

**SIMULASI VARIASI PEMBEBANAN PADA RANGKA SEPEDAH LISTRIK
MENGUNAKAN SOFTWARE
SOLID WORKS**

**Shah jehan maulana 21401052059, Dr. Ir. Priyagung Hartono, M. T,
Ismi choirotin ST.,MT.,M Sc**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang
Jl.M.T Haryono 193 Dinoyo – Lowokwaru – Malang
email : jehanmkr@gmail.com

ABSTRA

Dalam penelitian ini dilakukan perencanaan pembebanan pada rangka atau *frame* sepeda listrik berbahan material *Aluminium Alloys seri 6061* dengan menggunakan *Software Solidworks 2016* dengan pembebanan beban pengendara yang diasumsikan memiliki beban 100 kg, 120 kg, dan 130 kg. Dengan tujuan untuk mengetahui distribusi tekanan *von mises*, *displacement*, *FOS (factor of safety)* yang terjadi pada rangka. Nilai *safety factor* dari hasil pembebanan harus lebih dari satu, rangka dikatakan gagal apabila *safety factor* mempunyai nilai lebih kecil atau sama dengan satu. Pembebanan rangka atau *frame* pada penelitian ini terpusat pada *seat tube* karena pada bagian ini merupakan tumpuan bagi pengendara. Setelah proses simulasi dan analisa dilakukan, didapatkan tegangan tertinggi pada pembebanan 130 kg sebesar 1274 N/mm^2 dan serta nilai *FOS (factor of safety)* ter rendah sebesar 12,382, sehingga dapat disimpulkan semakin besar nilai beban yang diberikan semakin besar pula nilai tekanan yang terjadi tetapi semakin kecil nilai *FOS (factor of safety)*. Pada penelitian ini *frame* dengan beban 100 kg, 120, kg dan 130 kg, dirasa aman bagi pengendara.

Kata kunci: *Frame, Aluminium Alloys seri 6061, Solidworks 2016, von mises stress, displacement, Factor Of Safety.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Frame atau rangka merupakan bagian yang penting karena berfungsi sebagai tempat tumpuan beban. Oleh karena itu perancangan rangka sepeda listrik sangat dipengaruhi oleh pemilihan jenis material, desain struktur rangka, komponen penggerak listrik, kekuatan rangka sepeda dan posisi tubuh pengendara sepeda.

Faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi kenyamanan dan keamanan pengendara serta umur pakai yang dimiliki oleh sepeda (Zhongzia et al. 2011). Dengan memperhatikan berbagai pertimbangan tersebut akan didapat produk yang berkualitas tinggi (high quality product).

Mendesain sebuah konstruksi frame sepeda listrik perlu diperhatikan perilaku struktur jika mengalami pembebanan statis. Dengan menggunakan perhitungan biasa sangatlah sulit untuk mengetahui tegangan-regangan yang terjadi dan kekuatan struktur tersebut. Oleh karena itu, diperlukan bantuan perangkat lunak (software) yang mampu menganalisa karakteristik statis suatu model seperti SolidWorks. Dengan adanya software ini desain untuk membuat suatu produk dapat dikontrol dengan baik sehingga diharapkan kualitas produk yang dihasilkan akan lebih baik dan biaya produksi dapat ditekan seminimal mungkin dengan mengurangi kerugian akibat trial and error.

Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan latar belakang diatas, maka dapat merumuskan permasalahan dari penelitian yang dilakukan. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menganalisis model rangkasepedah listrik pada *software SolidWorks 2016*?
2. Berapa nilai distribusi tekanan (*von mises stress*) dan *displacement* maksimal yang terjadi ketika rangka di beri beban?
3. Berapa nilai FOS (*factor of safety*) agar rangka aman digunakan?

LANDASAN TEORI

Penelitian Terdahulu

Pertimbangan dan acuan penelitian ini menggunakan penelitian terdahulu dengan topik yang hampir sama. Dengan tujuan penelitian terdahulu menjadi pedoman bagi peneliti dalam melakukan penelitian. Adapun penelitian terdahulu sebagai berikut:

1. Fajar Sodiq (2015), telah membuat sepeda listrik yang diberi nama BIE (bicycle electric) yang didesain untuk ibu rumah tangga sebagai alat transportasi yang aman dan nyaman digunakan di area kompleks perumahan yang padat penduduk, serta membantu mengurangi polusi udara kendaraan bermotor.
2. Miftahul Huda (2015), telah melakukan penelitian tentang desain sepeda listrik untuk anak sekolah yang menunjang aktifitas gaya hidup masyarakat perkotaan yang ketergantungan terhadap bahan bakar minyak, hal ini dibuktikan dari beberapa contoh seperti: penggunaan kendaraan bermotor yang semakin banyak, sehingga wajar apabila isu kenaikan BBM akan menjadi masalah besar di masyarakat dengan adanya pengembangan sepeda listrik dapat membantu mengurangi dampak yang ada.
3. Abdul Hamid (2016), penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh berat pengemudi terhadap kekuatan konstruksi rangka sepeda hybrid sehingga konstruksi rangka aman digunakan.

Software SolidWorks

SolidWorks adalah salah satu CAD/CAM software yang dibuat oleh Dassault Systemes. Software SolidWorks digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa assembling dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan part sebelum real part-nya dibuat atau tampilan 2D (drawing) untuk gambar proses permesinan.

Software SolidWorks menyediakan solusi terpadu untuk menyederhanakan dan memudahkan proses desain dan analisa sebuah struktur. Solusi terpadu tersebut berarti bahwa semua proses dikerjakan oleh satu mesin dan satu software, sehingga transfer data dari satu desain ke mesin yang lain tidak diperlukan. Dengan proses tersebut, hilangnya data atau informasi dapat dihindari sehingga waktu proses analisa juga akan lebih singkat.

Stress Analysis

Pada software SolidWorks semua versi ada toolbar add-ins yaitu SolidWorks Simulation, yang didalamnya memiliki fitur salah satunya stress analysis, yang memiliki fungsi menganalisa kekuatan material yang kita desain. Fitur ini cukup mudah digunakan dan dapat membantu untuk mengurangi kesalahan dalam membuat desain. Dengan demikian, dapat mengurangi biaya produksi, time to market dari benda pun dapat dipercepat karena sebelumnya benda kerja telah disimulasikan terlebih dahulu didalam komputer sebelum proses produksi. Kekuatan hasil analisa tergantung dari material, fixtures (bagian yang diam) dan loads (beban) yang diberikan. Jadi, untuk mendapatkan hasil yang valid harus memastikan bahwa properti dari material yang diberikan benar-benar mewakili material yang akan digunakan. Demikian pula fixtures, loads, kedua hal tersebut harus mewakili kondisi kerja dari benda. Stress (ketegangan) atau analisa statik menghitung stress, maupun, displacement, berdasarkan material, fixtures, dan loads yang diberikan. Setiap material akan mengalami patah, atau berubah bentuk ketika stress-nya mencapai level tertentu atau melewati yield strength dari material tersebut.

Static analysis digunakan untuk mengetahui tegangan dan safety factor dari benda. Nilai safety factor dari benda yang dibuat harus lebih dari satu, benda dikatakan gagal apabila safety factor dari benda tersebut lebih kecil atau sama dengan satu (Firmantuakia, ST. 2008: 179). Untuk mencari safety factor menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Safety factor (n)} = S/\sigma$$

Dimana: n = angka keamanan

$$S = \text{strength (kekuatan bahan)} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\sigma = \text{tegangan (N/mm}^2\text{)}$$

(Shigley dan Mitchell, 1999: 12)

Tegangan Normal

Mekanika bahan adalah cabang ilmu dari mekanika terapan yang membahas perilaku bend padat yang mengalami berbagai pembebanan (Gere & Timoshenko, 1996). Tujuan utama mekanika bahan adalah menentukan tegangan (*stress*) regangan (*strain*) dan perubahan Panjang (*displacement*).

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (\text{Gere \& Timoshenko, 2000 :4})$$

Dimana: σ = tegangan normal (N/mm²)

$$P = \text{besar gaya yang bekerja} \\ (\text{N})$$

A = luas bidang (mm^2)

Deformasi Benda karena Gaya yang Bekerja

Misalkan sebuah benda mendapatkan tegangan tarik, P = Beban atau gaya yang bekerja pada benda, l = Panjang benda, A = Luas penampang benda, σ = Tegangan, E = Modulus elastisitas material, ε = Regangan, δ = Deformasi.

Persamaan rumus tegangan: $\sigma = \frac{P}{A}$ dan regangan: $\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$ menjadi $\varepsilon = \frac{P}{A.E}$

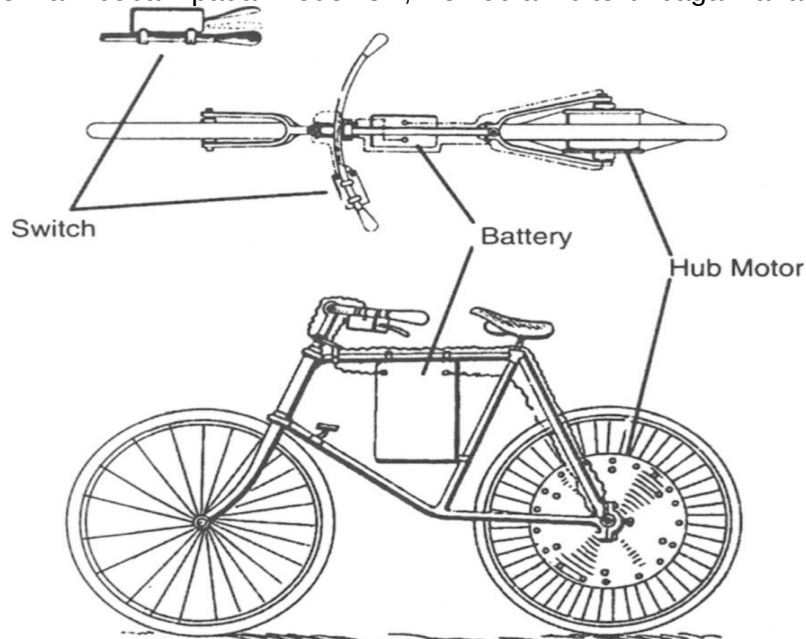
Sedangkan persamaan rumus deformasi: $\delta = \varepsilon.l$ dengan mensubstitusikan dengan rumus regangan menjadi $\delta = \frac{\sigma.l}{E}$

Kemudian substitusi semua persamaan menjadi rumus deformasi: $\delta = \frac{P.l}{A.E}$

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan bantuan software yang mampu menganalisa karakteristik suatu model 3D. Pada metode eksperimen, peneliti sengaja memberikan beban pada model 3D, kemudian diteliti bagaimana akibatnya.

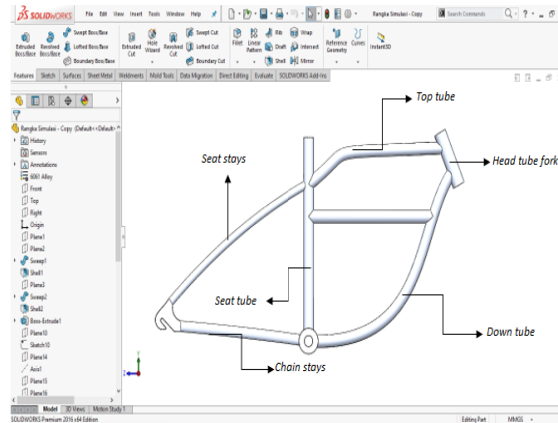


Gambar 2.1. Sepeda listrik

(sumber: William, C., & Henry (2006). *Electric Bicycles : A Guide to Design and Use*. A John Wiley & Sons, Inc., publication)

Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah frame atau rangka sepeda listrik, berat total rangka serta output analisis yakni distribusi tegangan pada rangka berupa kontur warna pada geometri rangka atau angka-angka yang menunjukkan besarnya tegangan pada tiap-tiap elemen.



Gambar 2. Geometry rangka

Rangka yang direncanakan:

Berat rangka = 2.30 kg
 Panjang seat tube = 490
 Diameter L = 32
 Diameter Dd = 27 mm

Jenis material = Aluminium alloys seri 6061

Elastic modulus : 69000 N/mm²

Yield strengths : 5.148 N/mm²

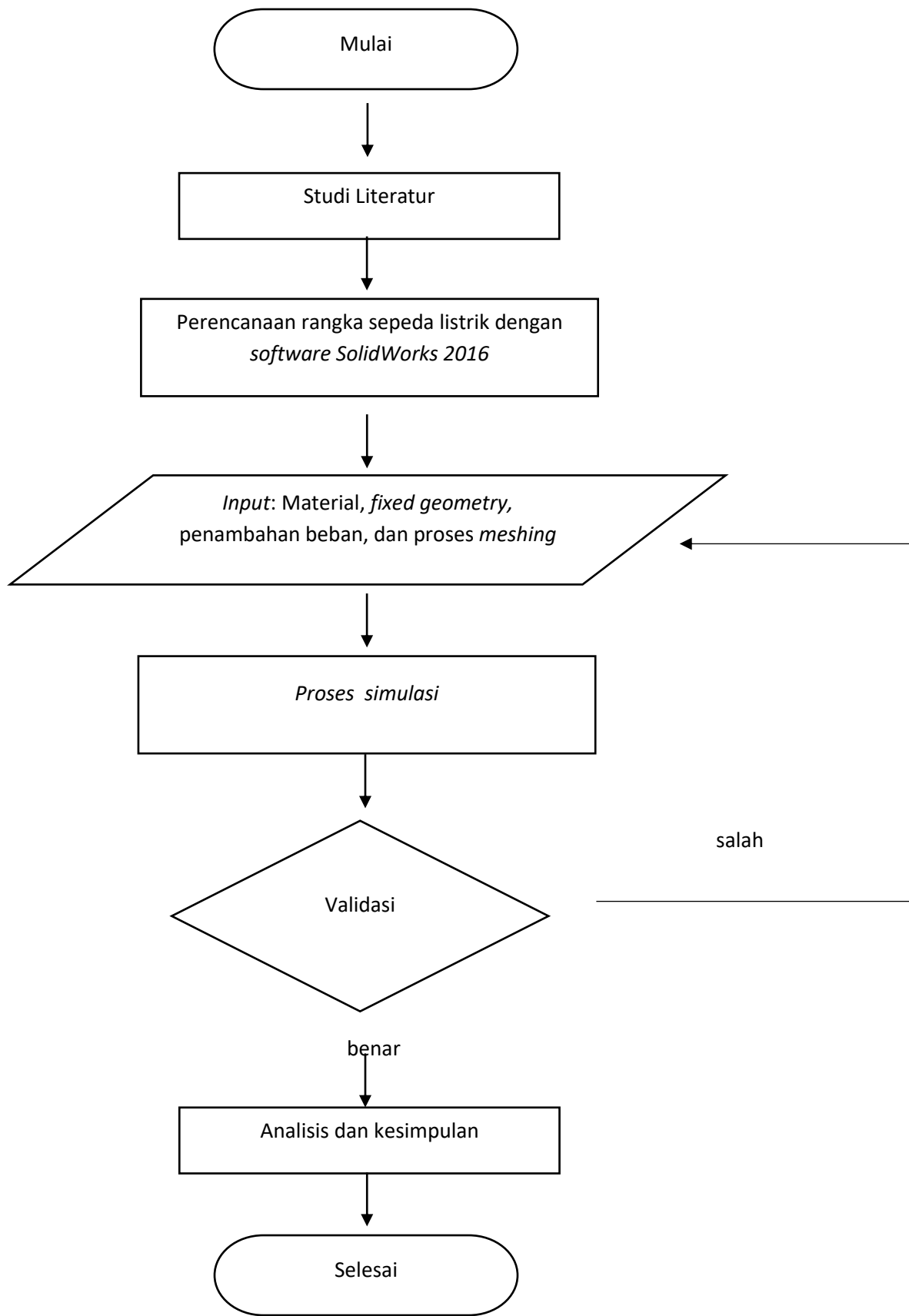
Alat yang digunakan

1. Komputer mempunyai peranan terpenting sebagai media gambar dan media menjalankan software SolidWorks 2016. Komputer yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai spesifikasi yang tinggi.
2. Mouse merupakan perangkat pendukung komputer, selain itu mouse berfungsi agar gambar dapat dengan mudah di zoom in ataupun zoom out, dan rotate
3. Software Solidworks

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

1. Pemodelan rangka sepeda listrik yaitu pembuatan desain rangka sepeda listrik yang berpedoman pada penelitian terdahulu dengan kasus yang hampir sama.
2. Input yaitu pemasukan data material yang ada didalam SolidWorks 2016 yang dapat diakses melalui apply material.
3. Pengujian dan pengasumsian beban yaitu pengujian ini menggunakan SolidWorks Simulation. Proses pengujian melalui tiga tahap yang masing-masing tahap diberi beban yang berbeda antara 100 kg, 120 kg, dan 130 kg.
4. Output yaitu analisis berupa distribusi tegangan yang ditampilkan dalam kontur warna geometri pada rangka atau angka-angka yang menunjukkan besarnya tegangan tiap-tiap elemen.
5. Analisa dan kesimpulan yaitu perhitungan matematis dan pengambilan kesimpulan

Lebih jelasnya tahap-tahap pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 3.*Flow chart pemodelan dan Analisa*

ANALISA DAN PEMBAHASAN Hasil Simulasi

Beban	Von mises stress			Displacement			FOS (<i>factor of safety</i>)		
	simulasi	teori	persentase	Simulasi	teori	persentase	Simulasi	teori	persentase
100	9,973	4,329	56,59%	3,198	0,0307	9,90 %	29,061	12,739	58,07%
120	11,973	5,175	56,77 %	3,838	0,0367	9,04 %	18,051	10,656	41,06%
130	12,973	5,598	56,84 %	4,157	0,0397	9,90%	12,382	9,851	20,44 %

Analisis Teori

Setelah melakukan simulasi kemudian rangka dihitung secara teoritis untuk mendapatkan nilai yang sesuai dengan simulasi diatas, apakah perbedaan selisihnya tidak terlalu signifikan. Yang mempunyai data sebagai berikut:

Diketahui: Beban pengujian = 100 kg, 120, dan 130 kg

Berat rangka = 2.30 kg

Gravitasi = 9.80 m/s^2

Panjang *seat tube* = 490 mm

Diameter luar *seat tube* = 32 mm

Diameter dalam *seat tube* = 27 mm

Jenis Material = *Aluminium Alloys* seri 606

Elastic modulus = 69000 N/mm^2

Yield strength = 55.148 N/mm^2

Kesimpulan

Dari hasil analisa pengujian rangka sepeda listrik diatas yang menggunakan *software solidworks 2016* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari ketiga pengujian antara 100 kg, 120kg, dan 130 kg, nilai *displacement* tertinggi di pengujian
2. 100 kg, dengan nilai presentase 56,59 %, sedangkan nilai *von mises stress* dan FOS tertinggi pada pengujian 130 kg, dengan nilai presentase 56,84,20 % dan FOS 20,44%.
3. Selisih perbedaan antara hasil perhitungan teori dan simulasi tidak terlalu signifikan.
4. Pembebanan statis rangka sepeda listrik dengan material *Aluminium Alloys* seri 6061 dengan pengujian tertinggi yaitu 130 kg dirasa rangka aman digunakan.

Saran

Adapun saran-saran dari perencanaan pembebanan statis rangka sepeda listrik supaya mendapatkan hasil maksimal adalah sebagai berikut:

1. Dalam membuat atau mendesain sebuah gambar geometri buatlah sebaik mungkin karena bentuk dari geometri sangat mempengaruhi hasil akhir dari analisis simulasi maupun analisis teoritis
2. Telitilah saat melakukan proses *fix gometri* karena proses ini juga dapat mempengaruhi hasil dari proses simulasi.
3. Telitilah dalam melakukan proses meshing karena proses ini merupakan proses akhir, biasanya proses ini membutuhkan waktu yang lama untuk mengubah benda ke bentuk elemen-elemen yang berukuran kecil dengan tujuan memudahkan pengolahan simulasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Joseph E. Shigley. Larry D.Mitchell, Perancangan Teknik Mesin. Jilid 2. Edisi ke 4. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986
2. Nathaniel, A. J. dan Bradford, L. L., April 2010. " Fatigue Analysis of a Bicycle Fork". Worcester Polytechnic Institute.
3. Kurniawan A., Wiyancoko D. (2010) "Desain Sepeda Listrik dengan Geometri Roda 20 Inchi untuk Pengendara Dewasa" Jurnal Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fti, ITS Surabaya.
4. Bambang Setyono, Setyo Gunawan (2015). Perancangan dan Analisis Chassis Mobil Listrik "Semut Abang " Menggunakan Software Autodesk Inventor Pro 2013, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015 ISBN 978-602-98569-1-0
5. SOLIDWORKS, originally developed by the SOLIDWORKS Corporation, USA, was acquired by Dassault Systemes, France, in 1997.
6. William C. Morchin, Henry Oman-Electric Bicycles_ A Guide to Design and Use (IEEE Press Series on Electronics Technology)-Wiley-IEEE Press (2005).