

## STUDI OPTIMASI FAKTOR KEAMANAN *FOOTREST* SEPEDA MOTOR X BERBASIS SIMULASI ELEMEN HINGGA

Imam Syafa'at<sup>1\*</sup>, Darmanto<sup>1</sup> dan Endon Priyanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236

\*email: imamsyafaat@unwahas.ac.id

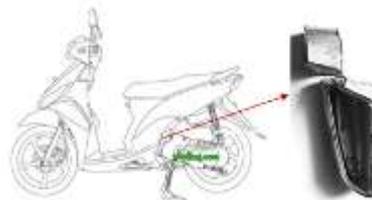
### ABSTRAK

Di zaman yang sudah modern ini, sepeda motor merupakan moda transportasi yang banyak diminati oleh masyarakat sehingga keberadaannya sangatlah banyak, untuk itu diperlukan komponen-komponen sepeda motor yang aman digunakan bagi pengendaranya. *Footrest* merupakan komponen yang mempunyai fungsi untuk pijakan kaki pembonceng agar lebih nyaman dalam berkendara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa tegangan, defleksi, dan faktor keamanan serta optimasi *footrest*. Berbagai pembebanan dilakukan pada pemodelan antara lain meliputi pembebanan dengan kondisi pembonceng duduk dengan kedua kaki bertumpu pada *footrest*, Pembonceng berdiri, motor jatuh kesamping, motor dan pengendara jatuh kesamping, motor tertabrak dari belakang dan motor tertabrak dari depan, pemodelan pembebanan menggunakan bantuan software Autodesk Inventor Professional 2013. Hasil yang didapat setelah dilakukan simulasi analisa adalah kekuatan struktur komponen berupa tegangan, defleksi dan faktor keamanan. Pada pembebanan dengan kondisi *footrest* tertabrak dari belakang beresiko besar terhadap patahnya *footrest* dengan tegangan von mises 504,8 MPa, faktor keamanannya yaitu 0,54. Defleksi terbesar juga terjadi pada pembebanan tipe ini yaitu 0,7372 mm. Setelah dilakukan optimasi hasilnya pemberian radius menjadi 7 mm pada area yang rawan kegagalan (patah) mendapatkan hasil faktor keamanan yang paling tinggi.

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

### PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan moda transportasi yang banyak diminati oleh masyarakat sehingga keberadaannya sangatlah banyak, bahkan sepeda motor sekarang sudah dianggap sebagai kebutuhan primer, banyak berbagai tipe dan merek sepeda motor salah satunya yaitu sepeda motor X. Motor keluaran tahun 2013 ini langsung jadi incaran para konsumen, terbukti data dari Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) mendata penjualan motor X per tahun 2013 saja mencapai 33.938 unit (Prabowo, 2013). Secara visual komponen sepeda motor ini mempunyai bentuk yang bagus dan menarik, tetapi bentuk tersebut belum tentu menjamin keamanannya. Keadaan di lapangan juga menunjukkan bahwa *footrest* dari sepeda motor ini tak sedikit mengalami kegagalan (patah) seperti terlihat pada Gambar 1. Terjadinya kegagalan tersebut (patah) yaitu dengan sebab yang bermacam-macam, terutama cara berkendara yang kurang baik.



**Gambar 1. *Footrest* Motor X yang patah**

Beberapa peneliti terdahulu melakukan analisa tentang komponen pada sepeda motor. Khoeron (2016) meneliti *footstep holder* sepeda motor “Z”. Dia menganalisa berbagai pembebanan pada *footstep holder* dengan bantuan software *autodesk inventor*. Hasilnya pembebanan dengan motor jatuh kesamping beresiko besar terhadap patahnya *footstep* dengan tegangan *von mises* 468,9 MPa. Serupa dengan penelitian ini, Ismail (2016) juga menganalisa *footstep holder* untuk jenis motor yang berbeda. Hasil optimasi menunjukkan bahwa pada ketebalan 15 mm dari yang semula 8 mm, menghasilkan faktor keamanan tertinggi sebesar 1,6.

Purwanti (2012) meneliti tentang kemiringan *footstep* Megapro. Tujuan dari penelitian itu yaitu untuk mendapatkan posisi

terkuat dengan tegangan kerja yang dihasilkan paling kecil dengan bantuan *software CATIA V5R16*. Hasilnya kemiringan *footstep* yang paling aman adalah pada sudut 41,987 derajat, dengan tegangan kerja sebesar 112 Pa.

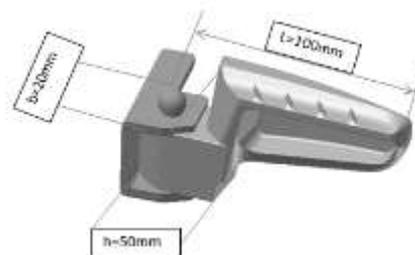
Berdasarkan penelitian terdahulu mengenai analisa komponen sepeda motor belum ditemukan penelitian tentang faktor keamanan terhadap sepeda motor X, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tegangan, defleksi dan faktor keamanan, serta optimasi pada *footrest* dengan menggunakan bantuan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

**METODE PENELITIAN**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah almunium tipe 6061, dengan kekuatan ultimat yaitu untuk kekuatan tarik 262 MPa, dan geser 207 MPa (Waguespack, 2014). Untuk tegangan luluh yaitu untuk tarik 241 MPa, dan geser 138 MPa. Sedangkan untuk nilai modulus elastisitanya untuk tarik atau desak 70 GPa, dan geser 25,6 GPa. Mechanical properties dalam simulasi ini diambil dari Autodesk Inventor.

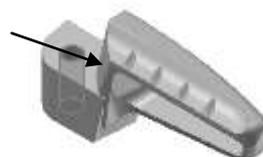
Dalam penelitian ini dilakukan analisa berbagai pembebanan pada *footrest* dengan metode elemen hingga supaya diperoleh tegangan, defleksi, dan faktor keamanan dengan maenggunakan bahan material paduan Alumunium 6061. Komponen sepeda motor yang akan diteliti adalah *footrest* motor X. Langkah selanjutnya 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*.



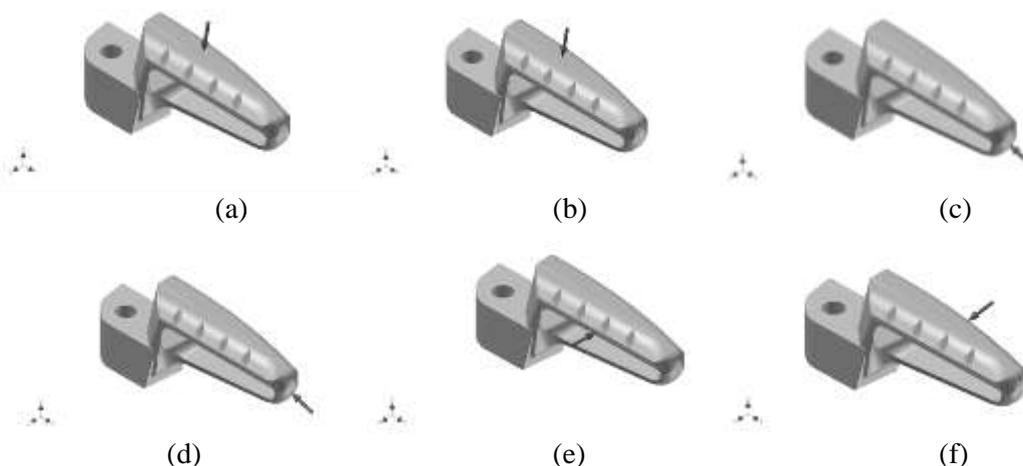
**Gambar 2. Pemodelan *footrest***

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.

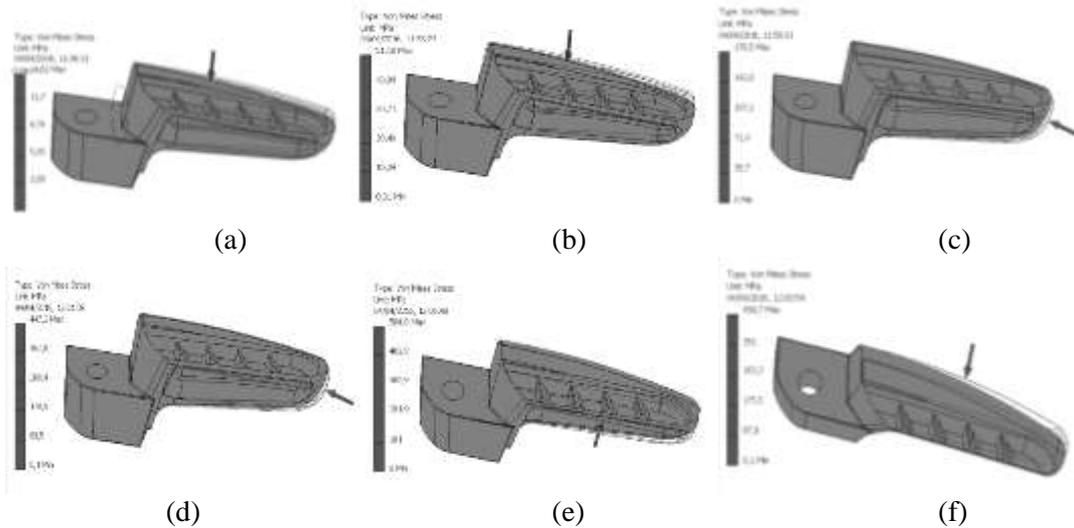


**Gambar 3. *Footrest* terikat pada pin**

Pada asumsi ini ada tipe enam pembebanan, antara lain yaitu (a) beban kaki pembonceng



**Gambar 4. (a) beban kaki pembonceng bertumpu pada *footrest*, (b) beban pembonceng berdiri, (c) kendaraan jatuh kesamping tanpa pengendara, (d) kendaraan jatuh kesamping dengan dua pengendara, (e) *footrest* tertabrak dari belakang, (f) *footrest* tertabrak dari depan**



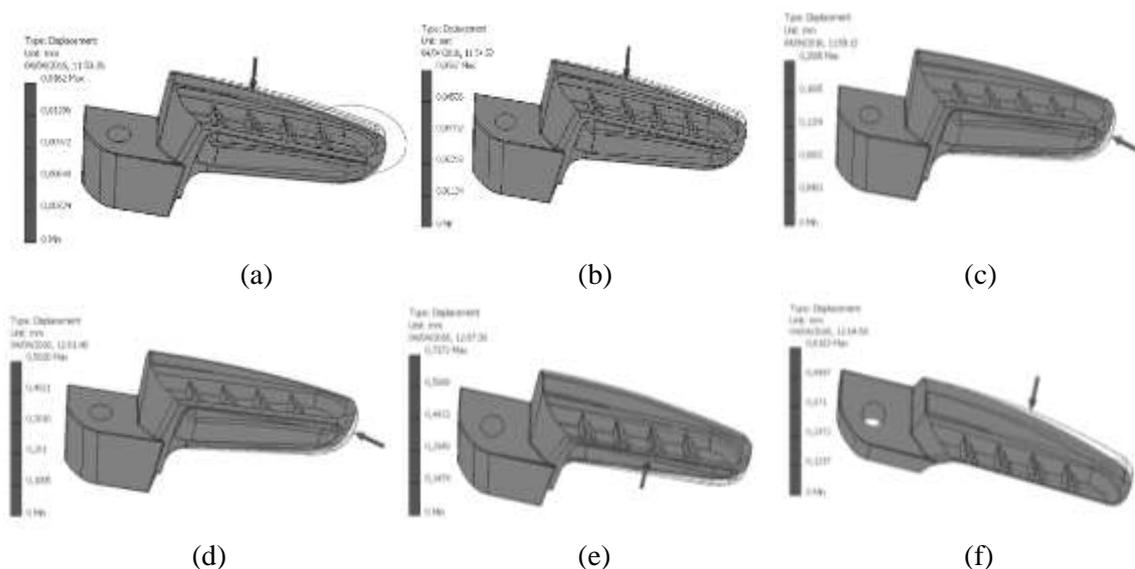
**Gambar 5. (a) beban kaki pembonceng bertumpu pada *footrest*, (b) beban pembonceng berdiri, (c) kendaraan jatuh kesamping tanpa pengendara, (d) kendaraan jatuh kesamping dengan dua pengendara, (e) *footrest* tertabrak dari belakang, (f) *footrest* tertabrak dari depan**

pertumpu pada kedua *footrest* dengan beban yang diberikan yaitu 10 kg (98,1 N). Selanjutnya (b) yaitu beban pembonceng berdiri diatas *footrest* yaitu 35 kg (343,35 N). Untuk pembebanan (c) dan (d) yaitu kendaraan jatuh kesamping tanpa pengendara 93 kg (912,33 N), dan kendaraan jatuh kesamping dengan dikendarai dua orang yaitu 233 kg (2285,73 N). Pembebanan yang selanjutnya (e) dan (f) yaitu

kondisi *footrest* tertabrak dari belakang dan depan oleh sepeda motor yang dikendarai dua orang yaitu 233 kg (2285,73 N), seperti terlihat pada Gambar 4.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil yang didapat dalam penelitian dengan menggunakan bantuan *FEM* dengan objek yang dianalisa adalah *footrest* sepeda motor X dengan



**Gambar 6. (a) beban kaki pembonceng bertumpu pada *footrest*, (b) beban pembonceng berdiri, (c) kendaraan jatuh kesamping tanpa pengendara, (d) kendaraan jatuh kesamping dengan dua pengendara, (e) *footrest* tertabrak dari belakang, (f) *footrest* tertabrak dari depan**

bahan aluminium tipe 6061 adalah sebagai berikut.

### Hasil Analisa Tegangan Von Mises Pada *Footrest*

Hampir semua resiko kegagalan ada pada area yang dilingkari (Gambar 5. a), selain pada area tersebut yang memiliki lekukan yang cukup besar, juga karena jarak yang dekat dengan pusat cekaman (*constraint*), jadi memiliki pusat konsentrasi tegangan yang besar pula. Analisa tegangan memberikan hasil bahwa tegangan yang paling besar terjadi pada pembebanan *footrest* tertabrak kendaraan yang dikendarai dua orang dengan jenis motor yang sama dari belakang dengan beban 2285,73 N yaitu sebesar 504,8 MPa. Pada kondisi tersebut rawan terhadap patahnya *footrest*, karena tegangan yang terjadi pada pembebanan tersebut melebihi tegangan pada titik luluh.

### Hasil Analisis Defleksi pada *Footrest*

Hampir semua resiko kegagalan ada pada area yang dilingkari (Gambar 6. a), karena disamping pada area tersebut yang dekat dengan pembebanan juga jauh dari posisi cekaman (*constraint*). Hasil analisa defleksi memberikan hasil bahwa defleksi yang paling besar terjadi pada pembebanan *footrest* tertabrak kendaraan yang dikendarai dua orang dengan jenis motor yang sama dari belakang dengan beban 2285,73 N yaitu sebesar 0,7372

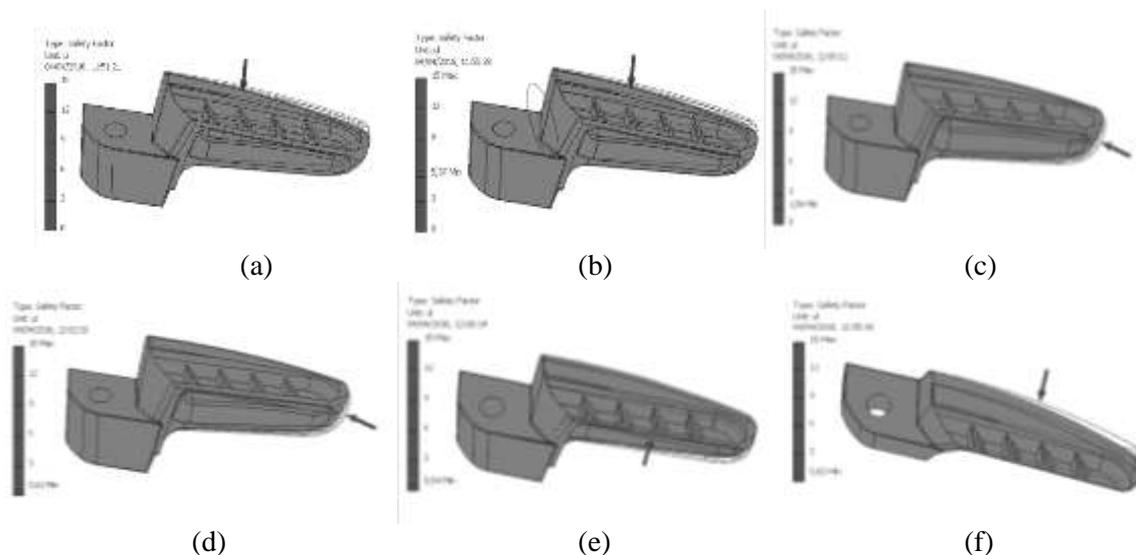
mm. Pada kondisi tersebut rawan terhadap patahnya *footrest*, karena tegangan yang terjadi pada pembebanan tersebut melebihi tegangan pada titik luluh.

### Hasil Analisis Faktor Keamanan pada *Footrest*

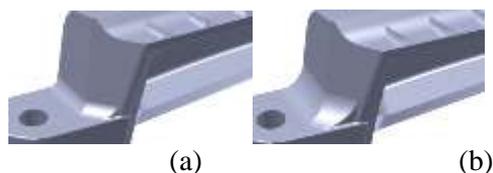
Hampir semua resiko kegagalan ada pada area yang dilingkari (Gambar 7. b), karena memiliki lekukan yang cukup besar. Analisa faktor keamanan memberikan hasil bahwa faktor keamanan yang paling kecil atau resiko kegagalan yang paling tinggi terjadi pada pembebanan *footrest* tertabrak kendaraan yang dikendarai dua orang dengan jenis motor yang sama dari belakang dengan beban 2285,73 N yaitu sebesar 0,54. Meskipun pembebanan motor jatuh kesamping dengan dua pengendara dan *footrest* tertabrak dari depan beresiko terhadap patahnya *footrest*, tapi pada pembebanan *footrest* tertabrak dari belakang inilah yang memiliki nilai faktor keamanan yang paling rendah, terlihat pada Gambar 7.

### Studi Optimasi Desain Radius *Fillet*

Pada *footrest* yang telah digambar pada daerah yang rawan akan patah radiusnya hanya 2 mm, dan pada optimasi radiusnya akan dibesarkan yaitu menjadi 4 mm, 5, 6, 7, dan 8 mm, seperti terlihat pada Gambar 8 (a) yaitu penambahan radius menjadi 4 mm dan (b) penambahan radius menjadi 8 mm. Dalam



**Gambar 7. (a) beban kaki pembonceng bertumpu pada *footrest*, (b) beban pembonceng berdiri, (c) kendaraan jatuh kesamping tanpa pengendara, (d) kendaraan jatuh kesamping dengan dua pengendara, (e) *footrest* tertabrak dari belakang, (f) *footrest* tertabrak dari depan**



**Gambar 8. Optimasi radius menjadi 4 mm (a) dan radius menjadi 8 mm (b)**

penambahan radius *fillet* perancangan desain penambahan maksimal radius hanya 8 mm, karena ketika radius lebih dari 8 mm maka sudah melebihi batas dari penambahan radius pada area tersebut yang akibatnya akan menutup lubang. Dalam proses penambahan radius *fillet* ini, mengabaikan faktor dari *holder* itu sendiri. Dari hasil optimasi terhadap daerah yang rawan akan patah (kegagalan) menghasilkan, bahwa faktor keamanan terbesar didapat pada penambahan radius *fillet* menjadi 7 mm. Hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil dari optimasi pembebanan dengan penambahan radius pada daerah yang rawan akan kegagalan (patah).**

Pembebanan	Footrest motor yang kesamping dengan dia pengemudi					Footrest tertabrak dari belakang					Footrest tertabrak dari depan				
	R4	R5	R6	R7	R8	R4	R5	R6	R7	R8	R4	R5	R6	R7	R8
Faktor keamanan	1,11	1,17	1,51	1,93	1,84	0,99	1,15	1,15	1,19	1,17	0,91	1,12	1,15	1,17	1,16

Optimasi yang telah dilakukan dengan penambahan radius menjadi 4 mm, 5, 6, 7, dan 8 mm pada area yang rawan akan kegagalan, penambahan radius menjadi 7 mm mendapatkan faktor keamanan yang paling tinggi. Pada tipe ini memiliki nilai yang paling tinggi karena memiliki kriteria sifat yang relevan dengan desain, pada penambahan radius menjadi 8 mm konsentrasi tegangan pada area yang rawan akan kegagalan sudah menyebar, ini yang menyebabkan nilai faktor keamanannya menurun. Keterbatasan nilai ukuran radius fillet hanya sampai 8 mm ini didasarkan pada konstruksi desain pabrikan yang tidak memungkinkan diperbesar lagi ukurannya. Jika dibesarkan lagi, maka lubang untuk pin (lihat Gambar 3) akan tidak rata karena pengaruh fillet.

Mengacu pada pembebanan awal sebelum dilakukannya optimasi, hasil yang didapat, faktor keamanan yang paling rendah yaitu pada kondisi pembebanan ketika *footrest* tertabrak dari belakang dengan beban 2285,73 N, dengan faktor keamanan sebesar 0,54. Setelah

dilakukan optimasi, pemberian radius menjadi 7 mm menghasilkan faktor keamanan yang paling tinggi yaitu sebesar 1,19. Meskipun telah dioptimasi, hasil faktor keamanan ini masih belum cukup aman menurut Vidosic (1957). Karena batasan terendah adalah 1,25 untuk beban dengan parameter: kondisi terkontrol, kondisi lingkungan yang stabil, dan tegangan yang tetap, seperti pada kondisi umum pemakaian kendaraan bermotor sehari-hari.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan simulasi *FEM* menghasilkan kesimpulan, bawasannya tegangan paling besar pada kondisi *footrest* tertabrak dari belakang, yaitu sebesar 504,8 MPa, defleksi paling besar juga sama pada kondisi tersebut, yaitu sebesar 0,7372 mm, serta faktor keamanan paling minimum juga sama pada kondisi pembebanan tersebut, yaitu 0,54, setelah dilakukan optimasi hasilnya penambahan radius menjadi 7 mm mendapatkan hasil faktor keamanan yang paling tinggi, yaitu sebesar 1,19. Meskipun faktor keamanan ada peningkatan setelah dioptimasi, namun masih belum cukup aman.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ismail, M.A.D., 2016, *Analisis Footstep Holder Sepeda Motor "Y" dengan Aplikasi Autodesk Inventor Berbasis Simulasi Elemen Hingga*, Skripsi, Teknik mesin UNWAHAS, Semarang.
- Khoeron S., 2016, *Analisis Tegangan, Defleksi, Dan Faktor Keamanan Pada Pemodelan Footstep Holder Sepeda Motor CB150R Berbasis Simulasi Elemen Hingga*, Skripsi, Teknik mesin UNWAHAS, Semarang.
- Prabowo., 2013, *Yamaha Kuasai Motor Sport, Mio GT Motor Terlaris Yamaha*, www.panggungmotor.com., diakses 26 Juli 2016.
- Purwanti H., 2012, *Kajian Komputasional Kemiringan Footstep Belakang Motor Megapro Menggunakan FEM CATIA V5R16*, Skripsi, ITB Bandung.
- Vidosic J.P., 1957, *Machine Design Projects*, Ronald Press Co, New York, U.S.A.
- Waguespack C., 2014, *Mastering Autodesk Inventor 2014 and Autodesk LT 2014*, John Wiley & Sons, Inc., 111 River Street, Hoboken, NJ 07030.