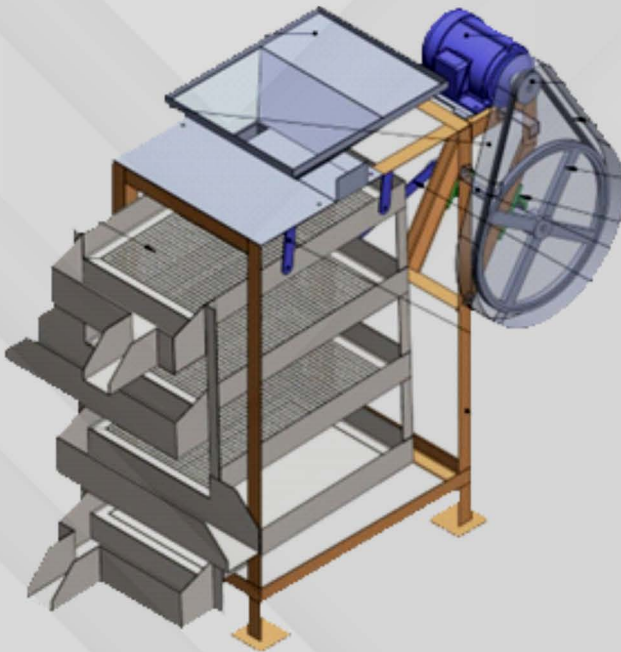


RANCANG BANGUN MESIN GRADING BIJI KOPI KERING 4 SCREEN



Ir. Zenal Abidin, S.T.,M.T.
Ade Herdiana, S.T.,M.T.



**RANCANG BANGUN MESIN
GRADING BIJI KOPI
KERING 4 *SCREEN***

RANCANG BANGUN MESIN GRADING BIJI KOPI KERING 4 *SCREEN*

Ir. Zenal Abidin, S.T.,M.T.
Ade Herdiana, S.T.,M.T.



RANCANG BANGUN MESIN GRADING BIJI KOPI KERING 4 *SCREEN*

Penulis:

Ir. Zenal Abidin, S.T.,M.T.

Ade Herdiana, S.T.,M.T.

Editor:

Ir. Zenal Abidin, S.T.,M.T.

Layouter :

Tim Kreatif PRCI

Cover:

Rusli

Cetakan Pertama : Juli 2022

Hak Cipta 2022, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia

ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151

Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org

E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2022 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia

All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2022

; 14,8 x 21 cm

ISBN : 978-623-448-138-9

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang

Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga kami berhasil menyelesaikan Buku dengan judul Rancang Bangun Mesin Grading Biji Kopi Kering 4 Screen sesuai yang ditargetkan. Buku dengan judul Rancang Bangun Mesin Grading Biji Kopi Kering 4 Screen merupakan hasil penelitian pada bidang Biji Kopi yaitu melalui pengembangan Rancang Bangun Mesin Grading Biji Kopi Kering 4 *Screen* dalam upaya meningkatkan kualitas biji kopi. Kami menyadari bahwa Buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu kami harapkan demi kesempurnaan buku ini.

Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan Buku ini dari awal sampai akhir. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa meridhoi segala usaha kita. Amin.

Juni 2022, Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	II
BAB I STANDAR MUTU BIJI KOPI	1
BAB II KONSEP RANCANGAN BANGUN MESIN GRADING BIJI KOPI	3
A. Kekuatan Material	3
B. Teori Tegangan Normal Maksimum	4
C. Teori Perpindahan (<i>Displacement</i>)	4
D. Teori Regangan (<i>Strain</i>)	5
E. Konsep Faktor Keamanan (<i>Safety of Factor</i>)	5
F. <i>Analytical Hierarchy</i> pada Process pengembangan teknik	7
G. Material ASTM A36	7
BAB III PENTINGNYA RANCANGAN BANGUN MESIN GRAFING BIJI KOPI 4 <i>SCREEN</i>	10
A. Pendahuluan	10
B. Manfaat Rancangan yang Dibuat	13
C. Alur Pemecahan Masalah	14
BAB IV RANCANGAN PEMECAHAN MASALAH	15
BAB V HASIL RANCANGAN BANGUN MESIN GRADING BIJI KOPI KERING 4 <i>SCREEN</i>	16
A. Pemodelan Solid	16
B. Fungsi Komponen	18
C. Perhitungan Mesin	19
BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	25
DAFTAR PUSTAKA	26

BAB I

STANDAR MUTU BIJI KOPI

1. Standar Mutu Biji Kopi

Kopi adalah merupakan bahan baku minuman hangat dan dingin yang paling di sukai dan digemari oleh semua kalangan masyarakat, sekarang ini minum kopi sudah menjadi gaya hidup dan minuman wajib masyarakat, peminum kopi tidak saja menginginkan citarasa seduhan kopi yang spesifik, tetapi juga menuntut jaminan bahwa biji kopi tidak mengandung senyawa yang berbahaya bagi kesehatan. Klasifikasi biji kopi tersegmentasi menjadi 3 kelompok besar sesuai selera konsumen dan membentuk peringkat mutu piramida (gambar 1)



Tabel 1 Piramida mutu biji kopi

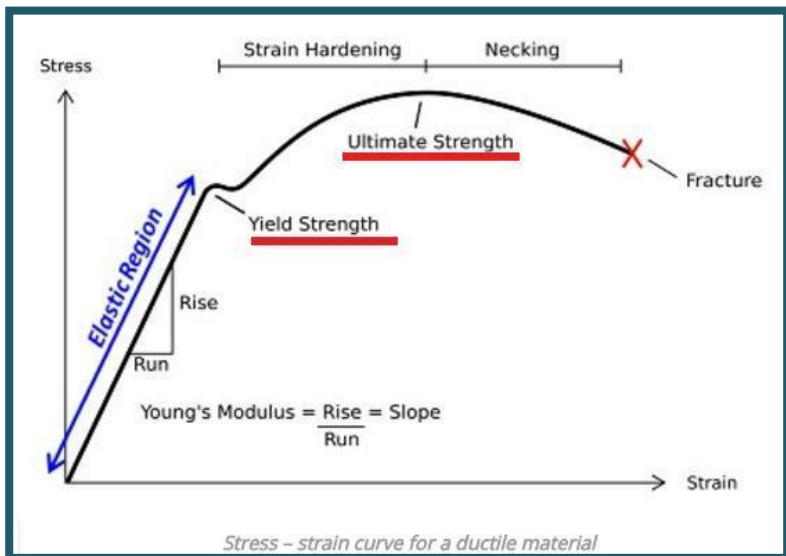
2. kopi merupakan salah satu komoditas andalan dan termasuk dalam kelompok komoditas ekspor di Indonesia, komoditas ekspor kopi meningkat sehingga menempati peringkat empat dunia pada tahun 2014 (ICO, 2014).
3. supaya meningkatkan produktivitas kopi di Indonesia diperlukan input teknologi, sentuhan teknologi digunakan setelah kopi dipanen. Proses pascapanen kopi membutuhkan waktu dan tenaga kerja yang banyak sehingga biaya pengolahan umumnya cukup tinggi, produsen kopi kecil di masyarakat menjual kopi dalam bentuk biji yang belum dikeringkan sehingga harga jual rendah. Pengolahan pascapanen biji kopi terdiri dari proses pengeringan dan penyortiran, proses pengeringan kopi membutuhkan waktu sekitar 3-4 minggu (Sivetz dan Foote, 1963).

BAB II

KONSEP RANCANGAN BANGUN MESIN GRADING BIJI KOPI

A. Kekuatan Material

Berdasarkan uraian dari kurva uji tarik (Gambar 1.2), elemen mesin akan aman atau tidak gagal jika beban yang terjadi berada didalam daerah deformasi elastik atau daerah di bawah titik Y (*yield stress*). Semakin mendekati titik Y maka elemen semakin kritis atau sangat rentan terhadap kegagalan deformasi plastik.



Gambar 1 Kurva Uji Tarik

B. Teori Tegangan Normal Maksimum

Teori ini menyatakan bahwa sebuah material akan mengalami kegagalan jika tegangan normal maksimum (baik tegangan tarik atau tegangan tekan) melebihi kekuatan tarik material. Teori ini digunakan dalam situasi yang sangat terbatas, misalnya material getas yang menerima beban tarik/ tekan murni. Secara matematik, tegangan normal maksimum dinyatakan dengan tegangan-tegangan utama (*principal stresses*). Tegangan adalah gaya yang bekerja persatuan luas penampang.

Persamaan dari tegangan adalah

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

F = Gaya

A = Luas Penampang

C. Teori Perpindahan (*Displacement*)

Jika sebuah poros/ batang menerima beban torsi atau momen puntir maka poros tersebut cenderung terdeformasi akibat pengaruh puntiran karena perbedaan putaran satu titik relatif terhadap titik lain pada poros, akibat adanya torsi pada poros maka poros mengalami tegangan geser di penampangnya.

Persamaan dari tegangan geser adalah :

$$\tau = \frac{T.r}{J}$$

Keterangan:

T = Torsi

r = Jari-jari

J = Momen Inersia Polar

(Heri Sonawan 2014)

D. Teori Regangan (*Strain*)

Regangan adalah terjadinya perubahan struktur karena ketidakmampuan struktur untuk menahan beban.

Persamaan dari regangan adalah

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Keterangan:

ΔL = Pertambahan panjang

$\Delta L = L - L_0$

L_0 = Panjang awal

E. Konsep Faktor Keamanan (*Safety of Factor*)

Elemen mesin akan gagal jika tegangan yang terjadi lebih dari kekuatan material. Elemen mesin akan aman jika kekuatan material lebih dari tegangan yang terjadi. Dengan

persamaan : $FS = \frac{\text{Kekuatan Material}}{\text{Tegangan yang terjadi}}$

Kekuatan material dan tegangan yang terjadi

dihubungkan oleh sebuah variabel baru sebagai faktor keamanan (*Factor of Safety, FS*)

Elemen mesin akan aman jika FS lebih dari 1, faktor keamanan sama dengan 1 maka itu berarti tegangan yang terjadi mendekati kekuatan material. Kekuatan sebenarnya dari suatu struktur haruslah melebihi kekuatan yang dibutuhkan. Perbandingan dari kekuatan sebenarnya terhadap kekuatan yang dibutuhkan disebut faktor keamanan (n)

Faktor keamanan

$$\frac{\text{Kekuatan Sebenarnya}}{\text{Kekuatan yang Dibutuhkan}}$$

Faktor keamanan harus lebih besar dari 1,0 untuk menghindari kegagalan. Kegagalan dapat berarti patah atau rusak sama sekali pada suatu struktur. Penentuan faktor keamanan memperhitungkan kemungkinan pembebanan yang melampaui batas (*overloading*) dari suatu struktur baik dari pembebanan statik maupun pembebanan dinamik secara berulang, serta kemungkinan kegagalan akibat kelelahan struktur (*fatigue failure*) dan lain-lain. Apabila faktor keamanan sangat rendah, maka kemungkinan kegagalan akan menjadi tinggi dan karena itu desain strukturnya tidak diterima. Sebaliknya jika faktor keamanan sangat besar, maka strukturnya akan menjadi boros bahan

(*Over Design*).

F. *Analytical Hierarchy* pada Process pengembangan teknik

Analytical Hierarchy Process merupakan metode yang tepat digunakan untuk menentukan skala prioritas dalam pengembangan UKM dengan tepat. Hasil pengolahan data dengan metod AHP diperoleh bahwa prioritas untuk pengembangan UKM Makanan di Kecamatan Cipaku merupakan Pemasaran dengan nilai bobot tertinggi sebesar 0,3739. Sehingga pemerintah dalam menentukan strategi pengembangan UKM di Kecamatan Cipaku adalah harus fokus pada bagaimana meningkatkan pemasaran dari produk-produk UKM (maman hilman. 2019).

G. Material ASTM A36

- Baja karbon adalah paduan dari sistem Fe dan C, biasanya tercampur juga unsur-unsur bawaan lain seperti silikon 0,20% - 0,70%, Mn 0,50%-1,00%, P < 0,60% dan S < 0.06% .(www.besi baja.com). Menurut Saito (2000), baja karbon menurut komposisi kimianya dibedakan menjadi sebagai berikut: Baja karbon rendah dengan kadar karbon 0,05-0,3% (*low carbon steel*).

- Sifatnya mudah ditempa dan mudah dimesin. Biasanya digunakan untuk bodi mobil, bus dan lain-lain.

Baja karbon menengah dengan kadar karbon 0,3-0,5% (*medium carbon steel*).

Kekuatannya lebih tinggi daripada baja karbon rendah. Sifatnya sulit dibengkokkan, dilas, dan dipotong. Penggunaannya untuk konstruksi bangunan, bahan pada komponen mesin, golok, pisau dan lain-lain.

- Baja karbon tinggi dengan kadar karbon 0,5-1,5% (*high carbon steel*). Sifatnya sulit dibengkokkan, dilas dan dipotong. Penggunaannya seperti pada baja kawat, kabel Tarik dan angkat, kikir, pahat, dan gergaji. Baja yang kadar karbonnya sangat rendah yaitu kurang dari 0,025% disebut baja feritik, dan yang mengandung 0,8% disebut baja pearlitik. Baja Feritik hampir serupa dengan besi murni atau hanya sedikit mengandung karbon. Karbon member sifat kuat dan keras. Ferit sifatnya lemah tetapi mempunyai sifat ulet, hanya terbentuk pada temperatur rendah dan bersifat magnetik. Sementit adalah senyawa antara besi dengan karbon yang dikenal dengan besi karbida (Fe_3C), mengandung karbon 6,67 %, bersifat kuat dan keras serta magnetic. Perlit adalah baja yang

fasanya terdiri dari campuran ferit dan sementit ($\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$), bersifat keras dan magnetic (Saito, 2000).

Properties ASTM A36

Model Type:

Linear Elastic Isotropic

Units:

SI - N/m^2 (Pa)

Category:

Steel

Name:

ASTM A36 Steel

Default failure criterion:

Max von Mises Stress

Description:

Source:

Sustainability:

Defined

Property	Value	Units
Elastic Modulus	2e+11	N/m^2
Poisson's Ratio	0.26	N/A
Shear Modulus	7.93e+10	N/m^2
Mass Density	7850	kg/m^3
Tensile Strength	400000000	N/m^2
Compressive Strength		N/m^2
Yield Strength	250000000	N/m^2
Thermal Expansion Coefficient		/K
Tensile Strength	400000000	N/m^2
Compressive Strength		N/m^2
Yield Strength	250000000	N/m^2
Thermal Expansion Coefficient		/K
Thermal Conductivity		W/(m·K)
Specific Heat		J/(kg·K)
Material Damping Ratio		N/A

Gambar 2 Properties Material ASTM A36

BAB III

PENTINGNYA RANCANGAN BANGUN MESIN GRAFING BIJI KOPI 4 *SCREEN*

A. Pendahuluan

Kopi merupakan salah satu penghasil sumber devisa Indonesia dengan komoditas unggulan dalam subsektor perkebunan, dari segi ekonomi di pasar regional maupun pasar internasional memegang peranan penting dalam pengembangan usaha skala besar ataupun skala kecil. Perkembangan yang cukup pesat perlu dukungan kesiapan teknologi dan sarana pengolahan kopi, untuk memenuhi kebutuhan akan kopi di masyarakat perlu dilakukan pengelolaan kopi dengan optimal seperti halnya produk pengolahan kopi yang lain.

Buah kopi perlu diproses menjadi bentuk akhir untuk dikonsumsi atau disimpan dalam jangka waktu relatif lama, suatu acuan sebagai pegangan bagi mitra usaha kopi dalam menghasilkan produk sesuai standar. Dengan meningkatnya tuntutan konsumen terhadap produk yang aman dan ramah lingkungan diperlukan acuan standar dengan mengakomodasi prinsip penanganan pengolahan kopi yang optimal.

Kopi leuweung merupakan salah satu koperasi petani kopi robusta di daerah maleber ciamis. Anggota koperasi terdiri dari petani-petani kopi yang tergabung dalam kelompok tani di daerah Kelurahan Maleber Ciamis, Mengupayakan pengolahan pascapanen kopi yang terkontrol dan terukur agar menghasilkan green bean yang baik, sebagai komoditi ekspor.

Proses sortasi dilakukan agar biji kopi yang telah dikeringkan dapat dijual dengan harga yang lebih baik, proses sortasi dilakukan untuk memisahkan ukuran fisik biji kopi dan benda asing seperti serpihan daun, kayu dan kulit kopi yang terbawa saat biji kopi dikeringkan. Proses sortasi fisik biji kopi yang telah kering dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara sortasi manual dan sortasi mekanis, Sortasi manual dilakukan dengan tangan menggunakan meja sortasi tanpa bantuan mesin, sedangkan sortasi kopi mekanis dilakukan dengan menggunakan mesin. Berdasarkan penelitian yang lainnya menyatakan untuk memenuhi kebutuhan pasar nasional harus mengikuti aturan yang telah ditentukan sehingga hasil produk yang di sortir dapat di pasarkan, susunan ayakan (*Screen*) dari mesin *grading* terdiri dari 4 screen dengan ukuran lubang 7.5 mm, 6.5 mm dan 5.5 mm sesuai dengan standar SNI.

Berdasarkan penelitian sebelumnya menyatakan kopi

merupakan salah satu komoditas andalan dan termasuk dalam kelompok komoditas ekspor di Indonesia, komoditas ekspor kopi meningkat sehingga menempati peringkat empat dunia pada tahun 2014 (ICO, 2014).

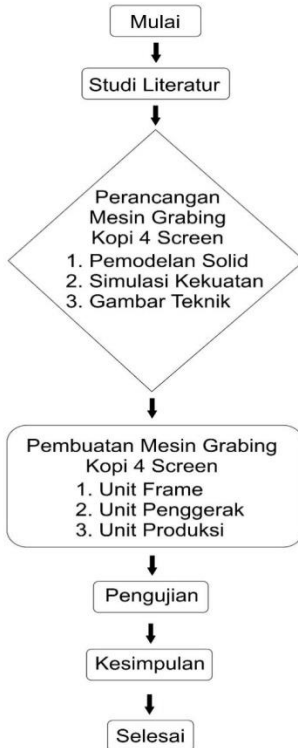
Berdasarkan penelitian yang lainya menyatakan supaya meningkatkan produktivitas kopi di Indonesia diperlukan input teknologi, sentuhan teknologi digunakan setelah kopi dipanen. Proses pascapanen kopi membutuhkan waktu dan tenaga kerja yang banyak sehingga biaya pengolahan umumnya cukup tinggi, produsen kopi kecil di masyarakat menjual kopi dalam bentuk biji yang belum dikeringkan sehingga harga jual rendah. Pengolahan pascapanen biji kopi terdiri dari proses pengeringan dan penyortiran, proses pengeringan kopi membutuhkan waktu sekitar 3-4 minggu (Sivetz dan Foote, 1963).

Pakta dilapangan peyortiran kopi di kelurahan maleber masih menggunakan cara manual sehingga perlu pembahasan lebih lanjut dengan perancangan dan pembuatan mesin sortir biji kopi, dengan ukuran yang disesuaikan produktivitas pertanian kopi dapat meningkatkan produksi biji kopi ke tarap nasional.

B. Manfaat Rancangan yang Dibuat

1. Masyarakat mendapatkan keuntungan dengan menggunakan mesin *grading 4 screen* yang dapat mensortir ukuran biji kopi kering dengan baik sesuai dengan standar SNI. Screen dapat diganti dengan berbagai ukuran, sehingga dapat mensortir biji yang lain.
2. IKM dapat dilibatkan dalam proses pembuatan mesin *grading 4 screen*, sehingga dapat menambah lapangan pekerjaan
3. Memberikan pengetahuan dan menambah wawasan kepada masyarakat tentang perancangan dan pembuatan mesin *grading 4 screen* yang kokoh, *simple* dan multi fungsi.
4. Perekonomian masyarakat berkembang dan meningkat karena warga dapat keuntungan dari penjualan kopi yang berkualitas.

C. Alur Pemecahan Masalah



Gambar 3 Diagram Alir

Untuk memudahkan dalam Pemecahan Masalah maka dibuat diagram alir Perancangan dan pembuatan mesin grating kopi kering 4 screen sebagai berikut:

BAB IV

RANCANGAN PEMECAHAN MASALAH

Metoda penelitian menggunakan metode CAD & CAE (pembuatan model menggunakan *software* dengan komputerisasi, Teknologi CAD dalam bentuk pemodelan 3D merupakan dasar proses perancangan yang meliputi proses dari desain konseptual, detail desain, assembly, presentasi dan dokumentasi. Pengetahun dan ketrampilan dalam bidang CAD ini akan mendukung penerapan teknologi lanjutan dalam bidang analisis yaitu CAE (*Computer Aided Engineering*),

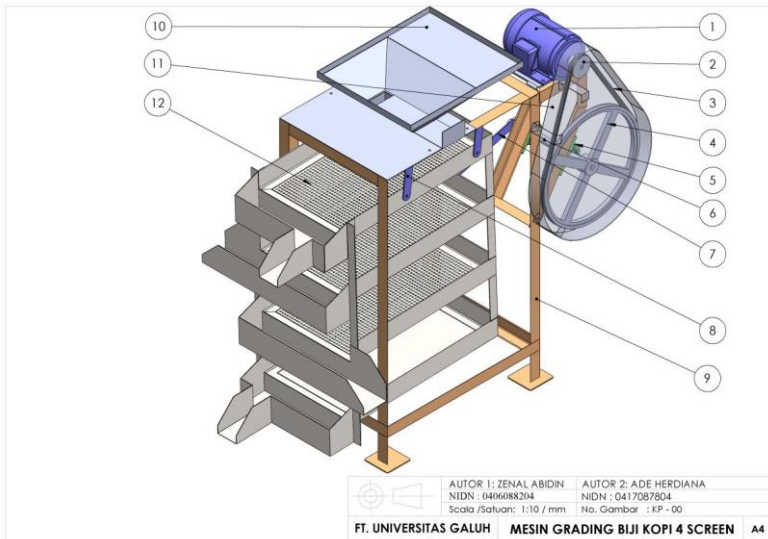
Kemudian setelah dibuatkan gambar teknik dilanjutkan pada prosus produksi, dengan panduan gambar teknik sebagai acuan produksi.

BAB V

HASIL RANCANGAN BANGUN MESIN GRADING BIJI KOPI KERING 4 *SCREEN*

A. Pemodelan Solid

Proses pemodelan solid 3d sebagai basis data, dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak CAD (*Computer Aided Engineering*), dengan ukuran 1 : 1. Mendesain mesin sortasi dengan menggunakan perangkat lunak CAD dapat lebih meningkatkan kualitas desain, mempercepat waktu proses perancangan dan analisis, juga dapat membuat basis data untuk pembuatan, karena output CAD berbentuk file elektronik untuk pencetakan (gambar teknik) untuk masuk ke proses permesinan dan operasi manufaktur.



Gambar 4 Desain Mesin Grading biji kopi 4 screen dengan sistem lengan ayun.

Pada gambar 4 dipaparkan mesin *grading* biji kopi terdiri dari beberapa komponen diantaranya: 1) Motor listrik 0.5 hp, 2) Puli Penggerak, 3) V-belt, 4) Puli reduksi, 5) Bantalan, 6) Poros transmisi, 7) Lengan Ayun penggerak, 8) Lengan ayun *grading*, 9) Rangka, 10) *Hopper* 11) *cover* Pengaman 12) *Grading 4 Screen*.

B. Fungsi Komponen

1. Motor listrik berfungsi sebagai pemutar transmisi
2. Puli Penggerak berfungsi meneruskan putaran poros puli yang terhubung dengan motor
3. V-belt berfungsi meneruskan putaran puli penggerak dan puli yang digerakan
4. Puli reduksi berfungsi meneruskan putaran puli penggerak dengan menurunkankecepatan putaran
5. Bantalan berfungsi Penahan batang poros sebagai penerus putaran
6. Poros transmisi berfungsi sebagai penerus putaran dari puli ke lengan ayun
7. Lengan Ayun penggerak berfungsi sebagai penerus pengayun dari putaran engkol
8. Lengan ayun *grading* berfungsi sebagai penerus pengayun dari ayun ke bak *graring*
9. Rangka berfungsi sebagai penopang semua komponen elemen mesin
10. *Hopper* berfungsi sebagai wadah tempat masuknya biji kopi
11. *cover* Pengaman berfungsi sebagai pengaman

12. *Grading 4 Screen* berfungsi sebagai penyortir biji kopi dari 4 screen dengan ukuran screen yang berbeda

C. Perhitungan Mesin

Analisa Daya merupakan besar usaha atau energi tiap satu satuan luas waktu, dihitung dengan persamaan 1

$$Pd = p \times fc$$

(1)

$$= 0.37 \times 1$$

$$Pd = 0.37 \text{ Kw}$$

Perhitungan Poros

Torsi yang terjadi pada poros, dihitung dengan persamaan 2.

$$T = 9.74 \times 10^5 \frac{Pd}{n}$$

(2)

$$T = 974000 \frac{0.37 \text{ Kw}}{1400 \text{ rpm}}$$

$$T = 257 \text{ kg.mm}$$

Perhitungan engkol, dihitung dengan persamaan 3

$$T = \frac{2.L.N}{60}$$

(3)

$$T = \frac{2.40.207}{60}$$

$$T = 276 \text{ kg.mm}$$

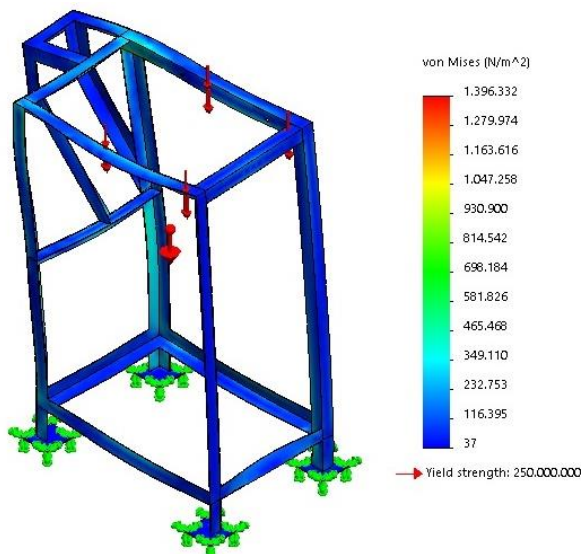
Dimana V adalah Kecepatan Engkol, L adalah Langkah (m), N adalah Putaran Mesin (Rpm)

Analisa Rangka, dihitung dengan persamaan 5

Dimana σ izin adalah Tegangan Izin Suatu Bahan (N/mm), M adalah Momen Lentur (N/mm), E adalah Modulus elastisitas (mm)

Hasil Analisis Tegangan Maksimum (*Von Mises*)

Dari hasil analisis numerik FEM Dengan Gaya beban 25 kg dan ditambahkan dengan gravitasi didapatkan hasil Maksimum sebesar 1.396.332 N/m² atau 1 Mpa.

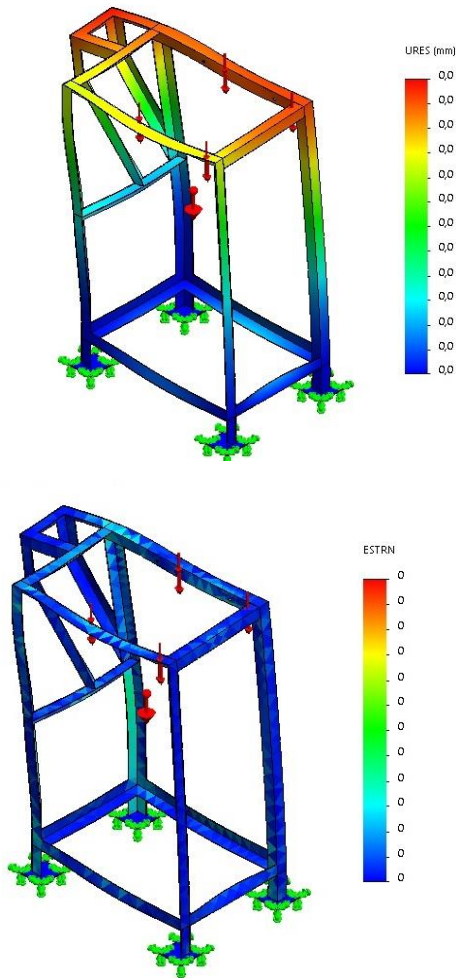


Gambar 5 Visualisasi Tegangan

Dilihat dari gambar 5. dinyatakan bahwa daerah terdistribusi tegangan maksimal diperlihatkan dengan warna merah dengan hasil 1 Mpa, hasil tersebut jauh dari nilai tegangan Luluh material AISI 1035 sebesar 250 Mpa, jadi dengan beban 25 Kg dan ditambahkan Gravitasi, rangka dinyatakan aman.

Hasil Analisis Perpindahan (*Displacement*) dan Regangan (*Straint*)

Dari hasil analisis numerik FEM Dengan Gaya beban 25 kg dan ditambahkan dengan gravitasi didapatkan hasil Maksimum dari perpindahan sebesar 0 mm dan untuk hasil Maksimum regangan sebesar 0.



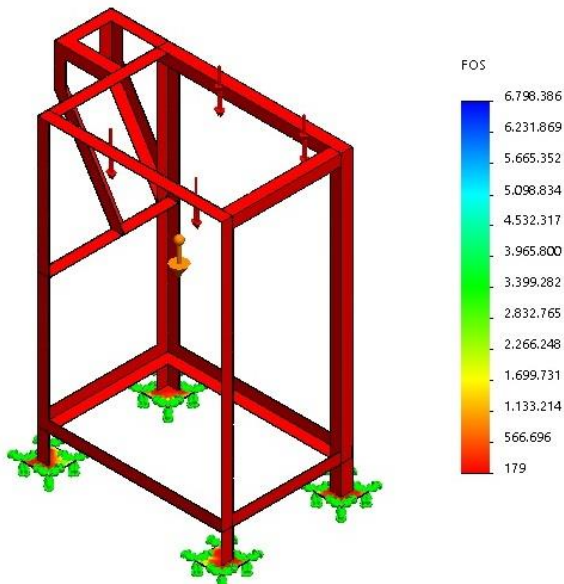
Gambar 6 Visualisasi Perpindahan dan Regangan

Dilihat dari gambar 6 dinyatakan bahwa daerah terdistribusi tegangan maksimal diperlihatkan dengan warna merah dengan hasil perpindahan 0, juga hasil

regangan 0, dengan demikian dengan beban 25 Kg dan ditambahkan Gravitasi, rangka dinyatakan aman.

Hasil Analisis Keamanan (*Safety of Factor*)

Dari hasil analisis numerik FEM Dengan Gaya beban 25 kg dan ditambahkan dengan gravitasi didapatkan hasil Maksimum dari *safety of factor* sebesar 179 mm



Gambar 7 Visualisasi Hasil Faktor Keamanan

Dilihat dari gambar 7 dinyatakan bahwa daerah terdistribusi tegangan maksimal diperlihatkan dengan warna merah dengan hasil *safety of factor* 179 jauh dari nilai standard SOF permesinan yaitu 1, jadi dengan beban