

## **ANALISIS KEKUATAN TARIK RANTAI PADA MODULAR CONVEYOR DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

**Ilyas Renreng, Fauzan, Muh Yamin, Imam Patria Ranggis**  
Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin  
Jalan Poros Malino Km. 6 Bontomarannu, Gowa 92172, Sulawesi Selatan.  
[ilyas.renreng@gmail.com](mailto:ilyas.renreng@gmail.com) dan [fauzanman77@yahoo.com](mailto:fauzanman77@yahoo.com)

**Abstract: Tensile Strength of Chain Analysis on Modular Conveyor using Finite Element.** The aim of this research is to analyze the tensile strength of chain on modular conveyor with variations of pitch dimension, thickness and inner hole diameter of chain using finite element method. In this case, this study has gained an allowable tensile strength or a safe workload for chain normal dimension and also variation of chain dimension for the highest loading. Experimental data of tensile strength, catalogue data and finite element method using ABAQUS software were used in this research. Variations of chain dimension including plate thick, inner diameter of hole are (1) 16 mm, 2 mm, 4 mm; (2) 17 mm, 2.5 mm, 5 mm; (3) 18 mm, 1.5 mm, 6 mm; (4) 17 mm, 2 mm, 6 mm; and (5) 18 mm, 2.5 mm, 4 mm. The result of theoretical analysis, experiment analysis and finite element method analysis showed that failure on the chain was first experienced by outer part of the chain and then to the other parts of chain. The different work stress (loading) of theoretical and simulation analysis is about  $\pm 10\%$ , so that strip of the chain was declared safe for loading on 26,800N. Then, MEH with various thick dimensions, inner diameter of chain and pitch showed that (5) variation has capability to withstand the highest loading is 27,260N.

**Keywords:** chain, tensile strength, Finite Element Method, ABAQUS

**Abstrak: Analisis Kekuatan Tarik Rantai Pada Modular Conveyor Dengan Metode Elemen Hingga.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan tarik rantai dengan variasi dimensi pitch, tebal, dan diameter dalam lubang rantai dari alat pemindah bahan modular conveyor dengan metode elemen hingga. Dalam hal ini, penelitian ini telah mendapatkan kekuatan tarik izin atau beban kerja yang aman dari dimensi normal rantai dan juga telah mendapatkan variasi dimensi rantai untuk beban tertinggi. Metode penelitian dilakukan melalui data eksperimental dengan uji tarik, data dari katalog dan metode elemen Hingga (MEH) dengan memakai Soft ware ABAQUS. Variasi dimensi rantai (pitch, tebal plat, diameter dalam lubang) adalah (1) 16 mm, 2 mm, 4mm; (2) 17 mm, 2,5 mm, 5 mm; (3) 18 mm, 1,5 mm, 6 mm; (4) 17mm, 2 mm, 6 mm; dan (5) 18 mm, 2,5 mm, 4 mm. Dari hasil rangkaian analisis, eksperimental, dan analisis metode elemen hingga. Kegagalan pada rantai pertama kali dialami oleh bagian luar dari rangkaian rantai, dan berlanjut pada bagian-bagian rangkaian rantai yang lain. Nilai-nilai antara hasil perhitungan dan simulasi diperoleh tegangan kerja selisihnya sehingga strip dari rantai dinyatakan aman untuk digunakan dalam beban 26.800 N. Kemudian dengan MEH dari berbagai variasi dimensi tebal, diameter dalam rantai, dan pitch menunjukkan bahwa variasi (5) yang mampu menahan beban tertinggi yaitu sebesar 27.260 N.

**Key words:** rantai, tegangan tarik, Metode Elemen Hingga, ABAQUS.

### **PENDAHULUAN**

Dunia perindustrian saat ini terus berkembang dengan pesat seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta inovasi. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan manusia akan kemudahan dan peningkatan efisiensi dalam berbagai bidang.

Industri makanan dan minuman nasional memberikan kontribusi besar terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Oleh karena itu, Kementerian Perindustrian terus mendorong pengembangan industri makanan dan minuman nasional. Pada triwulan I tahun 2015, pertumbuhan industri makanan dan minuman nasional mencapai 8,16% atau

lebih tinggi dari pertumbuhan industri non migas sebesar 5,21%. Sedangkan, pertumbuhan ekonomi nasional mencapai 4,71%.

Sehubungan dengan masalah dan kondisi di atas, perlu untuk mengetahui kendala untuk diatasi dan mengembangkan proses pembuatan serta produktivitasnya. Maka untuk meningkatkan produksi pada industri makanan dan minuman diperlukan keandalan dari mesin-mesin produksi pada industri tersebut. Karena merujuk pada kegiatan proses produksi makanan dan minuman beroperasi selama 24 jam.

Salah satu mesin yang menunjang kelancaran proses produksi adalah dengan menggunakan mesin modulating conveyor yang merupakan bagian dari berbagai macam mesin pemindah bahan (Fayed dan Skocir, 1996). Mesin pemindah bahan merupakan peralatan yang dapat memudahkan pekerjaan manusia mengingat keterbatasan kemampuan tenaga manusia baik itu berupa kapasitas bahan yang akan diangkut maupun keselamatan kerja dari karyawan (Spivankovsky dan Dyachkov, 1966). Menurut Colijn, (1985), pemilihan konveyor yang dapat membantu material berupa beban tumpahan (bulk load) dengan berputarnya poros yang dililiti lempengan plat yang berfungsi sebagai pendorong yang berbentuk ulir (screw) sehingga material *nut* dan *fiber* dapat diangkut dan dipindahkan.

Pembahasan tentang mesin tidak hanya mengenai performa dan efisiensi bahan bakar, melainkan juga terdapat ketangguhan dan daya tahan dari komponen-komponen sebuah mesin yang akan teruji seiring berjalannya waktu. Kekuatan mesin akan terlihat selama pemakaian bertahun-tahun apakah mampu beroperasi sesuai umur teknis yang diharapkan, terlepas terpelihara dengan baik maupun tidak.

Sesuai dengan tujuan untuk memperoleh produktifitas yang sesuai dengan target, maka biasanya mesin produksi diforsir pemakaiannya untuk

mencapai target produksi. Oleh karena itu mesin diharapkan tidak mengalami masalah kerusakan di berbagai partnya, seperti rantai yang putus, motor penggerak yang macet dan lain sebagainya. Fenomena dinamis pada rantai conveyor terdiri atas kecepatan, percepatan, rantai dan beban dinamis pada rantai. Beban maksimal pada sambungan rantai, tekanan dari sambungan rantai bekerja pada arah dari rantai yang menentukan besar keausan dari rantai tersebut (Rachner dkk., 2015).

Langkah-langkah dalam perhitungan rantai plat penghubung meliputi penentuan diameter pin dan tekanan spesifik pada sambungan rantai, penentuan diameter luar dari bush, dan penentuan besar beban lintang dari batang penghubung rantai (link plat). Hubungan panjang rantai dan jarak pusat rantai diukur berdasarkan jumlah pitch. Jarak pusat adalah jarak antara pusat roda rantai (Rachner dkk., 2015)

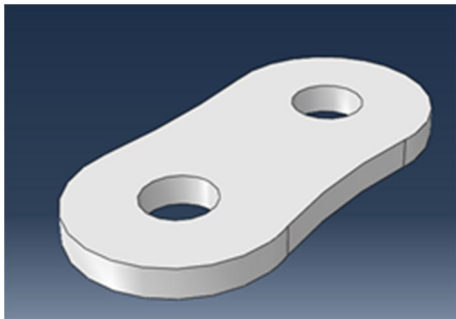
Oleh sebab itu dalam menjamin atau memenuhi maksud di atas maka dilakukan penelitian dengan menganalisis kekuatan part rantai penggerak yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dari proses produksi atau analisis kekuatan tarik rantai pada modular conveyor melalui data eksperimental dengan uji tarik, perhitungan dari data katalog, dan dengan metode elemen hingga (MEH) dengan Soft ware ABAQUS. Sebelumnya Pital dkk., (2016) telah menganalisis kekuatan tarik rantai dengan menggunakan analisis Finite Element.

Dari uraian di atas maka secara detail tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

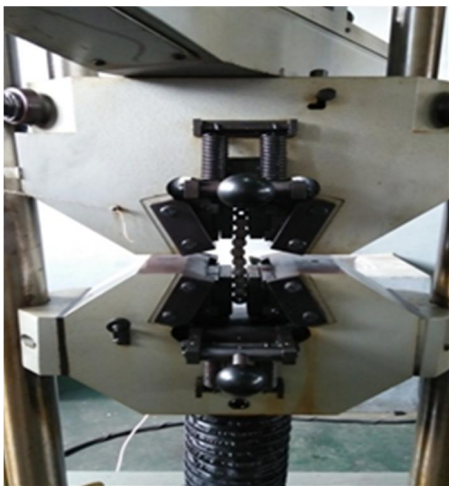
1. Dapat menetapkan besar beban rantai yang aman bekerja pada mesin Modular Conveyor yang digunakan pada PT. Mayora Group.
2. Mendapatkan dimensi rantai dengan variasi pitch, tebal, dan diameter dalam lubang rantai dengan Metode Elemen Hingga yang dapat menahan beban terbesar.

## METODE PENELITIAN

Benda yang diuji adalah *chain drive* dengan menguji kekuatan tariknya, demikian pula data dari katalog dan selanjutnya dianalisis dengan simulasi metode elemen hingga memakai software ABAQUS. Adapun dimensi yang digunakan telah disesuaikan dengan sampel yang diambil (seperti pada gambar 1 dengan dimensi strip  $14,8\text{mm} \times 15,875$  (pitch)  $\times 2\text{mm}$ ). Roller Conveyor Chain atau Bush Conveyor Chain adalah tipe rantai yang biasa digunakan untuk mentransmisikan tenaga mekanik dalam berbagai macam industri dan juga pada mesin-mesin pertanian, Komponen rantai ini tergabung dari bagian-bagian dua roler silinder kecil yang diapit dengan dua plat.

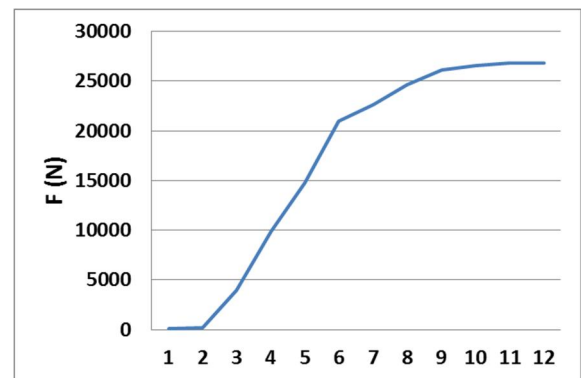


**Gambar 1.** Dimensi strip



**Gambar 2.** Pengujian tarik pada specimen

Spesimen diuji dengan menggunakan Universal Testing Machine. Beban diberikan dari pengaplikasian hydraulic pressure seperti pada gambar 2. Pengujian ini sejalan dengan pengujian tarik pada rantai yang telah dilakukan oleh Jagtap dkk, (2014) dan juga penelitian yang dilakukan oleh Lawate dan Gaiwad, (2015). Tegangan tarik dapat dihitung dengan besarnya beban yang diberikan terhadap luas penampang (Sularso, 1987).



**Gambar 3.** Grafik Hubungan antara gaya dengan deformasi benda uji

Gambar 3 menunjukkan grafik hasil uji tarik pada spesimen gaya (dalam satuan Newton) dengan Displacement (dalam satuan millimeter) dan memperoleh beban maksimum yang dapat ditanggung oleh spesimen sebesar 26.800 N.

Untuk mendapatkan nilai input yang lain, dilakukan pengujian menggunakan spesimen dengan ASTM E-8 standard. Nilai yang dihasilkan dari hasil uji tarik spesimen ASTM E-8 (Table 1).

Permodelan spesimen dibuat dengan menggunakan *software Abaqus/CAE 6.14-1* dan dengan menggunakan software yang sama untuk membuat *mesh*, serta simulasi metode elemen hingga.

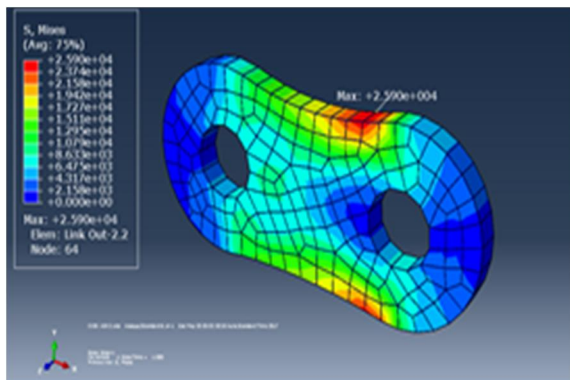
**Tabel 1.** Data hasil uji tarik dengan standard ASTM E-8

Notasi	mm
Tebal Awal ( $b_0$ )	3
Tebal Akhir ( $b_i$ )	2,4
Panjang Awal ( $l_0$ )	57
Panjang Akhir ( $l_i$ )	70,99
Lebar Awal ( $t_0$ )	12,5
Lebar Akhir ( $t_i$ )	11,1

Setelah menginput data yang diperlukan sesuai dengan data pada tabel 1 dan tabel 2 maka didapatkan hasil seperti pada gambar 4.

**Tabel 2.** Input Parameter

INPUT PARAMETERS	
Young's Modulus	8e+05
Poisson's Ratio	0.25
Define By	Components
Coordinate System	Global Coordinate System
X Component	26800 N
Y Component	0. N
Z Component	0. N



**Gambar 4.** Hasil simulasi metode elemen hingga

Adapun prosedur pengambilan data yang dilakukan sebagai berikut:

1. Mengambil bahan sampel serta data-data spesifikasi konveyor di PT. Mayora Group, Gowa.
2. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
3. Membuat benda uji berdasarkan sampel dan data-data yang diperoleh.

4. Melakukan uji tarik terhadap benda uji demenggunakan Tensile Test Machine.
5. Menginput data yang diperoleh dari tes uji tarik ke dalam software.
6. Membuat simulasi dengan software.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah melakukan uji eksperimental dan analisis dengan metode elemen hingga, maka didapatkan visualisasi hasil yang hampir sama.



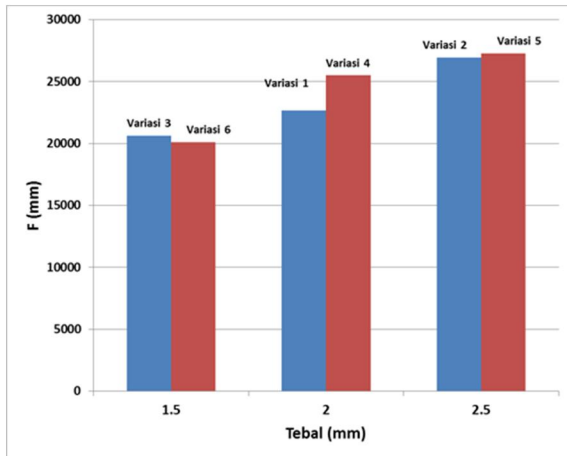
**Gambar 5.** Hasil dari pengujian Tarik

Terlihat pada gambar 5 lokasi terjadinya failure pada spesimen uji mendekati dengan hasil simulasi dengan metode elemen hingga.

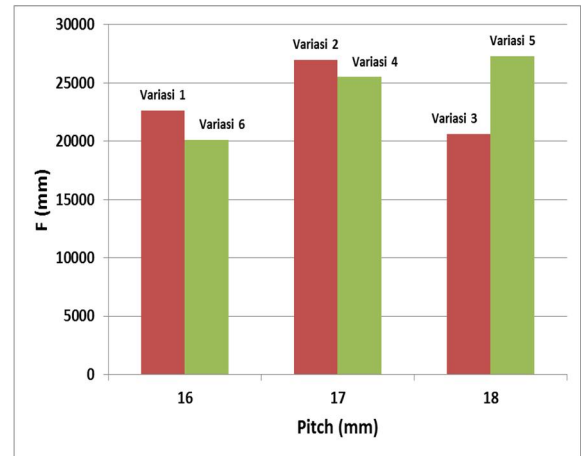
**Tabel 3.** Hasil perhitungan analisis, uji eksperimental, analisis MEH

Tests	Hasil Analisis	Hasil Eksperimental	Hasil Metode Elemen Hingga
Tensile Stress (N/mm <sup>2</sup> )	891,89	905,4	875

Pada tabel 3 menunjukkan hasil dari semua perhitungan dengan selisih ±10% dari nilai tegangan kerja.

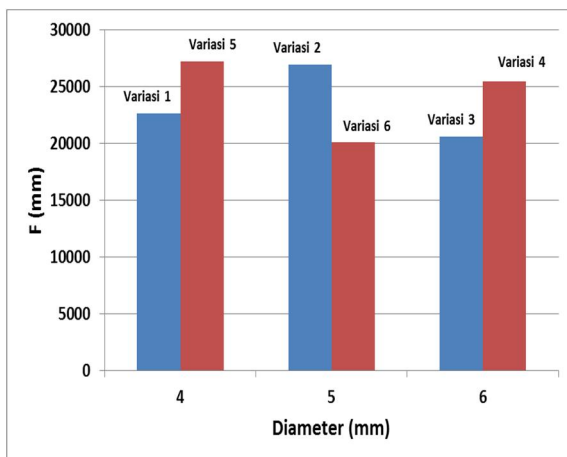


**Gambar 6.** Grafik Hubungan antara tebal dengan gaya maksimum



**Gambar 8.** Grafik Hubungan antara pitch dengan gaya maksimum

Terlihat pada gambar 6, gambar 7, dan gambar 8 yaitu hubungan antara dimensi rantai dengan gaya maksimum yang diperoleh dari hasil simulasi metode elemen hingga, variasi 5 yang menunjukkan hasil tertinggi dengan nilai sebesar 27.260 N, sedangkan variasi 6 yang menunjukkan hasil terendah dengan nilai sebesar 20.090 N.

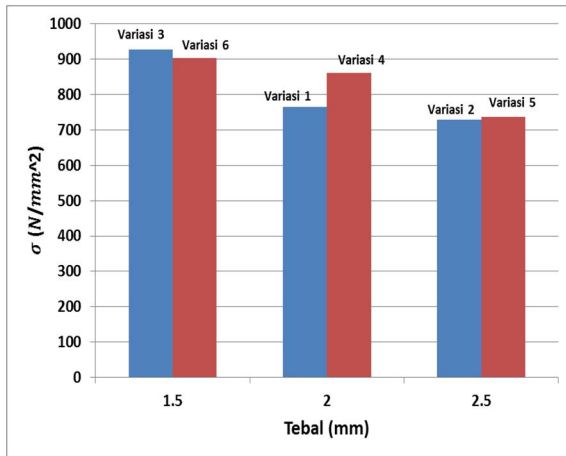


**Gambar 7.** Grafik Hubungan antara diameter dalam rantai dengan gaya maksimum

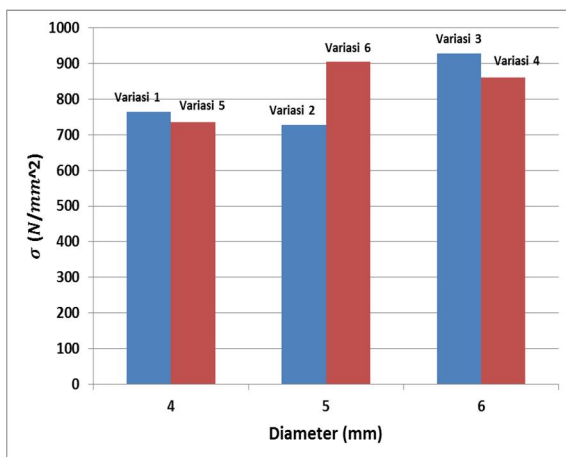
Pengaruh variasi dimensi menyebabkan terjadinya perbedaan beban yang diterima pada setiap variasi. Seperti yang terlihat pada gambar 6 yang menunjukkan hubungan antara tebal dengan gaya maksimum. Variasi 5 dan variasi 2 menghasilkan nilai gaya yang besar dikarenakan tebal dimensinya sebesar 2,5 mm. Berbanding terbalik dengan variasi 3 dan 6 yang menghasilkan gaya yang kecil dikarenakan tebal dimensinya hanya sebesar 1,5 mm.

Perbedaan dimensi diameter sedikit berpengaruh pada nilai gaya maksimum yang diperoleh. Terlihat pada gambar 7 yang menunjukkan hubungan antara diameter dalam rantai dengan gaya maksimum, dimana variasi 5 yang berdiameter paling kecil yaitu sebesar 4 mm menghasilkan gaya maksimum paling besar dibandingkan dengan variasi 3 yang berdiameter 6 mm dan hanya menghasilkan gaya maksimum sebesar 20620 N.

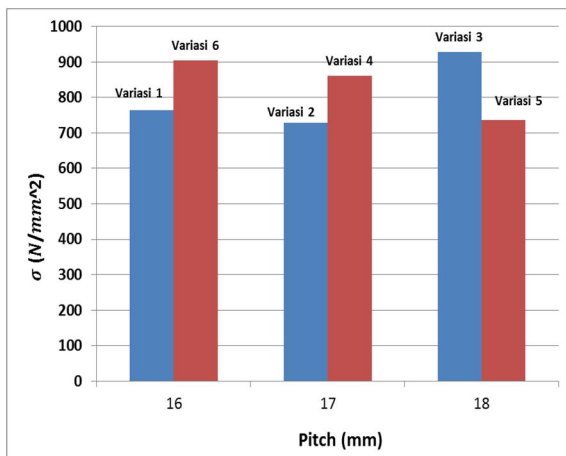
Pada gambar 8 sangat jelas terlihat pengaruh dimensi pitch pada hasil gaya maksimum yang diperoleh. Variasi 5 yang dimensi pitchnya sebesar 18 mm menghasilkan gaya maksimum terbesar dibandingkan dengan variasi 6 yang dimensi pitchnya hanya 16 mm dan menghasilkan gaya maksimum terendah.



**Gambar 9.** Grafik Hubungan antara tebal dengan tegangan tarik maksimum



**Gambar 10.** Grafik Hubungan antara diameter dalam rantai dengan tegangan tarik maksimum



**Gambar 11.** Grafik Hubungan antara pitch dengan tegangan tarik maksimum

Terlihat pada gambar 9, gambar 10, dan gambar 11 yaitu hubungan antara dimensi rantai dengan tegangan tarik maksimum

yang diperoleh dari hasil simulasi metode elemen hingga, variasi 3 yang menunjukkan hasil tertinggi dengan nilai sebesar 928 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan variasi 2 yang menunjukkan hasil terendah dengan nilai sebesar 728 N/mm<sup>2</sup>.

Pengaruh variasi dimensi menyebabkan terjadinya perbedaan beban yang diterima pada setiap variasi. Tetapi, pada perhitungan tegangan tarik maksimum dimensi yang paling berpengaruh adalah tebal. Karena tebal adalah salah satu variabel yang menentukan nilai luas penampang. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 9. Pada grafik diperlihatkan bahwa variasi 3 dan variasi 6 memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan variasi 2 dan variasi 5, ini disebabkan oleh nilai tebal variasi 3 dan variasi 6 hanya 1,5 mm sedangkan variasi 2 dan variasi 5 dimensinya yang paling tebal yaitu 2,5 mm.

### KESIMPULAN

Setelah melakukan serangkaian penelitian maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1 Dari hasil perhitungan analisis, eksperimen, dan analisis metode elemen hingga. Kegagalan pada rantai pertama kali dialami oleh bagian luar dari rangkaian rantai, dan berlanjut pada bagian-bagian rangkaian rantai yang lain.
- 2 Nilai-nilai yang diperoleh dari serangkaian penelitian menunjukkan selisihnya ±10% dari nilai tegangan kerja, jadi *strip* dari rantai dinyatakan aman untuk digunakan dalam beban 26.800 N. Setelah dilakukan analisis metode elemen hingga dengan berbagai variasi dimensi tebal, diameter dalam rantai, dan pitch. Menunjukkan bahwa variasi 5 yang mampu menahan beban tertinggi yaitu sebesar 27260 N, dan variasi 3 yang menghasilkan  $\sigma_{max}$  terbesar yaitu 928 N/mm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

- Colijn H., 1985. *Mechanical Conveyor for Bulk Solids*. New York, NY: Elsevier Science Publishing Co., Inc.
- Fayed M., dan Skocir T. S., 1996. *Mechanical Conveyor: Selection and Operation*. McGraw-Hill. New York.
- Jagtap M.D., Gaikwad B. D., dan Pawar P.M., 2014. *Study of Roller Conveyor Chain Strip Under Tensile Loading*. International Journal of Modern Engineering Research (IJMER), Vol. 4 (5).
- Lawate, D., dan Gaikwad, B.D, 2015. *Design of Cane Carrier Roller Conveyor Chain of 150mm Pitch and Testing Under UTM*. International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology (IJIERT). Vol 2 (5).
- Pisal N.S., Khot V. J., dan Kulkarni S. S., 2016. *Design and Development of Motorcycle Chain Links By Using C.A.E. Software*, International Journal of Scientific Research and Management Studies (IJSRMS). Vol. 2 (4). 175-183
- Rachner H.G., Niemann G., Zolner H., dan Normen D., 2014. *Chain Engineering: Design and Construction Examples of Calculation*. Albert-Roßhaupter-Strasse. Muenchen.
- Spivankovsky dan Dyachkov., 1966. *Conveyor and Related Equipment*. Central Books Ltd., Dagenham.
- Sularso, dan Kiyukatso S., 1987. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Pradnya Paramitha, Jakarta.