



**ANALISIS KEKUATAN PADA PRODUK TONGKAT LANSIA
DENGAN MENGGUNAKAN METODE
ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

Oleh

**M. K. Aditya Wardana
NIM 071910101003**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**ANALISIS KEKUATAN PADA PRODUK TONGKAT LANSIA
DENGAN MENGGUNAKAN METODE
ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat -syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

M. K. Aditya Wardana
NIM 071910101003

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Mulyono dan ibunda Louis Sriwanti yang tercinta;
2. Kakek saya Purnosiswoyo dan nenek saya Kartijem yang saya cintai;
3. Adinda Bagas Budi Mulyawan dan Adinda Galuh Septiani Budi Peratiwi yang tercinta yang menjadikan kakaknya sebagai contoh yang baik;
4. Para guru dan dosen dari taman kanak -kanak sampai perguruan tinggi, terutama guru pembimbing saya Santoso M.,S.T.,M.T. dan Yuni H.,S.T,M.T. yang telah membantu terselesaikannya skripsi saya ini;
5. Para lansia yang membutuhkan produk yang saya analisis ini;
6. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTO

*“Raihlah ilmu, dan untuk meraih ilmu belajirlah untuk
tenang dan sabar”*

(Khalifah Umar bin Khattab)

*“Berusahalah untuk tidak menjadi manusia yang berhasil
tapi berusahalah menjadi manusia yang berguna”*

(Albert Einstein)

*“Bilangan tak terhitung juga dapat dihitung, bilangan yang dapat terhitung
belum tentu dapat dihitung”*

(Albert Einstein)

“Masa muda adalah masa yang berapi-api”

(H. Rhoma Irama)

*“Ngelmu iku kelakone kanthi laku,
sanadyan akeh ilmuke lamun ora tau ditangkarake lan ora digunake,
ngelmu iku tanpa guna”*

(Ki Hajar Dewantara)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. K. Aditya Wardana

NIM : 071910101003

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Kekuatan Pada Produk Tongkat Lansia Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember. Febuari 2011

Yang menyatakan,

M. K. Aditya Wardana

NIM. 071910101003

SKRIPSI

ANALISIS KEKUATAN PADA PRODUK TONGKAT LANSIA DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Oleh

M. K. Aditya Wardana

NIM 071910101003

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Santoso M., S.T., M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Yuni Hermawan, S.T., M.T

PENGESAHAN

Laporan skripsi berjudul “*Analisa Kekuatan Product Tongkat Lansia Dengan Menggunakan Metode Element HIngg*” telah diuji dan disahkan oleh fakultas teknik universitas jember pada:

Hari : Sabtu

Tanggal : 29 Maret 2011

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Santoso Mulyadi, ST., MT.

Yuni Hermawan, ST., MT.

NIP 19700228 199702 1 001

NIP 19750615 200212 1 008

Dosen penguji I,

Dosen penguji II,

Hari Arbiantara., S.T., M.T.

Ir. FX. Kristianta, M. Eng.

NIP 19670924 199412 1 001

NIP19650120 200112 1 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, MT.

NIP 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Analisa Kekuatan Product Tongkat Lansia Dengan Menggunakan Metode Element Hingga; M. K. Aditya Wardana, 071910101003; 2001; 132 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Ibarat mesin yang dimakan usia, lansia pun mengalami kemunduran fungsi (*degradation of function*). Salah satunya, kemunduran daya keseimbangan tubuh. Tidak jarang di antara mereka yang sulit berjalan. Hal itu disebabkan menurunnya kekuatan otot pada anggota gerak. Misalnya, otot lengan, otot tangan, otot tungkai, dan otot kaki. Apalagi bila kondisi itu disertai penyakit degeneratif seperti osteoporosis, parkinson, pascastroke, nyeri lutut, dan patah tulang. Alat bantu jalan pun menjadi salah satu solusi tepat. Salah satunya adalah tongkat.

Dalam perancangan yang dilakukan pun harus memperhatikan kekuatan dari tongkat tersebut. Kekuatan yang harus diperhatikan menyangkut dimensi, material, dan struktur tongkat. Dalam perancangan produk tongkat lansia sebelumnya, didapati analisa struktur yang dilakukan hanya dengan menggunakan bantuan software, sehingga kekuatan struktur dari produk tongkat lansia tersebut belum sepenuhnya menjadi prioritas utama.

Hal ini dikarenakan pada data sebelumnya didapati bahwa beban maksimal yang dapat diterima oleh tongkat lansia ini adalah 45 N. Terlihat bahwa tegangan terbesar yang terjadi masih berada di bawah tegangan ijin dari bahan itu sendiri. Tegangan yang terjadi pada rangka sebesar $6.47e+006$ N/m² terletak pada bagian pegangan tongkat sedangkan tegangan minimum yang bekerja pada rangka yaitu $1.29e-008$ N/m² terletak pada bagian tangkai pipa atas. Sehingga perlu dilakukan perhitungan secara manual untuk meninjau ulang hasil perhitungan sebelumnya, agar dapat memperbaiki dan meningkatkan kekuatan produk tongkat lansia.

Metode elemen hingga adalah metode numeric yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan teknik dan matematis dari suatu gejala phisis yang

diantaranya adalah tegangan, regangan, kekuatan, dan analisa getaran. Metode elemen hingga inilah yang dapat membandingkan antara perhitungan dengan menggunakan software catia dan dengan menggunakan perhitungan secara manual. Dalam hal ini metode elemen hingga yang akan dipergunakan adalah metode elemen hingga 2D (bidang) yaitu elemen segitiga dengan 3 node.

Dengan menggunakan Metode Elemen Hingga tegangan terbesar terdapat pada elemen 5 dengan besar tegangan sebesar $\sigma_x 5 = 2,505 \times 10^4$, dan Regangan terbesar terdapat pada elemen 3 dengan besar regangan $\varepsilon_x 3 = 0.272201$. Dan teory kegagalan yang didapat menyatakan : *Maximum Normal- Stress Teory (MNST)*: menyatakan aman. Karena masih berada dalam batas aman. *Maximum Shear- Stress Teory (MSST)*: menyatakan tidak aman. Karena regangan yang dihasilkan melewati batas aman dari material. Teori Kegagalan Tegangan Geser Maksimum (*Maximum Shear Theory Criterion*) : menyatakan tidak aman. Karena dari regangan maximum yang didapat masih jauh lebih besar disbanding dengan regangan yang diijinkan oleh material tersebut. Teori Kegagalan Distorsi Energi Maksimum (*Maximum Distory Energy Theory*) : menyatakan tidak aman. Karena tegangan maximum yang dihasilkan jauh lebih besar dibandingkan dengan tegangan yang diijinkan oleh material tongkat tersebut.

SUMMARY

Elderly Sticks Product Strength Analysis Using Element Method Up; M. K.

Aditya Wardana, 071910101003; 2001; 132 pages; Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Like the machine age, the elderly also experienced a setback function (Degradation of function). One of them, decline of the power balance of the body. Not uncommon among those who are difficult to walk. This was due to lower muscle strength in the motion. For example, muscular arm, the hand muscles, leg muscles, and leg muscles. Moreover, if the condition is accompanied by degenerative diseases such as osteoporosis, Parkinson's, stroke, knee pain, and fractures. Walkers had to be one right solution. One is the stick.

In any design done must consider the strength of the staff. The strength that must be considered regarding the dimensions, materials, and stick structure. In the previous elderly rod product design, structural analysis found that by just using the help of software, so that the power structure of the stick product has not yet been fully elderly a top priority.

This is because the previous data was found that the maximum load that can be received by elderly stick it is 45 N. It appears that the greatest stress occurs is still under the stress of the material itself permits. The voltage that occurs on the order of $6.47e +006$ N/m² located on the handle of the stick while the minimum stress acting on the order of $1.29e-008$ N/m² pipe located at the upper stalk. So the calculation needs to be done manually to review the results of previous calculations, in order to improve and enhance the strength of the product stick elderly.

Finite element method is a numerical method used to solve technical problems and a symptom phisis metematis of which include stress, strain, strength, and vibration analysis. This finite element method to compare between the calculations

using CATIA software and using the calculations manually. In this case the finite element method to be used is a 2D finite element method (field) is a triangular element with 3 nodes.

Using Finite Element Method, the biggest stress on the element 5 with a large voltage of $\sigma_x 5 = 2.505 \times 10^4$, and the biggest strain on the element 3 with a large strain $\epsilon_x 3 = 0.272201$. And failure obtained Theory states: Maximum Normal-Stress Theory (MNST): declared safe. Because it is still within safe limits. Maximum Shear-Stress Theory (MSST): declared unsafe. Because the resulting strain of the material safely cross the line. Maximum Stress Failure Theory Slide (Maximum Shear Theory Criterion): declared unsafe. Because of the maximum strain obtained is much larger compared with the strain that allowed by the material. Maximum Distortion Energy Failure Theory (Maximum Distortion Energy Theory): declared unsafe. Because the maximum voltage generated is much greater than the allowable stress by the rod material.

PRAKATA

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT, Karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisa Kekuatan Product Tongkat Lansia Dengan Menggunakan Metode Element Hingga”.

Skripsi ini merupakan mata kuliah wajib dan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

Selama penelitian dan penulisan laporan Skripsi ini, telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Sumardji., S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember
3. Bapak Yuni Hermawan, ST., MT. selaku Ketua Program Studi S1 jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Bapak Santoso Mulyadi, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah banyak membantu proses terselesaikannya penulisan laporan skripsi.
5. Bapak Yuni Hermawan, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II, yang juga telah banyak memberikan pengarahan dan membantu proses terselesaikannya penulisan skripsi.
6. Bapak, Ibu, kakak, adik dan nenekku juga keluarga besarku yang telah memberikan dukungan moril, materi’il, do’a dan semangat demi terselesainya kuliahku khususnya dan selama menuntut ilmu di bangku sekolah pada umumnya.
7. Dosen – dosen jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.
8. Teknisi Teknik Mesin Universitas Jember.

9. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2007 khususnya dan semua teman-teman Teknik Mesin Universitas Jember pada umumnya.
10. Teman – teman beserta seluruh pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan skripsi ini.

Skripsi ini disusun berdasarkan data-data yang diperoleh dari studi lapangan dan studi kepustakaan serta uji coba yang dilakukan, walaupun ada kekurangan itu diluar kemampuan kami sebagai penulis, oleh karena itu penulis senantiasa terbuka untuk menerima kritik dan saran dalam upaya penyempurnaan skripsi ini.

Jember, Maret 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Tujuan penelitian	3
1.4.2 Manfaat penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Elemen Hingga	5
2.1.1 Konsep dasar.....	5
2.1.2 Elemen 2 Dimensi	8
2.1.3 Langkah- Langkah Finite Elemen Method	15
2.1.4 Dua kategori model matematik.....	15
2.2 Catia	15

2.2.1	Tahapan-tahapan analisa dengan <i>catia V5R14</i>	16
2.3	Teori Kegagalan (<i>Theories of Failure</i>)	17
2.3.1	<i>Maximum Shear- Stress Teory (MSST)</i>	17
2.3.2	<i>Maximum Normal- Stress Teory (MNST)</i>	18
2.3.3	Teori Kegagalan Tegangan Geser Maksimum	19
2.3.4	Teori Kegagalan Distorsi Energi Maksimum.....	20
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.3	Persiapan Alat dan Bahan	24
3.2.1	Alat	24
3.2.2	Spesifikasi <i>customer</i>	24
3.4	Prosedur Penelitian	24
3.5	Diagram <i>Flowchart</i>	26
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1	Tegangan dan Regangan dengan Software <i>Catia</i>	27
4.1.1	Membangun Model Analisa Struktur (<i>Preprocessor</i>)	27
4.1.2	Analisa tegangan struktur tongkat lansia.....	29
4.1.3	Tegangan Von misses Dengan Software <i>CATIA</i>	31
4.2	Analisa Tegangan Menggunakan Metode Elemen Hingga	31
4.2.1	Menentukan Dimensi.....	31
4.2.2	Perhitungan Matriks Kekakuan	35
4.2.3	Perhitungan Gaya yang Bekerja pada Batang	56
4.2.4	Perhitungan Matriks Displacement	61
4.2.5	Perhitungan Regangan pada Pegangan Tongkat	65
4.2.6	Perhitungan Tegangan pada Pegangan Tongkat.....	69
4.2.7	Teory Kegagalan (<i>Failure Theories</i>).....	72
4.2.7.1	(<i>MNST</i>).....	72
4.2.7.2	(<i>MSST</i>).....	81

4.2.7.3 Metode Tresca	93
4.2.7.4 Distorsi Energi Maksimum.....	103
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	114
5.1 Kesimpulan	114
5.2 Saran	115
DAFTAR PUSTAKA	116
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Table flow chart elemen hingga	6
Gambar 2. Type dua dimensi	8
Gambar 3. Luasan elemen segitiga	9
Gambar 4. Elemen segitiga dengan 3 node	9
Gambar 5. Elemen triangular dan quadrilateral	10
Gambar 6. Elemen quadratic-triangula	10
Gambar 7. Koordinat elemen segitiga.....	12
Gambar 8. Dua-dimensi keadaan stress	18
Gambar 9 Lingkaran mohr principal.....	20
Gambar 10. Elemen Hingga dengan menggunakan CATIA.....	21
Gambar 11. Tampilan generative structural analysis.....	27
Gambar 12. Pemberian material properties.....	28
Gambar 13. Memberikan restraint pada model	28
Gambar 14. Memberikan constraint pada model.....	29
Gambar 15. Memberikan beban pada model	29