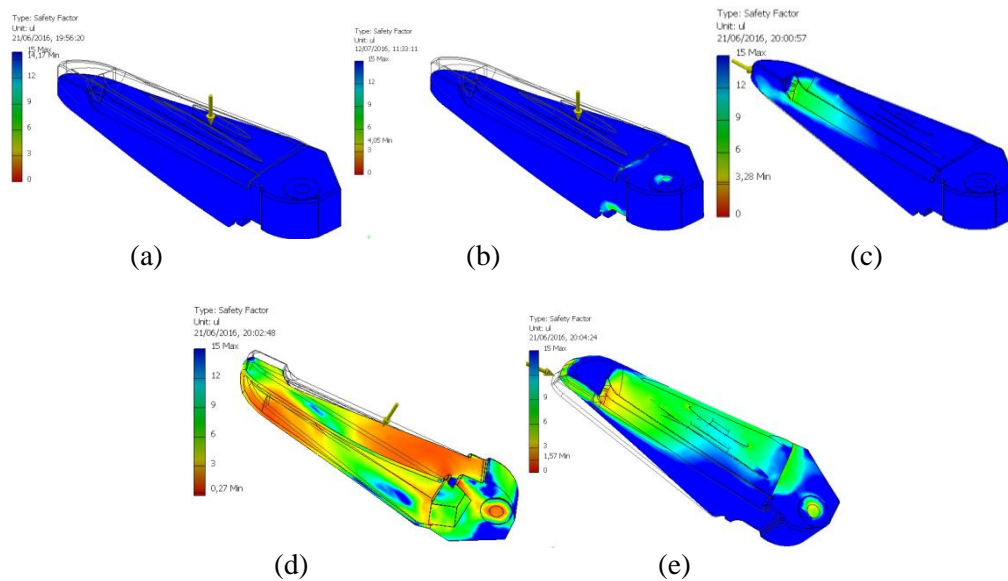
Gambar 6. Hasil analisa defleksi (a) pengendara duduk dengan kaki bertumpu pada *footrest* (b) pengendara berdiri dengan kaki bertumpu pada *footrest* (c) sepeda motor jatuh kesamping (d) kondisi *footrest* tertabrak dari belakang (e) pembebanan sepeda motor jatuh kesamping dengan dua pengendara

Hasil analisa defleksi memberikan hasil bawasannya defleksi yang paling besar terjadi pada pembebanan *footrest* tertabrak kendaraan yang dikendarai dua orang dengan jenis motor yang sama dari

belakang dengan beban 2315,16 Nyaitu sebesar 2,099 mm. Pada kondisi tersebut rawan terhadap patahnya *footrest*, karena tegangan yang terjadi pada pembebanan tersebut melebihi tegangan pada titik luluh.

### Hasil Analisis Faktor Keamanan pada *Footrest*

Hasil analisa faktor keamanan memberikan hasil bawahannya faktor keamanan yang paling kecil atau resiko kegagalan yang paling tinggi terjadi pada pembebanan *footrest* tertabrak kendaraan yang dikendarai dua orang dengan jenis motor yang sama dari belakang dengan beban 2315,16 N yaitu sebesar 0,27. Melihat hasil berbagai simulasi, peneliti merekomendasikan bahwa desain pada lokasi tegangan *von mises* maksimal dibesarkan ukurannya untuk meningkatkan faktor keamanan.

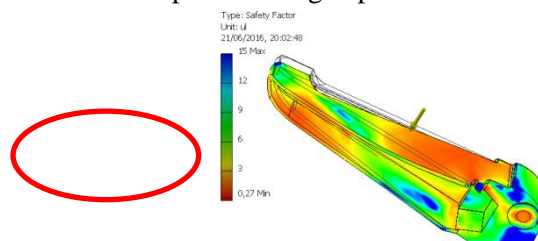


Gambar 7. Hasil analisa faktor keamanan (a) pengendara duduk dengan kaki bertumpu pada *footrest* (b) pengendara berdiri dengan kaki bertumpu pada *footrest* (c) sepeda motor jatuh kesamping (d) kondisi *footrest* tertabrak dari belakang (e) pembebanan sepeda motor jatuh kesamping dengan dua pengendara

### Studi Optimasi Desain

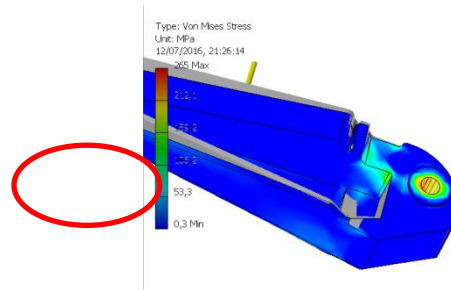
Setelah selesai melakukan analisa dengan menggunakan *Autodesk Inventor Professional 2013*, hasil dapat diketahui, bahwasannya resiko kegagalan paling besar yaitu pada keadaan *footrest* tertabrak kendaraan dari belakang. Untuk itu dilakukanya optimasi yaitu mencari keadaan yang rawan akan kegagalan agar dioptimasi dengan tujuan resiko kegagalan tersebut bisa diminimalisir yaitu dengan menambahkan radius pada daerah yang rawan akan patah.

Pada *footrest* dengan ketebalan 3 mm memiliki resiko akan terjadinya patah seperti yang terlihat pada Gambar 8. Maka akan di lakukan optimasi dengan penambahan ketebalan menjadi 3,5 mm, 4 mm, 7 mm.



Gambar 8. Area yang rawan akan kegagalan (retak)

Setelah dilakukan optimasi dengan penambahan ketebalan menjadi 7 mm maka resiko patah berpindah kearea pin seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Area yang rawan akan kegagalan (retak) berpindah kearea pin

Dimana pada Tabel 2. menunjukkan hasil optimasi, semakin ketebalan di tambah maka faktor keamanan menjadi meningkat dari desain pabrikan dengan ketebalan 3 mm pada simulasi didapatkan nilai faktor keamanan 0,27, setelah ketebalan ditambah 7 mm menjadi 10 mm pada simulasi didapatkan nilai faktor keamanan yang lebih tinggi yaitu 1,04 maka dari simulasi disimpulkan penambahan ketebalan 7 mm yaitu aman digunakan.

Tabel 2. Hasil optimasi

Optimasi ketebalan	Tegangan von mises (MPa)	Defleksi (mm)	Faktor keamanan
3 mm	1009	2,099	0,27
3,5 mm	833,9	2,509	0,33
4 mm	616,3	2,099	0,45
7 mm	365	0,789	1,04

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan simulasi *FEM* menghasilkan kesimpulan, bawasannya pada ketebalan 3 mm tegangan paling besar pada kondisi *footrest* tertabrak dari belakang, yaitu sebesar 1009 MPa, defleksi paling besar juga sama pada kondisi tersebut, yaitu sebesar 2,099 mm, serta faktor keamanan paling minimum juga sama pada kondisi pembebanan tersebut, yaitu 0,27, setelah dilakukan optimasi hasilnya penambahan ketebalan menjadi 7 mm mendapatkan hasil faktor keamanan yang paling tinggi, yaitu sebesar 1,04.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astra H., 2016, *Spesifikasi Motor Honda Scoopy*, PT ASTRA HONDA MOTOR. <http://www.astra-honda.com/produk/kendaraan/scoopy-esp/>
- Callister W. D., dan Rethwisch D. G., 2010, *Materials Science and Engineering An Introduction*, eighth edition, Department, John Wiley and Sons, Inc., 111 River Street, Hoboken, NJ 07030-5774.
- Endang R., 2015, *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*. [www.depkes.go.id/resources/download/info-publik/Renstra-2015.pdf](http://www.depkes.go.id/resources/download/info-publik/Renstra-2015.pdf). Diakses : 10 Januari 2016, 09:45.

- Khoeron S., 2016, *Analisis Tegangan, Defleksi, Dan faktor keamanan Pada Pemodelan Footstep Holder Sepeda Motor CB150R Berbasis Simulasi Elemen Hingga*, UNWAHAS, Semarang.
- Saidi R. 2006, *Tegangan Maksimum Dudukan Stang Sepeda: Analisis dan Modifikasi Perancangan*, Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen, Universitas Gunadarma, Depok.
- Ismail M. A., dkk., 2016, *Analisis Tegangan, Defleksi, Dan faktor keamanan Pada Pemodelan Footstep Holder Sepeda Motor Z Berbasis Simulasi Elemen Hingga*, UNWAHAS, Semarang.