PENGARUH VARIASI *PITCH SPRING* TERHADAP DISTRIBUSI TEGANGAN PADA STRUKTUR JUNGKAT-JUNGKIT

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK KONSTRUKSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

TRENDY ALFRIAN
NIM. 0910620019 – 62

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2014

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH VARIASI *PITCH SPRING* TERHADAP DISTRIBUSI TEGANGAN PADA STRUKTUR JUNGKAT–JUNGKIT

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK KONSTRUKSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

TRENDY ALFRIAN
NIM. 0910620019 – 62

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Dr. Eng. Moch. Agus Choiron, ST.,MT.	**Dr.Eng. Anindito Purnowidodo, ST.,M.Eng.**
NIP. 19720817 200003 1 001	**NIP. 19710310 199802 1 001**

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI *PITCH SPRING* TERHADAP DISTRIBUSI TEGANGAN PADA STRUKTUR JUNGKAT–JUNGKIT

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK KONSTRUKSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

TRENDY ALFRIAN
NIM. 0910620019 – 62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 3 Februari 2014

Penguji	Penguji
Ir. Suharto, MT.	**Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT.**
NIP. 195131030 198212 1 001	**NIP. 19740930 200012 1 001**

Penguji

Ir. Hastono, MT.
NIP.19601204 198601 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng.
NIP. 19740121 199903 1 001

اَلْحَمْدُلِلّٰهِ رَبِّ الْعَالَمِيْنَ

Teriringi Ucapan Terima Kasih kepada:

Ibunda dan Ayahanda Tercinta

Kakak Saya beserta Keluarga Tercinta

Keponakan Saya Farrel Fedora Mahardika

Keponakan Saya Aurelia Yasmine Salsabilla

Bapak Denny Widhiyanuriyawan Selaku Pembimbing Akademik

Bapak Moch. Agus Choiron Selaku Pembimbing Skripsi I

Bapak Anindito Purnowidodo Selaku Pembimbing II

Bapak Endi Sutikno Selaku KKDK Teknik Konstruksi

Semua Dosen Penguji Komprehensif

Keluarga Besar Black Mamba

Keluarga Besar Laboratorium Proses Produksi I

Keluarga Besar Asisten Tugas Besar Elemen Mesin II

Keluarga Besar Mahasiswa Mesin FT-UB

Serta Semua Pihak yang Telah Membantu Selama Penyusunan Skripsi Ini

PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik.Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan, petunjuk. dan bimbingan dari berbagai pihak yang telah banyak membantu proses penyelesaian tugas akhir ini, oleh karena itu tak lupa penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr.Eng, Moch. Agus Choiron ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.
2. Dr.Eng, Anindito Purnowidodo ST., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.
3. Dr. Eng, Nurkholis Hamidi ST., M. Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin FT Universitas Brawijaya.
4. Purnami ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin FT Universitas Brawijaya.
5. Ir. Endi Sutikno MT. selaku Ketua Kelompok Dosen Konsentrasi Teknik Konstruksi Jurusan Teknik Mesin FT Universitas Brawijaya.
6. Semua pihak dan teman-teman yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan simulasi serta masukan penyelesaian laporan.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca sekaligus dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut.

Malang, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

halaman

PENGANTAR i
DAFTAR ISI ii
DAFTAR TABEL iv
DAFTAR GAMBAR v
DAFTAR LAMPIRAN ix
RINGKASAN x

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 2
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 3
2.1 Jungkat – jungkit 3
2.1.1 Definisi Jungkat – jungkit 3
2.1.2 Manfaat Permainan Jungkat – jungkit 3
2.1.3 Prinsip Kesetimbangan pada Jungkat – jungkit 4
2.2 Analisa Tegangan dan Regangan 5
2.2.1 Tegangan 5
2.2.2 Regangan 6
2.2.3 Hubungan Tegangan dan Regangan (*Hooke Law*) 6
2.3 Diagram Gaya Geser dan Momen Lentur pada Balok 8
2.4 *Springs*(Pegas) 10
2.4.1 *Helical Springs* 11
2.4.2 Bahan untuk *Helical Springs* 13
2.4.3 Istilah yang digunakan dalam *Comperession Springs* 13
2.4.4 *End Connection* untuk *Compression Helical Springs* 15
2.4.5 Tegangan pada *Helical Springs* dari *Circular Wire* 16
2.5 Pengaruh Jumlah Lilitan dan Diameter Pegas terhadap Konstanta Pegas 19

2.6 Pengembangan Psikomotor, Afektif, dan Kognitif Balita.....20
2.6.1 Pelatihan dan Pengembangan SDM.....20
2.6.2 Perkembangan Anak.....20
2.6.3 DDST Sebagai Metode Pemantauan Perkembangan Anak.....21
2.6.4 Pendidikan Anak Usia Dini.....22
2.6.5 Pengaruh Pelatihan tentang DDST terhadap Perkembangan Anak Pra Sekolah.....22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....23
3.1 Metode Penelitian.....23
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....23
3.3 Variabel Penelitian.....23
3.4 Alat Penelitian.....25
3.5 Spesifikasi Jungkat–jungkit.....25
3.6 Langkah–langkah Simuasi pada *Software*.....26
3.7 Diagram Alir Analisa Jungkat-Jungkit.....27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....28
4.1 Hasil Simulasi pada Keadaan Setimbang.....28
4.1.1 Hasil Simulasi Statis Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Tambahan Pegas dengan Variasi *Pitch Spring* pada Model Pembebanan I.....28
4.1.2 Pembahasan.....30
4.2 Hasil Simulasi pada Keadaan Terbebani Salah Satu Sisi.....36
4.2.1 Hasil Simulasi Statis Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit denganVariasi *Pitch Spring* pada Model Pembebanan II.....36
4.2.2 Pembahasan.....39
BAB V PENUTUP.....47
5.1 Kesimpulan.....47
5.2 Saran.....47
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No. Judul Halaman

Tabel 2.1 *Total Number of Turns, Solid Lenght and Free Length* Untuk Berbagai Macam Jenis *End Connections* 16

Tabel 4.1 Tegangan yang Terjadi di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Berbagai Macam *Pitch Spring* 32

Tabel4.2 Deformasi yang Terjadi pada Pegas pada Berbagai Macam *Pitch Spring* Model Pembebanan I 37

Tabel 4.3 Tegangan yang Terjadi di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Berbagai Macam *Pitch Spring*. 42

Tabel4.4 Deformasi yang Terjadi pada Pegas pada Berbagai Macam *Pitch Spring* pada Model Pembebanan II. 45

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Jungkat – jungkit	3
Gambar 2.2	Prinsip kesetimbangan jungkat – jungkit	4
Gambar 2.3	Batang prismatis yang mengalami tarik	5
Gambar 2.4	Diagram Tegangan – Regangan untuk Baja Struktural Tipikal yang mengalami tarik (tidak berskala)	7
Gambar 2.5	Diagram benda bebas balok *AB* yang mengalami beban terpusat *P*	8
Gambar 2.6	Diagram benda bebas batang *AB* yang dipotong pada kanan beban *P*	9
Gambar 2.7	Diagram benda bebas batang *AB* yang dipotong di kanan *P*	9
Gambar 2.8	Diagram gaya geser batang *AB* yang menerima beban *P*	10
Gambar 2.9	Diagram momen lentur batang*AB* yang mengalami beban *P*	10
Gambar 2.10	*Conical springs*	11
Gambar 2.11	*Torsion springs*	11
Gambar 2.12	*Laminated or leaf springs*	12
Gambar 2.13	*Disc or bellevile springs*	12
Gambar 2.14	*Helical springs*	12
Gambar 2.15	*Compresion spring nomenclature*	13
Gambar 2.16	*End connection for compression helical springs*	15
Gambar 2.17	*Helical compression springs* dengan penampang *circular* yang menerima beban aksial	16
Gambar 2.18	Diagram Superposisi Tegangan pada *helical springs*	17
Gambar 2.19	Diagram *Whal's stress factor* untuk *helical springs*	19
Gambar 3.1	*Path* pada Struktur Utama (*Beam*) Jungkat-jungkit.	23
Gambar 3.2	Variasi *pitch* yang digunakan	24
Gambar 3.3	Desain jungkat – jungkit yang telah diberi tambahan pegas	25
Gambar 3.4	Diagram alir analisa pengaruh *spring pitch* terhadap distribusi tegangan pada struktur jungkat – jungkit.	27
Gambar 4.1	Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 36,89 *mm* pada Model Pembebanan I.	28

Gambar 4.2 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 34,78 *mm* pada Model Pembebanan I. 28
Gambar 4.3 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 31,37 *mm* pada Model Pembebanan I. 29
Gambar 4.4 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 28,60 *mm* pada Model Pembebanan I. 29
Gambar 4.5 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 25,84 *mm* pada Model Pembebanan I. 29
Gambar 4.6 Tegangan di 7 Titikpada*Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 36,89 *mm* pada Model Pembebanan I 31
Gambar 4.7 Tegangan di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 34,78 *mm* pada Model Pembebanan I 31
Gambar 4.8 Tegangan di 7 Titikpada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 31,37 *mm* pada Model Pembebanan I. 31
Gambar 4.9 Tegangan di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 28,60 *mm* pada Model Pembebanan I. 32
Gambar 4.10 Tegangan di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 25,84 *mm* pada Model Pembebanan I. 32
Gambar 4.11 Grafik Tegangan yang Terjadi di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Berbagai Macam *Pitch Spring.* 33
Gambar 4.12 Deformasi yang terjadi padaPegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 36,89*mm* pada Model Pembebanan I. 34
Gambar 4.13 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 34,78 *mm* pada Model Pembebanan I. 34
Gambar 4.14 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 31,37 *mm* pada Model Pembebanan I. 34
Gambar 4.15 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 28,60 *mm* pada Model Pembebanan I.. 35
Gambar 4.16 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 25,84 *mm* pada Model Pembebanan I. 35
Gambar4.17 Grafik Hubungan *Pitch Spring* terhadap Deformasi Pegas dalam Model Pembebanan I. 36

Gambar 4.18 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 36,89 *mm* dalam Keadaan Terbebani Salah Satu Sisinya. 37
Gambar 4.19 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 34,78 *mm* dalam Keadaan Terbebani Salah Satu Sisinya. 37
Gambar 4.20 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 31,37 *mm* dalam Keadaan Terbebani Salah Satu Sisinya. 38
Gambar 4.21 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 31,37 *mm* dalam Keadaan Terbebani Salah Satu Sisinya. 38
Gambar 4.22 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 25,84 *mm* dalam Keadaan Terbebani Salah Satu Sisinya. 38
Gambar 4.23 Tegangan di 7 Titik pada *Path Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 36,89 *mm* pada Model Pembebanan II. 39
Gambar 4.24 Tegangan di 7 Titik pada *Path Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 34,78 *mm* pada Model Pembebanan II. 40
Gambar 4.25 Tegangan di 7 Titikpada*Path Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 31,37 *mm* pada Model Pembebanan II. 40
Gambar 4.26 Tegangan di 7 Titik pada *Path Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 28,60 *mm* pada Model Pembebanan II. 41
Gambar 4.27 Tegangan di 7 Titik pada *Path Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 25,84 *mm* pada Model Pembebanan II.. 41
Gambar 4.28 Grafik Tegangan yang terjadi pada *Beam* Menggunakan Berbagai Macam *Pitch Spring* pada Model Pembebanan II. 42
Gambar 4.29 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 36,89 *mm* pada Model Pembebanan II. 43

Gambar 4.30 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 34,78 *mm* pada Model Pembebanan II.. 43
Gambar 4.31 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 31,37 *mm* pada Model Pembebanan II. 44
Gambar 4.32 Deformasi yang terjadi padaPegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 28,60 *mm* pada Model Pembebanan II. 44
Gambar 4.33 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 25,84 *mm* pada Model Pembebanan II. 45
Gambar 4.34 Grafik Hubungan *Pitch Spring* terhadap Deformasi Pegas pada Model Pembebanan II. 46

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Tabel Nilai *allowable shear stress, modulus of elasticity and modulus of rigidity* untuk berbagai macam bahan *springs*	vii
Lampiran 2.	Tabel *Standard wire gauge (SWG) number and corresponding diameter* dari kawat *spring*	viii

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

Trendy Alfrian, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2014, *Pengaruh Variasi Pitch Spring terhadap Distribusi Tegangan Pada Struktur Jungkat-jungkit*, Dosen Pembimbing: Moch. Agus Choiron dan Anindito Purnowidodo.

Penambahan pegas pada jungkat–jungkit memiliki pengaruh terhadap struktur rangka utama (*beam*) jungkat–jungkit, terutama terhadap distribusi tegangannya. Lokasi dan besar distribusi tegangan yang dihasilkan perlu dianalisa untuk menentukan batas aman dari struktur jungkat–jungkit. Dimensi pegas yang sangat signifikan untuk memenuhi fungsi dari permainan jungkat-jungkit adalah *pitch spring* yang pemilihan dimensinya akan mempengaruhi distribusi tegangan yang terjadi.

Dalam penelitian ini dilakukan proses simulasi menggunakan *software* Ansys 14.5 variasi *pitch spring* yang digunakan adalah 36,98 ; 34,78 ; 31,37 ; 28,60 ; dan 25,84 *mm*. Diameter pegas yang digunakan adalah 70, 68, 66, 64, dan 62 *mm.* Analisa tegangan dilakukan pada 2 model pembebanan yaitu jungkat-jungkit menerima beban sebesar 230 *N* pada dua sisi dan pada satusisi struktur utamanya (*beam*). Dalam penelitian ini simulasi dilaksanakan pada konsidisi statis. Permodelan jungkat-jungkit dilakukan mengunakan *software* Inventor 2012, kemudian di-*import* ke dalam *software* Ansys 14.5. Hasil simulasi dibandingkan konturnya dan besarnya tegangan yang terjadi dibandingkan pada 7 titik menggunakan bantuan path dengan jarak 250 mm titik pada *beam* jungkat-jungkit.

Hasil simulasi didapatkan bahwa penggunaan pitch spring yang semakin kecil pada kedua model pembebanan menyebabkan tegangan yang terjadi pada beam jungkat–jungkit semakin besar. Hal tersebut disebabkan karena semakin kecil *pitch spring* maka jumlah *coil spring* juga semakin banyak. Dengan semakin banyaknya *coil spring* menyebabkan defleksi yang terjadi pada pegas semakin besar dan mengakibatkan *beam* juga mengalami defleksi yang semakin besar pula.

Kata kunci: *beam*, tegangan, jungkat – jungkit, pegas, *pitch spring*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Jungkat–jungkit adalah sebuah permainan di mana papan panjang dan sempit berporos di tengah, sehingga di saat salah satu ujungnya bergerak naik maka ujung yang lain bergerak turun. Jungkat–jungkit sering dimainkan oleh balita, dimana mereka belajar tentang kerjasama, kontrol tubuh, melatih otot kaki, serta belajar prinsip fisika sederhana yaitu kesetimbangan.(Anonim, 2012).

Konsep perancangan permainan jungkat–jungkit berubah seiring perkembangan zaman, dari konsep tradisional ke konsep modern. Dalam konsep tradisional jungkat–jungkit yang ada selama ini masih tetap menggunakan prinsip kerja yang sederhana. Sehingga biaya pembuatan murah, namun unsur keselamatan kurang dipertimbangkan. Selain itu permainan ini hanya digunakan sebagai alat untuk melatih keseimbangan balita. Dimana cara memainkan jungkat–jungkit adalah dengan bergantian melonjakkan tubuh dari tanah, sehingga balita masih agak kurang nyaman dalam memainkan jungkat–jungkit ini. (Anam, 2013).

Dalam konsep modern desain permainan jungkat–jungkit lebih kompleks dengan adanya modifikasi. Karena permainan ini tak hanya untuk melatih kesimbangan balita saja. Tetapi permainan ini juga berfungsi untuk mengembangkan kemampuan motorik dan intelegensi balita. Selain itu aspek keamanan dan kenyamanan juga diperhatikan, sehinggga menyebabkan biaya produksi prmainan ini lebih mahal. Modifikasi yang sering dilakukan adalah dengan melakukan penambahan pegas pada bagian bawah jungkat–jungkit untuk memberikan kenyamanan saat bermain.

Pegas yang sering digunakan pada jungkat–jungkit adalah pegas kendaraan roda empat seperti pegas heliks suspensi depan toyota kijang, dll. Pegas heliks suspensi depan kendaraan ini banyak dipilih karena di pasaran tersedia dalam berbagai macam *pitch*.

Penambahan pegas pada jungkat–jungkit memiliki pengaruh terhadap struktur rangka utama jungkat–jungkit, terutama terhadap distribusi tegangannya. Pemerataan distribusi tegangan sangat penting untuk menghindari terjadinya kegagalan pada

struktur jungkat–jungkit. Begitu pula dengan *pitch* pegas yang juga mempengaruhi distribusitegangan yang terjadi pada struktur jungkat–jungkit.

Dari latar belakang tersebut perlu dilakukan analisa pada jungkat–jungkit yang menggunakan pegas, untuk mengetahui dampak yang terjadi pada struktur (*beam*) jungkat–jungkit tersebut..

1.2 Rumusan Masalah.

Rumusan masalah pada perancangan ini adalah bagaimana pengaruh besar *spring pitch* terhadap distribusi tegangan pada struktur utama (*beam*) jungkat–jungkit saat menerima beban?

1.3 Batasan Masalah.

Agar permasalahan tidak terlalu luas, maka dalam penelitian kali ini hanya membahas pengaruh variasi *spring pitch* terhadap distribusi tegangan pada struktur utama (*beam*) jungkat–jungkit saat menerima beban.

1.4 Tujuan Penelitian.

Tujuan yang ingin dicapai dalam analisa ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui distribusi tegangan yang terjadi akibat penambahan pegas dengan berbagai macam *pitch spring* pada struktur utama (*beam*) jungkat–jungkit.
2. Menganalisa desain jungkat–jungkit dengan tambahan pegas sebagai penopang dengan berbagai variasi *pitch spring* guna mengawali optimasi desain jungkat–jungkit untuk pengabdian selanjutnya.

1.5 Manfaat Penelitian.

Manfaat yang diharapkan dari perancangan ini adalah:

1. Memberikan detail distribusi tegangan dan konsentrasi tegangan yang terjadi pada struktur (beam) jungkat–jungkit yang telah diberi pegas.
2. Dapat digunakan sebagai data untuk optimasi desain selanjutnya.
3. Memberikan reverensi bagi produsen jungkat–jungkit.
4. Memberikan reverensi bagi penelitian skripsi selanjutnya.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jungkat–jungkit.

2.1.1 Definisi Jungkat–jungkit.

Jungkat–jungkit adalah sebuah permainan di mana papan panjang dan sempit berporos di tengah, sehingga di saat salah satu ujungnya bergerak naik maka ujung yang lain bergerak turun. (Anonim,2012)

Gambar 2.1 Jungkat–jungkit
Sumber: Anonimus (2012)

Papan jungkat–jungkit di dalam bermain lazimnya dirancang agar seimbang di tengah, Masing–masing orang duduk di setiap ujung, kemudian bergiliran melonjakkan tubuh dari tanah. Jungkat–jungkit biasanya memiliki pegangan untuk dipegang saat mereka duduk saling berhadapan. (Anonimus, 2012)

2.1.2 Manfaat Permainan Jungkat – jungkit.

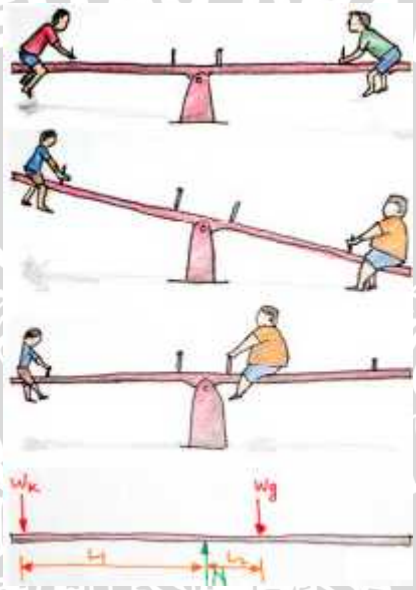
Dengan permainan jungkat–jungkit balita akan belajar mengenai beberapa hal seperti:

1. Kerjasama karena permainan ini harus dimainkan oleh sedikitnya dua orang yang saling bekerja sama menggerakkan papan untuk naik atau turun. Selain itu balita juga
2. Kontrol tubuh untuk gerakan naik–turun jungkat–jungkit.
3. Melatih otot kaki saat kedua kaki bekerja mendorong agar jungkat–jungkit naik dan menahan saat turun agar tidak membentur permukaan tanah.

4. Prinsip fisika sederhana, yaitu tentang timbangan (ringan–berat) serta naik–turun.

2.1.3 Prinsip Kesetimbangan pada jungkat – jungkit.

Jungkat–jungkit mempunyai tiga bagian penting yaitu titik tumpu, kuasa, dan beban. Titik tumpu terletak di bagian tengah. Bagian tengah tersebut berada di antara beban dan kuasa. Beban terletak di ujung papan pengungkit. Beban dapat berupa benda atau orang yang akan di angkat. Adapun kuasa ialah gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban. Gaya ini terletak di ujung berlawanan dengan beban. (Tugino, 2012).



Gambar 2.2 Prinsip kesetimbangan jungkat–jungkit
Sumber: Anonimus (2011)

Gerak jungkat–jungkit dipengaruhi oleh:

- Berat beban
- Berat kuasa
- Jarak beban ke titik tumpu, dan
- Jarak kuasa ke titik tumpu.

Jungkat–jungkit akan imbang jika besarnya gaya pada kedua sisinya (beban dan kuasa) sama besar. Jadi agar seimbang, jungkat jungkit tersebut diberikan tekanan dengan kekuatan yang sama. Apabila beban dan kuasa memiliki tekanan yang berbeda, misal beban memiliki tekanan yang lebih besar. Untuk membuat jungkat jungkit dalam keadaan imbang dapat dilakukan dengan menggeser kedudukan kuasa menjauhi titik

tumpu. Sebaliknya jika kuasa memiliki tekanan lebih besar, agar jungkat – jungkit dalam keadaan imbang dapat dilakukan dengan menggeser kedudukan beban menjauhi titik tumpu. (Tugino, 2012)

Dari paparan tersebut dapat disimpulkan bahwa jungkat – jungkit mengaplikasikan prinsip kesetimbangan yaitu dengan syarat:

$$\Sigma F = 0 \quad (2\text{-}1)$$

$$\Sigma M = 0 \quad (2\text{-}2)$$

2.2 Analisa Tegangan dan Regangan.

2.2.1 Tegangan.

Tegangan didefinisikan sebagai intensitas gaya (yaitu gaya per satuan luas) dan diberi notasi huruf Yunani σ (sigma). Tegangan dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2\text{-}3)$$

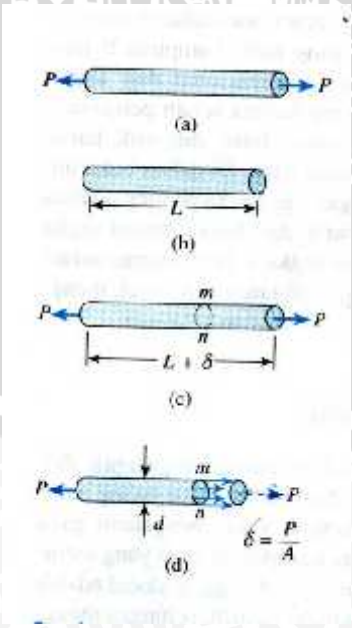
dimana:

σ = tegangan

P = gaya

A = luas penampang

Tegangan dapat diilustrasikan seperti gambar berikut,



Gambar 2.3 Batang prismatis yang mengalami tarik.

Sumber: Timoshenko (2000: 4)

Gambar (a) adalah gambar diagram benda bebas dari segmen batang.

Gambar (b) adalah gambar segmen batang sebelum dibebani.

Gambar (c) adalah gambar segmen batang setelah dibebani.

Gambar (d) adalah gambar tegangan normal pada batang.

Tegangan dapat dibagi menjadi 2 menurut arah gaya terhadap bidang (cross section), yaitu tegangan normal (gaya yang bekerja tegak lurus terhadap bidang potong suatu batang) dan tegangan geser (gaya yang bekerja sejajar dengan bidang potong suatu batang). Sedangkan tegangan normal sendiri terbagi menjadi 2, yaitu tegangan tarik (*tensile stress*) dan tegangan tekan (*compressive stress*). (Timoshenko, 2000:4)

2.2.2 Regangan.

Regangan didefinisikan sebagai perpanjangan per satuan panjang, yang diberi notasi huruf Yunani ε (epsilon). Regangan tidak memiliki dimensi atau satuan, karena merupakan rasio antara dua panjang dan dihitung dengan persamaan,

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \qquad (2\text{-}4)$$

dimana:

ε = regangan.

δ = pertambahan panjang.

L = panjang awal.

Regangan ini biasa disebut regangan normal karena berkaitan juga dengan tegangan normal. Sehingga regangan juga dapat dibagi menjadi regangan tarik (yang diakibatkan tegangan tarik), dan regangan tekan (yang diakibatkan tegangan tekan). (Timoshenko, 2000: 6)

2.2.3 Hubungan Tegangan dan Regangan (*Hooke Law*).

Hubungan linier antara tegangan dan regangan untuk suatu batang yang mengalami tarik atau tekan sederhana dinyatakan dengan persamaan

$$\sigma = E\varepsilon \qquad (2\text{-}5)$$

dimana:

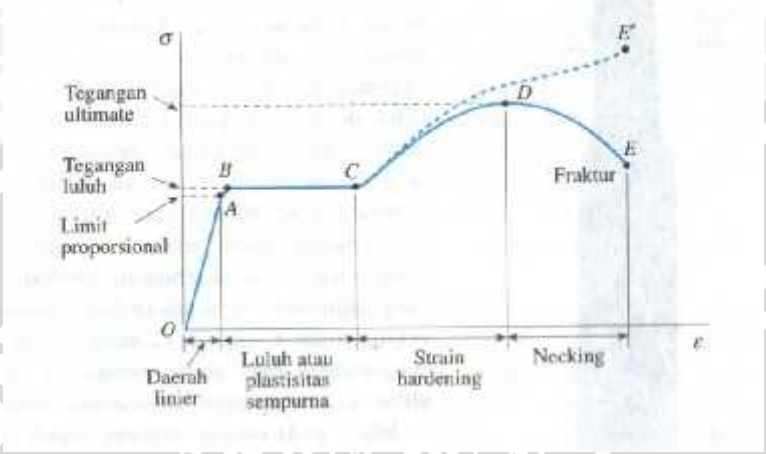
σ = tegangan aksial.

ε = regangan aksial.

E = modulus elastisitas.

Persamaan di atas biasa dikenal dengan sebagai *Hooke Law*. Modulus elastisitas adalah kemiringan kurva tegangan–regangan di dalam daerah elastis linier. Modulus elastisitas sering disebut modulus Young. Karena regangan tidak mempunyai dimensi maka satuan untuk *E* sama dengan satuan tegangan.

Hubungan tegangan dan regangan bisa diliahat dalam diagram tegangan – regangan berikut ini.



Gambar 2.4 Diagram Tegangan–regangan untuk Baja Struktural Tipikal yang mengalami tarik (tidak berskala).

Sumber: Timoshenko (2000: 13)

Dalam hal ini :

- Titik proporsional merupakan titik kesetimbangan antara tegangan dan regangan.
- Titik luluh merupakan titik tempat terjadinya penambahan regangan tanpa disertai penambahan beban.
- Titik *ultimate* merupakan titik tempat tertinggi yang dapat dicapai oleh bahan tersebut.
- Titik patah merupakan titik bahan tersebut mengalami patah.

Di dalam diagram tegangan regangan dikenal :

- Daerah elastis yaitu daerah tempat terjadinya deformasi elastis (dari nol sampai batas elastis).
- Daerah plastis merupakan daerah tempat terjadinya deformasi plastis plastis (dari batas elastis sampai titik *ultimate*).
- Daerah patah merupakan daerah tempat terjadinya patah.
-

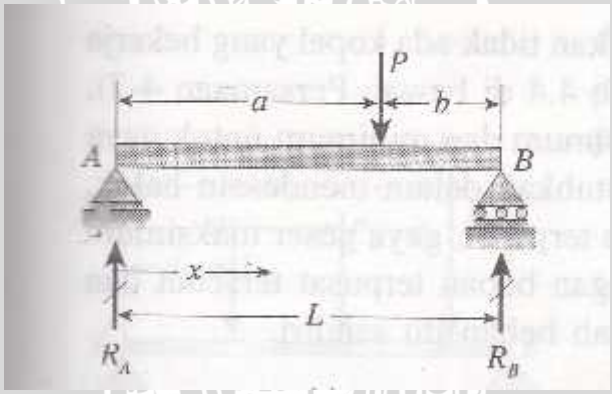
2.3 Diagram Gaya Geser dan Momen Lentur pada Balok.

Dalam mendesain suatu balok, kita biasanya mengetahui bagaimana gaya geser dan mome lentur bervariasi di seluruh panjang balok. Salah satu yang penting adalah harga maksimum dan minimum dari besaran–besaran ini. Informasi ini diberikan dengan grafik di mana gaya geser dan momen lentur diplot sebagai ordinat dan jarak *x* di sepanjang sumbu balok diplot sebagai absis. Dari grafik seperti ini disebut diagram gaya geser dan momen lentur.

Sebagai contoh balok sederhana *AB* memiliki beban terpusat *P*. Beban *P* bekerja pada jarak *a* dari tumpuan kiri dan jarak *b* dari tumpuan kanan. Dengan meninjau seluruh balok sebagai benda bebas, kita dapat langsung menentukan reaksi balok dari keseimbangan $\Sigma F = 0$ maka kita dapatkan,

$$R_A = \frac{Pb}{L} \quad (2\text{-}6)$$

$$R_B = \frac{Pa}{L} \quad (2\text{-}7)$$



Gambar 2.5 Diagram benda bebas balok *AB* yang mengalami beban terpusat *P*.
Sumber: Timoshenko (2000: 251)

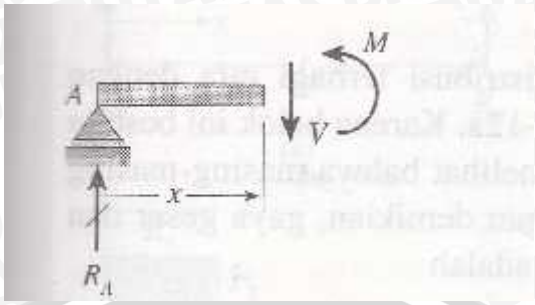
Lalu balok kita potong di sebelah kiri beban *P* dan pada jarak *x* dari tumpuan di *A*. Lalu kita gambarkan diagram benda bebas bagian kiri dari balok. Dari persamaan keseimbangan untuk diagram benda bebas ini, kita peroleh gaya geser *V* dan momen lentur *M* di jarak *x* dari tumpuan,

$$V = R_A = \frac{Pb}{L} \quad (2\text{-}8)$$

$$M = R_A x = \frac{Pbx}{L} \quad (2\text{-}9)$$

Rumus (2-8) dan (2-9) hanya berlaku untuk untuk bagian balok di kiri

beban P atau untuk daerah ($0 < x < a$).

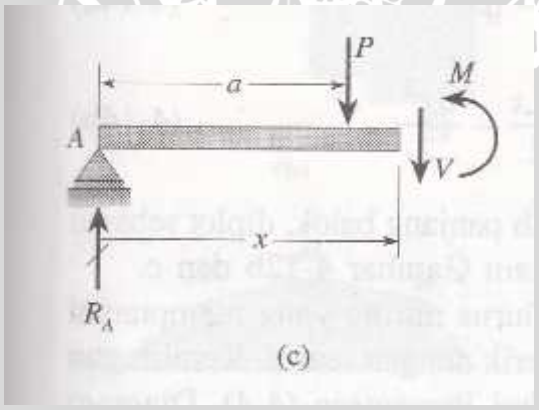


Gambar 2.6 Diagram benda bebas batang *AB* yang dipotong pada kanan beban *P*.
Sumber: Timoshenko (2000: 251).

Selanjutnya kita potong balok ini di kanan beban *P*, artinya di daerah ($a< x <L$) dan juga menggambar diagram benda bebas untuk bagian kiri balok. Dari persamaan keseimbangan benda bebas kita dapakan rumus untuk mencari gaya geser dan momen lentur sebagai berikut,

$$V = R_A - P = \frac{Pb}{L} - P = \frac{Pa}{L} \qquad (2\text{-}10)$$

$$M = R_A x - P\,\langle x - a\rangle = \frac{Pbx}{L} - P\,\langle x - a\rangle = \frac{Pa}{L}(L - x) \qquad (2\text{-}11)$$

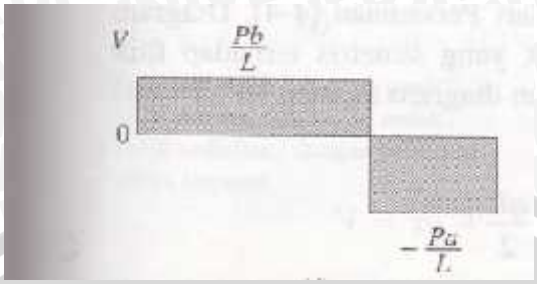


Gambar 2.7 Diagram benda bebas batang *AB* yang dipotong di kanan *P*.
Sumber: Timoshenko (2000: 251).

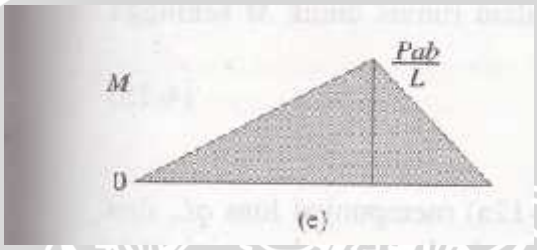
Rumus (2-10) dan (2-11) hanya berlaku untuk untuk bagian balok di kanan beban *P* atau untuk daerah ($a< x < L$).

Persamaan untuk gaya geser (4-8) dan momen lentur (4-9) diplot di bawah balok. Gambar adalah diagram gaya geser dan gambar adalah diagram momen lentur. Dari diagram pertama kita lihat bahwa gaya geser di ujung *A* dari balok ($x=0$) sama

dengan reaksi R_A. Gaya geser ini tetap konstan sampai di lokasi beban *P* (*x*=*a*), di titik tersebut gaya geser berkurang mendadak sebesar beban *P*. Di bagian kanan balok, gaya geser juga konstan tapi secara numerik sama dengan reaksi di *B*.



Gambar 2.8 Diagram gaya geser batang *AB* yang menerima beban *P*.
Sumber: Timoshenko (2000: 251).



Gambar 2.9 Diagram momen lentur batang *AB* yang mengalami beban *P*.
Sumber: Timoshenko (2000: 251).

Seperti terlihat dalam diagram kedua, momen lentur di bagian kiri balok bertambah secara linier dari nol di tumpuan ke *Pab/L* di lokasi beban terpusat (*x*=*a*). di bagian kanan, momen lentur juga merupakan fungsi linier dari *x*, yang bervariasi dari *Pab/L*, di *x = a* ke nol di tumpuan *(x = L)*. Jadi momen lentur maksimum adalah,

$$R_{maks} = \frac{Pab}{L} \qquad (2\text{-}12)$$

dan terjadi di bawah beban terpusat. (Timoshenko, 2000: 252-254)

2.4 *Springs* (Pegas) .

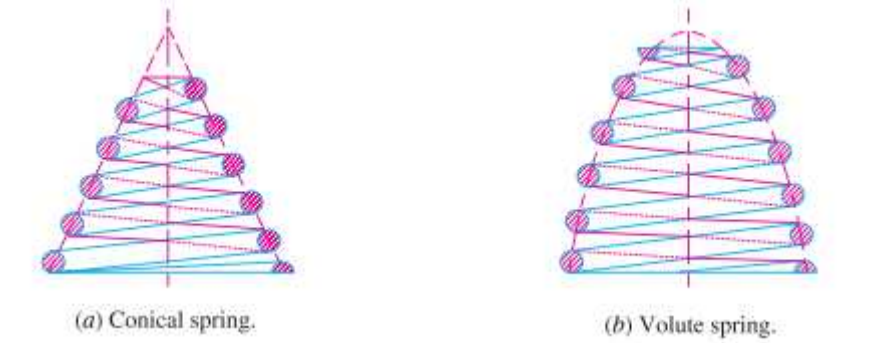
Spring adalah benda elastis yang dapat berubah bentuk ketika menerima beban dan dapat kembali ke bentuk semula ketika beban dihilangkan. Berbagai macam aplikasi penting *springs* adalah sebagai berikut:

1. Sebagai meredam, menyerap, atau mengendalikan energi yang disebabkan oleh beban kejut atau getaran, seperti pada pegas mobil, *buffer* kereta api, *landing gears* pesawat terbang, *shock adsorber*, dan *vibration damper*.

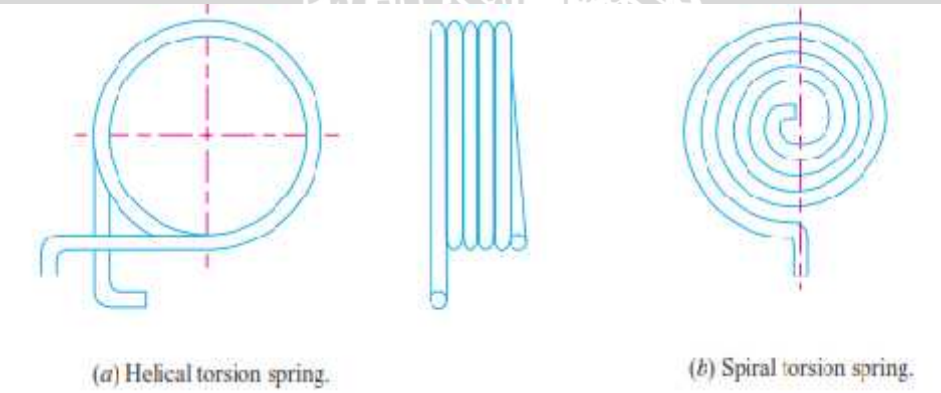
2. Untuk memberikan gaya dengan nilai tertentu, seperti pada rem, *clutches*, dan *spring loaded valves.*
3. Untuk mengatur gerakan dengan cara mempertahankan kontak antara dua elemen seperti di *cams* dan *followers.*
4. Untuk mengukur gaya/ indikator seperti pada *springs balances* (neraca pegas) dan *engine indicators.*
5. Untuk menyimpan energi, seperti pada jam, mainan dan lain – lain.

2.4.1 *Helical Springs.*

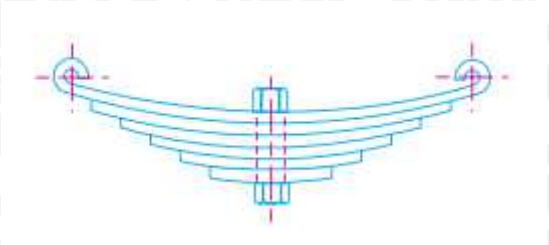
Berdasarkan bentuknya *springs* terbagi menjadi beberapa macam, yaitu: *helical springs, conical and volute springs, torsion springs, laminated or leaf springs, disc or bellevile springs, dan spesial purpose springs.*



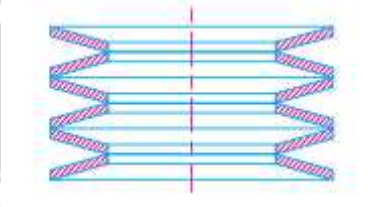
Gambar 2.10 *Conical springs*
Sumber: Khurmi (2005: 821)



Gambar 2.11 *Torsion springs*
Sumber: Khurmi (2005: 822)



Gambar 2.12 *Laminated or leaf springs*
Sumber: Khurmi (2005: 822)



Gambar 2.13 *Disc or bellevile springs*
Sumber: Khurmi (2005: 822)

Helical springs terbuat dari kawat yang digulung berbentuk heliks dan sering digunakan untuk beban tarik atau tekan. Penampang melintang dari kawat *springs* dapatberupa lingkaran, persegi, atau persegi panjang. *Helical springs* ini dibagi menjadi dua menurut arah beban yang diterimanya, yaitu *compresion helical springs* dan *tension helical springs.*

Gambar 2.14 *Helical springs*
Sumber: Khurmi (2005: 822)

Sedangkan menurut *helix angle*-nya *helical springs* dibagi menjadi 2, yaitu: *closed coiled helical springs* dan *open coiled helical springs. Closed coiled helical springs* adalah *helical springs* yang memiliki *helical angle* sangat kecil, biasanya kurang dari 10°.

Open coiled helical springs adalah *helical springs* yang memiliki *helical angle* besar. Penggunaan *open coiled helical springs* ini sangat terbatas.

Helical springs memiliki beberapa kelebihan:

1. *Helical springs* mudah untuk diproduksi.
2. *Helical springs* tersedia dalam berbagai macam jenis dan ukuran.
3. Kinerja *helical springs* dapat diprediksi secara lebih akurat.
4. Konstanta pegasnya tidak berubah – ubah.
5. Karakteristik *helical springs* dapat divariasikan dengan mengganti geometrinya.

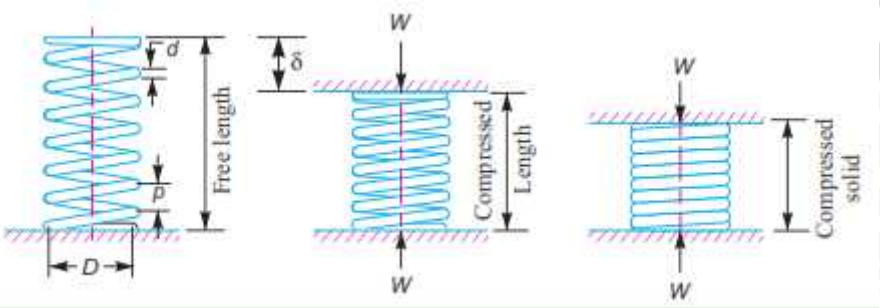
2.4.2 Bahan untuk *Helical Springs.*

Bahan *spring* harus memiliki ketahanan *fatigue*, keuletan yang tinggi, *resilience* yang tinggi, dan harus mampu menahan rambatan. Pemilihan bahan *springs* tergantung pada jenis penggunaannya. Ada tiga klasifikasi penggunaan *springs*, yaitu *serve service, average service*, dan *light service.*

Pada umumnya *springs* dibuat dari *oil-tempered carbon steel wire* dengan kandungan 0.6 – 0.7 %C dan 0.6 – 1 %Mn. Kawat musik juga biasa digunakan untul *springs* berukuran kecil. *Non-ferrous materials* seperti fosfor perunggu, berilium tembaga, *monel metal*, kuningan, dll, kadang digunakan untuk meningkatkan ketahanan *fatigue*, ketahanan *temperature*, dan ketahanan korosi.

Helical springs dibentuk dalam keadaan dingin atau panas tergantung dari ukuran kawat yang digunakan. Kawat kecil (diameter kurangdari 10 mm) biasanya dibentuk dalam keadaan dingin, sedangkan kawat besar dibentuk dalam keadaan panas. Kekuatan dari kawat dapat difariasikan dengan mengganti ukurannya.

2.4.3. Istilah yang digunakan dalam *Comperession Springs.*



Gambar 2.15 *Compresion spring nomenclature.*
Sumber: Khurmi (2005: 825)

1. *Solid length* adalah panjang *spring* ketika mengalami kompresi atau tekanan sehingga *coil* bersentuhan satu sama lainnya.
   Solid length sama dengan,

$$L_S = n'.d \tag{2-13}$$

   dimana n' = jumlah *coil*
   d = diameter kawat

2. *Free length* adalah panjang *compression spring* saat tidak menerima beban.
   Free length sama dengan,

$$L_F = n'.d + \delta_{max} + 0.15\,\delta_{max} \tag{2-14}$$

   atau,

$$L_F = n'.d + \delta_{max} + (n'-1) \times 1\ \text{mm} \tag{2-15}$$

   dimana n' = jumlah *coil*.
   d = diameter kawat.
   δ_{max} = defleksi maksimal *spring*.

3. *Spring index* adalah perbandingan atau rasio dari diameter *coil* terhadap diameter kawat.
   Spring index sama dengan,

$$C = D / d \tag{2-16}$$

   dimana D = diameter *coil*.
   d = diameter kawat.

4. *Spring rate* atau konstanta pegas adalah besar gaya yang dibutuhkan untuk merubah panjang pegas tiap satuan panjangnya.
   Spring rate sama dengan,

$$k = W / \delta \tag{2-17}$$

   dimana W = besar gaya.
   δ = defleksi pegas.

5. *Pitch* adalah jarak aksial antara koil yang berdekatan dalam keadaan bebas (*uncompressed*).

Pitch sama dengan,

$$p = \frac{\text{Free length}}{n' - 1} \tag{2-18}$$

atau

$$p = \frac{L_F - L_S}{n'} + d \tag{2-19}$$

dimana L_F = *free length* dari pegas.

L_S = *solid length* dari pegas.

n' = jumlah *coil.*

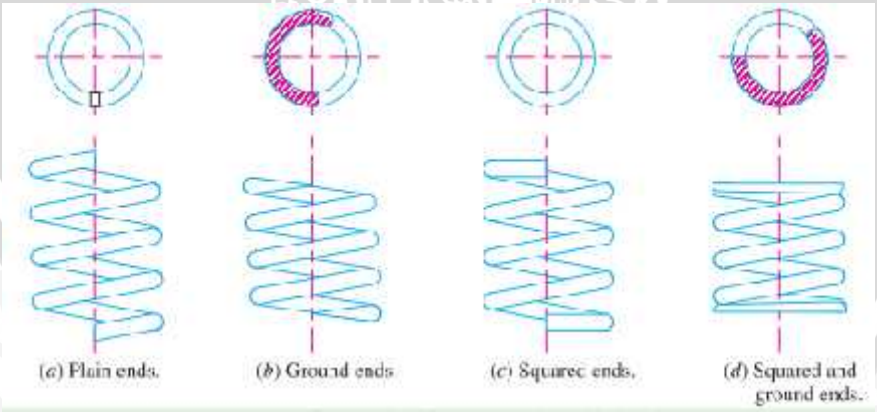
d = diameter kawat.

Dalam memilih *pitch* koil, beberapa hal perlu diperhatikan:

a. *Pitch* koil harus dihitung dengan cermat sehingga ketika mengalami beban kompresi yang melebihi batas, pegas tidak mengalami peningkatan tegangan *yield* torsinya.
b. Pegas tidak boleh tertutup sebelum mencapai beban maksimal yang diharapan.

2.4.4 *End Connection* untuk *Compression Helical Springs.*

End connection untuk *compression helical springs* bentuknya disesuaikan terhadap jenis bebannya.



Gambar 2.16 *End connection for compression helical springs.*
Sumber: Khurmi (2005: 826)

Pada semua jenis pegas, ujung koil menghasilkan gaya eksentrik, meningkatkan tegangan pada salah satu sisi pegas. Dalam kondisi tertentu, terutama jika jumlah kumparan sedikit, efek ini harus diperhitungkan. Pendekatan untuk beban aksial adalah

dengan cara membentuk *squared and ground ends*, dimana pada ujung pegas adalah *squared* dan bagian dasarnya tegak lurus terhadap sumbu heliks.

Bagian pegas yang tidak mengalami kontak langsung dengan dudukan tidak berkontribusi terhadap aksi pegas dan bagian ini disebut *inactive coils*. Sedangkan bagian yang berkontribusi terhadap aksi pegas disebut *active coils*. Saat beban meningkat, jumlah *inactive coils* juga bertambah karena terkompresi pada ujung koil.

Tabel 2.1 *Total Number of Turns, Solid Lenght and Free Length* untuk Berbagai Macam Jenis *End Connections.*

Type of end	*Total number of turns (n')*	*Solid length*	*Free length*
1. Plain ends	n	$(n + 1)\,d$	$p \times n + d$
2. Ground ends	n	$n \times d$	$p \times n$
3. Squared ends	$n + 2$	$(n + 3)\,d$	$p \times n + 3d$
4. Squared and ground ends	$n + 2$	$(n + 2)\,d$	$p \times n + 2d$

Sumber: Khurmi (2005: 827)

dimana:

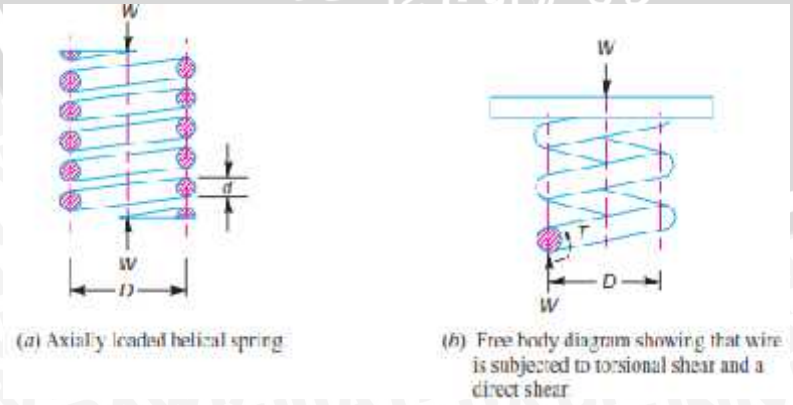
n = jumlah *active turns.*

p = *pitch* koil.

d = diameter kawat pegas.

2.4.5 Tegangan pada *Helical Springs* dari *Circular Wire.*

Untuk *helical compression spring* yang terbuat dari *circular wire* dan menerima beban aksial *W* seperti yang terlihat pada gambar berikut.



(*a*) Axially loaded helical spring

(*b*) Free body diagram showing that wire is subjected to torsional shear and a direct shear

Gambar 2.17 *Helical compression springs* dengan penampang *circular* yang menerima beban aksial.

Sumber: Khurmi (2005: 828)

Pada gambar 2.15 terlihat bahwa gaya aksial *W* cenderung mengakibatkan kawat mengalami momen puntir (*T*). Sehingga terdapat *torsional shear stress* pada kawat. Momen puntir pada kawat adalah,

$$T = W \times \frac{D}{2} - \frac{\pi}{16} \times \tau_1 \times d^3 \tag{2-20}$$

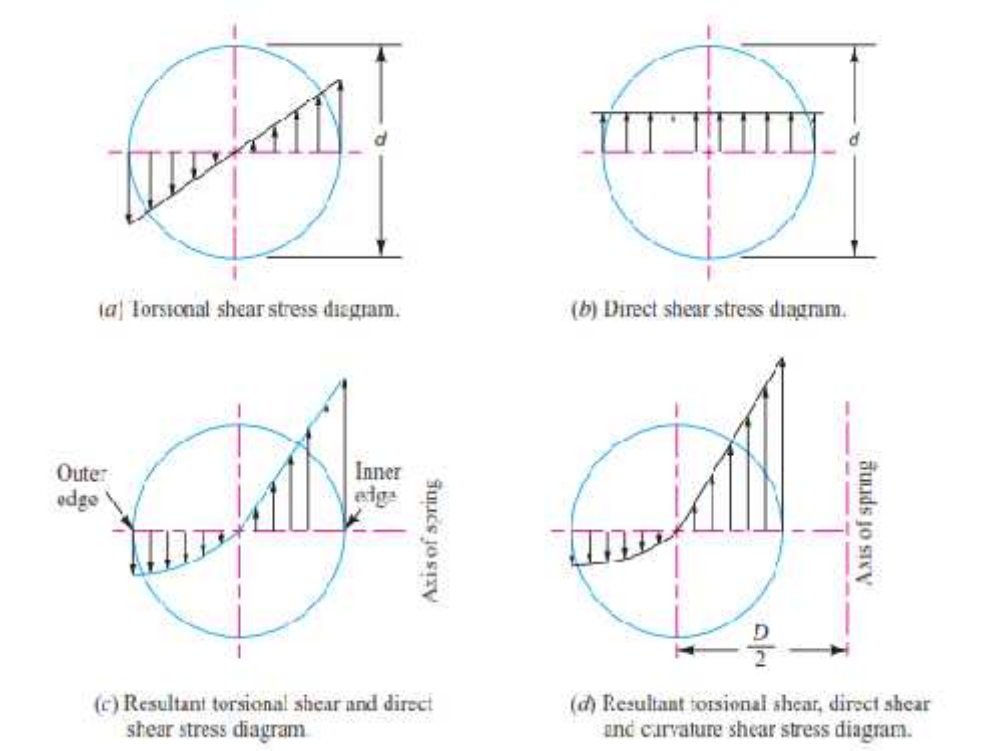
$$\tau_1 = \frac{8W.D}{\pi\, d^3} \tag{2-21}$$

Selain *torsional shear stress* (τ_1) pada *wire*, juga terdapat beberapa tegangan lain yang terjadi pada kawat, antara lain:

1. *Direct shear stress* yang diakibatkan oleh beban *W*.

$$\tau_2 = \frac{\text{Load}}{\text{Cross-sectional area of the wire}} = \frac{W}{\frac{\pi}{4} \times d^2} = \frac{4W}{\pi\, d^2} \tag{2-22}$$

2. Tegangan yang diakibatkan karena kelengkungan kawat.



Gambar 2.18 Diagram Superposisi Tegangan pada *helical springs.*

Sumber: Khurmi (2005: 829)

Resultan tegangan geser pada kawat adalah,

$$\tau = \tau_1 \pm \tau_2 = \frac{8W.D}{\pi d^3} \pm \frac{4W}{\pi d^2} \tag{2-23}$$

Tanda positif digunakan untuk bagian dalam kawat dan tanda negatif digunakan untuk bagian luar kawat. Karena tegangan maksimal terjadi dibagian dalam kawat, maka tegangan geser maksimum pada kawat adalah,

$$= \text{Torsional shear stress} + \text{Direct shear stress}$$

$$= \frac{8W.D}{\pi d^3} + \frac{4W}{\pi d^2} = \frac{8W.D}{\pi d^3}\left(1 + \frac{d}{2D}\right) \tag{2-24}$$

$$= \frac{8\,W.D}{\pi d^3}\left(1 + \frac{1}{2C}\right) = K_S \times \frac{8\,W.D}{\pi d^3} \tag{2-25}$$

dimana ,

$$K_S = \text{Shear stress factor} = 1 + \frac{1}{2C} \tag{2-26}$$

Dari persamaan di atas, dapat diketahui bahwa pengaruh dari *direct shear* cukup besar untuk pegas dengan *spring index C* yang kecil.

Untuk memperhitungkan efek dari *direct shear*, *torsinonal shear*, dan kelengkungan dari kawat, maka bisa menggunakan *Whal's stress factor*. Sehingga tegangan geser maksimal yang terjadi pada kawat adalah,

$$\tau = K \times \frac{8\,W.D}{\pi d^3} - K \times \frac{8\,W.C}{\pi d^2} \tag{2-27}$$

dimana,

$$K = \frac{4C - 1}{4C - 4} + \frac{0.615}{C} \tag{2-28}$$

Nilai dari *K* dapat dicari dari grafik di bawah ini

Gambar 2.19 Diagram *Whal's stress factor* untuk *helical springs.*
Sumber: Khurmi (2005: 830)

2.5 Pengaruh Jumlah Lilitan dan Diameter Pegas terhadap Konstanta Pegas.

Konstanta pegas adalah salah satu *properties* dari pegas, yang biasanya disimbolkan denga *k.* Konstanta pegas dapat didefinisikan dengan besarnya gaya luar yang dibutuhkan untuk mengubah panjang pegas tiap satuan panjangnya. Dan dapat dirumuskan dengan,

$$k = \frac{F}{y} = \frac{d^4G}{8D^3N} \qquad (2\text{-}29)$$

Dari persamaan (2-29) terlihat bahwa knstanta pegas (*k*) dipengaruhi oleh diameter *spring wire* (*d*), diameter rata – rata *spring coil* (*D*), jumlah *active coil* (*N*), dan modulus geser *spring wire* (*G*).

Dalam jurnalnya yang berjudul "Pembuktian Eksperimental Pengaruh Jumlah Lilitan Pegas dan Diameter Pegas terhadap Konstanta Pegas", Setiawan menyatakan bahwa konstanta pegas (*k*) berbanding terbalik dengan jumlah lilitan pegas $k \approx \frac{1}{N}$. Dengan syarat modulus geser (*G*), diameter kawat (*d*) dijaga konstan.

Hal ini disebabkan karena semakin banyak jumlah lilitan pegas maka semakin banyak pula elemen pegas yang mengalami pergeseran searah gaya beban yang diberikan sehingga menghasilkan pertambahan panjang (*y*) semakin besar dan menyebabkan nilai konstanta pegas juga bertambah kecil. Hal ini sesuai dengan persamaan (2-29) dimana konstanta pegas (*k*) berbanding terbalik dengan jumlah lilitan pegas (*N*). (Setiawan, 2011)

2.6 Pengembangan Psikomotor, Afektif, dan Kognitif Balita.

2.6.1 Pelatihan dan Pengembangan SDM

Bernandin dan Joyce (1993) dalam Gomes (1995:197) menyatakan bahwa pelatihan adalah setiap usaha memperbaiki performansi pekerja pada suatu pekerjaan tertentu yang sedang menjadi tanggungjawabnya, atau satu pekerjaan yang berhubungan dengan pekerjaannya. Pelatihan yang efektif harus mencakup pengalaman belajar, aktifitas aktifitas yang terencana dan dirancang sebagai jawaban atas kebutuhan yang diidentifikasi.

Menurut Gomes (1995:209-212), ada 5 tingkatan evaluasi pelatihan yaitu:

1. *Reaction*, yang diukur dengan kuesioner tentang kepuasan terhadap pelatih, materi, isi, bahan, lingkungan dan sebagainya.
2. *Learning*, yaitu test tentang penguasaan konsep, pengetahuan dan ketrampilan yang diberikan selama pelatihan. Evaluasi hasil pembelajaran mengacu pada tujuan pembelajaran. Bloom (1956) dalam Winkel (1996:244-254) mengklasifikasikan secara lengkap tujuan pembelajaran, dalam 3 ranah yaitu ranah kognitif, ranah afektif dan ranah psikomotorik. Menurut Purwanto (1996), faktor yang mempengaruhi hasil belajar, yaitu:
    a. Lingkungan (lingkungan alam dan lingkungan sosial).
    b. Instrumen pendidikan (kurikulum, guru, fasilitas dan manajemen pendidikan)
    c. Fisiologi (kondisi fisik dan indera)
    d. Psikologi (minat, kecerdasan, motivasi dan kemampuan kognitif).
3. *Behaviors*, yaitu membandingkan perilaku peserta sebelum dan sesudah pelatihan.
4. *Organizational results*, yaitu menguji dampak pelatihan terhadap kelompok kerja atau organisasi secara keseluruhan.
5. *Cost effectivity*, yaitu mengetahui besarnya biaya yang digunakan untuk pelatihan dan apakah besarnya biaya tersebut sepadan dengan biaya yang timbul dari permasalahan yang dialami oleh organisasi.

2.6.2 Perkembangan Anak

Perkembangan adalah bertambahnya kemampuan (skill) dalam struktur dan fungsi tubuh yang kompleks, dalam pola yang teratur dan dapat diramalkan, sebagai hasil dari proses pematangan. Perkembangan berhubungan dengan diferensiasi sel-sel, jaringan-jaringan, organ-organ dan sistem-sistem organ tubuh yang mengalami

perkembangan sedemikian rupa sehingga masing-masing dapat memenuhi fungsinya. (Soetjiningsih, 1995:1).

Soetjiningsih (1995:2) menjabarkan faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan sekaligus mempengaruhi pertumbuhan yaitu:

1. Faktor genetik
2. Faktor lingkungan, yang terbagi atas:
    a. Lingkungan prenatal (gizi ibu hamil, mekanis, toksin, endokrin, radiasi, infeksi, stress, imunitas dan anoksia embrio).
    b. Lingkungan postnatal, terdiri atas:
        1. Lingkungan biologis (ras, jenis kelamin, umur, gizi, perawatan kesehatan, kepekaan terhadap penyakit, penyakit kronis, fungsi metabolisme dan hormon).
        2. Faktor fisik (cuaca, musim dan kondisi geografis, sanitasi, keadaan rumah dan radiasi).
        3. Faktor psikososial (stimulasi, motivasi belajar, ganjaran atau hukuman yang wajar, kelompok sebaya, *stress*, sekolah, cinta dan kasih sayang serta kualitas interaksi antara anak dan orang tua).
        4. Faktor keluarga dan adat istiadat, (pendapatan keluarga, pendidikan orang tua, jumlah saudara, jenis kelamin dalam keluarga, stabilitas rumah tangga, kepribadian orangtua, adat istiadat, norma dan tabu-tabu, agama, urbanisasi serta kehidupan politik).

2.6.3 DDST Sebagai Metode Pemantauan Perkembangan Anak

Frankenburg and Dodds (1996) dalam Ismail dkk. (2004) mengemukakan bahwa Denver II sebagai revisi dari DDST yang pertama kali dipublikasikan pada tahun 1967, dibuat untuk menolong petugas kesehatan menemukan secara dini masalah penyimpangan perkembangan potensi anak berumur 0 sampai dengan kurang dari 6 tahun. Denver II terdiri atas 125 item yang disusun dalam formulir menjadi 4 sektor yaitu:

1. Sektor personal sosial (penyesuaian diri di masyarakat dan kebutuhan pribadi).
2. Sektor motorik halus-adaptif (koordinasi mata-tangan, memainkan dan menggunakan benda-benda kecil, pemecahan masalah.
3. Sektor bahasa (mendengar, mengerti, dan menggunakan bahasa).

4. Sektor motorik kasar (duduk, jalan, gerakan otot-otot besar).

2.6.4 Pendidikan Anak Usia Dini

Direktorat Pembinaan Anak Usia Dini Depkes RI (2002:3-4) mendefinisikan pendidikan anak usia dini sebagai suatu upaya pembinaan yang ditujukan kepada anak sejak usia dini yang dilakukan melalui pemberian rangsangan pendidikan untuk membantu pertumbuhan dan perkembangan jasmani dan rohani agar anak memiliki kesiapan dalam memasuki pendidikan dasar dan kehidupan tahap berikutnya. Kegiatan bertujuan mengembangkan berbagai potensi anak sejak dini sebagai persiapan untuk hidup dan dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya. (Direktorat Pembinaan Anak Usia Dini Depkes RI, 2002:4)

Direktorat Pendidikan Anak Usia Dini Depkes RI (2002:5-8) mendasarkan pelaksanaan menu pembelajaran pada pendekatan-pendekatan yaitu: berorientasi pada kebutuhan anak, belajar melalui bermain, kreatif dan inovatif, lingkungan yang kondusif, menggunakan pembelajaran terpadu, mengembangkan ketrampilan hidup, menggunakan berbagai media dan sumber belajar, pembelajaran yang berorientasi pada prinsip-prinsip perkembangan anak dan stimulasi terpadu.

2.6.5 Pengaruh Pelatihan tentang DDST terhadap Perkembangan Anak Pra Sekolah

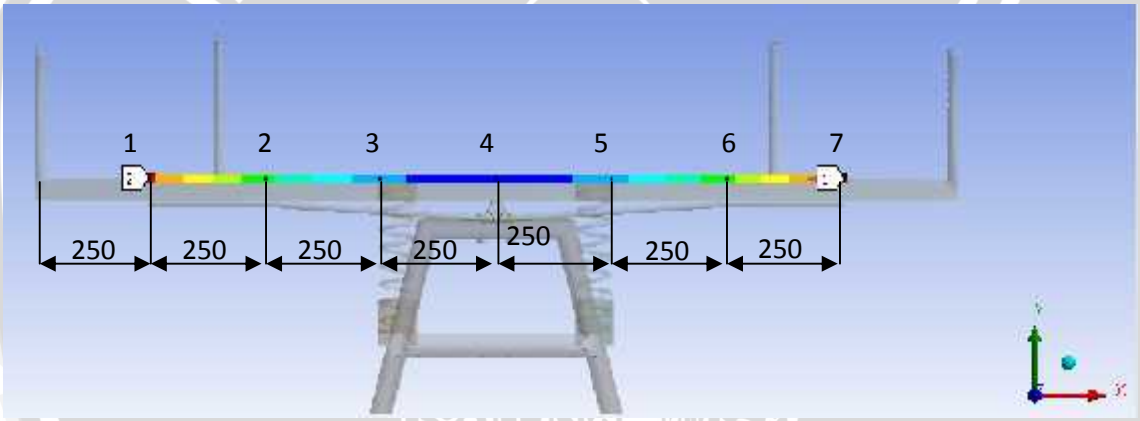
Menurut Soetjiningsih (1995:9) stimulasi berpengaruh terhadap perkembangan anak. Agar anak berkembang lebih cepat, diperlukan stimulasi secara terarah dan teratur serta motivasi belajar yang dibangun sejak dini dengan memberikan lingkungan yang kondusif untuk belajar misalnya melalui sekolah. Peran sekolah akan semakin bermakna jika didukung oleh *curriculum plus* sebagaimana penjelasan Yunianto (2002:87) bahwa *curriculum plus* merupakan kegiatan pembelajaran tambahan yang tidak diatur dalam kurikulum standar untuk meningkatkan kemasan produk layanan. Adanya pengaruh positif pelatihan tentang DDST terhadap perkembangan anak pra sekolah, menunjukkan bahwa pelatihan secara efektif berdampak pada kualitas layanan organisasi. Dengan demikian, pelatihan telah berdampak positif pada aspek *organizational results*, sebagaimana disampaikan oleh Gomes(1995) bahwa *organizational results* merupakan dampak pelatihan terhadap kelompok kerja secara keseluruhan.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian eksperimental semu, yaitu melakukan studi literatur untuk mencari hubungan sebab akibat dalam suatu proses, melalui pengumpulan data dari berbagai sumber. Kemudian, data tersebut diolah dalam simulasi komputer yang menggunakan *software Ansys 15.0*.

Analisa tegangan dilakukan pada 2 model pembebanan. Dimana pada model pembanan pertama jungkat–jungkit menerima beban pada kedua sisinya. Sedangkan pada model pembebanan kedua jungkat–jungkit hanya menerima beban pada salah satu sisinya.



Gambar 3.1 *Path* pada Struktur Utama (*Beam*) Jungkat-jungkit.
Sumber: *Autodesk Inventor 2012*

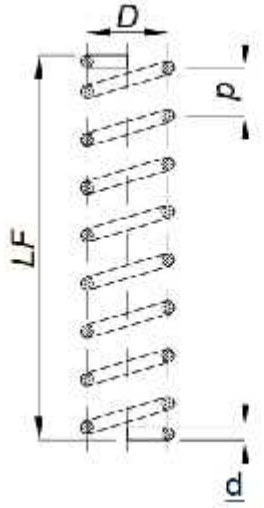
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.

Penelitian ini dilakukan di Studio Perancangan dan Rekayasa Sistem Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya pada bulan Oktober– November 2013.

3.3 Variabel Penelitian.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi *pitch spring* yaitu 36,98 ; 34,78 ; 31,37 ; 28,60 ; dan 25,84 *mm*.



NO	PITCH SPRING (p)	COIL DIAMETER (D)	FREE LENGTH (LF)	WIRE DIAMETER (d)
1	36.98	70	332.53	11.785
2	34.78	68		
3	31.37	66		
4	28.60	64		
5	25.84	62		

satuan : mm

Gambar 3.2 Variasi *pitch* yang digunakan.
Sumber: *Autodesk Inventor 2012*

2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah distribusi tegangan pada rangka utama (*beam*) dan pegas jungkat–jungkit yang sudah diberi tambahan pegas heliks.

3. Variabel Terkontrol

   Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah:

   - Geometri jungkat–jungkit.
   - Geometri pegas heliks yang tidak disebutkan dalam variable bebas.
   - Massa balita ± 23*kg*.
   - Model pembebanan I menerima beban 230 *N* pada kedua sisi jungkat–jungkit
   - Model pembebanan II menerima beban 230 *N* pada salah satu sisi jungkat–jungkit.
   - Beban balita diasumsikan berupa beban terpusat.
   - Bahan pelat, *sliding bearing*, poros, *bolt*, *nut*, dan rangka diasumsikan isotropik dan memiliki struktur yang homogen (*ST – 37*).
   - Bahan pegas heliks adalah *oil tempered steel* ASTM A229.
   - Bahan *bolt* and *nut* adalah ASTM A320 L7.
   - *Beam* dan *truss* dianggap *rigid body*.

3.4 Alat Penelitian.

Dalam analisa distribusi tegangan yang terjadi pada jungkat–jungkit dengan penambahan pegas kali ini menggunakan bantuan *software Ansys 15.0 Workbench* yang di- *instal* pada computer dengan spesifikasi sebagai berikut:

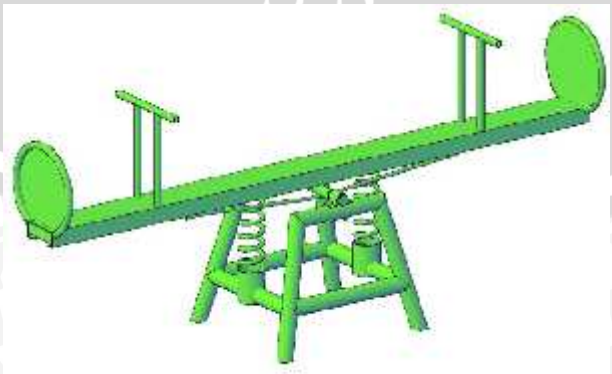
- *RAM* : *16384 GB Fual – Channel DDR3 @ 200MHz.*
- *Operating system* : *MS Windows 7 Ultimate 64-bit (6.1, Buld 7600).*
- *CPU* : *Intel(R)Core(TM) i7-2600 @ 3,40GHz(4 CPUs),*
- *Motherboard* : *ACPI x64 – based PC*
- *Graphics* : *NVIDIA Ge Force GT 430.*
- *Hard Drive* :*Hitachi HDS5C1010CLA382 1 TB (SATA)*

3.5 Spesifikasi Jungkat-jungkit.

Berikut adalah spesifikasi jungkat–jungkit yang akan dianalisa:

1. Panjang rangka utama adalah 2000*mm*.
2. Rangka utama jungkat–jungkit menggunakan bahan *Baja CNP* 125x50x20x2,3 *mm.*
3. Penopang dan sandaran badan terbuat dari pelat dengan tebal (t = 0.8 *mm*).
4. Poros utama jungkat–jungkit menggunakan baja(bar)Ø 31*mm*.
5. Bantalan poros menggunakan jenis *solid journal bearing*.
6. Tinggi penopang jungkat–jungkit adalah 40*cm*.
7. Panjang bebas *spring* 332,70*mm.*
8. Diameter *spring coil*Ø81 *mm.*
9. Diameter *spring wire Ø* 11,785*mm.*

Desain jungkat–jungkit yang sudah diberi tambahan pegas adalah sebagai berikut.



Gambar 3.3 Desain jungkat–jungkit yang telah diberi tambahan pegas.

Sumber: *Autodesk Inventor2012*

3.6 Langkah – langkah Simulasi pada *Software*.

Proses simulasi dilakukan dengan menggunakan *softwareAnsys 15.0Workbench* dengan analisis secara statis. Langkah-langkah proses simulasi dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

1. *Preprocessing.*

   Pada tahap ini dilakukan pemodelan:

   a. *Import file* geometri benda kerja yang sudah dimodelkan dari *softwareInventor 2012* ke dalam *software* analisis *Ansys 15.0Workbench.*
   b. Menentukan jenis sistem analisis, dalam hal ini dipilih jenis *static structural.*
   c. Memasukkan *material properties* untuk masing masing part jungkat–jungkit.
   d. Melakukan *meshing* pada semua *body* jungkat–jungkit.
   e. Menentukan besar pembebanan pada beban jungkat–jungkit dan tumpuan sesuai prosedur pengujian.

2. *Solution.*

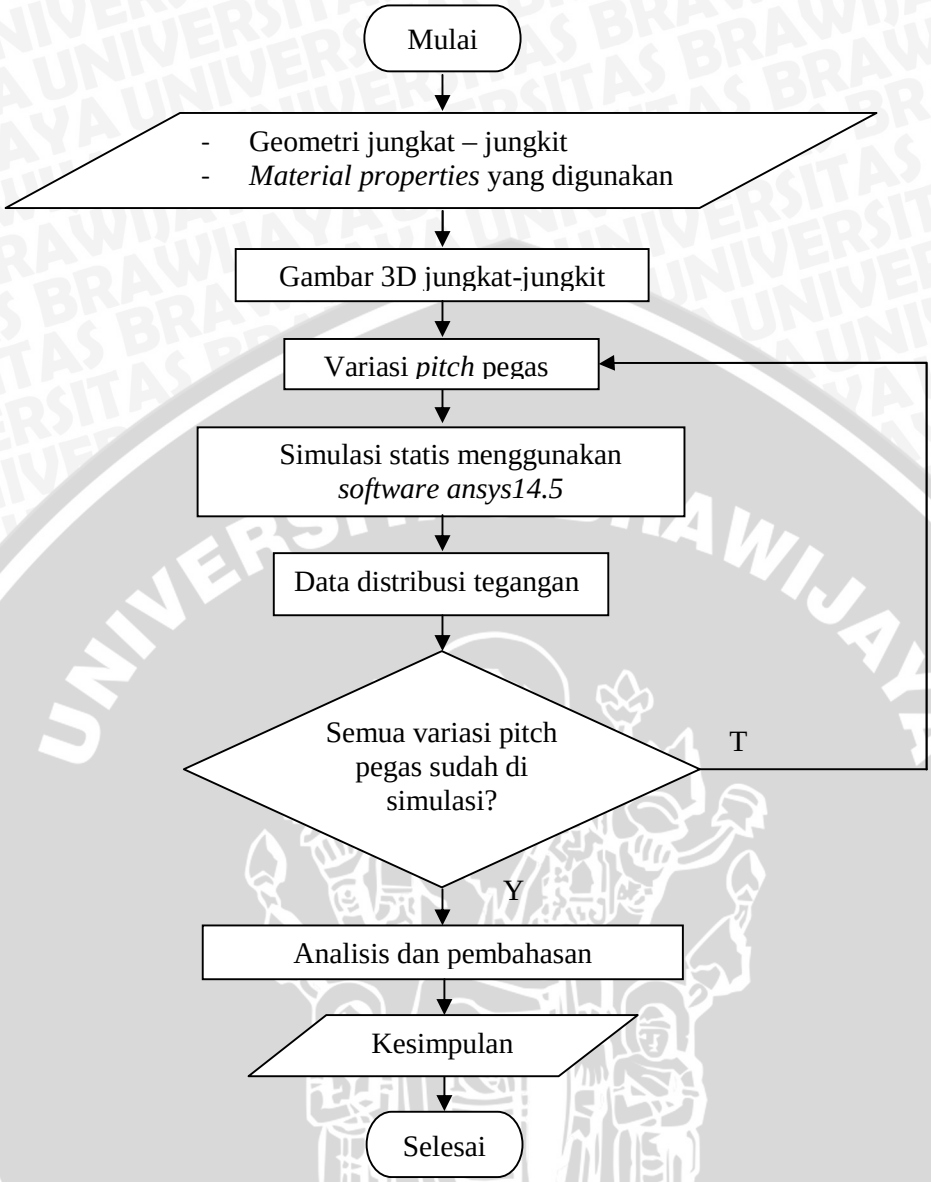
   Pada tahap ini mendefinisikan jenis hasil yang akan ditampilkan yang mengacu kondisi batas sebelumnya. Dalam simulasi ini dipilih *Equivalent Stress* pada semua *body*.

3. *Postprocessing.*

   Menganalisis hasil dari proses simulasi yang telah dilakukan ke dalam tabel maupun grafik. Dalam penelitian ini dilakukan analisis nilai kekuatanpada jungkat–jungkit yang sudah dimodifikasi. Dari hasil yang muncul nantinya digunakan untuk analisa distribusi tegangan yang terjadi.

3.7 Diagram AlirAnalisa Jungkat – Jungkit.

Untuk mempermudah analisis, maka dibuat suatu alur sistematika penelitian. Adapun alur sistematika yang digunakan dalam analisa distribusi tegangan jungkat–jungkit kali ini adalah sebagai berikut:



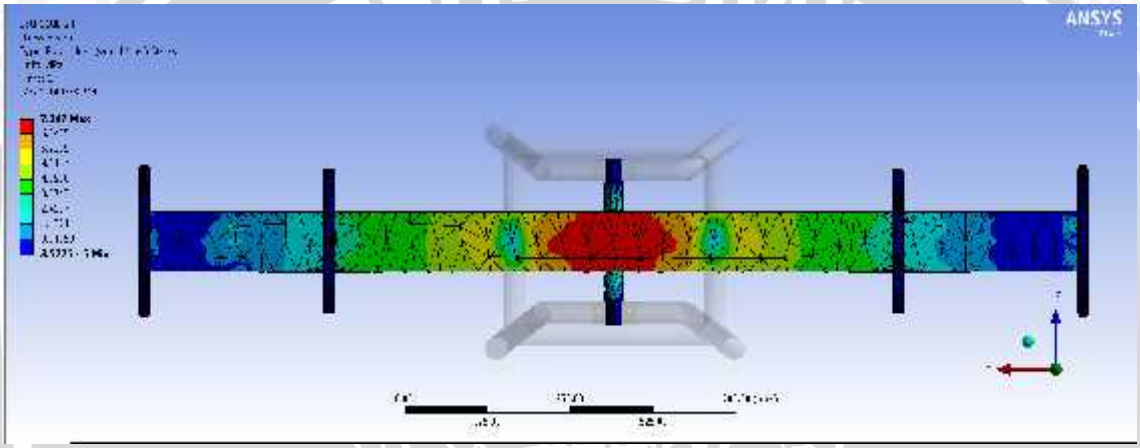
Gambar 3.4 Diagram alir analisa pengaruh *spring pitch* terhadap distribusi tegangan pada struktur jungkat–jungkit.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

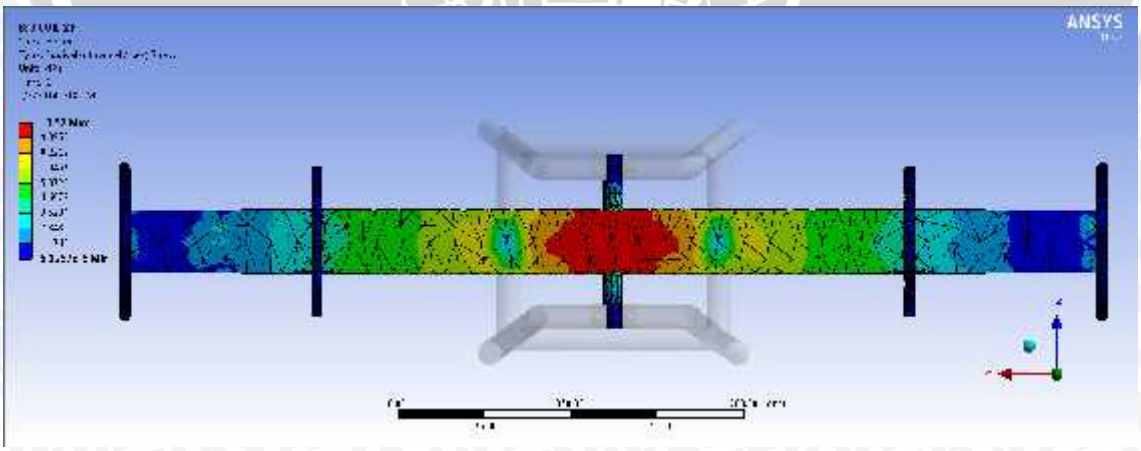
4.1 Hasil Simulasi pada Keadaan Setimbang.

4.1.1 Hasil Simulasi Statis Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Tambahan Pegas dengan Variasi *Pitch Spring* pada Model Pembebanan I.

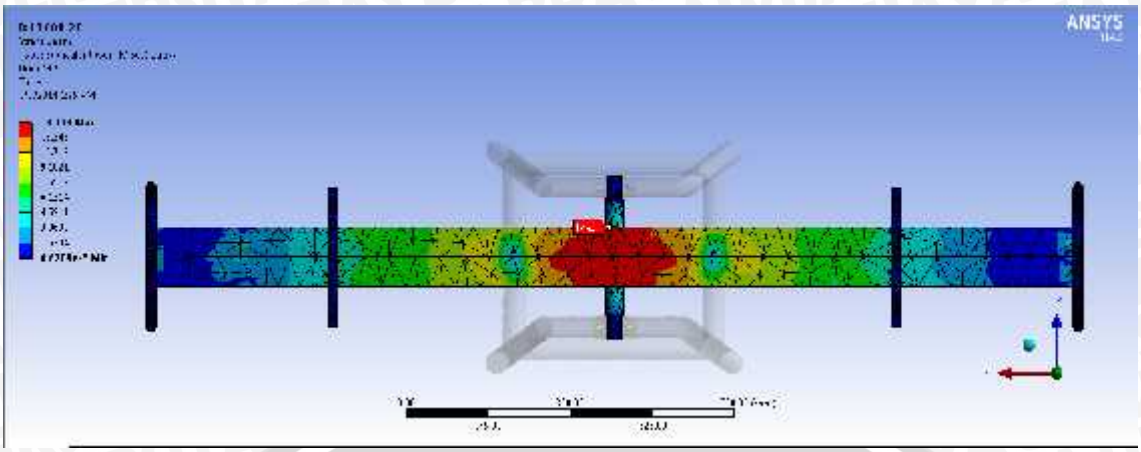
Berikut ini adalah hasil simulasi distribusi tegangan pada *beam* jungkat–jungkit menggunakan tambahan pegas dengan berbagai macam *pitch spring* pada saat menerima pembebanan sebesar 230 *N* di dua sisi jungkat–jungkit.



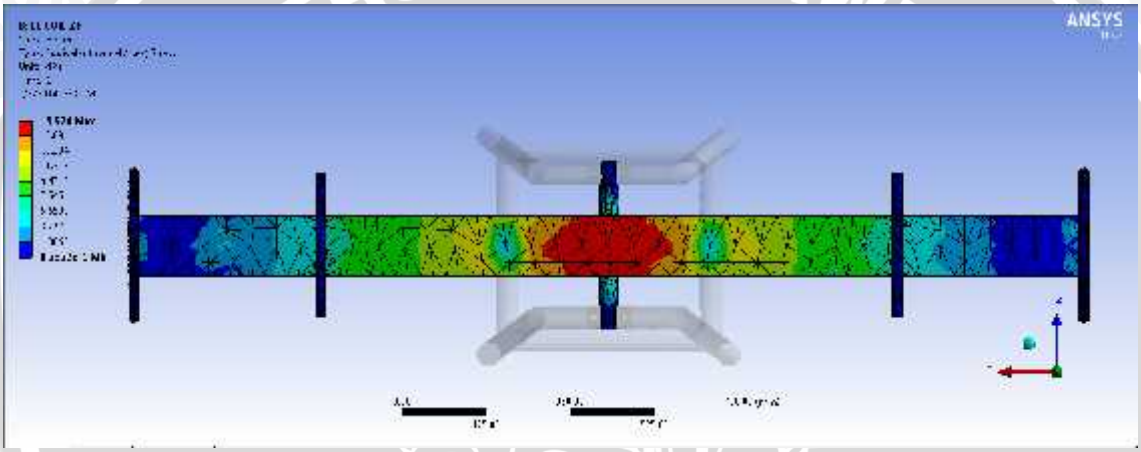
Gambar 4.1 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 36,89 *mm* pada Model Pembebanan I.



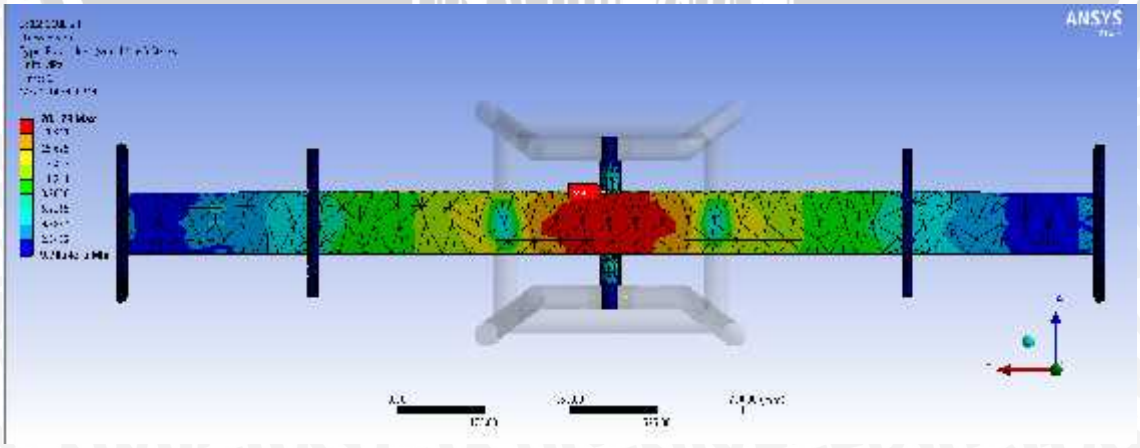
Gambar 4.2 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 34,78 *mm* pada Model Pembebanan I.



Gambar 4.3 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 31,37 *mm* pada Model Pembebanan I.



Gambar 4.4 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 28,60 *mm* pada Model Pembebanan I.



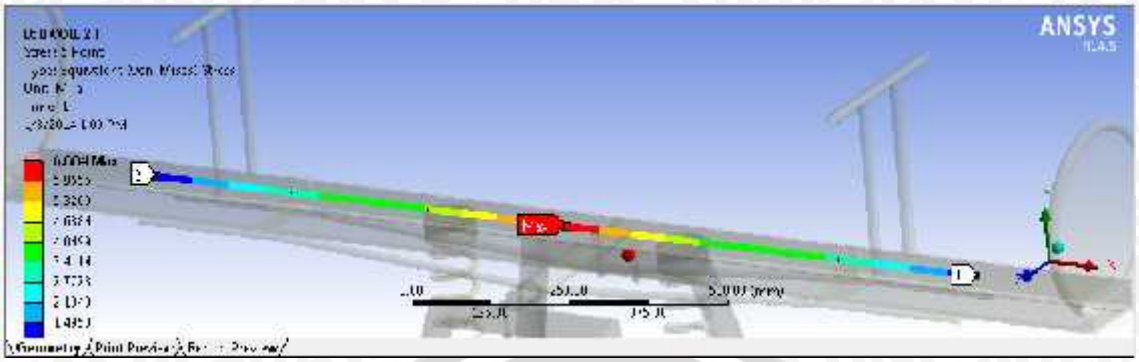
Gambar 4.5 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 25,84 *mm* pada Model Pembebanan I.

Pada Gambar 4.1 dapat diketahui besar tegangan yang terjadi pada *beam* jungkat–jungkit menggunakan tambahan pegas dengan *pitch springs* 36,98 *mm* berkisar antara 3,5725e-5 – 7,367 *MPa*. Lalu dari Gambar 4.2 juga dapat diketahui besar tegangan yang terjadi pada *beam* jungkat–jungkit menggunakan tambahan pegas dengan *pitch springs* sebesar 34,78 *mm* berkisar antara 5,1257e-5 – 10,57 *MPa*. Kemudian dari gambar 4.3 dapat diketahui tegangan yang terjadi pada jungkat–jungkit menggunakan tambahan pegas dengan *pitch springs* 31,37 *mm* berkisar antara 6,6789e-5 – 13,773 *MPa*. Dan dari gambar 4.4 dapat tegangan yang terjadi pada *beam* jungkat–jungkit menggunakan tambahan pegas dengan *pitch* spring 28,60 *mm* berkisar antara 8,2322-5 – 16,976 *MPa*. Sedangkan dari gambar 4.5 dapat diketahui tegangan yang terjadi pada *beam* jungkat–jungkit menggunakan tambahan pegas dengan *pitch spring* 25,84 *mm* berkisar antara 9,7854e-5 – 20,179 *MPa*.

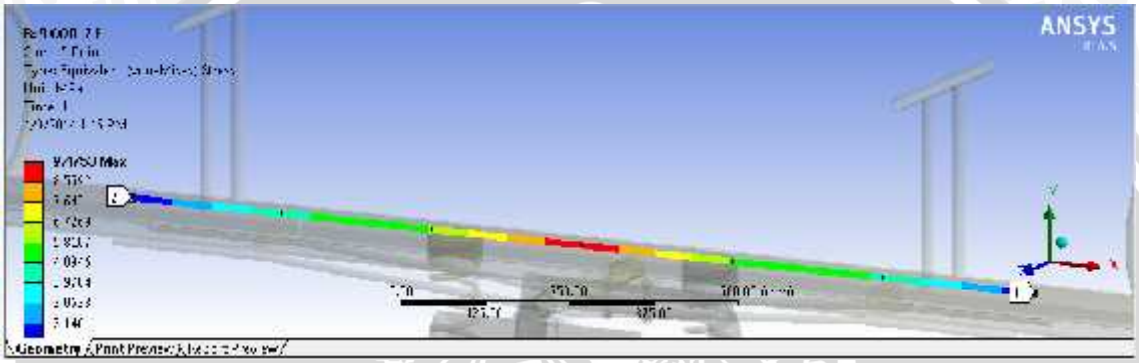
Terlihat dari gambar 4.1 sampai gambar 4.5 distribusi tegangan yang terjadi pada *beam* jungkat–jungkit sama namun besar tegangan yang terjadi semakin meningkat. Semua tegangan yang terjadi pada masing–masing *beam* jungkat–jungkit masih jauh dari nilai tengangan *yield* bahan yaitu 250 *MPa*, sehingga tegangan jungkat–jungkit menggunakan tambahan pegas dengan semua variasi *pitch springs* masih berada pada daerah elastis saat menerima beban sebesar 230 *N* pada kedua sisi jungkat–jungkit (setimbang).

4.1.2 Pembahasan.

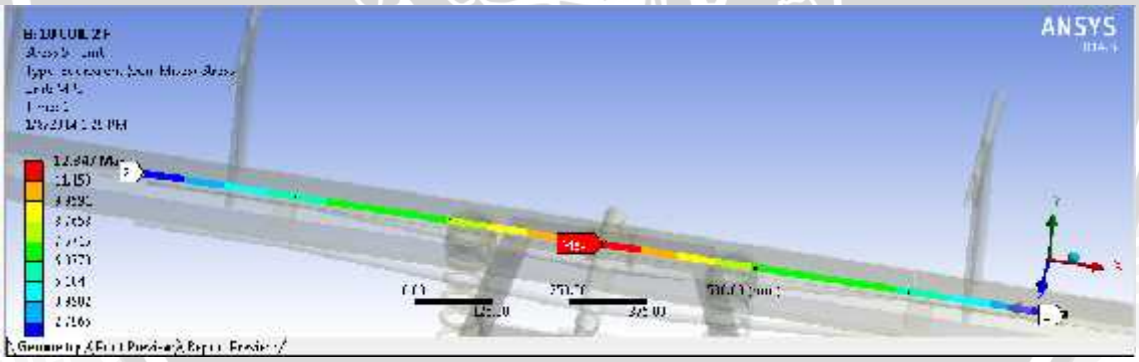
Gambar–gambar berikut ini adalah hasil simulasi statis tegangan pada *beam* jungkat–jungkit menggunakan tambahan pegas dengan variasi *pitch spring* pada model pembebanan I (menerima beban sebesar 230 *N* pada tiap sisinya). Pada simulasi ini diambil data tegangan pada jarak 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500,dan 1750 *mm* dari sisi terluar *beam* jungkat–jungkit menggunakan bantuan *path*.



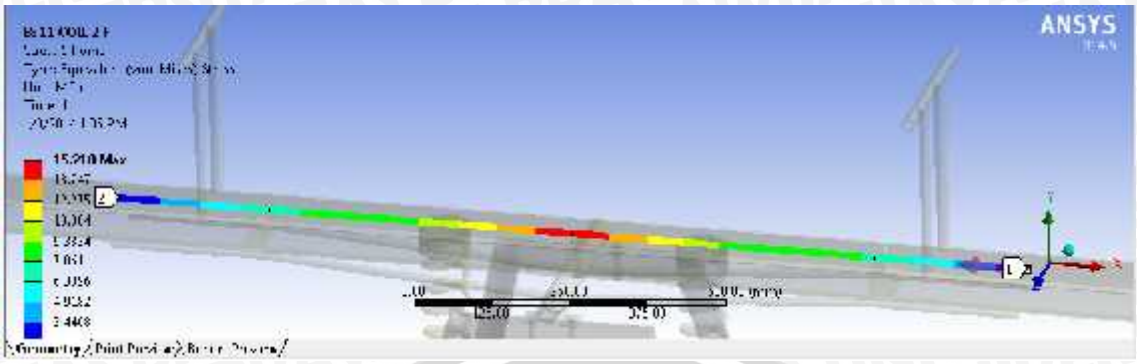
Gambar 4.6 Tegangan di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 36,89 *mm* pada Model Pembebanan I.



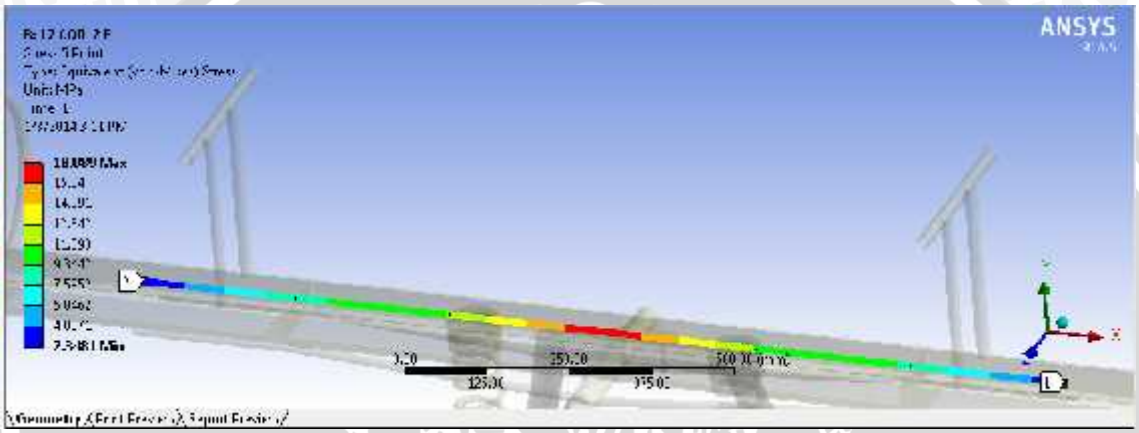
Gambar 4.7 Tegangan di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 34,78 *mm* pada Model Pembebanan I.



Gambar 4.8 Tegangan di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 31,37 *mm* pada Model Pembebanan I.



Gambar 4.9 Tegangan di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 28,60 *mm* pada Model Pembebanan I.

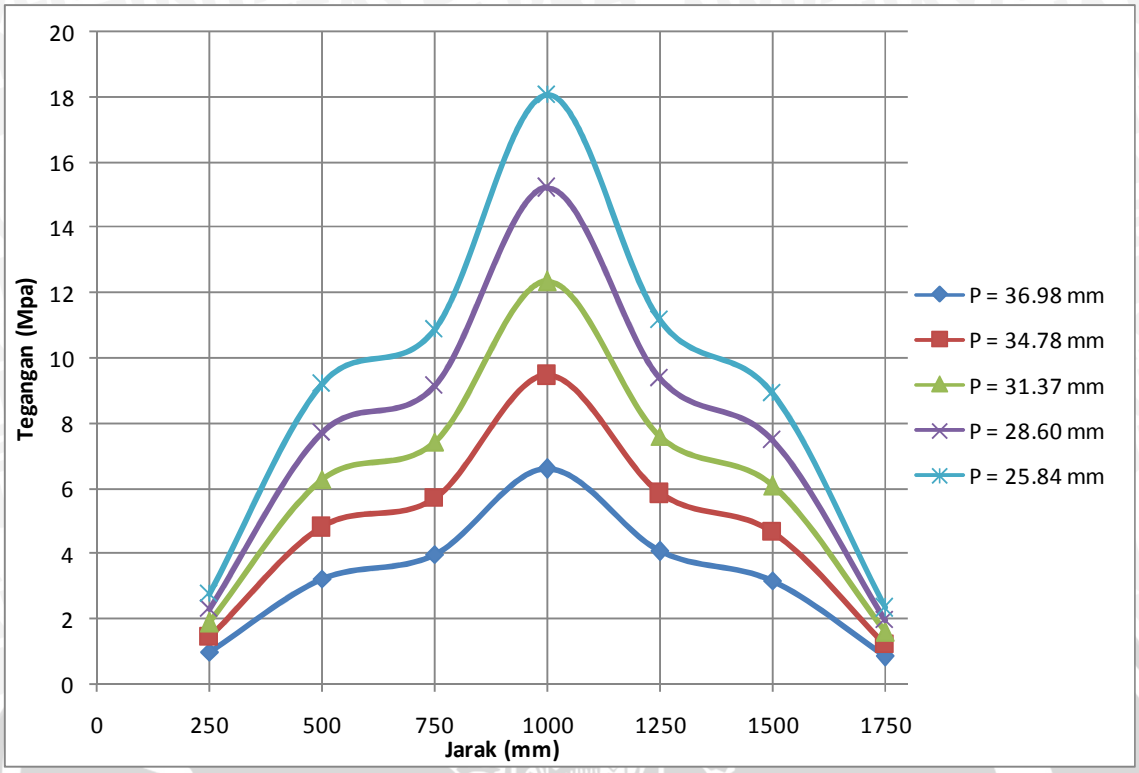


Gambar 4.10 Tegangan di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 25,84 *mm* pada Model Pembebanan I.

Dari gambar 4.6 – 4.10 data tegangan yang diambil di 7 titik pada *path* sajikan dalam bentuk tabel dan grafik sebagai berikut:

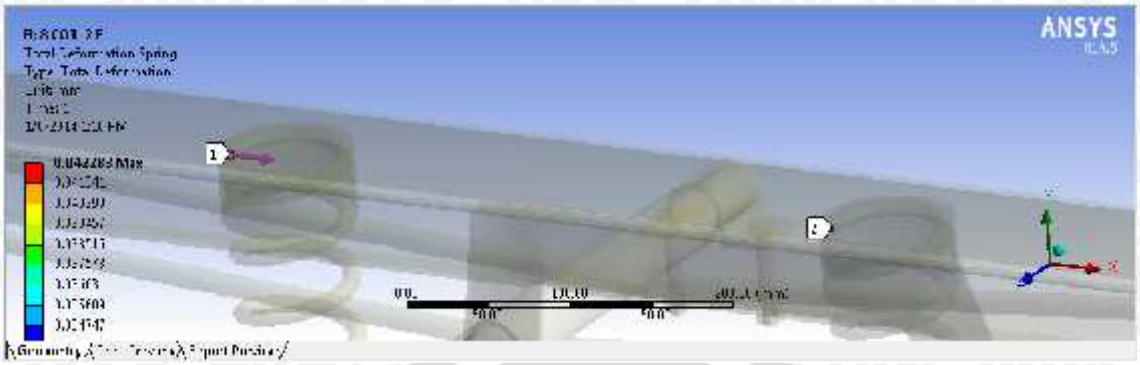
Tabel 4.1 Tegangan yang Terjadi di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Berbagai Macam *Pitch Spring*.

No	Jarak (mm)	Tegangan (Mpa)				
		36,98 mm	34,78 mm	31,37 mm	28,60 mm	25,84 mm
1	0	1,0079	1,4462	1,8844	2,3226	2,7609
2	250	3,233	4,8179	6,2779	7,7379	9,1979
3	500	3,9792	5,7092	7,4393	9,1694	10,899
4	750	6,604	9,4753	12,347	15,218	18,089
5	1000	4,0733	5,8444	7,6154	9,3864	11,157
6	1250	3,1661	4,6706	6,0859	7,5012	8,9165
7	1500	0,85726	1,23	1,6027	1,9754	2,3481

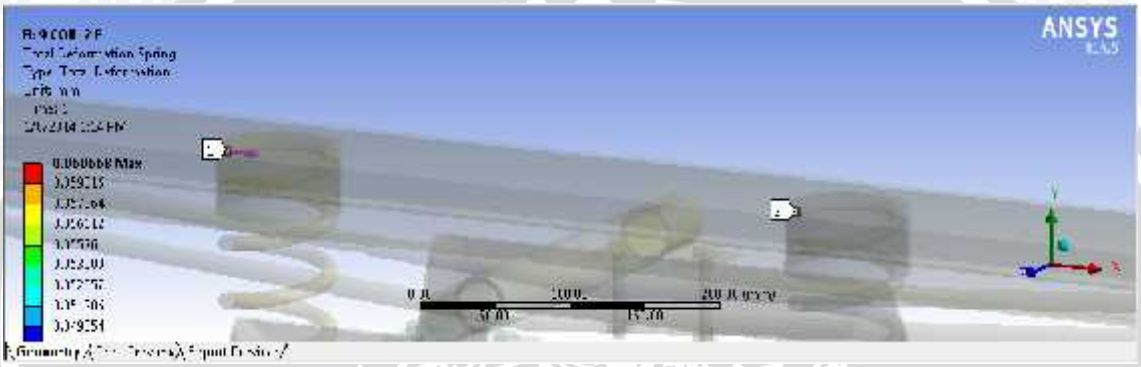


Gambar 4.11 Grafik Tegangan yang Terjadi di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Berbagai Macam *Pitch Spring*.

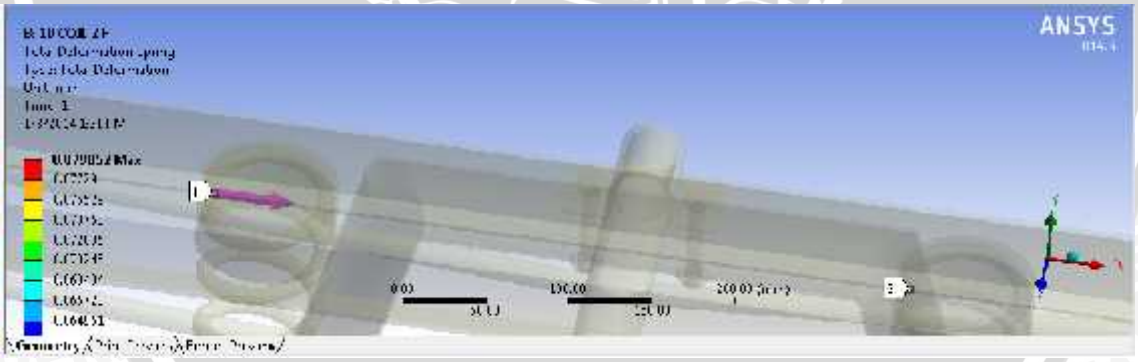
Dari Gambar 4.1 sampai Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa seiring dengan berkurangnya *pitch spring* pegas tambahan yang digunakan maka tegangan yang terjadi pada *beam* jungkat–jungkit semakin meningkat seiring dengan berkurangnya *pitch spring* jungkat–jungkit. Hal tersebut terjadi karena semakin kecilnya *pitch spring* maka jumlah *coil spring* (*N*) akan semakin bertambah. Dengan bertambahnya jumlah *coil spring* (*N*) tersebut maka defleksi (δ) yang terjadi pada pegas saat terjadi pembebanan sebesar 230 *N* pada kedua sisi jungkat – jungkit juga akan semakin besar seperti yang terlihat sebagai berikut.



Gambar 4.12 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 36,89 *mm* pada Model Pembebanan I.

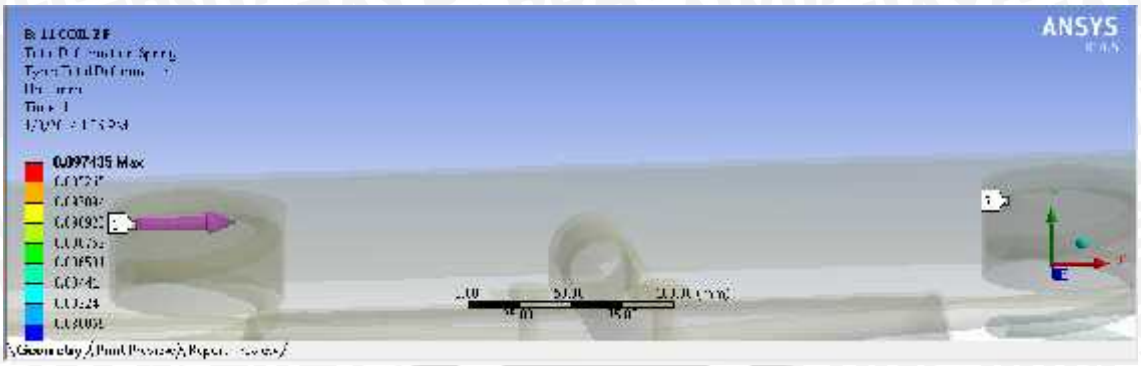


Gambar 4.13 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 34,78 *mm* pada Model Pembebanan I.

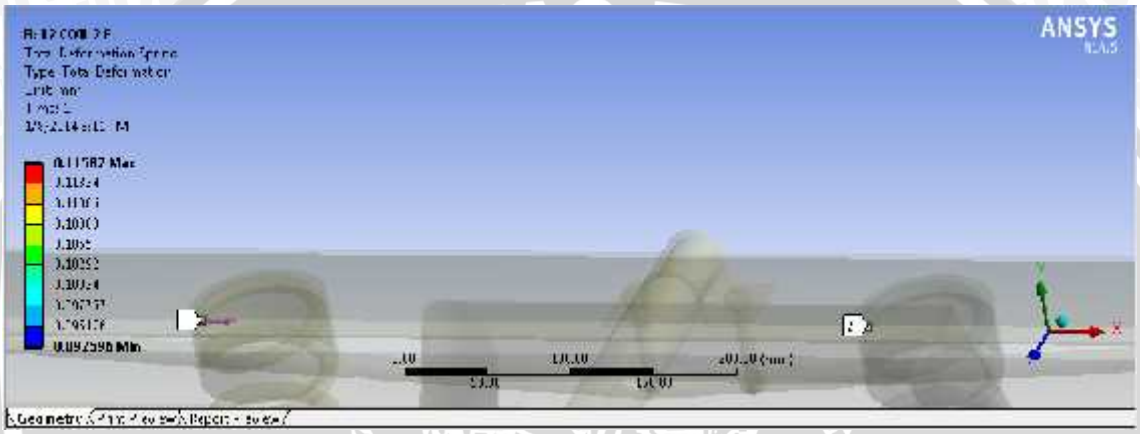


Gambar 4.14 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 31,37 *mm* pada Model Pembebanan I.

.



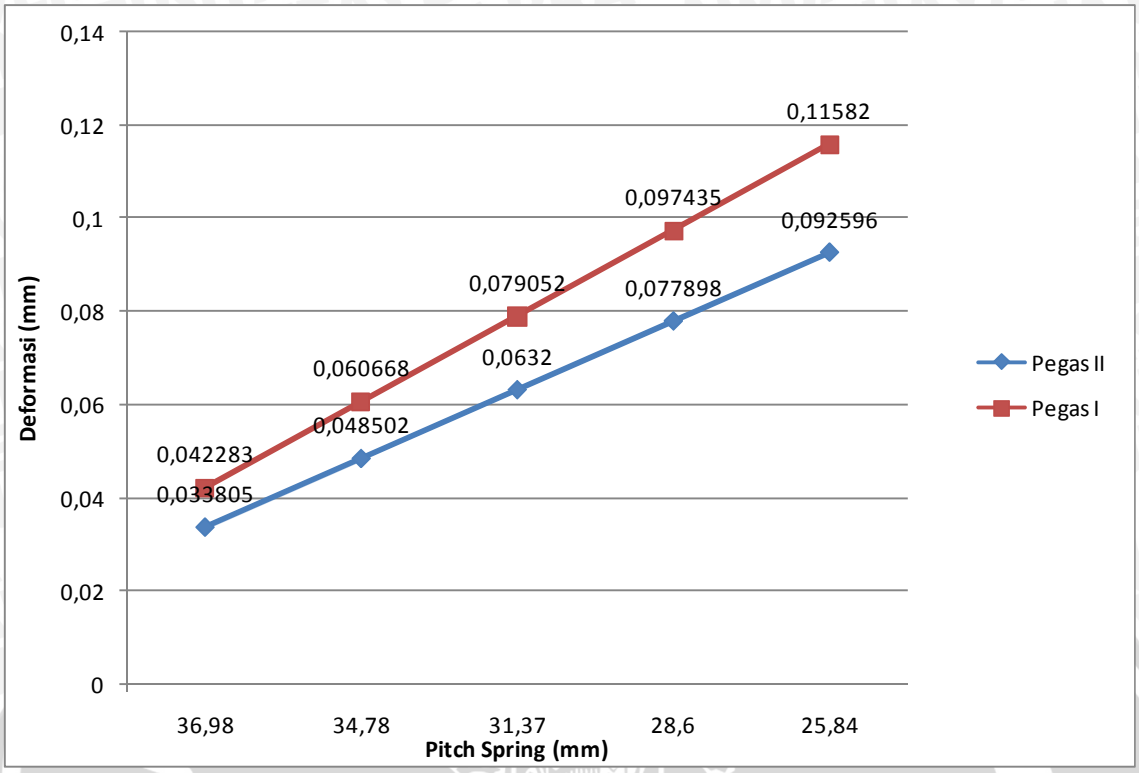
Gambar 4.15 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 28,60 *mm* pada Model Pembebanan I..



Gambar 4.16 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 25,84 *mm* pada Model Pembebanan I.

Tabel 4.2 Deformasi yang Terjadi pada Pegas pada Berbagai Macam *Pitch Spring* Model Pembebanan I.

No	Pitch (mm)	Deformasi (mm)	
		Pegas I	Pegas II
1	36,98	0,042283	0,033805
2	34,78	0,060668	0,048502
3	31,37	0,079052	0,0632
4	28,6	0,097435	0,077898
5	25,84	0,11582	0,092596



Gambar 4.17 Grafik Hubungan *Pitch Spring* terhadap Deformasi Pegas dalam Model Pembebanan I.

Defleksi (δ) pegas dipengaruhi oleh beban eksternal (W), diameter *coil springs* (D), diameter *wire spring* (d), jumlah *coil springs* (N), dan *modulus rigidity* (G) bahan pegas.

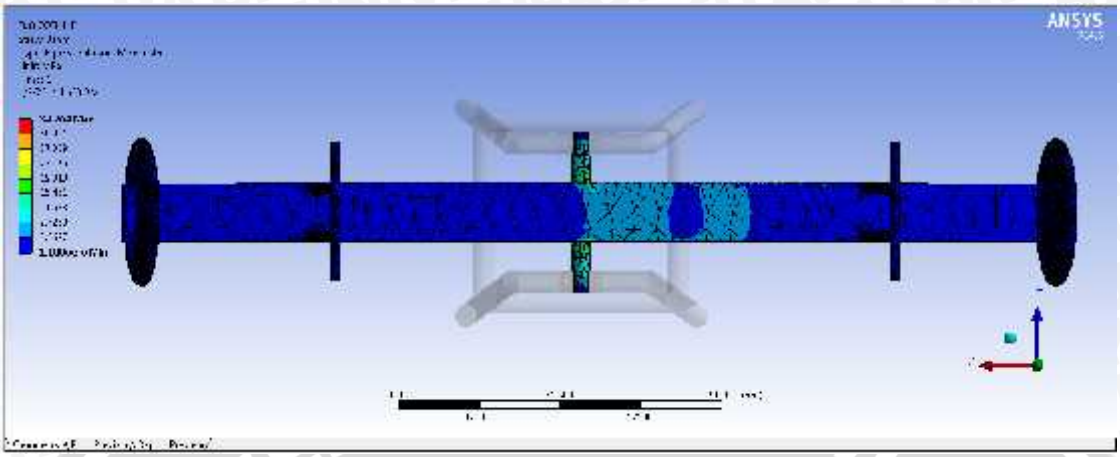
$$\delta = \frac{8WD^3N}{d^4G}$$

Namun karena beban eksternal (W), diameter *coil springs* (D), diameter *wire spring* (d), dan *modulus rigidity* (G) pegas konstan, maka defleksi (δ) pada pegas hanya dipengaruhi oleh jumlah *coil springs* (N). Sehingga seiring dengan bertambahnya defleksi pada pegas, maka defleksi yang terjadi pada *beam* juga akan semakin besar, sehingga *beam* mengalami regangan yang juga meningkat dan menyebabkan tegangan juga semakin bertambah pada *beam* jungkat–jungkit.

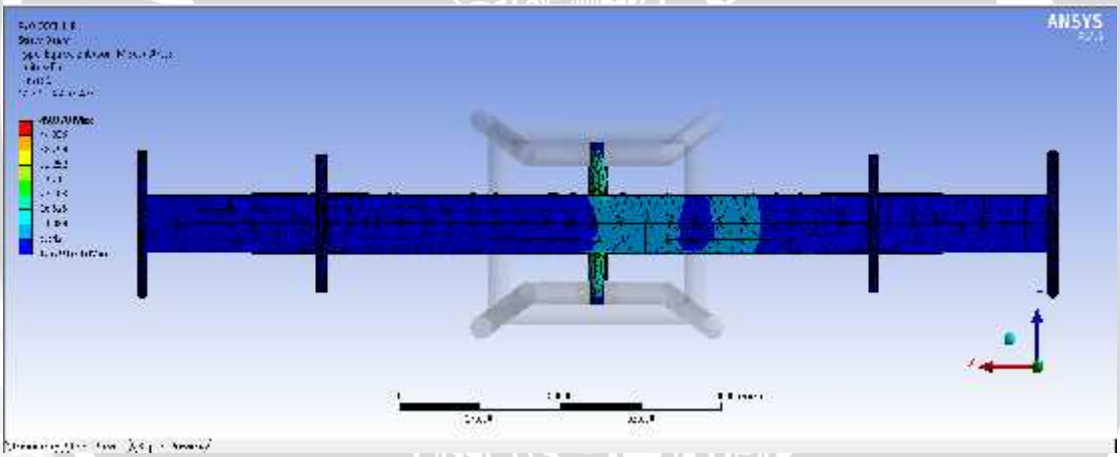
4.2 Hasil Simulasi pada Keadaan Terbebani Salah Satu Sisi.

4.2.1 Hasil Simulasi Statis Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit dengan Variasi *Pitch Spring* pada Model Pembebanan II.

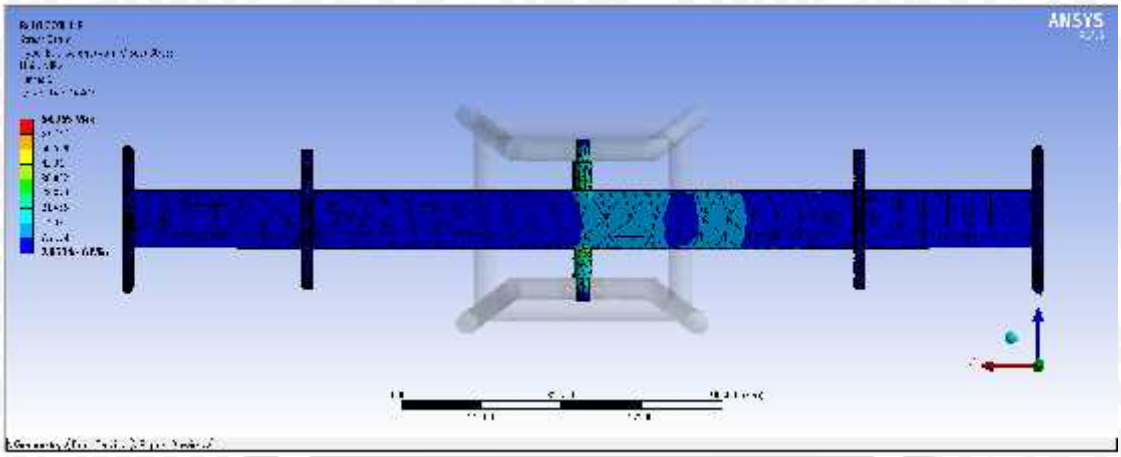
Berikut ini adalah hasil simulasi distribusi tegangan pada jungkat–jungkit menggunakan tambahan pegas dengan berbagai macam *pitch spring* pada saat menerima pembebanan sebesar 230 *N* di salah satu sisi jungkat - jungkit.



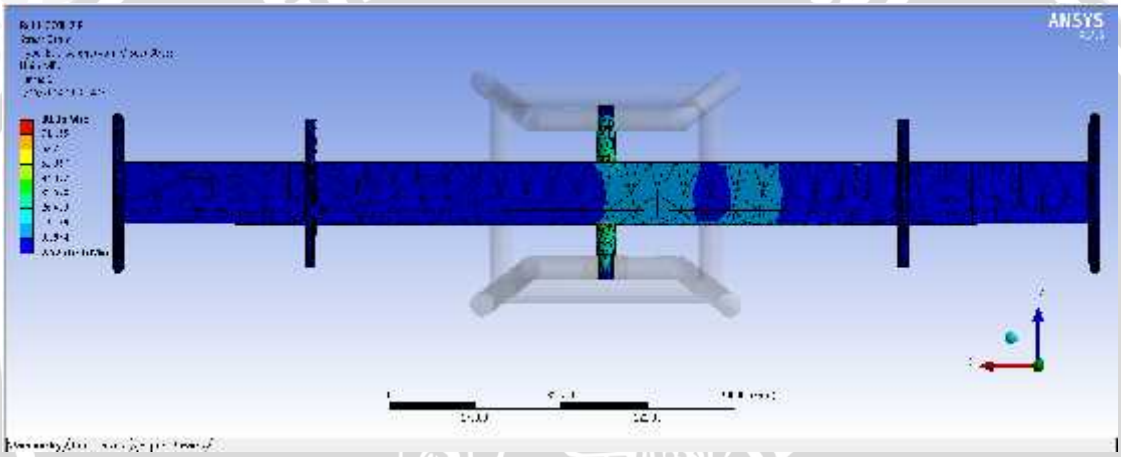
Gambar 4.18 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 36,89 *mm* dalam Keadaan Terbebani Salah Satu Sisinya.



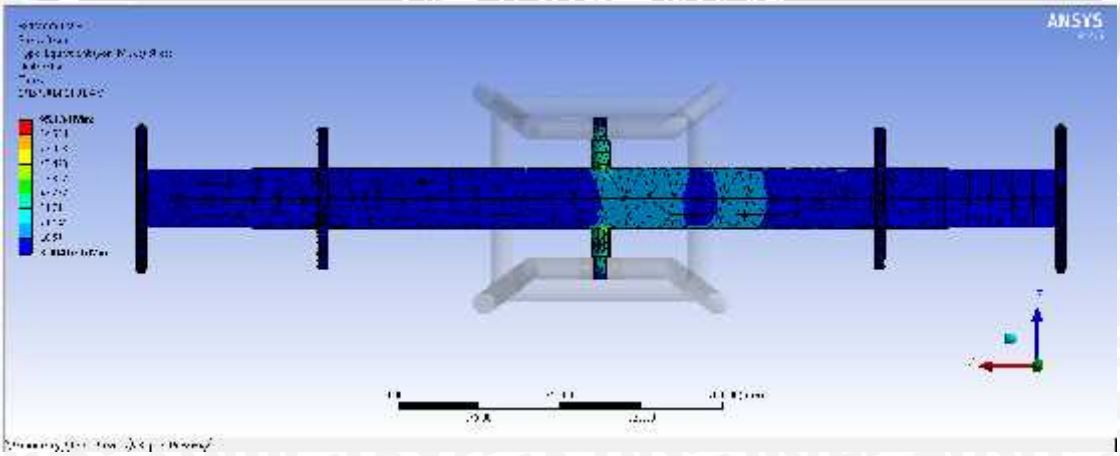
Gambar 4.19 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 34,78 *mm* dalam Keadaan Terbebani Salah Satu Sisinya.



Gambar 4.20 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 31,37 *mm* dalam KeadaanTerbebani Salah Satu Sisinya.



Gambar 4.21 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 31,37 *mm* dalam Keadaan Terbebani Salah Satu Sisinya.



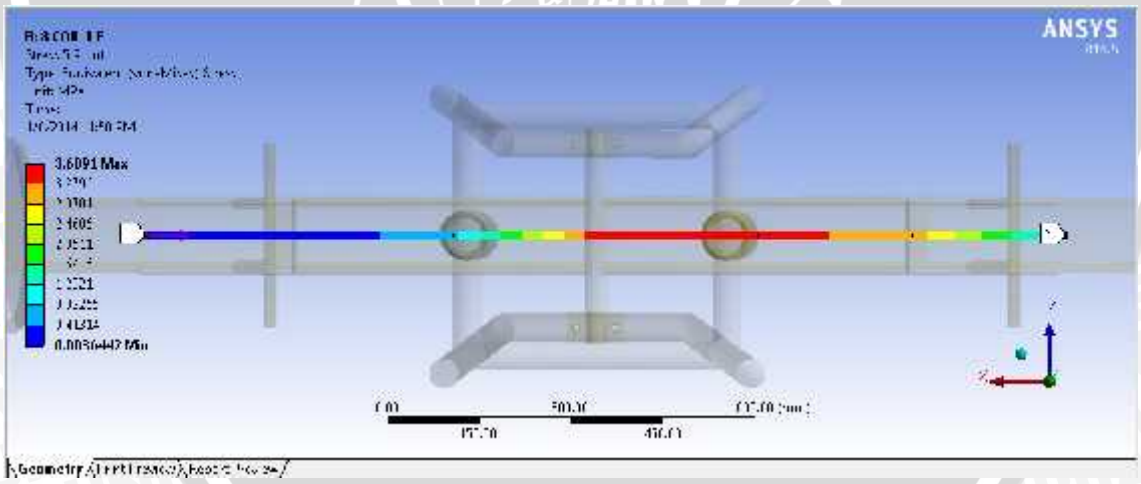
Gambar 4.22 Distribusi Tegangan pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 25,84 *mm* dalam Keadaan Terbebani Salah Satu Sisinya.

Gambar 4.13 sampai 4.17 adalah hasil simulasi dari jungkat–jungkit yang telah diberi tambahan pegas dengan variasi *pitch spring* 36,89; 34,78; dan 31.37 *mm* saat menerima pembebanan 230 *N* pada salah satu sisi jungkat–jungkit. Dari gambar–gambar tersebut dapat diketahui bahwa tegangan yang terjadi pada *beam* pada masing–masing jungkat–jungkit dengan variasi *pitch springs* 36,98; 34,78; dan 31,37 *mm* secara berurutan berkisar antara1,1006e-6 – 34,764; 1,5791e-6 – 49,878; 2,0504e-6 – 64,965; 2,5261e-6 – 80,05; dan 3.0047e-6 – 95,134 *MPa*.

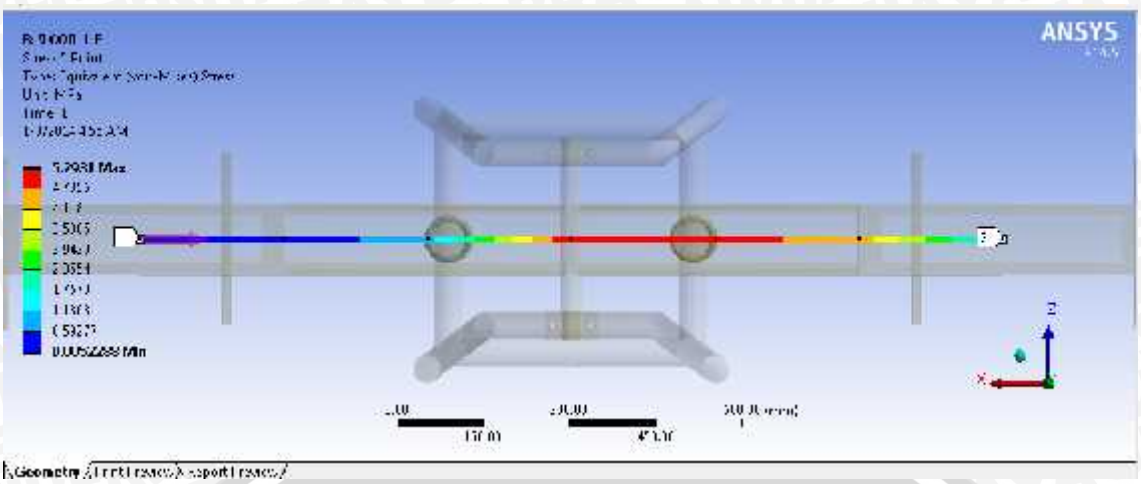
Dari semua tegangan yang terjadi pada masing–masing jungkat–jungkit tidak melebihi tegangan *yield* bahan yaitu 250 *MPa*, sehingga semua jungkat–jungkit dengan tambahan pegas menggunakan semua variasi *pitch spring* tidak mengalami deformasi plastis saat mengalami pembebanan sebesar 230 *N* pada salah satu sisinya.

4.2.2 Pembahasan.

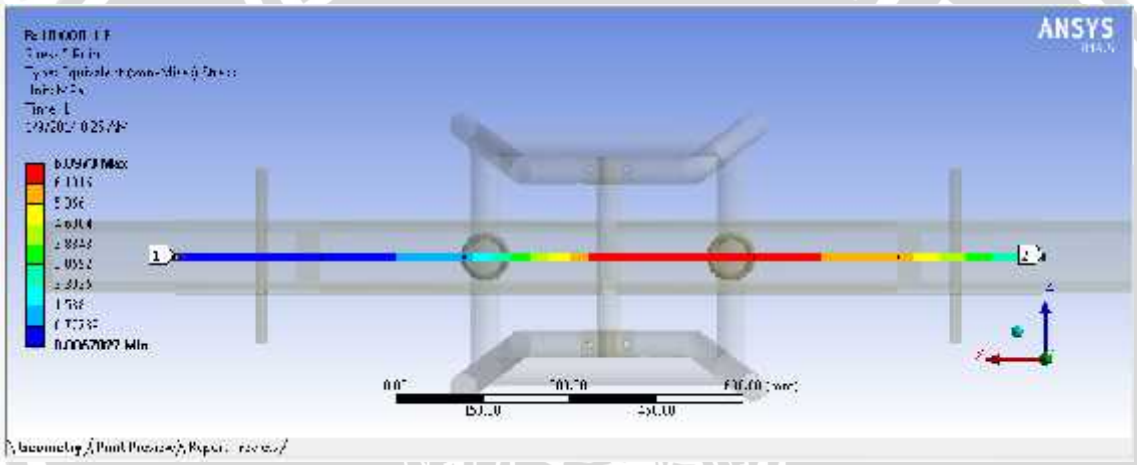
Gambar–gambar berikut ini adalah hasil simulasi statis distribusi tegangan pada *beam* jungkat–jungkit menggunakan tambahan pegas dengan variasi *pitch spring* pada keadaan menerima beban sebesar 230 *N* pada salah satu sisinya. Pada simulasi ini diambil 7 data tegangan pada jarak 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, dan 1750 *mm* pada *beam* jungkat - jungkit menggunakan bantuan *path* .



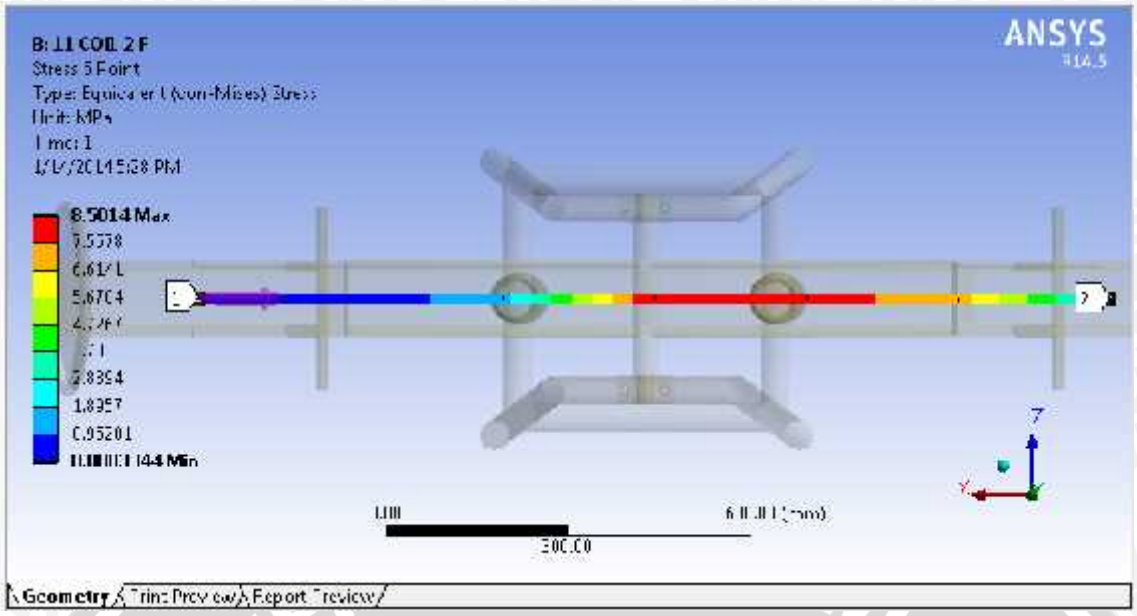
Gambar 4.23 Tegangan di 7 Titik pada *Path Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 36,89 *mm* pada Model Pembebanan II.



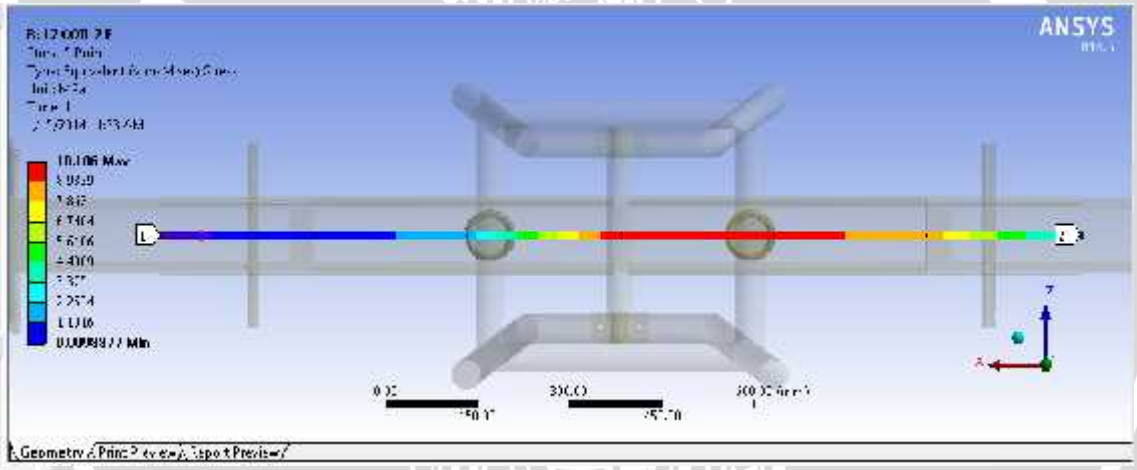
Gambar 4.24 Tegangan di 7 Titik pada *Path Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 34,78 *mm* pada Model Pembebanan II.



Gambar 4.25 Tegangan di 7 Titik pada *Path Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 31,37 *mm* pada Model Pembebanan II.



Gambar 4.26 Tegangan di 7 Titik pada *Path Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 28,60 *mm* pada Model Pembebanan II.

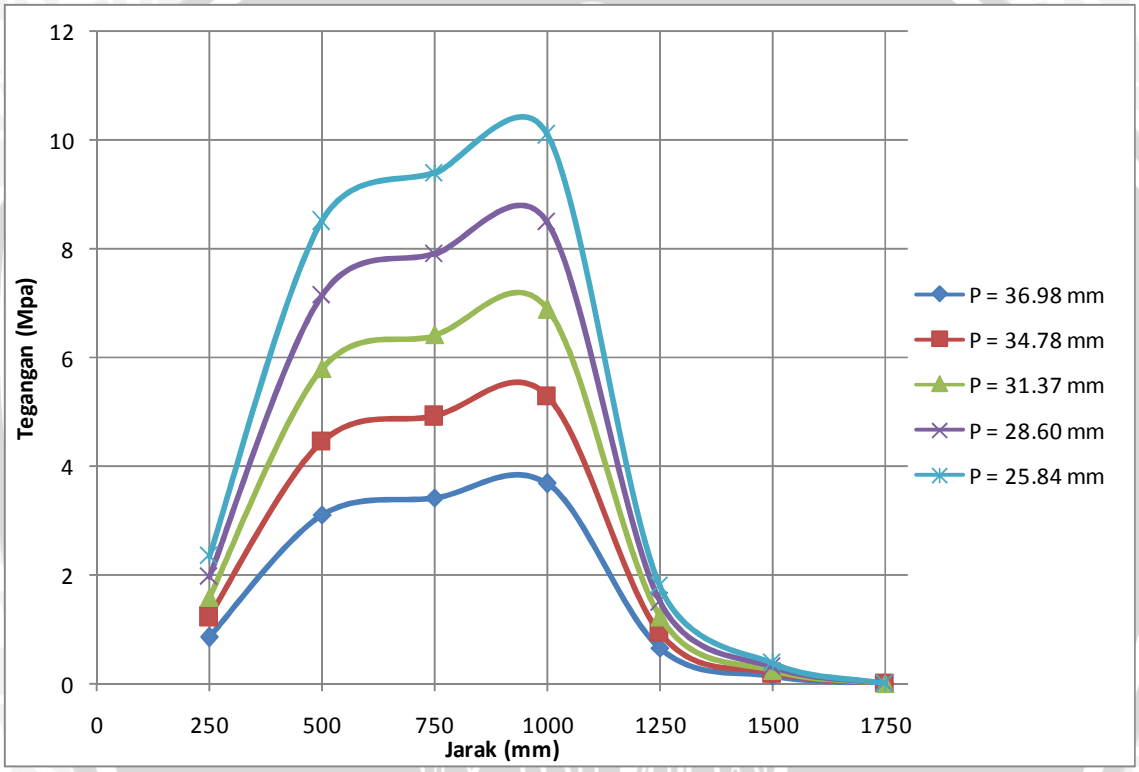


Gambar 4.27 Tegangan di 7 Titik pada *Path Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Pegas dengan *Pitch* 25,84 *mm* pada Model Pembebanan II..

Dari gambar 4.18 – 4.22 data tegangan yang diambil dari setiap titip pada *path* kami sajikan dalam bentuk tabel dan grafik sebagai berikut:

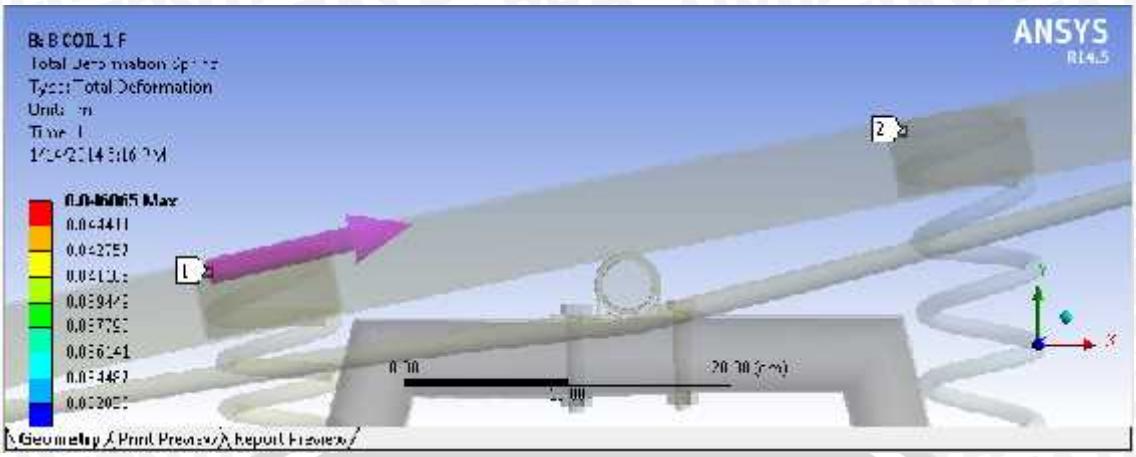
Tabel 4.3 Tegangan yang Terjadi di 7 Titik pada *Beam* Jungkat–jungkit Menggunakan Berbagai Macam *Pitch Spring*.

No	Jarak (mm)	Tegangan (Mpa)				
		36,98 mm	34,78 mm	31,37 mm	28,60 mm	25,84 mm
1	250	0,85721	1,2299	1,6026	1,9753	2,348
2	500	3,1067	4,4575	5,8083	7,1591	8,51
3	750	3,4319	4,9239	6,4159	7,9078	9,3996
4	1000	3,6891	5,2931	6,8972	8,5014	10,106
5	1250	0,65761	0,94349	1,2292	1,515	1,8007
6	1500	0,1399	0,20072	0,26137	0,322	0,38264
7	1750	0,003644	0,005229	0,006783	0,008334	0,009888

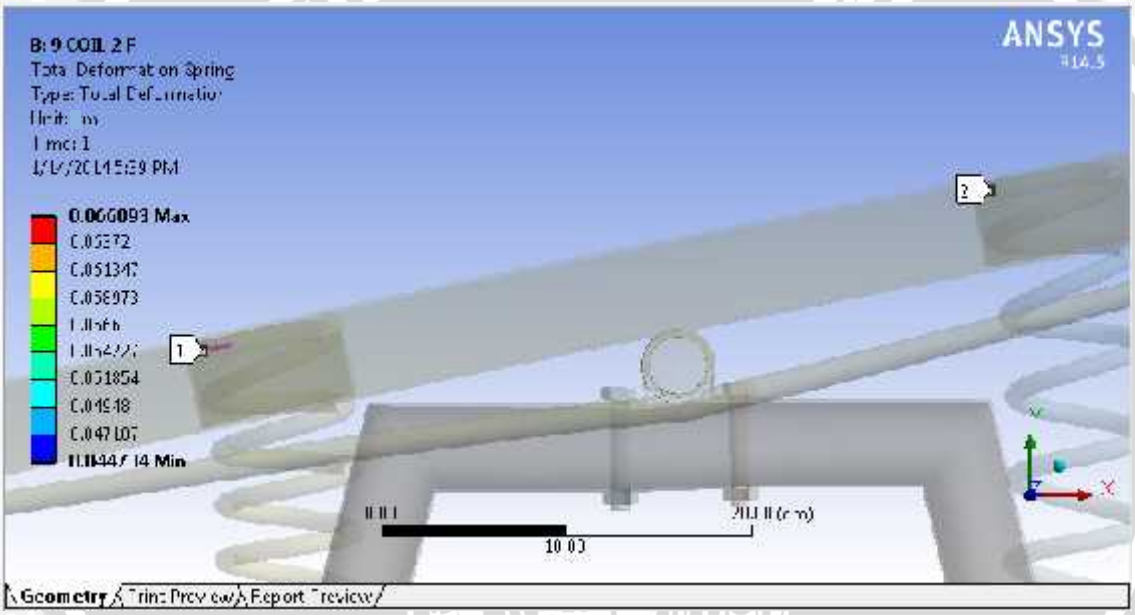


Gambar 4.28 Grafik Tegangan yang Terjadi pada *Beam* Menggunakan Berbagai Macam *Pitch Spring* pada Model Pembebanan II.

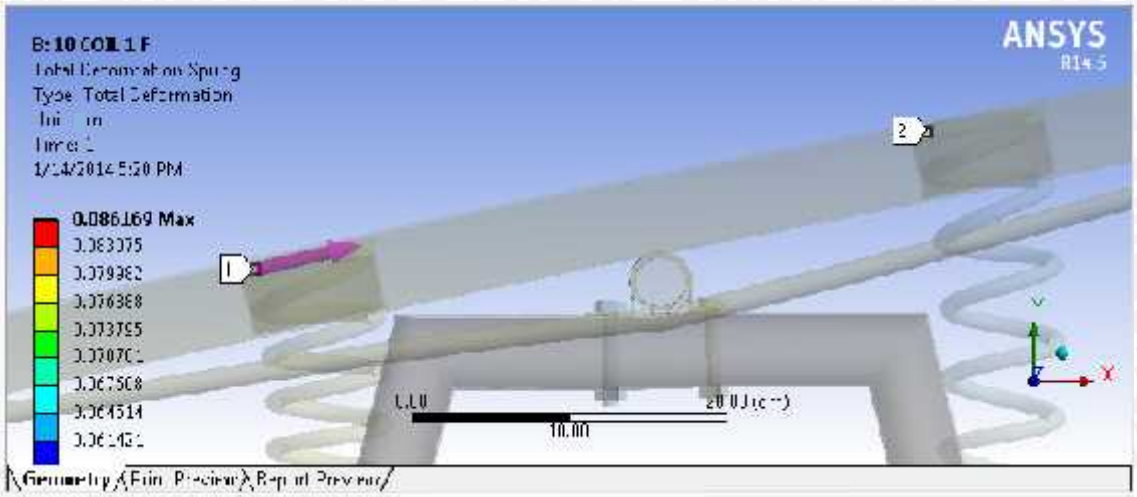
Dari Gambar 4.17 sampai Gambar 4.28 dapat dilihat bahwa seiring dengan berkurangnya *pitch spring* pegas tambahan yang digunakan maka tegangan yang terjadi pada *beam* jungkat–jungkit semakin meningkat seiring dengan berkurangnya *pitch spring* jungkat–jungkit. Hal tersebut terjadi karena semakin kecilnya *pitch spring* maka jumlah *coil spring* (*N*) akan semakin bertambah. Dengan bertambahnya jumlah *coil spring* (*N*) tersebut maka defleksi (δ) yang terjadi pada pegas saat terjadi pembebanan sebesar 230 *N* pada kedua sisi jungkat–jungkit juga akan semakin besar, seperti yang ada pada gambar berikut.



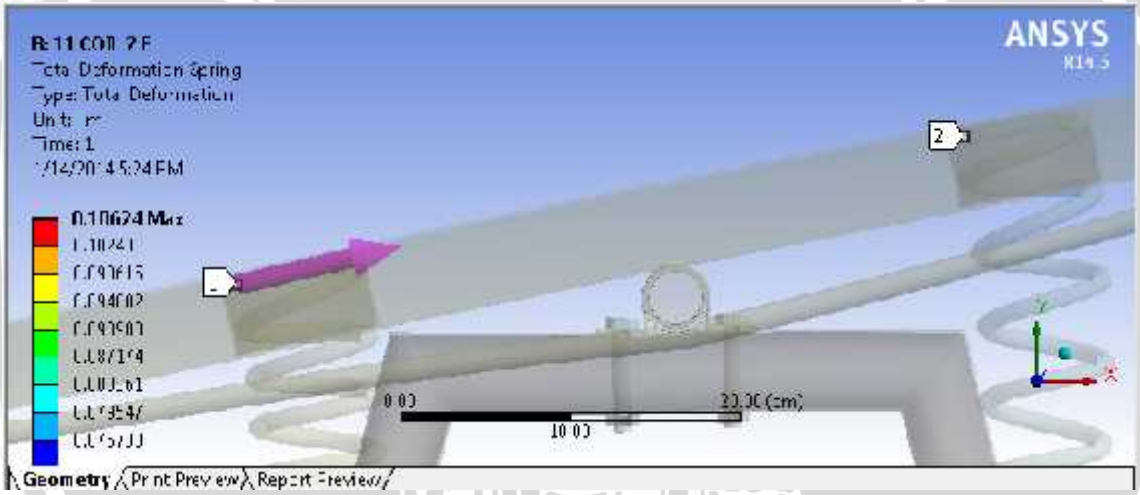
Gambar 4.29 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 36,89 *mm* pada Model Pembebanan II.



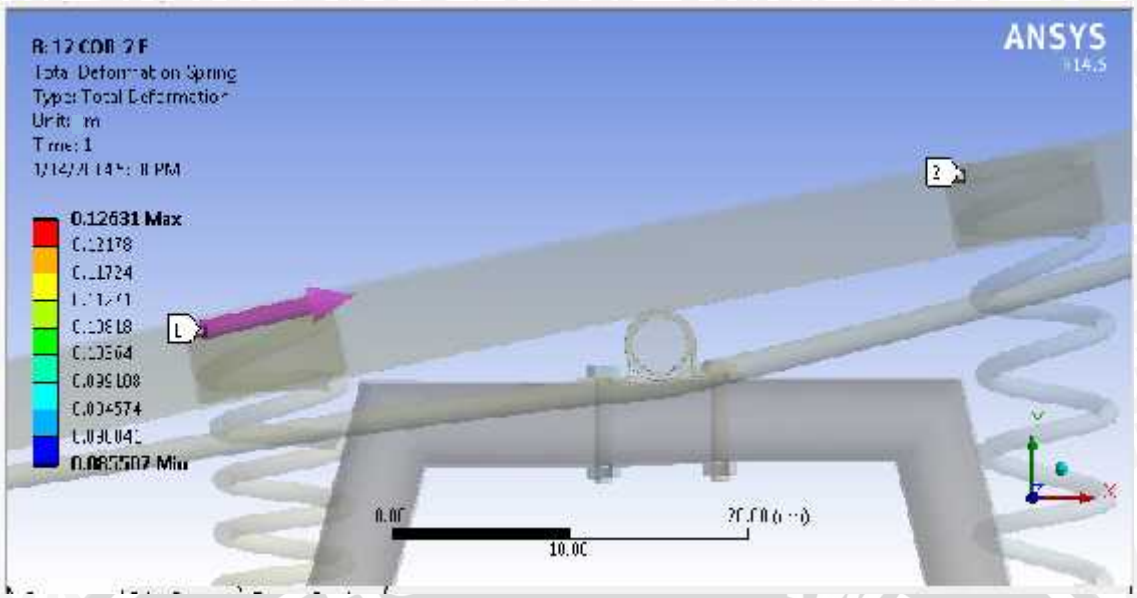
Gambar 4.30 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 34,78 *mm* pada Model Pembebanan II..



Gambar 4.31 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 31,37 *mm* pada Model Pembebanan II.



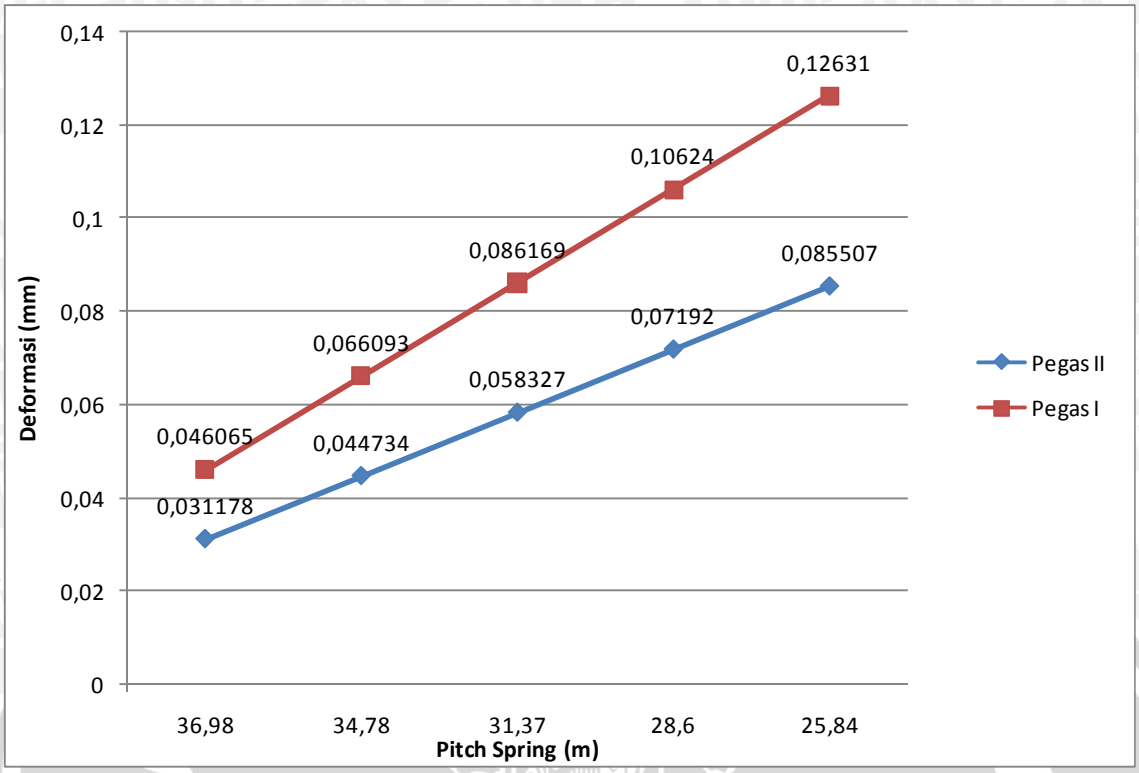
Gambar 4.32 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 28,60 *mm* pada Model Pembebanan II.



Gambar 4.33 Deformasi yang terjadi pada Pegas Jungkat–jungkit dengan *Pitch* 25,84 *mm* pada Model Pembebanan II.

Tabel 4.4 Deformasi yang Terjadi pada Pegas pada Berbagai Macam *Pitch Spring* pada Model Pembebanan II.

No	Pitch (mm)	Deformasi (m)	
		Pegas I	Pegas II
1	36,98	0,046065	0,031178
2	34,78	0,066093	0,044734
3	31,37	0,086169	0,058327
4	28,6	0,10624	0,07192
5	25,84	0,12631	0,085507



Gambar 4.34 Grafik Hubungan *Pitch Spring* terhadap Deformasi Pegas pada Model Pembebanan II.

Defleksi (δ) pada pegas dipengaruhi oleh beban eksternal (W), diameter *coil springs* (D), diameter *wire spring* (d), jumlah *coil springs* (N), dan *modulus rigidity* (G) bahan pegas.

$$\delta = \frac{8WD^3N}{d^4G}$$

Namun karena beban eksternal (W), diameter *coil springs* (D), diameter *wire spring* (d), dan *modulus rigidity* (G) pegas konstan, maka defleksi (δ) pada pegas hanya dipengaruhi oleh jumlah *coil springs* (N). Sehingga seiring dengan bertambahnya defleksi pada pegas, maka defleksi yang terjadi pada *beam* juga akan semakin besar, sehingga *beam* mengalami regangan yang juga meningkat dan menyebabkan tegangan juga semakin bertambah pada *beam* jungkat–jungkit.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam kondisi menerima pembebanan pada model pembebanan I (beban di kedua sisinya) maupun model pembebanan II (beban hanya pada salah satu sisinya), penggunaan pitch spring yang semakin kecil menyebabkan tegangan yang terjadi pada *beam* jungkat - jungkit semakin besar.

5.2 Saran.

Dalam penelitian ini membutuhkan waktu lama dalam proses *import* data desain objek simulasi (jungkat - jungkit) karena sering kali mengalami kegagalan dalam meng-*import* file gambar dari *software* Inventor ke *software* Ansys. Sehingga untuk penelitian selanjutnya sebaiknya desain objek penelitian langsung digambar pada *software* Ansys saja guna memperoleh gambar yang baik serta hasil yang lebih valid.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Pendidikan Anak Usia Dini. 2002. *Acuan Menu Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini* (*Menu Pembelajaran Generik*). 3-8 Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.

Frankenburg WK, Dodds Josiah B. 2004. *Pemantauan Perkembangan, Denver II*. Penerjemah: Ismail Djauhar dkk.Yogyakarta: Sub Bagian Pediatri Sosial/Tumbuh Kembang, Bagian Ilmu Kesehatan Anak/ INSKA, Fakultas Kedokteran UGM/ RSUP Dr. Sardjito

Gomes FC. 1995. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. 209-212 Yogyakarta: Andi.

Khurmi, R, S, &Ghupta, J, K. 2005. *A Text Book of Machine Design*. Edisi I. New Delhi: Euresia Publishing House.

Setiawan, I, &Sutarno, D. 2011. Pembuktian Eksperimental Pengaruh Jumlah Lilitan Pegas dan Diameter Pegas terhadap Konstanta Pegas. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains*: 118–120. Bandung.

Soetjiningsih. 1995.*Tumbuh Kembang Anak*. 1-2 Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Timoshenko, S. P, & Gere, J, M. 2000. *Mechanics of Material*. Jilid I. Edisi IV. Terjemahan Suryoatmono, B. Jakarta: Erlangga

Winkel, WS. 1996. *Psikologi Pengajaran*. Edisi Revisi. 244-254 Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Nilai *allowable shear stress, modulus of elasticity and modulus of rigidity* untuk berbagai macam bahan *springs*.

Material	*Allowable shear stress (τ) MPa*			*Modulus of rigidity (G) kN/m²*	*Modulus of elasticity (E) kN/mm²*
	Severe service	*Average service*	*Light service*		
1. Carbon steel					
(*a*) Upto to 2.125 mm dia.	420	525	651		
(*b*) 2.125 to 4.625 mm	385	483	595		
(*c*) 4.625 to 8.00 mm	336	420	525		
(*d*) 8.00 to 13.25 mm	294	364	455		
(*e*) 13.25 to 24.25 mm	252	315	392	80	210
(*f*) 24.25 to 38.00 mm	224	280	350		
2. Music wire	392	490	612		
3. Oil tempered wire	336	420	525		
4. Hard-drawn spring wire	280	350	437.5		
5. Stainless-steel wire	280	350	437.5	70	196
6. Monel metal	196	245	306	44	105
7. Phosphor bronze	196	245	306	44	105
8. Brass	140	175	219	35	100

Sumber: Khurmi (2005:824)

Lampiran 2 Tabel *Standard wire gauge (SWG) number and corresponding diameter* dari kawat *spring.*

SWG	*Diameter (mm)*	*SWG*	*Diameter (mm)*	*SWG*	*Diameter (mm)*	*SWG*	*Diameter (mm)*
7/0	12.70	7	4.470	20	0.914	33	0.2540
6/0	11.785	8	4.064	21	0.813	34	0.2337
5/0	10.973	9	3.658	22	0.711	35	0.2134
4/0	10.160	10	3.251	23	0.610	36	0.1930
3/0	9.490	11	2.946	24	0.559	37	0.1727
2/0	8.839	12	2.642	25	0.508	38	0.1524
0	8.229	13	2.337	26	0.457	39	0.1321
1	7.620	14	2.032	27	0.4166	40	0.1219
2	7.010	15	1.829	28	0.3759	41	0.1118
3	6.401	16	1.626	29	0.3454	42	0.1016
4	5.893	17	1.422	30	0.3150	43	0.0914
5	5.385	18	1.219	31	0.2946	44	0.0813
6	4.877	19	1.016	32	0.2743	45	0.0711

Sumber: Khurmi (2005:824)