

PENGARUH VARIASI WAKTU DAN SUHU TERHADAP KEKUATAN TARIK *BELT CONVEYOR (2-PLY 1-STEP)* PADA PENYAMBUNGAN SISTEM PANAS

Ahmad Amril N.¹, A. Syuhri², M. Fahrur Rozy H²

¹ Alumni Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email: ahsyuhri@yahoo.co.id

ABSTRACT

Industry of manufacture continued to increase in line with developments in science and technology. Using belt conveyor to transport materials can't be separated in the industrial world. One of the problems that often occur in conveyor belt is a belt tear or break in the connection. This study aims to determine the best tensile strength in the process of joining belt with hot splicing method, by varying the times (20, 30, 40 minutes) and heating temperature (100, 150, 170 °C) in the process of these connections. The results showed that the best tensile strength is obtained at a temperature of 130 °C and a time of 40 minutes, that is equal to 0.638 MPa.

Keywords: Conveyor belt, splicing, hot splicing, tensile strength

PENDAHULUAN

Industri manufaktur terus meningkat sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, hal tersebut dapat dilihat dari peningkatan hasil produksi. Menurut Badan Pusat Statistik (2014), pertumbuhan produksi industri manufaktur besar dan sedang triwulan II tahun 2014 naik sebesar 4,57 persen (y-on-y) terhadap triwulan II tahun 2013. Kenaikan tersebut terutama disebabkan naiknya produksi industri mesin dan perlengkapan naik 12,05 persen. Peningkatan hasil produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi [1].

Dalam suatu proses produksi, tidak lepas dari alat transportasi material untuk memperlancar *loading* di setiap tahapan produksi. Ada banyak alat transport yang ada dan mendukung proses produksi, salah satunya *belt conveyor*.

Belt Conveyor pada dasarnya merupakan peralatan yang cukup sederhana. Alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada *belt conveyor* ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan misalnya dari karet, plastik, kulit ataupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Karakteristik dari *belt conveyor* yaitu dapat beroperasi secara mendatar maupun miring dengan sudut maksimum sampai dengan 18°, sabuk disanggah oleh plat *roller* untuk membawa bahan, kapasitas tinggi, serba guna, dapat beroperasi secara *continue*, kapasitas dapat diatur, kecepatannya sampai dengan 600ft/m [2].

Pemeliharaan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Oleh karena itu pemeliharaan terhadap *belt* yang merupakan salah satu

komponen utama *belt conveyor* perlu dilakukan agar tidak terjadi sobek dan putusnya *belt* [3]. Untuk menangani permasalahan tersebut dilakukan penyambungan *belt conveyor*, salah satu metode penyambungan *belt* adalah dengan menggunakan metode *hot splicing*.

Splicing rubber adalah sistem penyambungan *rubber belt* yang dipakai dalam menyatukan dua bagian ujung dari *rubber belt* yang terputus atau akan disatukan dan membentuk kekuatan pengeleman (adhesi) antara 2 bagian *rubber belt* [4].

Hot splicing adalah proses penyambungan *belt conveyor* yang proses vulkanisasinya dengan cara di- panaskan dengan menggunakan 1 set *heating platen* dengan *pressure bag* atau menggunakan modul *hydraulic* [4].

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dan deskriptif. Penelitian kuantitatif menekankan analisisnya pada data-data numerik. Dengan metode kuantitatif akan diperoleh signifikansi perbedaan kelompok atau signifikansi hubungan antar variabel yang diteliti. Sedangkan penelitian deskriptif melakukan analisis hanya sampai pada taraf deskripsi yaitu menganalisis dan menyajikan fakta secara sistematis sehingga dapat lebih mudah untuk dipahami dan disimpulkan [5].

Penelitian pada sambungan *belt conveyor* ini menggunakan material :

1. *Belt* tipe EP-100 2-Ply dengan tebal *top cover* dan *bottom cover* 1.5,
2. Lem tipe STL-RF4 *Rema Tip Top*,
3. Kompon karet (kanisir).

Variabel bebas pada percobaan ini adalah variasi suhu dari 130°C, 150°C, 170°C serta waktu pemanasan sambungan 20, 30, 40 menit. Sedangkan variabel terikat dari percobaan ini adalah hasil perhitungan kekuatan tarik sambungan *belt conveyor*.

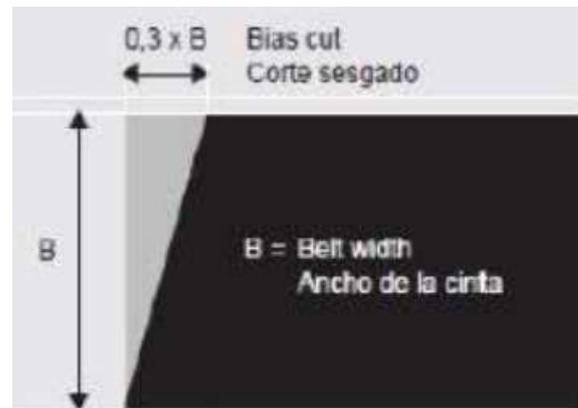
Pada penelitian ini proses penyambungan *belt* dilakukan dalam 14 tahapan yaitu:

1. Pemotongan *belt* dengan p x l (100 mm x 25 mm),
2. Penandaan *bias cut* (0.3 x lebar *belt*) atau sekitar 16°,
3. Penggambaran panjang *step* dan sudut biasanya,
4. Pemotongan kedua ujung *belt* sepanjang sudut sambungan (0.3 x lebar *belt*),
5. Pemotongan *top cover* dan *ply* pertama pada kedua tepi *belt* hingga bertemu dengan *ply* kedua,
6. Proses pengasaran (*buffing*) pada permukaan karet yang akan direkatkan,
7. Pembersihan permukaan sambungan dari debu karet,
8. Proses pengepasan kedua ujung sambungan apakah bagian – bagian tersebut pas antara satu dengan yang lainnya,
9. Penimbangan lem seberat 0.6 g sebanyak dua kali, untuk kedua permukaan sambungan,
10. Proses pengeleman pada permukaan sambungan dilakukan 2 kali dengan jeda waktu 2 menit, pengeleman pertama fungsinya untuk menutupi pori – pori permukaan *belt* yang akan direkatkan, sedangkan pengeleman kedua berfungsi untuk menyatukan *belt* dengan lem,
11. Menutupi permukaan sambungan dengan kompon karet (kanisir) seluas area sambungan,
12. Menyatakan kedua ujung *belt* secara bersamaan, *check* ujung tepian *fabric* dari masing – masing *belt* hingga posisi *ply* benar – benar *match* tanpa adanya *over lapping*.
13. Proses pengerolan pada permukaan sambungan, guna menghindari udara terjebak atau *blister*, dilakukan sebanyak 5 kali,
14. Proses pemukulan bagian sambungan dengan palu karet agar ikatan sambungan lebih merekat, dilakukan sebanyak 5 kali,

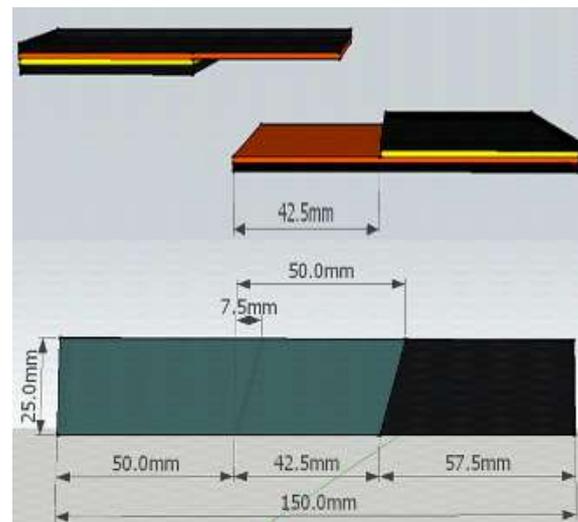
Setelah dilakukan proses penyambungan kemudian dilakukan proses-proses selanjutnya, yaitu proses pemanasan sambungan :

1. Suhu pada sambungan diukur dengan *thermocouple* dan diatur suhunya menggunakan *termokontrol* untuk menjaga agar suhu dalam kondisi tetap.
2. Panas secara konduksi tersebut dilakukan selama (20, 30, 40 menit), dengan suhu (130, 150, 170°C). Toleransi suhu $\pm 5^\circ\text{C}$.
3. Penekanan yang digunakan saat proses pemanasan sambungan adalah 0.5 Kg tiap spesimen.
4. Spesimen uji didinginkan secara perlahan, dengan cara mendinginkan *belt* dalam posisi masih terjepit *heater* selama 2 jam.

Jumlah perlakuan pada penelitian ini adalah 9, dengan (r) ulangan sebanyak 3 kali, sehingga menghasilkan 27 spesimen uji. Kemudian dilakukan pengujian kekuatan tarik sambungan menggunakan *Universal Machine Testing Merk ESSOM TM-113* (30 KN) sesuai standar ASTM D3039 [6], dengan pengambilan data yaitu beban tertinggi pada *display* mesin uji tarik sebelum kegagalan. Selanjutnya data hasil pengujian kekuatan tarik diproses dengan statistik eksperimen faktorial menggunakan *software SPSS 16.0*.



Gambar 1. Penandaan *bias cutt* [7]



Gambar 2. Panjang *step* dan sudut *bias*.



Gambar 3. Proses pemanasan *belt*



Gambar 4. Pengujian tarik sambungan belt

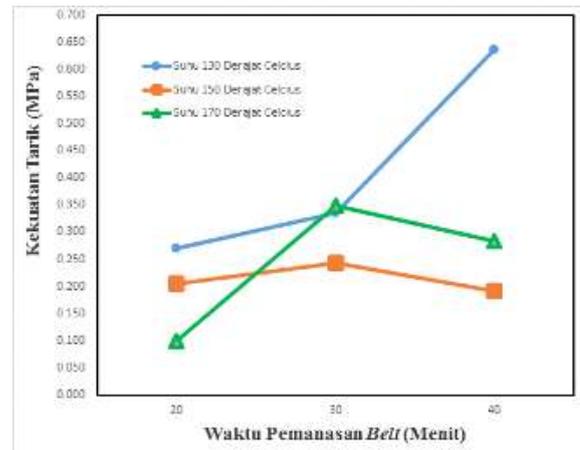
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Perhitungan Kekuatan Tarik Total dan Rata-rata

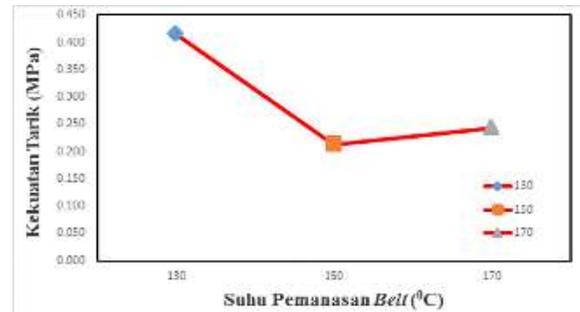
Suhu Pemanasan (°C)	r	Waktu Pemanasan (menit)			Rata-rata
		20	30	40	
130	1	0.257	0.336	0.533	1.126
	2	0.375	0.375	0.375	1.125
	3	0.178	0.296	0.296	1.480
Jumlah		0.810	1.007	1.914	3.731
Rata-rata		0.270	0.336	0.638	1.244
150	1	0.060	0.375	0.178	0.613
	2	0.257	0.178	0.217	0.652
	3	0.296	0.178	0.178	0.652
Jumlah		0.613	0.731	0.573	1.917
Rata-rata		0.204	0.244	0.191	0.639
170	1	0.099	0.296	0.139	0.534
	2	0.060	0.415	0.217	0.692
	3	0.139	0.336	0.494	0.969
Jumlah		0.298	1.047	0.850	2.195
Rata-rata		0.099	0.349	0.283	0.732

Tabel 2. ANOVA Kekuatan Tarik Sambungan Belt Conveyor ($\alpha = 0,05$)

SK	db	JK	KT	F-hit	Sig.	Keterangan
Perlakuan	8	0.548	0.069	3.269	0.018	<u>Signifikan</u>
Suhu	2	0.212	0.106	5.059	0.018	<u>Signifikan</u>
Waktu	2	0.150	0.075	3.576	0.049	<u>Signifikan</u>
Interaksi	4	0.186	0.047	2.221	0.108	<u>Tidak signifikan</u>
Galat	18	0.377	0.021			
Total	26	0.926				



Gambar 4. Grafik hubungan antara waktu terhadap perhitungan kekuatan tarik dengan suhu pemanasan 130, 150, 170°C



Gambar 5. Grafik hubungan antara suhu terhadap perhitungan kekuatan tarik

Kekuatan Tarik Sambungan Belt

Berdasarkan tabel.2, dengan bantuan software SPSS 16.0 pada metode RAL (Rancangan Acak Lengkap) 2 faktorial didapatkan sumber keragaman (SK) suhu, dengan nilai $\alpha = 0,05$ dapat dilihat bahwa nilai Sig pada “Suhu” lebih kecil dari pada nilai α ($0.018 < 0,05$). Dari pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa terdapat pengaruh signifikan beberapa variasi suhu pemanasan belt terhadap kekuatan tarik sambungan atau tolak H_0 dan terima H_1 .

Pada sumber keragaman (SK) waktu, dengan nilai $\alpha = 0,05$ dapat dilihat bahwa nilai Sig pada “Waktu” lebih kecil dari pada nilai α ($0.049 < 0,05$). Dari pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa terdapat pengaruh signifikan beberapa variasi waktu

pemanasan *belt* terhadap kekuatan tarik sambungan atau tolak H_0 dan terima H_1 .

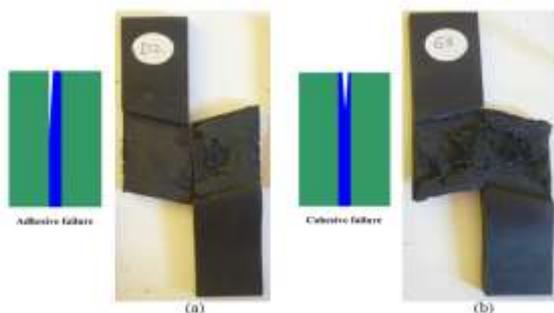
Pada sumber keragaman (SK) Interaksi, dengan nilai $\alpha = 0,05$ dapat dilihat bahwa nilai Sig pada "Interaksi" lebih besar dari pada nilai α ($0.108 < 0,05$). Dari pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi yang signifikan antara faktor suhu dengan variasi waktu pemanasan terhadap kekuatan tarik sambungan *belt* atau terima H_0 dan tolak H_1 .

Dari keseluruhan data pada tabel.2, dapat disimpulkan bahwa interaksi antara keduanya berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan *belt* yang tidak berbeda secara nyata berdasarkan *software* SPSS. Sedangkan ketiga macam variasi waktu dan suhu pemanasan berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan *belt* secara nyata. Dengan kata lain, kedua parameter diatas atau interaksi dari keduanya hanya dua yang lebih berpengaruh, yaitu suhu dan waktu pemanasan *belt* (vulkanisasi).

Dari tabel.1 dapat disimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi berada pada suhu 130°C pada waktu pemanasan 40 menit, dengan nilai kekuatan tarik sebesar 0.638 MPa. Sedangkan kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* mengalami penurunan yang tajam pada suhu 170°C pada waktu pemanasan selama 20 menit, dengan nilai kekuatan tarik sebesar 0.099 MPa.

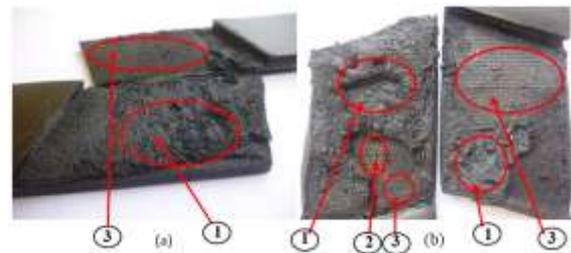
Menurut (Ompusunggu, 1987) [8] karet alam memiliki temperature penggunaan yang paling tinggi sekitar 99°C , melunak pada suhu 130°C dan terurai sekitar 20°C . Hal ini yang mendasari kenapa pada suhu 130°C kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* meningkat, karena pada suhu 130°C gaya adhesi atau *interlocking* antara molekul *belt* di permukaan dengan molekul perekat sudah tercapai. Sedangkan pada suhu 170°C gaya adhesi antara molekul *belt* dengan perekat juga sudah tercapai, namun *belt* dan kompon karet meleleh, hal ini disebabkan karena *belt* dan kompon karet telah mendekati fasa cair, mengingat karet alam melunak pada suhu 130°C terurai sekitar 200°C .

Setelah pengujian tarik, kondisi morfologi sambungan *belt* meliputi berbagai bentuk kegagalan perekat. Melalui kondisi morfologi tersebut dapat menjelaskan mengenai fenomena pemanasan saat penyambungan. Selama pengujian yang dilakukan oleh penulis, bentuk kegagalan perekat kurang lebih sama dengan bentuk kegagalan yang di kemukakan oleh Dr. Dimitri Kopeliovich (2014) [9] :



Gambar 6. Bentuk kegagalan ikatan perekat, (a) suhu pemanasan 130°C dan 150°C , (b) suhu pemanasan 170°C

Dari gambar 6, terdapat dua jenis kegagalan ikatan perekat yang perlu dipahami. *Adhesive failure* atau kegagalan adhesive adalah kegagalan antarmuka yang mengakibatkan pemisahan salah satu substrat dari lapisan perekat (suhu pemanasan 130°C dan 150°C). Sedangkan *Cohesive failure* atau yang biasa disebut sebagai kegagalan kohesiv adalah kegagalan internal dari lapisan perekat yang mengakibatkan perekat menjadi terbelah (suhu pemanasan 170°C).



Gambar 7. Bentuk fisik sambungan *belt* setelah dilakukan pengujian tarik, (a) suhu pemanasan 130°C dan 150°C , (b) suhu pemanasan 170°C (keterangan 1. kompon karet; 2. *ply* atau penguat; 3. karet *belt*)

Dari gambar 7, terlihat bahwa pada pemanasan 170°C kompon karet mengalami kegagalan kohesif, sedangkan pada pemanasan 130°C dan 150°C kompon karet mengalami kegagalan adhesive atau kegagalan antarmuka. Dari fenomena diatas dapat disimpulkan bahwa salah satu penyebab turunnya kekuatan tarik pada suhu 170°C adalah kegagalan kohesiv yang terjadi pada kompon karet akibat tingginya suhu yang diberikan saat proses pemanasan.



Gambar 8. Bentuk fisik karet *belt* setelah dilakukan proses pemanasan, (a) suhu pemanasan 130°C dan 150°C , (b) suhu pemanasan 170°C

Dari gambar 8, terlihat jelas bahwa karet *belt* pada pemanasan 170°C mulai meleleh, karena pada suhu tersebut karet *belt* sudah mendekati fasa cair yaitu sekitar 200°C , sedangkan pada suhu 130°C karet *belt* dalam keadaan normal, karena pada suhu 130°C karet *belt* hanya mengalami proses pelunakan.

Faktor – faktor yang mempengaruhi kegagalan pada gambar 6, 7, dan 8 diatas meliputi : (a) proses pengeleman dan pemukulan sambungan yang kurang merata mengakibatkan kegagalan antar muka, (b) proses pemanasan sambungan yang kurang matang juga dapat mengakibatkan kegagalan salah satu substrat dari lapisan perekat, dengan kata lain *interlocking* bahan belum tercapai, (c) suhu pemanasan sambungan yang sangat tinggi

mengakibatkan kompon karet terlalu matang, akibatnya kompon karet mengalami kegagalan kohesiv.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan penelitian serta analisis data hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* tertinggi berada pada suhu 130°C pada waktu pemanasan 40 menit, yaitu sebesar 0.638 MPa. Sedangkan kekuatan tarik mengalami penurunan yang tajam pada suhu 170°C pada waktu pemanasan 20 menit, dengan nilai kekuatan tarik sebesar 0.099 MPa.
2. Kondisi sambungan terbaik berada pada suhu 130°C pada waktu pemanasan 40 menit, dengan jenis kegagalan adhesiv (*adhesive failure*) yang terjadi pada ikatan perekat.
3. Waktu pemanasan sangatlah berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik sambungan *belt conveyor*.
4. Semakin tinggi suhu pemanasan, semakin kecil kekuatan tarik yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena kompon karet dan karet *belt* hanya dapat menerima panas sampai suhu 150°C, dan mengalami pelelehan pada suhu 170°C.

Saran yang dapat penulis sampaikan pada penelitian selanjutnya adalah:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk jenis *belt* yang akan disambung, guna mengetahui suhu dan waktu yang tepat pada proses penyambungan *hot splicing*.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk jenis sambungan yang akan digunakan.
3. Penelitian tentang sambungan *belt conveyor* perlu dikembangkan, guna meningkatkan lama pakai dari sambungan tersebut, mengingat pentingnya *belt conveyor* dalam dunia industri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. 2014. *Berita Resmi Statistik No. 60/08/Th. XVII*. Jakarta : Badan Penerbit Badan Pusat Statistik.
- [2] Siregar, Fauzi. 2004. *Alat Transportasi Benda Padat*. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- [3] Assauri, Sofyan. 2004. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta : Lembaga Fakultas Ekonomi UI.
- [4] PT. Ytl Jawa Timur. 2001. *Pengetahuan Dasar Rubber Splice*. Jakarta : Summa Learning Center.
- [5] Dharminto. 2014. *Metode Penelitian dan Penelitian Sampel*. Retrieved 22 maret 2014, from http://eprints.undip.ac.id/5613/1/METODE_PENELITIAN-dharminto.pdf. [13 Februari 2015].
- [6] American Society for Testing and Materials (ASTM). *Standard Test Methods for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*. ASTM D 3039.
- [7] PT. Ytl Jawa Timur. 2001. *Conveyor System Ops. & Maintenance*. Jakarta : Summa Learning Center.

- [8] Ompusunggu, M. 1987. *Pengetahuan Lateks Havea*. Sungei Putih, Medan : Lembaga Pendidikan Perkebunan (LPP).
- [9] Kopeliovich, Dr. Dmitri. (3 mei 2014). *Fundamentals of adhesive bonding*. diperoleh dari http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=fundamentals_of_adhesive_bonding [4 April 2015].
- [10] Universitas Jember. 2012. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Edisi Ketiga. Jember: Jember University Press.