

ANALISIS MEKANIK SCREW CONVEYOR TUBULAR DIAMETER 200 mm DENGAN AUTODESK INVENTOR

*Sabardiyanto¹, Norman Iskandar²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: sabardiyanto35@yahoo.com

Abstrak

Di dalam industri, bahan-bahan yang digunakan kadangkala merupakan bahan yang berat maupun berbahaya bagi manusia. Untuk itu diperlukan alat transportasi untuk mengangkut bahan-bahan tersebut mengingat keterbatasan kemampuan tenaga manusia baik itu berupa kapasitas bahan yang akan diangkut maupun keselamatan kerja dari karyawan. Salah satu jenis alat pengangkut yang sering digunakan adalah *conveyor*. Salah satu tipe *conveyor* yang sering digunakan dalam industry adalah *screw conveyor*. *Screw conveyor* yang memiliki sistem kerja utama pada putaran mesin dan poros berupa *helical*, sehingga kelendutan dan ketidak seimbangan mengakibatkan getaran, aus dan *noise* yang berlebih. Kekuatan daun *screw* dalam menerima gaya dorong yang disebabkan material dan putaran mesin yang sangat penting dalam memindahkan material angkut. Kelendutan yang terjadi juga berdampak pada kondisi getaran mesin, karena jika terjadi kelendutan yang berlebih berakibat gesekan antara *chasing* dan *flighting* sehingga logam hasil gesekan mengkontaminasi material angkut. Semakin besar kelendutan yang terjadi getaran juga akan semakin besar. Untuk menunjang kinerja mesin pemilihan *bearing* juga sangat penting sehingga memperoleh *life time* mesin yang panjang. Dengan menggunakan *software autodesk inventor professional 2015*, dengan *stress analysis* dapat dilakukan pemodelan mesin yang kemudian dilakukan analisis tegangan daun *screw* akibat gaya yang dihasilkan dan menganalisis besarnya kelendutan yang terjadi pada poros pipa dan *chasing*. Dengan melakukan perhitungan secara analitis dan analisa *software*, diperoleh hasil bahwa material yang digunakan untuk daun *screw* dan kelendutan yang terjadi pada *chasing* sebesar 0,4335 mm dan *assembly as flighting* sebesar 0,9934 mm masih sangat aman dari batas kritis dan mesin dapat beroperasi dengan baik.

Kata kunci : *conveyor, screw conveyor, screw, flighting, getaran.*

Abstract

In industry, the materials used are materials that are sometimes heavy and dangerous to humans. It required transportation to transport these materials in view of the limited ability of human labor whether it be the capacity of the material to be transported and safety of employees. One type of conveyance that is often used is a conveyor. One type of conveyor is often used in the industry is a screw conveyor. Screw conveyor which has a primary work system at rpm and helical shaft. So slack and imbalance resulting in vibration, wear and excessive noise. Strength flighting in receiving thrust caused material and revolution the engine is very important in moving the material transport. Deflection occurs also affects the condition of vibration machines, because if there is excessive deflection resulting friction between the casing and the flighting thus contaminating metals results friction to material transport. The greater the deflection occurs vibration will also be greater. To support the engine's performance selection of bearing is also very important so as to obtain a long life time machine. By using software autodesk inventor professional 2015, with stress analysis can be done modeling engine then performed stress analysis flighting due to the force generated and analyzed the amount of deflection that occurred in the pipe shaft and chasing. By doing analytical calculations and analysis software, the result that the material used for the leaf screw and slack that occurred in the chasing of 0.4335 mm and assembly as flighting of 0.9934 mm is still very safe from a critical limit and the machine can operate with either.

Keywords: *conveyor, screw conveyor, screw, flighting, vibration.*

1. Pendahuluan

Alat pengangkut dalam industri sangat bermacam-macam, tergantung dari bahan yang akan dipindahkan dan lokasi pemindahan bahan tersebut. Setiap alat pengangkut memiliki spesifikasi tertentu [1].

Screw conveyor merupakan suatu alat untuk mengangkut material berbentuk bubuk dan halus. *Belt conveyor* merupakan *conveyor* sederhana, yaitu terdiri dari *belt* (sabuk) yang rata dan di hubungkan 2 (dua) buah *pulley*. *Vibrating conveyor* merupakan suatu alat yang mengangkut material dengan cara getaran. Material yang diangkut sangat terjamin kebersihan dan keamanannya. *Bucket elevator* adalah suatu alat pemindah bahan material dengan jarak ketinggian tertentu [2].

Pemilihan metode *conveying* berdasarkan aplikasi aktual dan jenis material yang akan dibawa. *Screw conveyor* adalah jenis *conveyor* yang paling banyak digunakan dalam industri pertanian. Hal ini dikarenakan *screw conveyor* lebih efektif dalam memindahkan material, lebih ramah terhadap lingkungan, memiliki struktur yang sederhana dan sangat efisiensi [3].

Di dalam industri, bahan-bahan yang digunakan kadangkala merupakan bahan yang berat maupun berbahaya bagi manusia. Untuk itu diperlukan alat transportasi untuk mengangkut bahan-bahan tersebut mengingat keterbatasan kemampuan tenaga manusia baik itu berupa kapasitas bahan yang akan diangkut maupun keselamatan kerja dari karyawan. Salah satu jenis alat pengangkut yang sering digunakan adalah *conveyor* yang berfungsi untuk mengangkut bahan-bahan industri yang berbentuk padat. Pemilihan alat transportasi (*conveying equipment*) material padatan antara lain tergantung pada :

1. Kapasitas material yang ditangani.
2. Jarak perpindahan material.
3. Kondisi pengangkutan horizontal.
4. Ukuran (*size*), bentuk (*shape*) dan sifat material (*properties*).
5. Harga peralatan tersebut.

Mesin *screw conveyor tubular* diameter 200 mm adalah salah satu tipe *screw conveyor* yang digunakan oleh perusahaan penghasil pakan ternak ayam yang berfungsi untuk memindahkan *monocalcium phosphate (MCP)*. *Monocalcium phosphate (MCP)* menjadi salah satu campuran pada formula pembuatan pakan ayam. Dalam prosesnya *monocalcium phosphate (MCP)* ditampung pada *minibin* sebelum masuk ke dalam mesin *mixer*. Untuk memindahkan *monocalcium phosphate (MCP)* ke dalam *mixer* digunakan sebuah mesin pengangkut berupa *screw conveyor*.

Screw conveyor memiliki poros *helical* yang tersambung pada poros pipa yang berfungsi untuk meneruskan gaya putar pada *screw*. Getaran merupakan masalah serius karena sangat mempengaruhi kecepatan putar dari *screw*. Kapasitas pemindahan material dipengaruhi oleh 3 hal, yaitu geometri *conveyor*, dimensi *conveyor*, dan karakteristik material yang dipindahkan [4].

Untuk dapat menggerakkan dan memindahkan *monocalcium phosphate (MCP)* daun *screw* memberi gaya dorong terhadap material. Besarnya gaya dorong dipengaruhi kecepatan putar dari dinamo motor dan massa yang dimiliki *monocalcium phosphate (MCP)*. Gaya dorong tersebut juga berpengaruh pada daun *screw* yaitu terjadi deformasi pada permukaan geometri daun *screw*. Tegangan yang melebihi *ultimate tensile strenght* material daun *screw* bisa menyebabkan terjadi deformasi plastis yang juga berdampak terhadap fungsi dan kinerja dari daun *screw*. Pemilihan material harus tepat sehingga dapat menahan gaya dorong yang dihasilkan oleh material dan kecepatan putar mesin. *Monocalcium phosphate* merupakan salah satu yang sering ditambahkan dalam makanan, *monocalcium phosphate* diperoleh dari mineral yang terkandung di dalam mineral alami yang sangat penting untuk kesehatan kita. *Monocalcium phosphate* telah digunakan dalam produksi makanan dalam dekade ini dan digunakan untuk bereaksi terhadap kalsium (biasanya kalsium hidroksida) dengan asam fosfor [5].

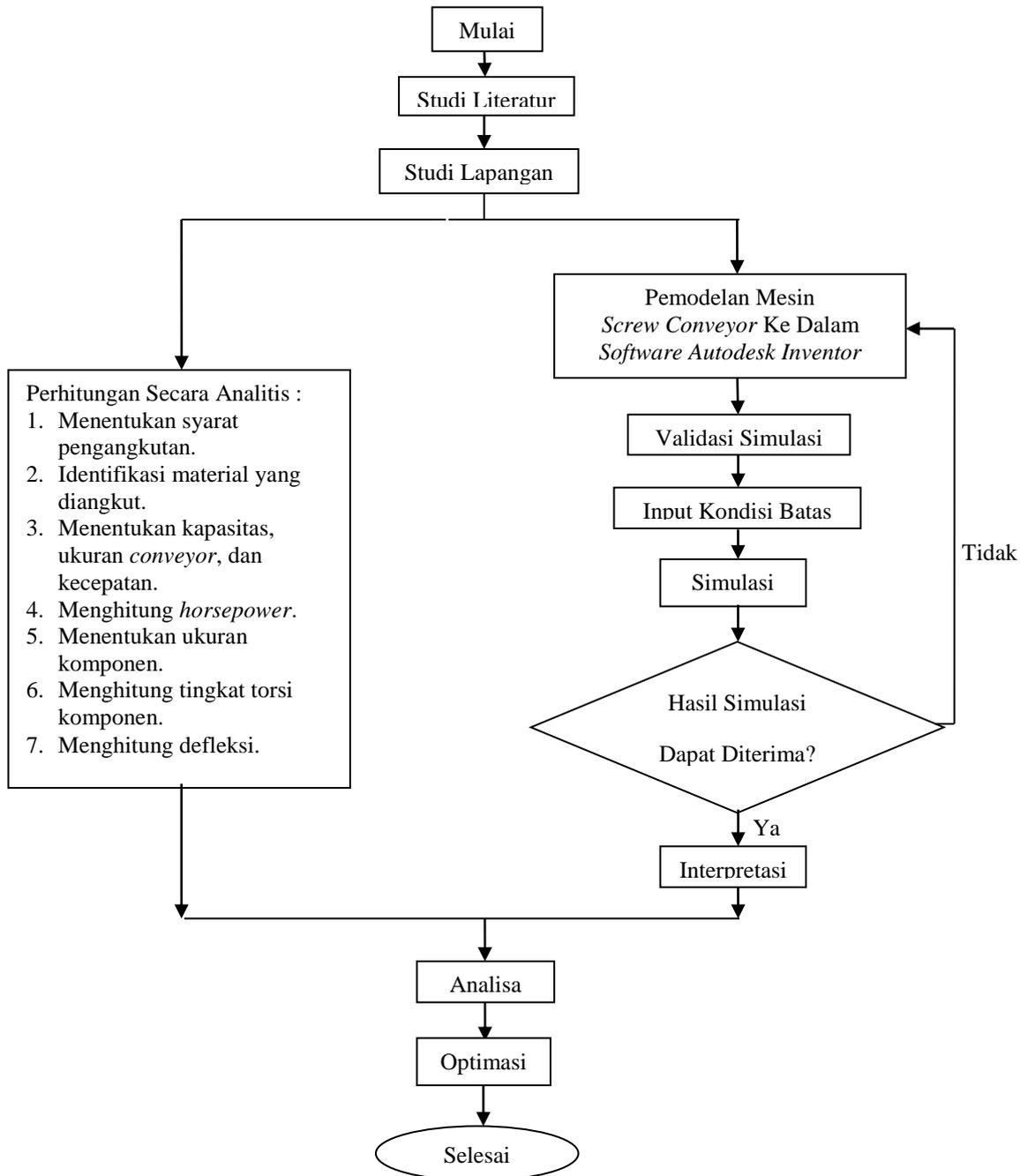
Kinerja *screw conveyor* juga dipengaruhi adanya kelendutan yang terjadi pada poros pipa dan *chasing*. Terdapat jarak minimal antara daun *screw* dan *chasing screw conveyor* berdasarkan fungsi masing-masing dari *screw conveyor*. Terkadang keduanya tidak memiliki jarak, dalam kondisi ini daun *screw* juga berfungsi sebagai *bushing* yang bertujuan supaya tidak ada material yang tertinggal di *chasing*. Hal ini biasanya digunakan untuk mengangkut material selain *food grade*. Jarak daun *screw* dan *chasing* yang terlalu besar berakibat banyaknya material yang tertinggal pada *chasing*, dalam jangka panjang dapat berpengaruh terhadap kelembapan di dalam ruang *chasing* selanjutnya secara perlahan material yang tertinggal membusuk dan mengkontaminasi material yang dapat menurunkan kualitas produk. Analisa kelendutan dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi gesekan antara daun *screw* dan *chasing*. Gesekan antara keduanya juga dapat mengkontaminasi material yang diangkut yaitu meningkatkan kandungan zat besinya. Jika material angkutnya berupa material *food grade* hal ini sangat berbahaya untuk kesehatan manusia atau makhluk hidup yang menggunakan produk makanan yang dihasilkan.

Selama bekerja mesin *screw conveyor* mengalami kondisi dinamis yaitu beban yang dialami selalu berubah terhadap waktu dan posisi. Kondisi beban dinamis tersebut mempengaruhi kinerja dari *bearing* sehingga juga mempengaruhi *life time* mesin *screw conveyor*. Pemilihan *bearing* yang tepat juga dapat mendukung fungsi mesin untuk dapat bekerja secara maksimal. Penggantian *bearing* yang terlalu sering dan mempengaruhi proses produksi karena harus berhenti. Terhambatnya proses produksi juga berdampak terhadap kerugian waktu, tenaga dan materil terhadap perusahaan karena sering melakukan penggantian *bearing* dan menghentikan proses produksi.

Tujuan penelitian adalah untuk menganalisa beberapa permasalahan berkaitan unjuk kerja pada *screw conveyor*. Analisa-analisa tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan *software autodesk inventor professional 2015*. Dengan menggunakan perintah *stress analysis* pada *software* tersebut dapat dilakukan pemodelan mesin yang kemudian dilakukan analisis tegangan dan *screw* akibat gaya yang dihasilkan dan juga mampu menganalisis besarnya kelendutan yang terjadi pada poros pipa dan *chasing*. Dengan analisa beban dinamis pada *screw conveyor* akan dapat diketahui variasi pembebanan yang terjadi pada mesin serta besarnya beban yang ditopang oleh *bearing*. Dengan analisa ini diharapkan dapat kita ketahui apakah kondisi yang terjadi pada mesin masih dalam kondisi aman dan mesin dapat bekerja dengan maksimal.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini langkah-langkah pengujian mengacu pada diagram alir berikut :



Gambar 1. Diagram alir pengujian

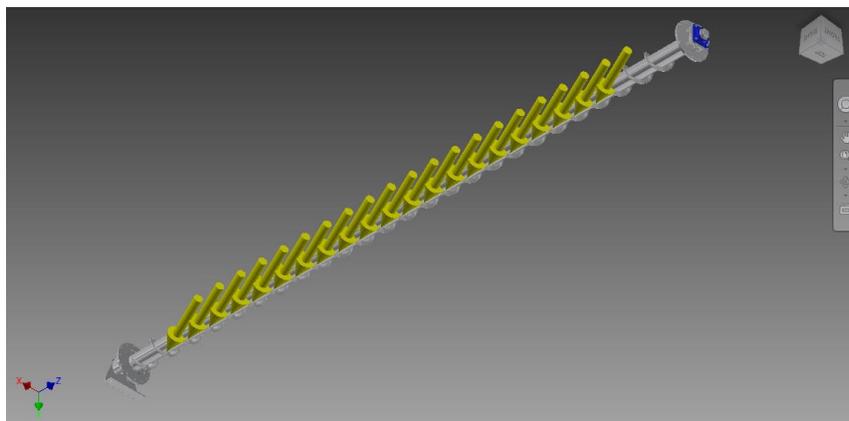
Dalam proses penelitian, penulis terlebih dahulu melakukan studi literatur untuk menambah pengetahuan dan teori dasar dari *screw conveyor*. Pada tahap studi lapangan penulis secara langsung ikut dalam proses pembuatan mesin *screw conveyor tubular* diameter 200 mm, sehingga penulis mengetahui hambatan-hambatan yang terjadi dalam proses manufaktur mesin tersebut. Namun, dalam proses penelitian dilakukan dengan melakukan pemodelan mesin *screw conveyor tubular* diameter 200 mm dengan menggunakan Autodesk inventor. Penelitian dilakukan untuk mengetahui besarnya tegangan yang terjadi pada daun *screw*, kelendutan yang terjadi pada *chasing* dan *assembly as flighting* dan juga untuk mengetahui besarnya beban dinamis yang terjadi pada *bearing*. Hasil simulasi pemodelan tersebut, kemudian dibandingkan dengan teori untuk mengetahui error atau penyimpangan yang terjadi sehingga dapat melakukan optimasi terhadap desain mesin yang telah dibuat.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian yang Dilakukan

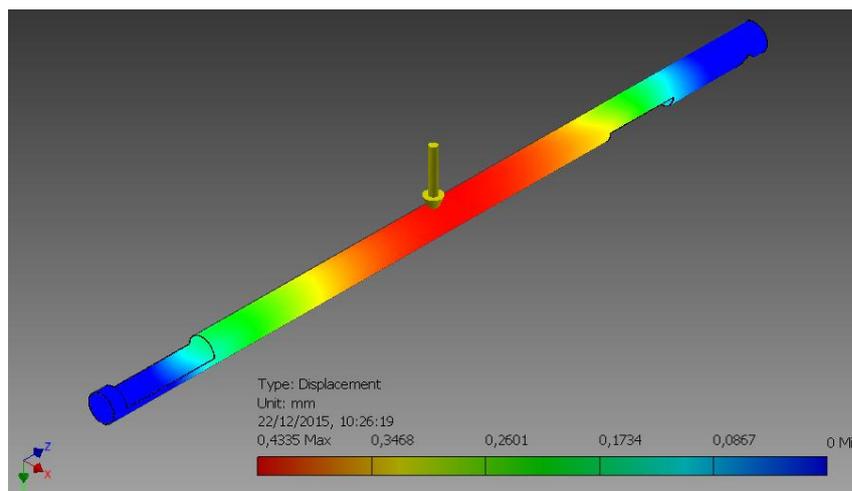
Daun *screw* merupakan bagian mesin *screw conveyor* yang mendorong material di dalam *housing*, sehingga daun *screw* terkena gaya yang dihasilkan oleh putaran mesin, massa material dan massa jenis material yang dipindahkan.

Sehingga mengetahui rambatan dan penyebaran tegangan yang terjadi di daun *screw* merupakan hal yang cukup penting untuk memperoleh kesimpulan dari kekuatan daun *screw* yang digunakan.



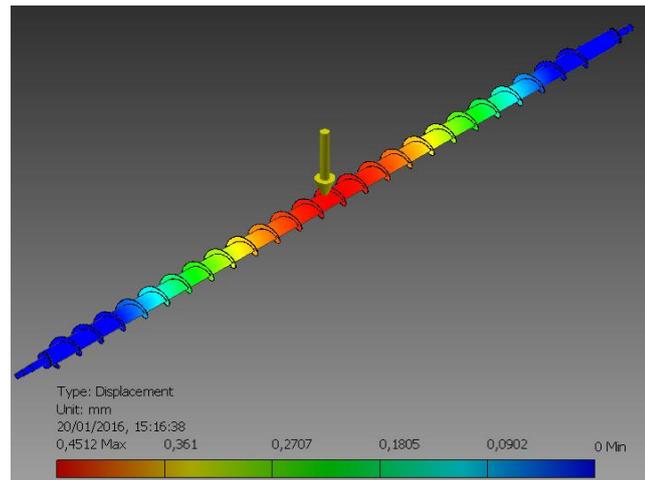
Gambar 2. Stress analysis.

Kelendutan adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat massa atau berat yang dimiliki balok itu sendiri dengan tumpuan di kedua ujungnya akibat pengaruh percepatan gravitasi bumi. Dalam penelitian ini kelendutan yang ingin diketahui adalah kelendutan *chasing* sebelum terisi material, *chasing* setelah terisi material dan kelendutan yang terjadi dengan *assembly as flighting*. Kelendutan pada *chasing* ditunjukkan oleh gambar 3.



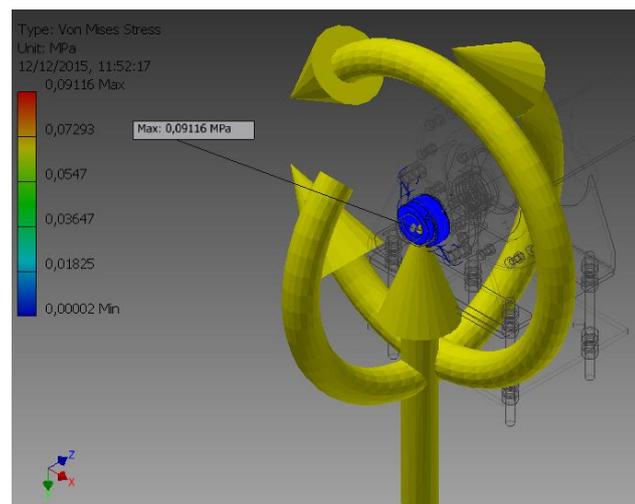
Gambar 3. Pengujian kelendutan *chasing*.

Assembly as flighting merupakan gabungan dari as depan, as *flighting*, *flighting*, dan as belakang. Memiliki panjang total 5570 mm, sehingga kelendutan yang berlebihan dapat berakibat gesekan dengan *chasing screw*. Gambar 4 menunjukkan simulasi kelendutan yang terjadi pada *assembly as flighting*.



Gambar 4. Pengujian kelendutan *assembly as flighting*.

Dalam teori beban dinamis, secara sederhana dinamik dapat diartikan sebagai variasi atau perubahan terhadap waktu dalam konteks gaya yang bekerja (eksitasi) pada struktur. Beban dinamis dapat berupa variasi besarnya (*magnitude*), arahnya (*direction*) atau posisinya (*point of application*) berubah terhadap waktu. Pada pemodelan simulasi dinamik *screw conveyor tubular* diameter 200 mm bertujuan untuk mengetahui nilai perubahan pengaruh gaya yang diberikan pada permukaan daun *screw* terhadap waktu serta mengetahui kondisi dinamis *bearing* yang menumpu as *screw*. Berikut ini pada gambar 5 menunjukkan penampakan *bearing* ketika menerima beban dinamis.



Gambar 5. Beban dinamis pada *bearing*.

3.2 Analisa Hasil Pengujian

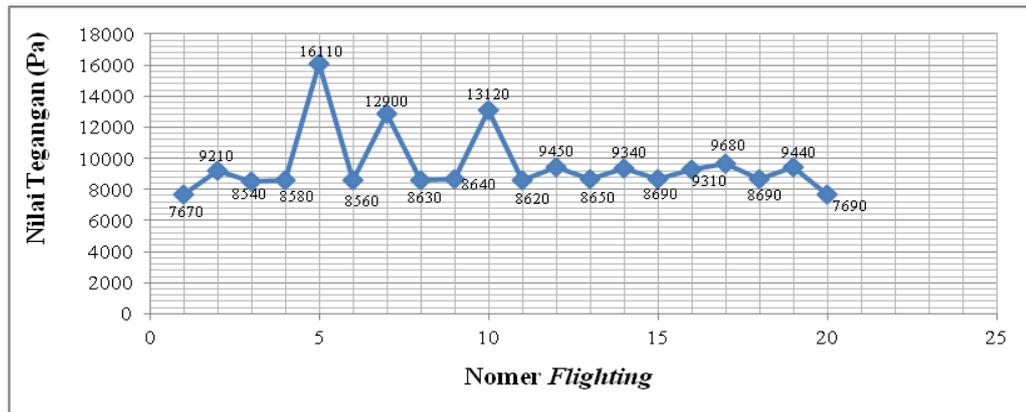
Berikut ini merupakan hasil dan pembahasan dari pengujian yang dilakukan pada *screw conveyor tubular* diameter 200 mm meliputi analisa *stress analysis*, analisa kelendutan, dan simulasi dinamis. Untuk mengetahui kekuatan mekanis material yang dikehendaki.

3.2.1 Stress analysis

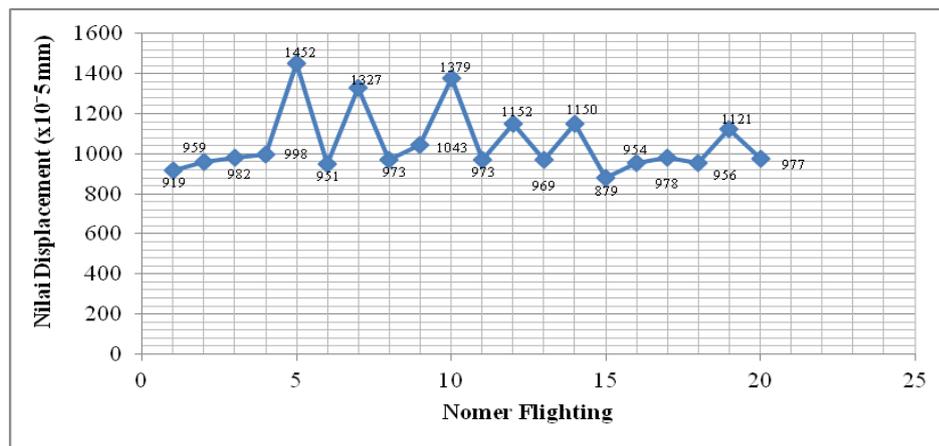
Besar gaya yang dikenakan terhadap daun *screw* sebesar 16 N. Daun *screw* yang diberi gaya adalah daun *screw* yang selalu berkontak dengan *monocalcium phosphate* selama proses pengangkutan yaitu berada pada posisi sepanjang *hopper input* hingga *rect hopper output*. Pada pengambilan data untuk hasil simulasi analisa tegangan, penulis mengambil 20 daun *screw* yang telah dikenai gaya seperti ditunjukkan gambar di bawah ini dan dinotasikan dengan angka 1 sampai 20.

Pada *von misses stress* hasil simulasi tegangan diperoleh gambaran rambatan dan besar tegangan yang dialami daun *screw* ketika terkena gaya sebesar 16 N. Nilai tegangan maksimal dan distribusi tegangan dapat juga dilihat pada tabel rangkuman hasil simulasi analisa tegangan daun *screw* di bawah ini.

Displacement adalah salah satu parameter yang dihasilkan pada sebuah analisa tegangan. Parameter ini menunjukkan besarnya pergerakan atau perpindahan dari sebuah *part* ketika terkena gaya luar. Dalam analisa tegangan juga dihasilkan sebuah rambatan yang menunjukkan besarnya nilai *displacement* pada daun *screw*.



Gambar 6. Grafik perbandingan nilai tegangan maksimal pada parameter *von misses stress* pada daun *screw* 1-20.

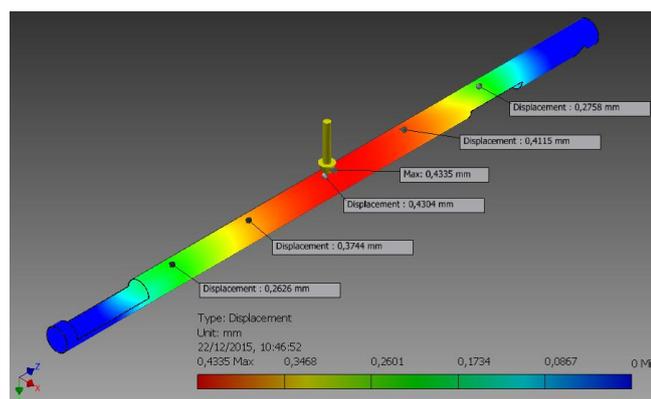


Gambar 7. Grafik perbandingan nilai *displacement* maksimal pada daun *screw* 1-20.

3.2.2 Analisa Kelendutan

Kelendutan adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah *y* akibat massa atau berat yang dimiliki balok itu sendiri dengan tumpuan di kedua ujungnya akibat pengaruh percepatan gravitasi bumi.

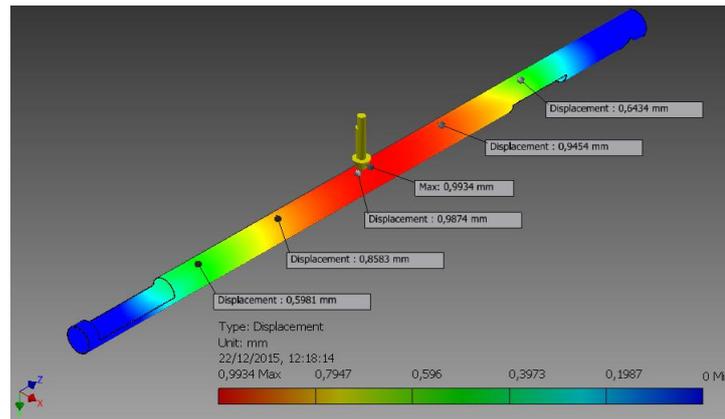
Chasing merupakan jalur sekaligus penampung material selama proses pengangkutan atau kerja *screw conveyor* berlangsung. Analisa kelendutan *chasing* bertujuan untuk mengetahui nilai maksimal kelendutan yang terjadi pada *chasing*. Besarnya nilai kelendutan yang terjadi pada *chasing screw* ditunjukkan gambar di bawah ini.



Gambar 8. Pandangan isometrik analisa kelendutan *chasing screw* sebelum terisi material.

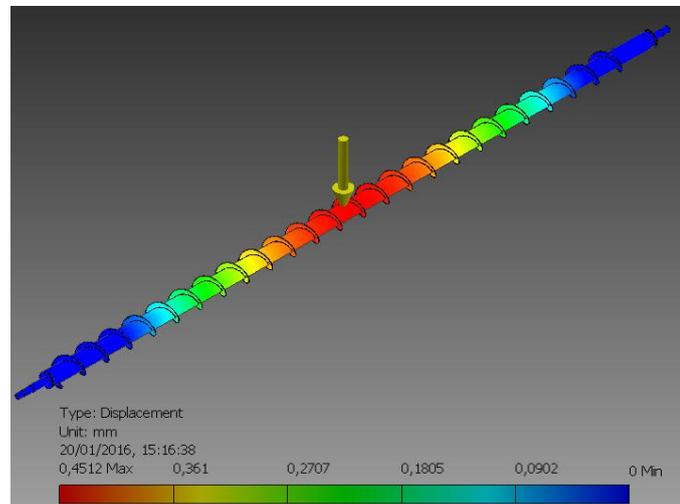
Setelah *chasing* terisi material, kelendutan maksimal bertambah 0,5599 mm yaitu menjadi 0,9934 mm. Massa material *monocalcium phosphate* diperoleh dari hasil perhitungan pada sub bab 3.3.1 yaitu sebesar 88 kg, sehingga berat tambahan *chasing* dapat dihitung :

$$\begin{aligned}
 W &= \text{massa} \times \text{gravitasi} \\
 &= 88 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 &= 863,28 \text{ N} \approx 863 \text{ N}
 \end{aligned}$$



Gambar 9. Displacement pada setiap titik pemeriksaan *chasing* setelah terisi material.

Assembly as fighting merupakan gabungan dari as depan, as *fighting*, *fighting*, dan as belakang. Memiliki panjang total 5570 mm, sehingga kelendutan yang berlebihan dapat berakibat gesekan dengan *chasing screw*. Besarnya nilai kelendutan *assembly as fighting* ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 10. Pandangan isometrik analisa kelendutan.

3.2.3 Simulasi Dinamis

Dalam teori beban dinamis, secara sederhana dinamik dapat diartikan sebagai variasi atau perubahan terhadap waktu dalam konteks gaya yang bekerja (eksitasi) pada struktur. Beban dinamis dapat berupa variasi besarnya (*magnitude*), arahnya (*direction*) atau posisinya (*point of application*) berubah terhadap waktu.

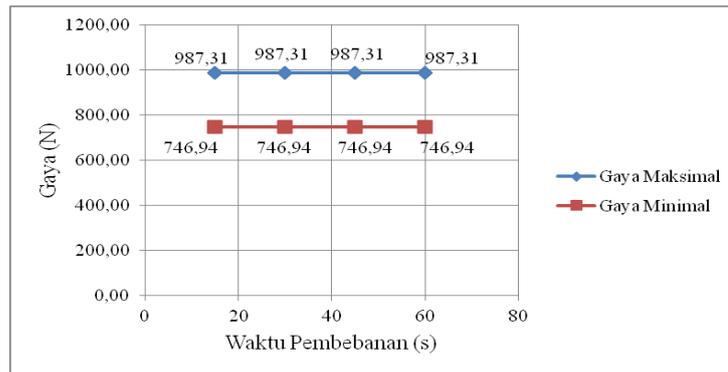
Pada pemodelan simulasi dinamik *screw conveyor tubular* diameter 200 mm bertujuan untuk mengetahui nilai perubahan pengaruh gaya yang diberikan pada permukaan daun *screw* terhadap waktu serta mengetahui kondisi dinamis *bearing* yang menumpu as *screw*.

Dalam proses pemodelan simulasi dinamik penulis melihat besar perubahan gaya pada pembebanan dengan melakukan variasi waktu pembebanan 15 detik, 30 detik, 45 detik dan 60 detik dengan setiap detiknya memiliki 100 iterasi. Besarnya perubahan gaya pada pembebanan hasil simulasi dinamik dapat dilihat pada tabel 4.7 di bawah ini.

Pada waktu pembebanan 15 detik memiliki gaya maksimal sebesar 987,309 N pada waktu pembebanan 0 detik dan besar gaya minimal sebesar 746,944 N pada waktu pembebanan 10,91 detik.

Tabel 3. Tabel gaya maksimal dan minimal simulasi dinamis

No	Waktu Pembebanan (s)	Gaya Maksimal (N)	Waktu Maksimal (s)	Gaya Minimal (N)	Waktu Minimal (s)
1	15	987,31	0	746,94	10,91
2	30	987,31	0	746,94	26,38
3	45	987,31	0	746,94	5,69
4	60	987,31	0	746,94	24,31



Gambar 10. Grafik perbandingan gaya maksimal dan minimal simulasi dinamis.

Bearing juga merupakan komponen yang sangat penting pada sebuah mesin yang memiliki gerakan utama berputar dan tidak terkecuali mesin *screw conveyor* karena berfungsi sebagai tumpuan dan menjaga sumbu putar mesin. Selain itu *bearing* juga berfungsi untuk mengurangi gesekan yang terjadi antara as dan rumahnya, sehingga mempermudah untuk berputar.

Beban dinamis yang terjadi pada *screw conveyor* juga berpengaruh terhadap *bearing* yang menjadi tumpuan putarnya. Oleh karena itu penulis juga meneliti kondisi ekstrim yang dialami *bearing* ketika memperoleh beban dinamis. Ada dua parameter kondisi yang menjadi konsentrasi penulis untuk mengetahui kondisi *bearing* yaitu *von misses stress* dan *displacement*.

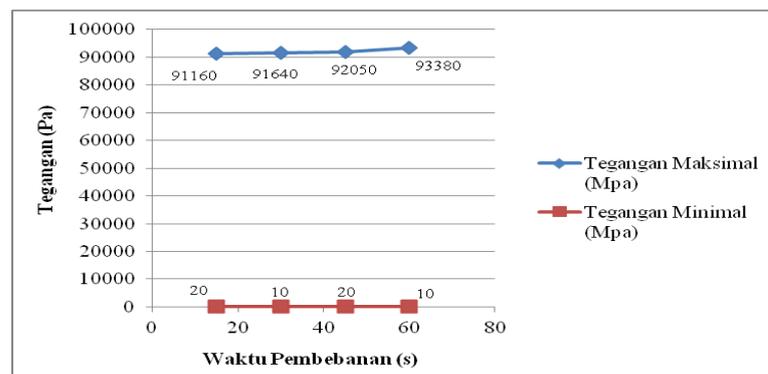
Tabel 4. Tabel tegangan maksimal dan minimal *bearing*

No	Waktu Pembebanan (s)	Tegangan Maksimal (Pa)	Tegangan Minimal (Pa)
1	15	91160	20
2	30	91640	10
3	45	92050	20
4	60	93380	10

Tabel 5. Tabel nilai maksimal dan minimal *displacement bearing*

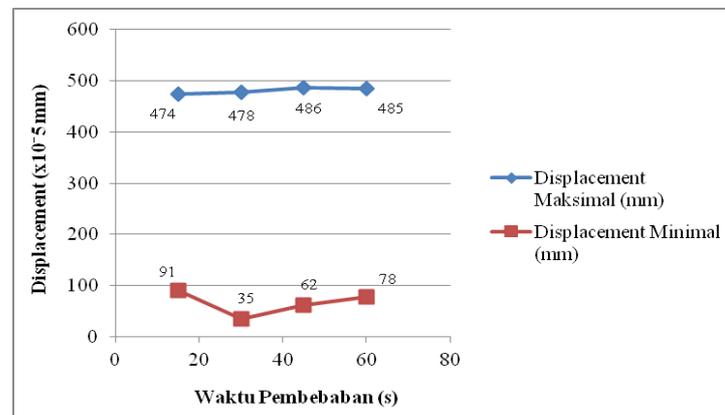
No	Waktu Pembebanan (s)	Displacement Maksimal (mm)	Displacement Minimal (mm)
1	15	474×10^{-5}	91×10^{-5}
2	30	478×10^{-5}	35×10^{-5}
3	45	486×10^{-5}	62×10^{-5}
4	60	485×10^{-5}	78×10^{-5}

Pada gambar di bawah ini tegangan maksimal yang terjadi dengan waktu pembebanan selama 15 detik memiliki tegangan maksimal sebesar 0,09116 Mpa, pada waktu pembebanan 30 detik tegangan maksimal yang terjadi sebesar 0,0914 Mpa, waktu pembebanan 45 detik mengalami tegangan maksimal sebesar 0,09205 Mpa dan pada waktu pembebanan 60 detik memiliki nilai tegangan maskimal yang paling besar yaitu 0,09338 Mpa.



Gambar 11. Grafik perbandingan nilai tegangan pada *bearing*.

Gambar di bawah merupakan grafik perbandingan nilai maksimal dan minimal *displacement* yang terjadi pada *bearing* selama mengalami pembebanan dinamis dengan variasi waktu pembebanan. Pada waktu pembebanan 15 detik memiliki nilai maksimal sebesar 0,00474 mm dan nilai minimal sebesar 0,00091 mm. Pada kondisi 30 detik nilai maksimal mengalami kenaikan nilai sebesar 0,00004 mm sehingga menjadi 0,00478 mm dan nilai minimalnya mengalami penurunan yang cukup banyak yaitu 0,00056 mm. Ketika waktu pembebanan 45 detik nilai maksimal juga kembali naik menjadi 0,00486 mm dan nilai minimal *displacement* pun mengalami kenaikan menjadi 0,00062. Sedangkan pada waktu pembebanan selama 60 detik nilai maksimal *displacement*nya mengalami penurunan menjadi 0,00485 mm, tetapi nilai minimumnya tetap mengalami kenaikan yaitu 0,00078 mm.



Gambar 12. Grafik perbandingan nilai *displacement* pada *bearing*.

4. Kesimpulan

Dari penelitian dan simulasi yang dilakukan terhadap *screw conveyor tubular* diameter 200 mm, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai tegangan maksimum yang terjadi pada permukaan daun *screw* terjadi pada *flighting* 5 yaitu 0,01611 Mpa dan nilai *displacement* sebesar 0,01452 mm. Berdasarkan *properties* material *stainless steel* yang memiliki nilai *yield strength* sebesar 250 Mpa (250×10^6 pascal), kondisi yang dialami *flighting* masih sangat aman beroperasi.
2. Hasil pemodelan dan analisa kelendutan menggunakan *software autodesk inventor* 2015 nilai kelendutan maksimal yang terjadi pada *assembly as flighting* sebesar 0,4512 mm.
3. Nilai kelendutan maksimal yang terjadi pada *chasing* sebelum terisi material sebesar 0,4335 mm, sedangkan nilai kelendutan maksimal *chasing* setelah terisi material adalah 0,9934 mm. Berdasarkan hasil analisa kelendutan yang terjadi pada *chasing* dan *assembly as flighting* tidak mengakibatkan gesekan antar keduanya.
4. Hasil simulasi dinamik menunjukkan bahwa gaya maksimal dan minimal yang dialami *screw conveyor* ketika memperoleh beban dinamis adalah sama yaitu 987,309 N dan 746,944 N pada variasi lama waktu pembebanan 15 detik, 30 detik, 45 detik dan 60 detik.
5. Nilai tegangan maksimal terbesar yang terjadi pada *bearing* ketika *screw conveyor* memperoleh beban dinamis adalah 0,09338 Mpa pada variasi waktu pembebanan 60 detik. Nilai *displacement* terbesar terjadi pada lama waktu pembebanan 45 detik yaitu 0,00486 mm dan pada waktu pembebanan 60 detik sebesar 0,00485 mm.
6. Tegangan maksimal yang terjadi pada daun *screw* masih sangat jauh dari nilai *yield strength stainless steel*, sehingga masih aman. Selisih nilai kelendutan *chasing* dan kelendutan *assembly as flighting* terhadap perhitungan manual menghasilkan error dibawah 5% sehingga masih aman beroperasi. Sedangkan beban yang ditopang *bearing* masih sangat jauh dari batas maksimal kemampuan *bearing* sehingga masih dalam kondisi operasi yang sangat aman.

Daftar Pustaka

- [1] Kartolo. 1991. "Perencanaan Belt Conveyor Dengan Kapasitas 30 Ton Per Jam". Jurusan Mesin Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Endahwati, MT, Ir. Luluk. 2009. ALAT INDUSTRI KIMIA. UPN Press. Surabaya, Indonesia.
- [3] Zareiforosh, Hemad. Komarizadeh, Mohammad Hasan and Alizadeh, Mohammad Reza. 2010. *Performance Evaluation of a 15.5 cm Screw Conveyor during Handling Process of Rough Rice (Oriza Sativa L.) Grains*. Department of Mechanical Engineering of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Iran.
- [4] Bolat, Berna and Bogoclu, Muharrem E. 2012. *INCREASING OF SCREW CONVEYOR CAPACITY*. Yildiz Technical University, Faculty of Mechanical Engineering, Mechanical Engineering Department, Yildiz, Turkey.
- [5] Website <http://makingfoodbetter.org/monocalcium-phosphate/>. Minggu, 22 November 2015, jam 20:15.