



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

SKRIPSI

Oleh
Ahmad Amril Nurman
NIM 111910101049

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



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

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Ahmad Amril Nurman

NIM 111910101049

**PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayah dan Ibu tercinta yang senantiasa memberikan semangat, dorongan, kasih sayang, dan pengorbanan yang tidak kenal lelah hingga saat ini serta doa yang tiada hentinya beliau haturkan dengan penuh keikhlasan hati;
2. Adikku Ahmad Widi Santoso dan Ahmad Nanda Aulia Rohman yang selalu memberi semangat lewat senyum mereka;
3. Sahabat kecilku di Desa Kramat Kecamatan Duduk Sampeyan Gresik yang aku banggakan Alm. Afriyanto, Alm. Yonky Firmansyah, Rizqi Rajiv Effendi, Khoirul Anam, Neneng Nakfidloh, Ziyanatul Walidah, Aslikhatunnisa', Eva Rosiana Dewi, Ziyadaturrofi'ah ;
4. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang senantiasa menularkan ilmunya, semoga menjadi ilmu yang bermanfaat dan barokah dikemudian hari. Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M. T. selaku Dosen Pembimbing Utama, bapak M Fahrur Rozy H., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang selalu memberikan saran dan arahan yang sangat membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini. Bapak Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan bapak Ir. FX. Kristianta, M.Eng. selaku Dosen Penguji anggota yang telah banyak sekali saran dan berbagai pertimbangan menuju ke arah yang benar dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Saudaraku TM 11 UJ yang senantiasa memberikan motivasi dan semangat selama perkuliahan hingga saat ini dan semoga akan selalu menjadi “DULUR SAK LAWASE”. Semoga kalian semua mendapatkan yang terbaik dan barokah-NYA.
6. Bapak Moh. Ma'ruf Ali pemilik CV. Altech Indo Prima Megah yang memberikan kesempatan untuk menimba ilmu mengenai sambungan *belt conveyor*.
7. Serta civitas akademik baik dilingkungan UNEJ maupun seluruh instansi pendidikan, perusahaan dan lembaga terkait.

MOTTO

In ahsantum ahsantum li-anfusikum, wa ina as'tum falaha.

“Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik bagi dirimu sendiri, dan jika kamu berbuat jahat, maka kejahatan itu untuk dirimu sendiri.”

(terjemahan Surat Al-Isra' ayat 7)^{*)}

"Dan kami perintahkan kepada manusia (agar berbuat baik) kepada kedua ibu bapaknya, ibunya yang telah mengandungnya dalam keadaan lemah yang semakin lemah, dan menyusukannya selama dua tahun. Bersyukurlah kepadaKu dan kepada dua orang ibu bapakmu, hanya kepada-Ku-lah kembalimu."

(terjemahan Surat Luqman ayat 14)^{*)}

"Keberhasilan ditentukan oleh 99% perbuatan dan hanya 1% pemikiran."

(Albert Einstein)^{**)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo

^{**)} Albert Einstein. 2014. *TEDGlobal 2012*. Inggris: *Theguardian Winner Of The Pulitzer Price 2014*.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Ahmad Amril Nurman

NIM : 111910101049

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “PENGARUH VARIASI WAKTU DAN SUHU TERHADAP KEKUATAN TARIK *BELT CONVEYOR (2-PLY 1-STEP)* PADA PENYAMBUNGAN SISTEM PANAS” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 2015

Yang menyatakan,

(Ahmad Amril Nurman)

NIM 111910101049

SKRIPSI

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

Oleh

Ahmad Amril Nurman
NIM 111910101049

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Ahmad Syuhri, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : M. Fahrur Rozy H, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Waktu Dan Suhu Terhadap Kekuatan Tarik *Belt Conveyor (2-Ply 1-Step)* Pada Penyambungan Sistem Panas” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : , 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Ir. Ahmad Syuhri, M. T.
NIP 19670123 199702 1 001

Anggota I,

Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T.
NIP 19600812 199802 1 001

Sekretaris,

M Fahrur Rozy H., S.T., M.T.
NIP 19800307 201212 1 003

Anggota II,

Ir. FX. Kristianta, M.Eng.
NIP 19650120 200112 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Pengaruh Variasi Waktu Dan Suhu Terhadap Kekuatan Tarik *Belt Conveyor* (2-Ply 1-Step) Pada Penyambungan Sistem Panas ; Ahmad Amril Nurman, 111910101049; 2015; 77 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

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*.

Dalam penelitian ini, difokuskan tentang peningkatan nilai kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* tipe EP-100 2-ply. Variasi yang digunakan adalah waktu pemanasan sambungan *belt* yaitu 20, 30, 40 menit, dan suhu pemanasan 130, 150, 170 °C.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember untuk proses pembuatan spesimen dan pengujian kekuatan tarik sambungan *belt*.

Dari hasil penelitian didapat nilai kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* tertinggi berada pada suhu 130 °C pada waktu pemanasan 40 menit, yaitu sebesar 0.638 MPa, dan kekuatan tarik terendah pada suhu 170 °C pada waktu pemanasan 20 menit, dengan nilai kekuatan tarik sebesar 0.099 MPa.

SUMMARY

The Effect Of Time And Temperature Variation To Tensile Strength Of Belt Conveyor (2-Ply 1-Step) In Thermal System Joint; Ahmad Amril Nurman, 111910101049; 77 Pages; *Mechanical Engineering Department of Engineering Faculty, University of Jember.*

Rubber Splicing is rubber belt splicing system used in joint two end parts of the rubber belt which is served or will be joined and to form the strength of adhesive bonding (adhesion) between two parts of rubber belt.

In this research, focused about the increase in tensile strength value of the conveyor belt splicing EP-100 2-ply type. The variation used in this research is the time of heating belt splicing that are 20, 30, 40 minutes, and the heating of temperature are 130, 150, 170 °C.

This research was conducted at the Design and Materials Testing Laboratory, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember to the process of fabrication and testing the tensile strength of belt splicing specimens.

The result is a tensile strength values were highest conveyor belt splicing at a temperature in point 130 °C and at heating time in point 40 minutes that is equal to 0.638 MPa. In other side, the lowest tensile strength at a temperature in point 170 °C and in point 20 minutes of heating time, with a tensile strength of 0.099 MPa.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Waktu Dan Suhu Terhadap Kekuatan Tarik *Belt Conveyor (2-Ply 1-Step)* Pada Penyambungan Sistem Panas”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia yang tidak pernah henti dapat penulis rasakan setiap detik dalam hidup ini.
2. Ayah dan Ibu tercinta Masy Hadi dan Mahillawati yang selalu mengajarkan pelajaran hidup yang tidak kenal lelah, kasih sayang, perhatian, materi, serta yang utama adalah doa yang selalu beliau haturkan setiap saat.
3. Adikku Ahmad Widi Santoso dan Ahmad Nanda Aulia Rohman yang selalu memberi semangat lewat senyum mereka.
4. Sahabat kecilku di Desa Kramat Kecamatan Duduk Sampeyan Gresik yang aku banggakan Alm. Afriyanto, Alm. Yonky Firmansyah, Rizqi Rajiv Effendi, Khoirul Anam, Neneng Nakfidloh, Ziyanatul Walidah, Aslikhatunnisa', Eva Rosiana Dewi, Ziyadaturrofi'ah
5. Bapak Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M. T. selaku Dosen Pembimbing Utama, bapak M Fahrur Rozy H., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
6. Bapak Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan bapak Ir. FX. Kristianta, M.Eng. selaku Dosen Penguji anggota yang telah banyak sekali memberikan saran dan berbagai pertimbangan menuju ke arah yang benar dalam penulisan skripsi ini;

7. Bapak Dosen Universitas Jember khususnya Jurusan Teknik Mesin yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
8. Saudaraku Teknik Mesin 11 universitas jember Ihsan, Asrofi, Doni, Musleh, Aris, Rudin, Abid, Imron, Malik, Arief, Yunus, Sadam, Rian, Bangkit, Mirza, Anugrah, Febri, Wildan, Angga, Novan, Pemi, Riza, Agung Sabun, Aang, Anas, Irsyad, Jupri, Anton, Agung, Mar'iy, Rizki, Aris, Fian, Ika, Farihen, Rofiq, Sigit, Mukri, Romi, Dani, Halim, Mahfud, Rizal, Sujat, Hegar, Gundul, Yohanes, Ario, Aisyah, Yurike, Novia, Haqi, Agus, Kahlil, Patek, dll yang selalu mengartikan arti pengorbanan, dan pelajaran hidup yang begitu menarik. semoga kita akan selalu menjadi "DULUR SAK LAWASE". Semoga kalian semua mendapatkan yang terbaik dan barokah dari-NYA.
9. Saudaraku Teknik UJ yang memberikan kebahagiaan, emosi, kesedihan, pengertian dan semangatnya untukku;
10. Bapak Moh. Ma'ruf Ali pemilik CV. Altech Indo Prima Megah yang memberikan kesempatan untuk menimba ilmu mengenai sambungan *belt conveyor*.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat

Jember, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
PEMBIMBING	v
PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	2
1.4.1 Tujuan	2
1.4.2 Manfaat	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Belt Conveyor	3
2.2 Prinsip Kerja Belt Conveyor	3
2.3 Bagian-Bagian Belt Conveyor	4
2.4 Belt	4

2.4.1 <i>Fabric Belt</i>	5
2.4.2 <i>Steel Cord Belt</i>	6
2.5 Bagian-bagian Belt	6
2.5.1 <i>Cover Rubber</i>	6
2.5.2 <i>Reinforcement</i>	7
2.5.3 <i>Tie Rubber</i>	7
2.6 Karet Alam	8
2.7 Permasalahan <i>Belt Conveyor</i>	10
2.8 Penyambungan <i>Belt Conveyor</i>	12
2.8.1 <i>Belt Splicing</i>	12
2.8.2 Panjang Sambungan	12
2.8.3 Tipe Penyambungan	15
2.8.4 Perbedaan Mendasar <i>Cold</i> dan <i>Hot Splice</i>	15
2.8.5 <i>Cold Splicing</i> (Penyambungan Dingin)	15
2.8.6 <i>Hot Splicing</i> (Penyambungan Panas)	16
2.9 Sambungan <i>Adhesive</i>	17
2.9.1 Tipe – tipe <i>Adhesive</i>	18
2.9.2 Teori Perlekatan	19
2.9.3 Faktor-faktor yang Menentukan Kekuatan Ikatan Perlekat ..	21
2.9.4 Distribusi Tegangan	21
2.9.5 Kegagalan Ikatan Perlekat	22
2.9.6 Kelebihan dan Kekurangan pada Sambungan <i>Adhesive</i>	23
2.10 Karakterisasi	24
2.10.1 Pengujian Tarik Material Komposit	24
2.11 Hipotesis	26
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian	27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	27

3.3.1	Alat.....	27
3.3.2	Bahan	29
3.4	Variabel Penelitian	31
3.4.1	Penetapan Variabel Terikat dan Variabel Bebas	31
3.5	Diagram Alir Penelitian	32
3.6	Prosedur Pembuatan Spesimen	33
3.7	Pengambilan Data	40
3.8	Metode Pengujian	43
3.8.1	Eksperimen 2 Faktorial	43
3.9	Analisis Data	48
3.10	Rencana Jadwal Penelitian	48
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1	Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Sambungan <i>Belt Conveyor</i>	49
4.2	Analisis dan Hasil Penelitian	50
4.3	Pembahasan.....	51
BAB 5.	PENUTUP	59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
2.1 Prinsip Kerja <i>Belt Conveyor</i>	3
2.2 Bagian-Bagian <i>Belt Conveyor</i>	4
2.3 <i>Fabric Belt</i>	5
2.4 <i>Steel Cord Belt</i>	6
2.5 Bagian - bagian belt	8
2.6 Karet Alam	9
2.7 Panjang Sambungan	13
2.8 Jumlah Ply dan Cara Penyambungannya	14
2.9 Cara Penyambungan	14
2.10 Proses vulkanisasi	17
2.11 Struktur sambungan perekat	18
2.12 (a) Adisif Pasta (<i>Paste</i>), (b) Adisif tape (<i>lilitan</i>), (c) Adisif Cair (<i>Liquid</i>), (d) Adisif Film (<i>Film</i>), Adisif Pelet (<i>Pellets</i>)	18
2.13 Teori perekatan	20
2.14 Jenis generik sendi <i>lap</i>	22
2.15 Kegagalan ikatan perekat	22
2.16 Standar persiapan sampel uji ASTM D 3039	24
2.17 Uji Tarik <i>Belt</i>	25
3.1 Kabel <i>Termocouple</i>	27
3.2 Thermocontrol	28
3.3 <i>Heater</i>	28
3.4 Penggaris	28
3.5 <i>Pincer</i>	29
3.6 Gerinda	29
3.7 Dimensi Spesimen	30

3.8 Kompon karet vulkanisir	31
3.9 Diagram Alir Penelitian	32
3.10 Ukuran spesimen	33
3.11 Sudut bias	33
3.12 Panjang <i>step</i> dan sudut bias	34
3.13 Pemotongan <i>bias cut</i>	35
3.14 Proses pengupasan <i>Top Cover</i>	35
3.15 Pemotongan permukaan <i>belt</i> kedua	35
3.16 Pengepasan <i>belt</i> pertama dengan kedua	36
3.17 Proses pengasaran karet yang terdapat <i>fabric</i>	36
3.18 Pengepasan sambungan <i>belt</i>	36
3.19 Proses pengeleman pertama	37
3.20 Proses pengeleman kedua	37
3.21 Proses penyatuan kedua <i>belt</i>	37
3.22 Proses perekatan <i>belt</i> dengan bantuan palu karet	38
3.23 Proses perekatan sambungan <i>belt</i> dengan palu karet	38
3.24 Spesimen diatas heater (pemanas)	39
3.25 <i>Belt</i> di jepit di antara dua <i>heater</i> (pemanas)	39
3.26 Pembebanan diatas <i>heater</i> (pemanas)	40
3.27 Pengujian Tarik	41
3.28 Alat Bantu Penyortiran	42
4.1 Grafik hubungan antara suhu terhadap perhitungan kekuatan tarik	51
4.2 Grafik hubungan antara waktu terhadap perhitungan kekuatan tarik dengan suhu pemanasan 130 ⁰ C	52
4.3 Grafik hubungan antara waktu terhadap perhitungan kekuatan tarik dengan suhu pemanasan 150 ⁰ C	52
4.4 Grafik hubungan antara waktu terhadap perhitungan kekuatan tarik dengan suhu pemanasan 170 ⁰ C	53
4.5 Grafik hubungan antara waktu terhadap perhitungan kekuatan tarik dengan	

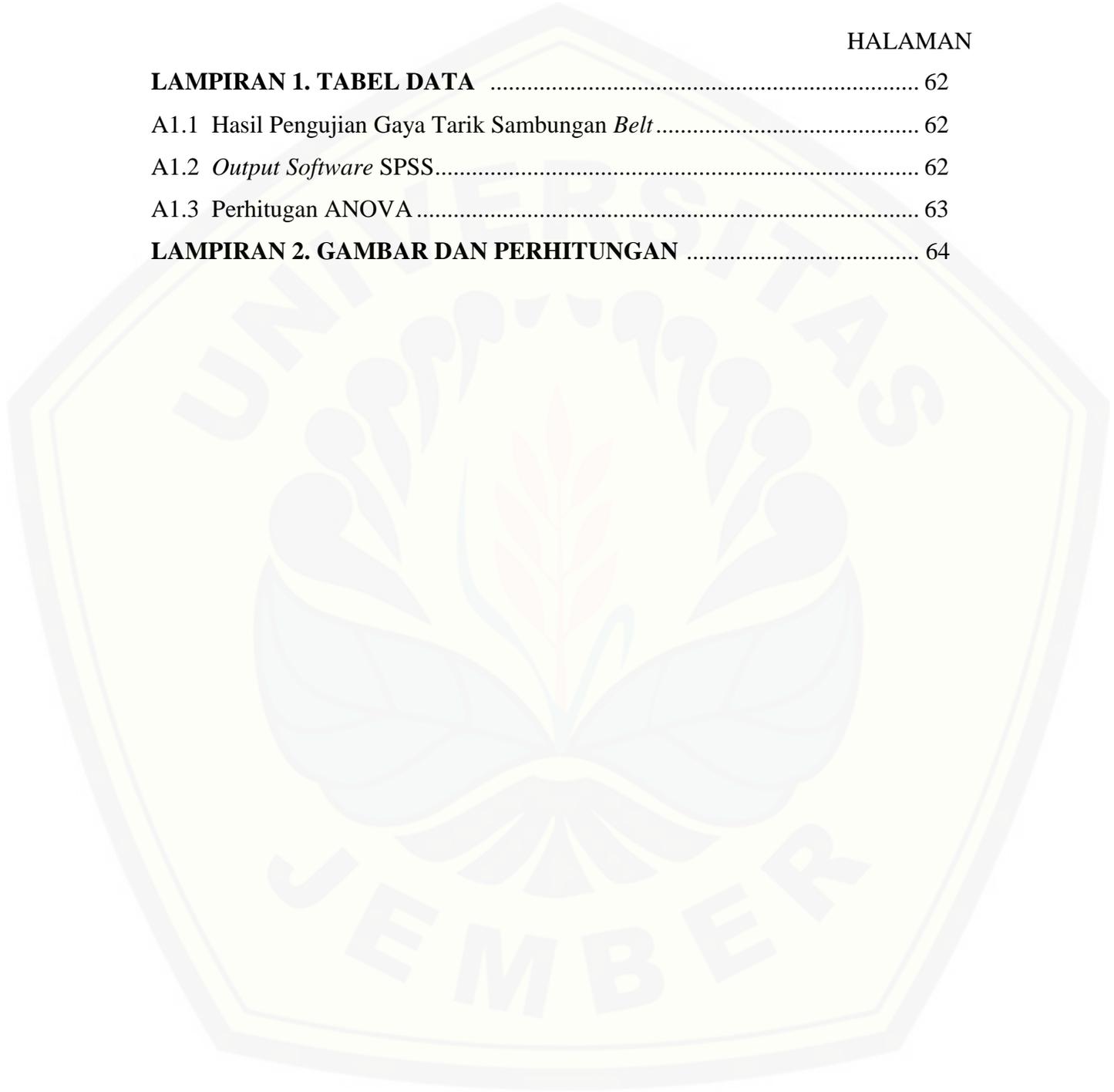
suhu pemanasan 130, 150, 170 ⁰ C	53
4.6 Bentuk kegagalan ikatan perekat, (a) suhu pemanasan 130 ⁰ C dan 150 ⁰ C, (b) suhu pemanasan 170 ⁰ C	55
4.7 Bentuk fisik sambungan <i>belt</i> setelah dilakukan pengujian tarik, (a) suhu pemanasan 130 ⁰ C dan 150 ⁰ C, (b) suhu pemanasan 170 ⁰ C (keterangan 1. kompon karet; 2. <i>ply</i> atau penguat; 3. karet <i>belt</i>)	56
4.8 Bentuk fisik karet <i>belt</i> setelah dilakukan proses pemanasan, (a) suhu pemanasan 130 ⁰ C dan 150 ⁰ C, (b) suhu pemanasan 170 ⁰ C	56
4.9 Bentuk morfologi <i>belt</i> dengan sambungan dan tanpa sambungan, setelah dilakukan pengujian tarik	57

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
2.1 Sifat-sifat lateks karet alam	9
2.2 Tabel 2.2 Standard Sambungan DIN 22102	13
2.3 Spesimen geometri yang dibutuhkan	24
2.4 Geometri spesimen yang direkomendasikan	25
3.1 Hasil pengujian tarik <i>belt</i>	43
3.2 Tabel Anova	46
3.3 Jadwal Rencana Penelitian	48
4.1 Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Sambungan <i>Belt Conveyor</i>	49
4.2 ANOVA Pengujian Kekuatan Tarik Sambungan <i>Belt Conveyor</i>	50
4.3 Perbandingan kekuatan tarik sambungan dengan kekuatan tarik tanpa sambungan	58

DAFTAR LAMPIRAN

	HALAMAN
LAMPIRAN 1. TABEL DATA	62
A1.1 Hasil Pengujian Gaya Tarik Sambungan <i>Belt</i>	62
A1.2 <i>Output Software SPSS</i>	62
A1.3 Perhitungan ANOVA	63
LAMPIRAN 2. GAMBAR DAN PERHITUNGAN	64



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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.

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*.

Pemakaian *belt conveyor* sebagai alat transportasi material dalam industri merupakan pilihan yang sangat tepat. Karena dengan pemakaian sistem ban berjalan maka pemeliharaan terhadap *equipment* yang relatif mudah dan tidak memerlukan biaya yang sangat besar. Sehingga dengan pemakaian *belt conveyor* ini akan dapat meningkatkan produktifitas, menurunkan biaya produksi dan juga untuk meninggikan efisiensi kerja.

Menurut Assauri, Sofyan (2004), 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*. Untuk menangani permasalahan tersebut dilakukan penyambungan *belt conveyor*, salah satu metode penyambungan *belt* adalah dengan menggunakan metode *hot splicing*.

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian tarik dengan berbagai variasi penyambungan *belt* pada metode *hot splicing*. Menurut Niemann (1986), menerangkan

bahwa besarnya gaya tarik yang dialami oleh sambungan perekat tergantung kepada panjangnya *belt* yang direkatkan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh waktu pada penyambungan sistem panas, terhadap kekuatan tarik sambungan *belt conveyor*.
2. Bagaimana pengaruh suhu pada penyambungan sistem panas, terhadap kekuatan tarik sambungan *belt conveyor*.

1.3 Batasan Masalah

1. Penulis hanya membahas penyambungan *belt conveyor* dengan metode *hot splicing*,
2. Standart pengujian tarik yang di gunakan dalam pengujian adalah ASTM (*american society of testing and material*),
3. Penulis tidak membahas panjang sambungan *belt conveyor*,
4. Tekanan yang diberikan tiap spesimen pada proses vulkanisasi di anggap homogen.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik terbaik dari *belt conveyor*, dengan memvariasikan waktu dan suhu pada penyambungan sistem panas.

2. Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah, memberikan informasi mengenai kekuatan tarik terbaik, pada penyambungan sistem panas dengan variasi waktu dan suhu.

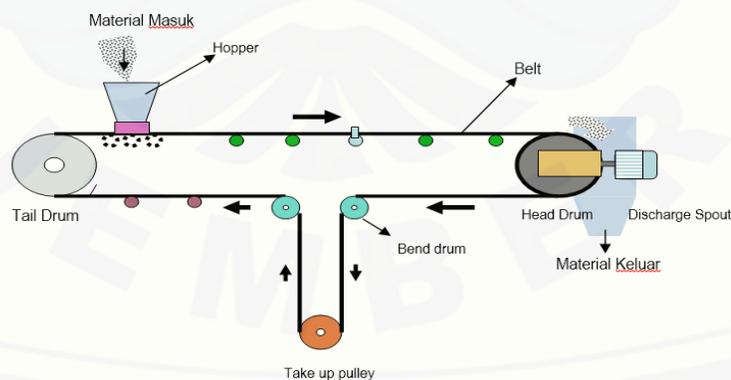
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *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, (Siregar, 2004).

2.2 Prinsip Kerja *Belt Conveyor*

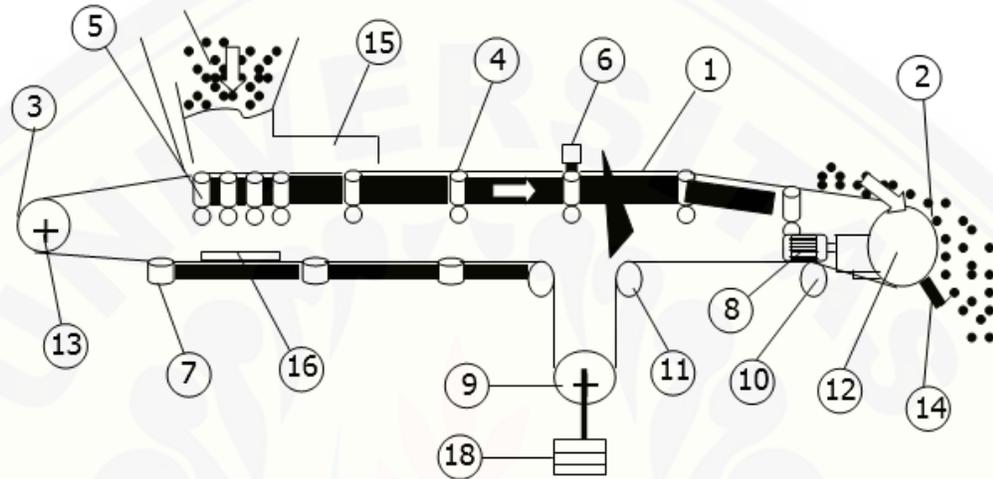
Pada dasarnya prinsip kerja dari *belt conveyor* itu sangat sederhana yang dimulai dari *drive* atau *motor* penggerak akan memutar *head drum (pulley)* akan menarik *belt* yang ditumpu (ditopang) oleh berbagai *idler* atau *roll*, material yang diumpankan melalui *hopper* kemudian dibawa oleh *belt* yang berjalan disepanjang *roll* dan dikeluarkan melalui *discharge spout* seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Prinsip Kerja *Belt Conveyor* (Sumber: Ilyandi, 2012)

2.3 Bagian-Bagian *Belt Conveyor*

Adapun bagian-bagian utama dari sistem *belt conveyor* seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.2 Bagian-Bagian *Belt Conveyor* (Sumber: Ilyandi, 2012)

Keterangan :

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. <i>Belt</i> | 7. <i>Return Roll</i> | 13. <i>Tail Drum</i> |
| 2. Ujung Depan <i>Belt Conveyor</i> | 8. Motor Penggerak | 14. <i>Scraper</i> |
| 3. Ujung Belakang <i>Belt Conveyor</i> | 9. <i>Take-up Pulley</i> | 15. <i>Skirt board</i> |
| 4. <i>Carrying Idler</i> | 10. <i>Snub Pulley</i> | 16. <i>Blade Scraper</i> |
| 5. <i>Impact Roll</i> | 11. <i>Bend Pulley</i> | 17. <i>Hopper</i> |
| 6. <i>Training Roll</i> | 12. <i>Head Drum</i> | 18. <i>Couter Weight</i> |

2.4 *Belt*

Belt biasanya terbuat dari *textile*, plat baja dan anyaman dari plat baja. Tetapi yang biasa digunakan dalam industri adalah *belt* yang terbuat dari karet berlapis *textile*.

Dalam proses perawatan *belt conveyor*, sebelumnya perlu dipahami spesifikasi atau cara pembacaan *spec belt* dan kapasitas angkut *belt* itu sendiri.

Contoh Spesifikasi *belt* (Ilyandi, 2012) :

16 meter EP-315, 800 x 3P x 5 x 1,5 mm T210°C

Keterangan :

16 meter	:	Panjang <i>belt conveyor</i>
Ep	:	Tipe Carcase (EP : Poliester)
315	:	<i>Tensile Strength</i> (kg/cm/ply)
800	:	Lebar <i>Belt</i> (mm)
3P	:	Jumlah ply (3 ply)
5	:	Tebal <i>Top Cover</i> (mm)
1,5	:	Tebal <i>Bottom Cover</i> (mm)
T210°C	:	Temperatur maksimum
Type belt	:	<i>High Temperature Resistances</i>

2.4.1 *Fabric Belt*

Fabric Belt adalah *belt* dengan penguat yang disebut Ply yang terbuat dari serat tekstil (serat buatan). Lapisan tersebut disebut *carcass* (ilyandi, 2012).

Carcass fabric adalah lapisan dari satu atau beberapa lapis tenunan yang di resapi karet, di antara lapisan tenunan terdapat lapisan (*Skim Rubber*) Lapisan Perekat (Sumber: Summa Learning Center)



Gambar 2.3 *Fabric Belt* (Sumber: Summa Learning Center)

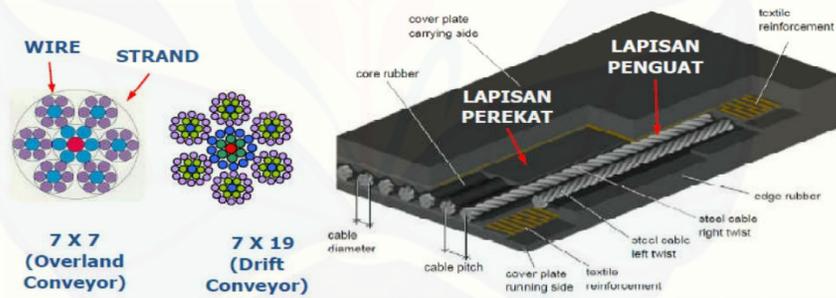
Jenis carcass yang sering dipakai :

- *Nylon atau Polymide*
- *Polyester (Serat Sintetis)*
Polyester mencair pada titik luluh yakni sekitar 258°C (NN,2004)
- *Cotton (Serat alam / katun)*
- *Vinylon fabric*
- *Aramide fibre*

2.4.2 Steel Cord Belt

Steel Cord Belt merupakan jenis *belt* yang penerapannya menggunakan penguat dengan jenis sling baja. Sehingga *belt* jenis ini cenderung memiliki kekuatan tarik yang lebih baik dibandingkan dengan jenis *Fabric Belt* (Ilyandi, 2012).

Carcass jenis sling baja (*Steel Cord*) adalah kesatuan dari deretan sling di resapi karet, di antara lapisan tenunan terdapat lapisan (*Skim Rubber*) Lapisan Perekat (Sumber: Summa Learning Center).



Gambar 2.4 *Steel Cord Belt* (Sumber: Summa Learning Center)

2.5 Bagian-bagian Belt

2.5.1 Cover Rubber

Fungsi utama *Cover Rubber* adalah sebagai pelindung lapisan penguat dari curahan, gesekan dan benturan material pada saat muat agar *ply* tidak sobek atau rusak (Ilyandi, 2012).

Cover Rubber terdiri atas :

- *Top Cover* : lapisan yang langsung bersentuhan dengan material
Tebal *Top Cover* :
 - untuk Jenis *Fabric Belt* : 1 mm s/d 8 mm
 - untuk jenis *Steel Cord Belt* : 5 mm s/d 18 mm
- *Bottom Cover* : karet lapisan bawah yang berhadapan dengan permukaan puli dan roll pembawa
Tebal *Bottom Cover* :
 - untuk jenis *Fabric Belt* : 1 mm s/d 4 mm
 - untuk jenis *Steel Cord Belt* : 5 mm s/d 8 mm

2.5.2 Reinforcement

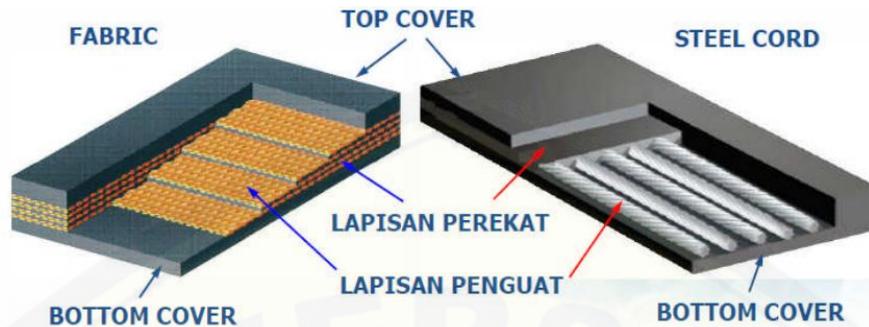
Kekuatan *belt conveyor* bukan dilihat berdasarkan ketebalannya melainkan pada jumlah lapisan penguat (*ply*) dan tegangan tarik per *ply* (*tensile strenght*). Kekuatan atau tegangan pada *belt conveyor* tergantung pada jenis *reinforcement* serta kekuatan *reinforcement* yang dipakai. Pada umumnya *reinforcement* terbuat dari serat *carcass* dan sling baja (*steel cord*) (Ilyandi, 2012).

2.5.3 Tie Rubber

Tie Rubber adalah lapisan karet diantara *Ply* yang fungsinya untuk meleketkan lapisan *ply* satu dengan yang lainnya pada *fabric belt* sedangkan pada *steel cord belt* untuk melekatkan sling baja dengan *cover rubber* (Ilyandi, 2012).

Tebal *Tie Rubber* :

- untuk jenis *Fabric belt* : 0.5 mm – 1 mm
- untuk jenis *Steel cord belt* : 2 mm



Gambar 2.5 Bagian - bagian *belt* (Sumber: Summa Learning Center)

- a) *Top cover* : Lapisan Penutup Karet Atas
- b) *Bottom cover* : Lapisan Penutup Karet Bawah
- c) *Reinforcement* : Lapisan Penguat
- d) *Tie rubber* : Lapisan Perekat/Karet Pengikat

2.6 Karet Alam

Karet alam memiliki sifat umum yaitu memiliki warna agak kecoklat – coklatan, dengan berat jenis 0,91 – 0,93. Sifat mekaniknya tergantung dari derajat vulkanisasi, sehingga dapat dihasilkan banyak jenis sampai jenis yang kaku seperti ebonite. Temperatur penggunaan yang paling tinggi sekitar 99°C , melunak pada suhu 130°C dan terurai sekitar 200°C . Sifat isolasi listriknya berbeda karena pencamouran dengan adiktif. Namun demikian, karakteristik listrik pada frekuensi tinggi sangat jelek. Zat tersebut dapat larut dalam hidrokarbon, ester asam asetat dan sebagainya (Ompungunggu. 1987).



Gambar 2.6 Karet Alam (sumber : <http://goo.gl/ZuSiY6>)

Karet alam (*polyisoprene*) termasuk ke dalam elastomer yaitu bahan yang dapat diregangkan dan dapat kembali seperti bentuk semula. Karet alam memiliki berbagai keunggulan dibanding karet sintetik, terutama dalam hal elastisitas, daya redam getaran, sifat lekuk lentur (*flex-cracking*) dan umur kelelahan (*fatigue*). Data-data sifat fisis lateks karet alam ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 2.1 Sifat-sifat lateks karet alam

No	Konstanta	Keterangan
1	Berat molekul	68.12 g/mol
2	Titik leleh	-145.95 °C
3	Titik didih	34.067 °C
4	Viskositas	$48,6 \cdot 10^{-2} \text{ N.s/m}^2$
5	Rapat jenis	913 kg/m^3
6	Konduktivitas termal	0,134 W/m K
7	Difusivitas termal	$7 \cdot 10^{-8} \text{ m/detik}^2$
8	Kapasitas panas	1905 J/kg K

(Sumber : Wiwien Andriyanti, dkk. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan – BATAN).

2.7 Permasalahan *Belt Conveyor*

Permasalahan yang muncul dalam perawatan *belt conveyor* merupakan permasalahan yang sangat kompleks dan beragam. Sebab sistem perawatan yang baik terhadap akan mempengaruhi usia dari *belt* dan menjamin kualitas dan kemampuan *belt* dalam menyalurkan material secara berkesinambungan dan terus menerus. Maka pentingnya perawatan *preventive* terhadap *belt* tidak bisa dipungkiri lagi.

Persentase biaya *belt* dalam peralatan industri terutama biaya peralatan total dalam sistem tersebut berada antara 50% - 60%. Konsumsi *belt* menghabiskan bagian terbesar biaya operasi. Maka bisa dibayangkan jika *belt* tidak dapat dijaga dalam kondisi kerja terbaik sepanjang waktu, akan bisa menyebabkan pengeluaran biaya pemeliharaan yang akan membengkak lebih banyak.

Gangguan dapat timbul karena ketersediaan informasi yang diperlukan tidak mencukupi pada waktu desain, kegagalan memenuhi kondisi pengoperasian yang baik, cacatnya peralatan *conveyor* atau praktek perawatan yang tidak benar.

Pada dasarnya *belt conveyor* adalah alat transportasi material yang didesain untuk pemakaian jangka panjang, namun seiring dengan perawatan yang kurang tepat dan peningkatan kapasitas produksi, maka *belt conveyor* yang seharusnya bisa digunakan untuk waktu yang lama sering mengalami berbagai kendala atau masalah. Diantara masalah yang sering terjadi pada *belt conveyor* adalah:

1. Sobek Memanjang

Sobek memanjang searah jalannya *belt*, baik kerusakan terjadi pada *cover rubber* saja atau terkena *ply* sehingga terbelah dua.

2. Sobek Melintang

Sobek melintang, baik kerusakan terjadi pada *cover rubber* maupun tembus terkena *ply*, untuk kerusakan tembus *ply*, apakah *ply* pertama atau semua *ply* maka kerusakan ini harus dikerjakan sedemikian rupa sehingga tidak ada kekuatan yang hilang pada daerah kerusakan yaitu dengan menyisipkan *ply* yang utuh. Hal ini perlu dilakukan mengingat arah kerusakan adalah melintang dimana arah ini selalu dalam keadaan tegang dan cenderung untuk memperbesar sobekan. Kalau lebar sobekan

melampaui 20% dari lebar *belt* sebaiknya dipotong dan disambung kembali.

3. Sobek Pinggir *Belt*

Sobek yang terjadi pada pinggiran *belt* biasanya disebabkan karena mistracking atau ketidak lurusan jalannya *belt conveyor* sehingga terjadi pergeseran antara *body hopper* dengan pinggiran *belt*.

4. *Belt* Aus Karena *Skirt Board*

Penggunaan *rubber skirt* dalam sistem *belt conveyor* sangat penting. Sebab keseimbangan material terhadap *belt* sangat tergantung oleh *rubber skirt* tersebut. Akan tetapi penggunaan *rubber skirt* yang terbuat dari bahan karet sangatlah perlu diperhatikan. Kesalahan pemilihan dalam penggunaan *rubber skirt* akan berdampak seperti permasalahan diatas yaitu *belt* akan cepat aus.

Dalam pemasangan *skirt board* ini harus memperhatikan *gap* (jarak) antara ujung *skirt board* dengan permukaan *belt*. Sebab jika ada celah maka itu nanti akan membuat material menempel pada *skirt board* tersebut dan nantinya akan bisa membuat *belt* sobek karena terkena material yang menempel dan mengeras tersebut.

5. *Belt* Aus Karena *Scrapper*

Scrapper merupakan alat yang digunakan untuk membersihkan material yang menempel pada *belt*, namun kebanyakan *belt* juga aus karena disebabkan oleh *scrapper*.

Dalam sistem ban berjalan pemilihan *scrapper* yang baik merupakan hal yang paling penting. Sebab jika kita salah dalam memilih *scrapper* maka akan mudah terjadi kerusakan atau sobek pada *belt*. Walaupun hampir semua *blade scrapper* terbuat dari bahan karet, namun tidak semua jenis karet dapat dipakai sebagai *scrapper*.

6. *Belt* Kurang Kencang

Belt conveyor seiring dengan pengoperasiannya akan mengalami mulur sebagai akibat dari sifat serat karet dan juga *stress* yang dialaminya sehingga menyebabkan *belt* kurang kencang.

2.8 Penyambungan Belt Conveyor

Pada umumnya penanganan masalah pada *belt conveyor* adalah dilakukan dengan penyambungan dan *repair* pada bagian-bagian *belt* yang mengalami kerusakan. Penyambungan *belt conveyor* antara lain :

2.8.1 Belt Splicing

- a) *Splicing rubber* adalah sistem penyambungan *rubber belt* yang dipakai dalam menyatukan 2 bagian ujung dari *rubber belt* yang terputus atau akan disatukan.
- b) Membentuk kekuatan pengeleman (adhesi) antara 2 bagian *rubber belt* yang akan disatukan atau disambungkan secara bersamaan.
- c) Panjang sambungan, konfigurasi atau urutan penyambungan, ukuran sambungan, desain sambungan sangat berpengaruh untuk mendapatkan hasil “*Splicing*” yang baik, Kemampuan dalam menerima tegangan secara terus menerus dan mampu membagi tegangan tarikan pada seluruh bagian sambungan *belt* saat operasional adalah bagian terpenting dari suatu pekerjaan *splicing*.

2.8.2 Panjang Sambungan

Menurut Niemann, 1986 dalam bukunya Elemen Mesin menerangkan bahwa besarnya gaya tarik yang dialami oleh sambungan perekat tergantung kepada panjangnya *belt* yang direkatkan. Dalam hal ini besarnya gaya tarik yang dialami oleh sambungan dapat dihitung dengan rumus :

$$F = b \times L_s \times \tau_{izin}$$

- Dimana :
- F = gaya tarik *belt*
 - b = panjang *belt* yang direkatkan
 - L_s = panjang langkah penyambungan
 - τ_{izin} = tegangan tarik izin

Sebelum menentukan sistem dingin atau system panas dalam suatu rencana penyambungan, sangat penting untuk mengetahui referensi dari *fabricant* (Pabrik) pembuat *belt* atau Standard Internasional dalam menentukan panjang sambungan.

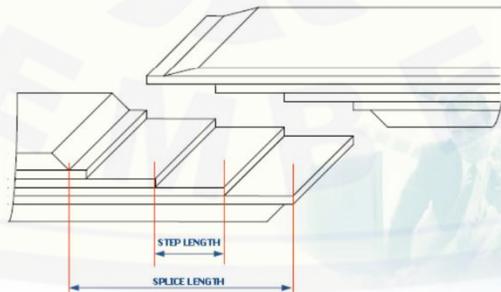
Panjang sambungan adalah panjang total dari suatu sambungan antara *belt* yang satu dengan *belt* lainnya. Panjang sambungan sangat menentukan kekuatan saat menerima beban tarik. Mengurangi panjang sambungan sama dengan beresiko mengurangi kemampuan beban tarik pada Sambungan. Oleh karena itu kekuatan sambungan biasanya merujuk dari Standard DIN 22102 untuk panjang sambungan.

Tabel 2.2 Standard Sambungan DIN 22102

Carcass	Type	No. of Plies	Thickness of cover		Width (mm)
			Top	Bottom	
EP	80	2-8	3,0 - 6,0	1,5 - 4,5	300 - 2600
	100				
	125				
	150				
	200				
	250	3-6			
	300				
	315				
	400	3-5			
	500				
600					

(Sumber : <http://goo.gl/NzP8Uy>)

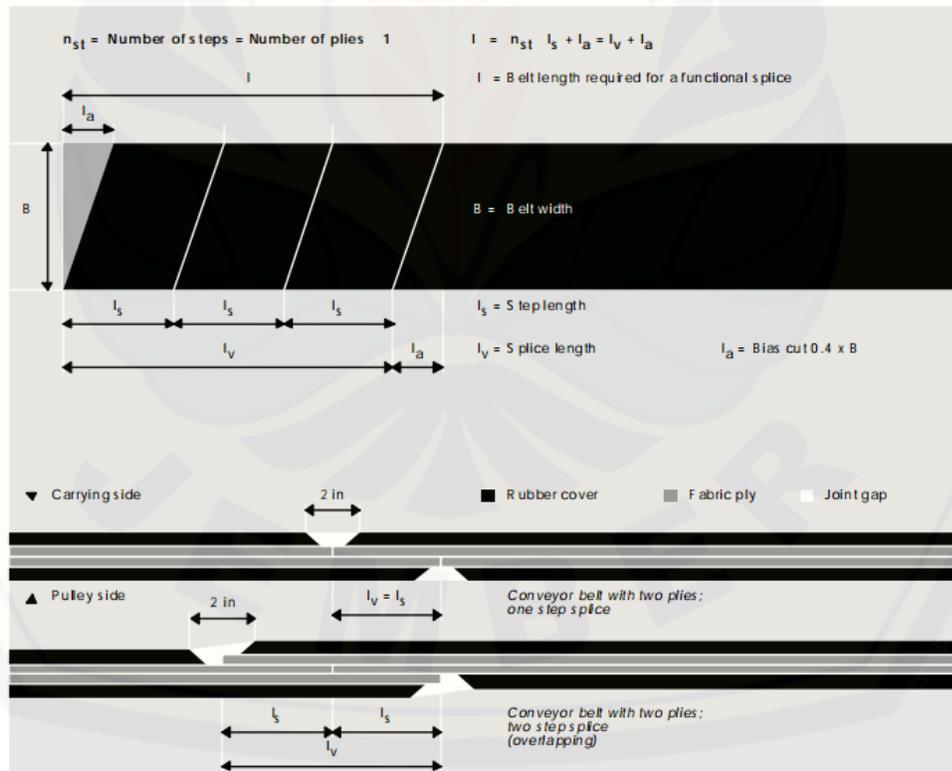
Data *belt strength* akan menentukan “Panjang *Step*” dari masing - masing *ply* dan total panjang penyambungan.



Gambar 2.7 Panjang Sambungan (Sumber : *Summa Learning Center*)



Gambar 2.8 Jumlah Ply dan Cara Penyambungannya (Sumber: *Summa Learning Center*)



Gambar 2.9 Cara Penyambungan (Sumber: *Summa Learning Center*)

2.8.3 Tipe Penyambungan

Secara umum tipe atau model penyambungan dapat dibagi dua yaitu *Endless splice* dan *mechanical splice* :

a) *Endless splice* :

1. *Cold splice* (Penyambungan sistem dingin atau Vulkanisasi secara Kimiawi)
2. *Hot splice* (Penyambungan sistem panas atau Vulkanisasi Panas)

b) *Mechanical Splice*

1. *Fastener* (Semua Penyambungan *Mechanic*)
2. *Super Screw* (Kombinasi antara *Rubber* dan *Fastener*)

Secara umum, penyambungan sistem panas adalah sama dengan penyambungan sistem dingin, yang membedakan hanyalah pada jenis “Material - *Splice*”- nya saja.

“*Endless Splice*” memiliki banyak keuntungan :

- a. Tidak menyebabkan kerusakan *part conveyor* lainnya,
- b. Tidak menyebabkan (*spillage*),
- c. Umur sambungan lebih awet,
- d. Mengurangi kans pekerjaan (*re-splice*) dan (*down time*).

2.8.4 Perbedaan Mendasar *Cold* dan *Hot Splice*

Pada dasarnya langkah pekerjaan sambungan dingin maupun panas memiliki langkah pekerjaan yang sama, yang membedakan dari kedua pekerjaan ini adalah hanya pada langkah aplikasinya, karena menggunakan material dan tambahan alat kerja yang berbeda.

2.8.5 *Cold Splicing* (Penyambungan Dingin)

Penyambungan dengan sistem dingin adalah proses penyambungan *belt conveyor* yang proses vulkanisasinya dengan cara kimiawi. Yaitu dengan menggunakan lem yang menyatu dengan karet.

2.8.6 *Hot Splicing* (Penyambungan Panas)

Hot splice sering disebut juga sebagai penyambungan vulkanisasi, karena pekerjaan ini menggunakan material yang harus di aplikasikan dengan menggunakan mesin vulkanisasi.

Vulkanisasi merupakan proses pembentukan ikatan silang belerang dengan karet untuk membentuk struktur jaringan tiga dimensi. Ikatan silang menjadikan karet tidak lengket serta meningkatkan kekuatan tariknya (Kumar dan Nijasure, 1997).

Temperatur yang terlalu rendah atau terlalu tinggi mengakibatkan kekuatan tarik dari barang jadi karet tidak sempurna, ini disebabkan karena karet merupakan konduktor yang tidak baik dan sukar mengangkut panas. Oleh karena itu, temperatur vulkanisasi sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik (*Tensile Strength*).

Hot splice dilaksanakan dengan menggunakan 1 set *heating platen* dengan *pressure bag* atau menggunakan modul *hydraulic*.

Hot splice membutuhkan keterampilan khusus dari teknisi dalam penegerjaanya dan yang mampu juga mengoperasikan mesin vulkanisasi.

Umumnya pekerjaan penyambungan untuk sistem panas dan dingin memiliki sistem pekerjaan yang sama, yang membedakan hanyalah pada material penyambungannya.

a) Kebutuhan persiapan dilapangan untuk pekerjaan *hot splice* seperti dibawah ini :

1. *Electrical source* (Sumber Listrik),
2. *Vulcanizing Equipment* (Perlengkapan vulkanisas yang di sesuaikan dengan *belt widh* dan panjang sambungan,
3. Material yang selalu tersimpan baik didalam *cold storage* (5 – 15 °C)
4. Operator yang terampil untuk mengoperasian *vulcanizing machine*,
5. Membutuhkan banyak pekerja yang terampil saat mengoperasikan machine dan saat pembongkarannya juga.

b) Yang diperlukan dalam proses vulkanisasi sebagai berikut :

1. *Pressure* : 8 – 15 bar

2. *Curing temperature* : $150^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
3. *Curing time* : 3 menit per mm tebal *belt*
4. *Minimum curing time* : 30 menit



Gambar 2.10 Proses vulkanisasi (Sumber: *Summa Learning Center*)

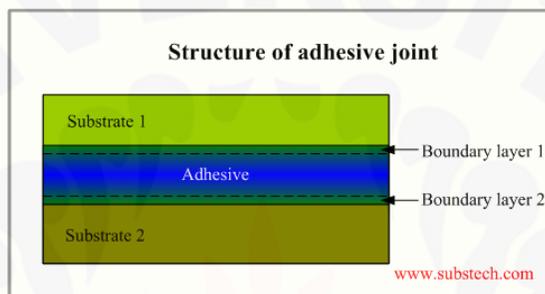
- c) Yang di butuhkan setelah proses vulkanisasi :
1. Mematikan *power supply / switch – off* setelah selesai *curing time*,
 2. *Cooling down /* dinginkan dengan menggunakan air atau didinginkan secara alami sampai dengan $40^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$,
 3. Mengukur ulang *center line* terhadap kelurusan sambungan,
 4. Melepas *upper traverse bars, platen* dan *belt clamps*,
 5. Memasang kembali *idler set* dan bersihkan *belt conveyor*,
 6. Menurunkan kembali *counter weight*,
 7. *Belt* siap untuk uji coba,

2.9 Sambungan *Adhesive*

Menurut Dr. Dimitri Kopeliovich (2014), sambungan *adhesive* atau ikatan perekat adalah proses bergabungnya dua bahan atau lebih bagian bahan padat dengan zat perekat, bahan dari bagian yang akan direkat mungkin sama atau mirip. Bahan lapisan perekat umumnya adalah polimer (alami atau sintetis) dan ketebalan lapisan perekat biasanya tidak melebihi 0.02" atau 0,5mm.

1. *Adhesive* adalah suatu bahan yang digunakan untuk menyatukan atau menyambungkan suatu bahan yang sama ataupun berbeda jenis materialnya, baik itu logam dengan logam, logam dengan kayu, logam dengan karet dan sebagainya.
2. Sambungan *adhesive* adalah penyambungan suatu bahan baik sama maupun berbeda jenis materialnya dengan memanfaatkan kontak permukaan ditambah *adhesive* (lem) sebagai media penyambungannya.

Struktur sambungan perekat menurut Dr. Dimitri Kopeliovich (2014) :

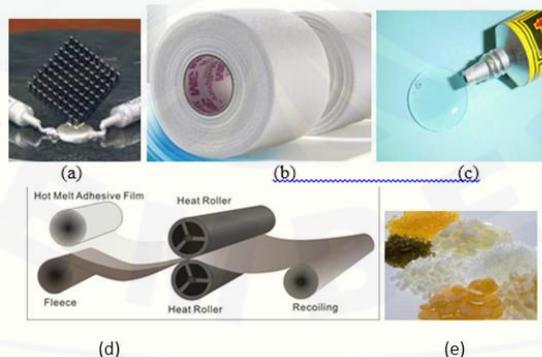


Gambar 2.11 Struktur sambungan perekat (www.substech.com)

Keterangan : - *Subsrat* adalah bahan yang akan disambung
 - *Boundary* adalah batasan ikatan perekat

2.9.1 Tipe – tipe *Adhesive*

a. *Adhesive* berdasarkan bentuknya :



Gambar 2.12 (a) Adisif Pasta (*Paste*), (b) Adisif tape (*lilitan*), (c) Adisif Cair (*Liquid*), (d) Adisif Film (*Film*), Adisif Pelet (*Pellets*). (www.adhesive.org)

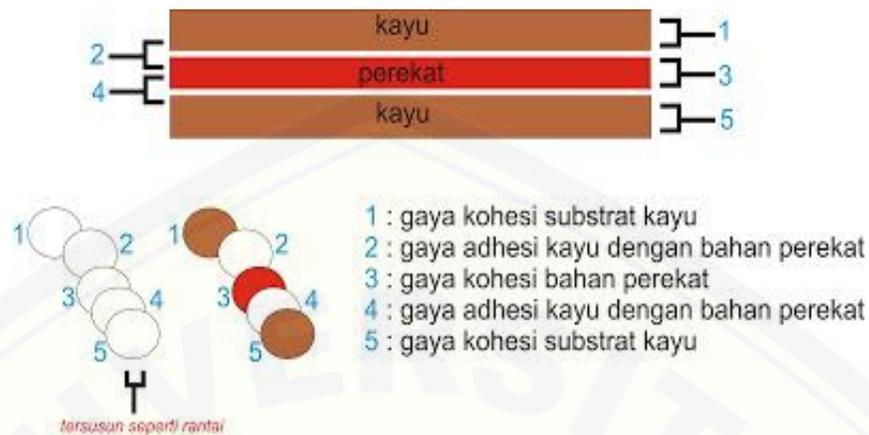
b. *Adhesive* berdasarkan reaksi kimianya :

- *Epoxy based system* : Mempunyai kekuatan dan temperature yang tinggi hingga 200⁰C
- *Acrylic* : Cocok untuk aplikasi yang lingkungan tidak bersih.
- *Anaerobic Systems* : Dilakukan saat tidak ada oksigen. Hasil ikatannya keras dan getas
- *Cyanoacrylate* : Ikatan yang tipis dan diatur dari 5 – 40 detik.
- *Urethanes* : Mempunyai kekerasan dan fleksibilitas yang tinggi pada temperatur kamar.
- *Silicones* : Mempunyai resistansi yang tinggi terhadap uap dan pelarut, ketahanan impak yang tinggi.

Beberapa klasifikasi di atas dapat dikombinasikan satu sama lain.

2.9.2 Teori Perakatan

Brown *et. al.* (1952), melakukan analisis perekatan dengan cara memecahnya ke dalam gaya-gaya yang mampu dikeluarkan oleh satu atau beberapa molekul bila berdekatan atau berjauhan dengan molekul yang lain. Gaya-gaya ini dikenal sebagai gaya adhesi dan gaya kohesi pada suatu sistem ikatan fisika kimia molekul. Pada sistem ini garis perekat diuraikan menjadi 5 buah garis gaya yang saling berkaitan.



Gambar 2.13 Teori perekatan (www.gorillaglu.com)

Keterangan :

- 1 dan 5 adalah gaya kohesi substrat kayu merupakan gaya kohesi antara molekul-molekul kayu yang memegang peranan penting untuk menjaga keutuhan bentuk fisik bahan (kayu).
- 2 dan 4 adalah gaya adhesi atau gaya tarik-menarik molekul yang berbeda. Gaya adhesi antara molekul kayu di permukaan dengan molekul perekat sangat menonjol dan berperan penting dalam menjaga keutuhan ikatan antara kedua bahan. Bila gaya adhesi ini gagal dalam melakukan tugasnya, maka kedua substrat yaitu kayu satu dengan yang lain akan berpisah dengan melemahnya ikatan antara kayu dengan perekat yang menyatukannya, dan perekatan gagal.
- 3 adalah gaya kohesi antara molekul-molekul perekat memegang peranan kuat dan menjaga agar garis perekat tetap utuh dan dapat dipertahankan sehingga keseluruhan sistem tetap bersatu.

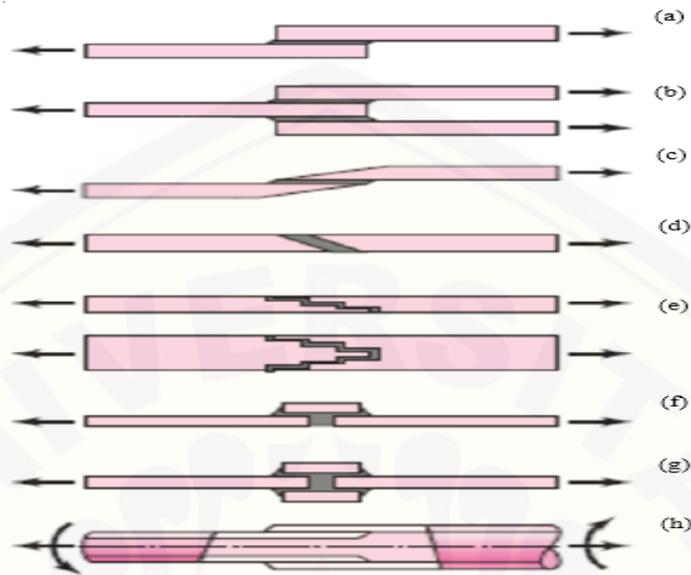
Dari gambaran di atas jelas bahwa perekatan yang berhasil memerlukan analisis yang teliti pada setiap lingkaran gaya penyusun yang menentukan keberhasilan perekatan. Teori ini dapat dipertimbangkan sebagai analisis ilmiah pertama dalam perekatan dan kemudian teknologi perekatan dapat dikembangkan dari titik tolak analisis tersebut.

2.9.3 Faktor-faktor yang Menentukan Kekuatan Ikatan Perekat

- 1) Faktor mekanis menyediakan ikatan adhesi yang kuat karena :
 - luas antar muka yang lebih luas
 - *Interlocking* bahan pada permukaan *micro-void*
- 2) Faktor kimia :
 - Ikatan antar ion : Ikatan ion terbentuk ketika sebuah atom menyumbangkan elektron ke atom lain. Sebagai hasil dari transisi elektron, dua ion membentuk (bermuatan positif kation dan anion bermuatan negatif). Kekuatan tarik elektrostatik antara dua ion membentuk ikatan ion. Ikatan ion dapat terbentuk antara dua bahan dengan elektronegativitas yang berbeda.
 - Ikatan kimia : Ikatan di mana masing-masing atom logam memberikan kontribusi elektron valensi untuk kisi kristal, membentuk awan elektron atau elektron "gas", sekitar ion logam positif. Elektron bebas milik seluruh logam kristal dan terus bersama-sama atom logam.

2.9.4 Distribusi Tegangan

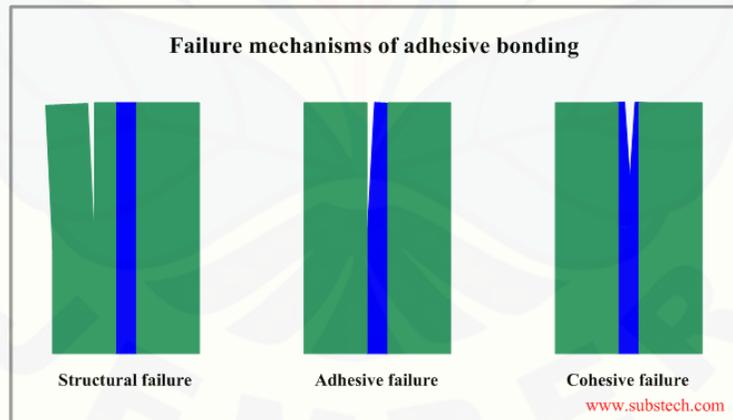
Praktek desain yang baik, biasanya mengharuskan *lap joints* dibangun sedemikian rupa dengan perkiraan perekat akan lebih banyak menerima beban geser daripada tegangan. Area sambungan biasanya jauh lebih kuat ketika dibebani beban geser ketimbang tegangan di piringan sambungan. *Lap shear-joints* mewakili jenis-jenis *lap joints*, baik untuk benda uji, untuk mengevaluasi sifat perekat, dan untuk dimasukkan aktual dalam desain praktis. Jenis generik sendi *lap* yang biasa muncul diilustrasikan pada Gambar 2.14 :



Gambar 2.14 Jenis generik sendi *lap* (Sumber : <https://goo.gl/syoyZ2>)

2.9.5 Kegagalan Ikatan Perekat

Ada beberapa faktor yang bisa berkontribusi pada kegagalan dua permukaan. Jenis kegagalan adalah sebagai berikut :



Gambar 2.15 Kegagalan ikatan perekat (www.substech.com)

Ada tiga mekanisme kemungkinan kegagalan ikatan perekat :

- Kegagalan struktural : kegagalan internal dari bahan substrat di daerah dekat sendi.

- Kegagalan Adhesive : kegagalan antarmuka mengakibatkan pemisahan salah satu substrat dari lapisan perekat.
- Kegagalan kohesive : kegagalan internal dari lapisan perekat.

2.9.6 Kelebihan dan Kekurangan pada Sambungan *Adhesive*

1. Kelebihan sambungan *adhesive* :

- Beban merata
- Dapat digunakan untuk menyambung dua bahan yang berbeda dan keadaan dan bentuk apapun
- Dapat diproses pada temperatur yang rendah
- Sebagai isolator panas dan listrik
- Tidak terjadi konsentrasi tegangan
- Tidak terjadi korosi
- Mengurangi berat bagian alat sambungan (Dengan pengelolaan yang tepat)
- Kemampuan penyegelan
- Mengurangi banyak perhitungan komponen
- Mengurangi waktu perakitan

2. Kekurangan sambungan *adhesive* :

- Membutuhkan waktu yang lama untuk persiapan dan proses penyatuan sambungan
- Sukar untuk dibuka
- Tahanan panas yang terbatas
- Tahanan kejut yang rendah
- Penggunaan permanen

2. 10 Karakterisasi

2.10.1 Pengujian Tarik Material Komposit

ASTM D 3039 merupakan standard pengujian sifat tarik pada Komposit bermatrik polimer. Material komposit terbatas pada serat kontinyu maupun serat diskontinyu dengan laminate yang seimbang dan simetris. Metode pengujiannya dengan menggunakan sebuah *flat strip* tipis yang berbentuk persegi panjang dengan penampang dipasang pegangan dan beban yang tetap. Kekuatan *ultimate* material dapat ditentukan dari beban maksimum dilakukan sebelum kegagalan. Metode pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan kekuatan tarik *ultimate*.



Gambar 2.16 Standar persiapan sampel uji ASTM D 3039.

Tabel 2.3 Spesimen geometri yang dibutuhkan

Parameter	Kebutuhan
<i>Spesifikasi :</i>	
Bentuk	Constant rectangular cross-section
Panjang minimal	Gripping + 2 times width + gage length
Lebar spesimen	As needed
Toleransi lebar spesimen	± 1% dari lebar
Ketebalan spesimen	As needed
Toleransi ketebalan spesimen	± 4% dari tebal
Kerataan spesimen	Flat with light finger pressure

Tabel 2.4 Geometri spesimen yang direkomendasikan

Fiber orientation	Width (mm)	Overall length (mm)	Thickness (mm)	Tab Length (mm)	Tab Thickness (mm)	Tab Bevel Angle
0° unidirectional	15	250	1.0	56	1.5	7 or 90
90° unidirectional	25	175	2.0	25	1.5	90
Balanced & symmetric	25	250	2.5	Emery cloth	-	-
Random-discontinuous	25	250	2.5	Emery cloth	-	-

(Sumber : ASTM D30-39)

Perhitungan *ultimate tensile strength* menggunakan persamaan (ASTM D30-39) dibawah ini:

$$\sigma_{tu} = F_{\max} / A$$

$$\sigma_i = P_i / A$$

dimana :

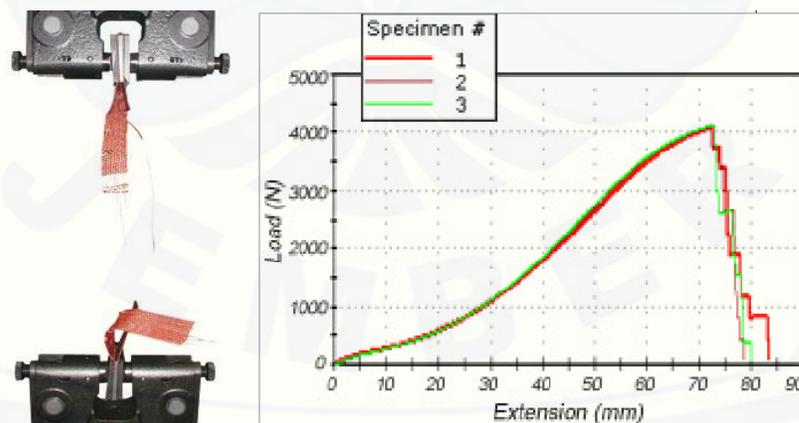
σ_{tu} = kekuatan tarik *ultimate* MPa [psi];

F_{\max} = beban maksimum sebelum kegagalan, N [lbf];

σ_i = tegangan tarik pada data yang ke-, MPa [psi];

P_i = beban pada data yang ke-, N [lbf];

A = luasan seksi silang rata-rata dari lebar x tebal, mm² [in²], sebesar 125 mm²



Gambar 2.17 Uji Tarik Belt (Sumber: <http://www.instron.co.uk>)

2.11 Hipotesis

Suhu dan waktu vulkanisasi penyambungan *belt conveyor* sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik hasil sambungan pada metode *hot splicing*, jadi dapat di simpulkan semakin tepat suhu dan waktu vulkanisasi, maka semakin meningkatkan kekuatan tarik pada spesimen uji.



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian 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 (Dharminto, 2014).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember. Penelitian dilakukan selama 2 bulan mulai April - Mei 2015.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian ini berlangsung antara lain:

3.3.1 Alat :

1. Universal Machine Testing Merk ESSOM TM 113 30 kN.
2. Thermocouple tipe-K

Thermocouple
Type-K
with PCC-SMP connector



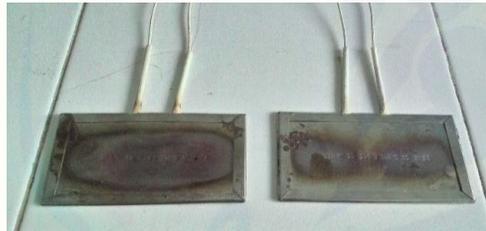
Gambar 3.1 Kabel *Termocouple*

3. *Thermocontrol* Tipe E5CWL



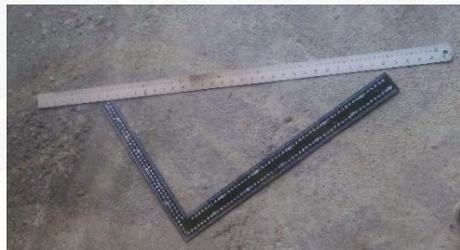
Gambar 3.2 Thermocontrol

4. *Heater* (pemanas)



Gambar 3.3 *Heater* (pemanas)

5. Penggaris



Gambar 3.4 Penggaris

6. Kamera 5 MP

7. *Cutter* dan Gunting

8. Aluminium foil

9. *Pincer*



Gambar 3.5 *Pincer*

10. Gerinda



Gambar 3.6 Gerinda

3.3.2 Bahan :

1. *Fabric belt* dengan spesifikasi 400 x EP 100 x 2P x 1,5 x 1,5

Keterangan:

Lebar *belt* : 400 mm

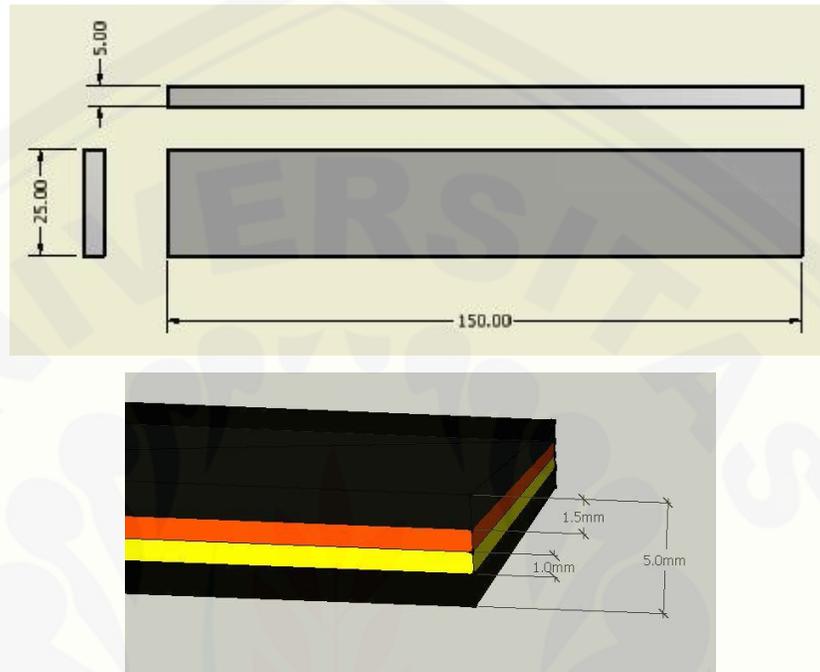
Tipe *fabric* : *Polyester*

Kekuatan tarik/*ply* : 100 kg/cm

Top cover : 1,5 mm

Bottom cover : 1,5 mm

Untuk penelitian ini, berdasarkan standar ASTM D3039 ukuran yang disarankan adalah 150 mm x 25 mm x 5 mm, (Feih, 2007).



Gambar 3.7 Dimensi Spesimen

2. Perekat STL – RF4 (*Rema Tip Top*), dengan spesifikasi :

EC-No.	CAS-No.	Chemical name	Quantity	Classification
265-151-9	64742-49-0	Naphtha (petroleum)	< 85 %	F, N, Xi, Xn R11-38-51-53-65-67
215-222-5	1314-13-2	zinc oxide	< 1 %	N R50-53
215-267-0	1317-36-8	Lead(II)-oxide	< 0,3 %	Repr. Cat. 1, Repr. Cat. 3, Xn, N R61-62-20/22-33-50-53

Naphtha (petroleum) adalah cairan berwarna kuning gelap hingga coklat atau hijau kehitaman, berbau ringan. Titik didih 86 – 460°F (30 – 238°C).

3. Kompon karet vulkanisir (*Tie rubber*)



Gambar 3.8 Kompon karet vulkanisir

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Penetapan Variabel Terikat dan Variabel Bebas

Pada penelitian ini terdapat banyak variabel proses atau faktor yang berpengaruh terhadap proses pembuatan spesimen. Dalam hal ini terdapat dua jenis variabel yaitu meliputi:

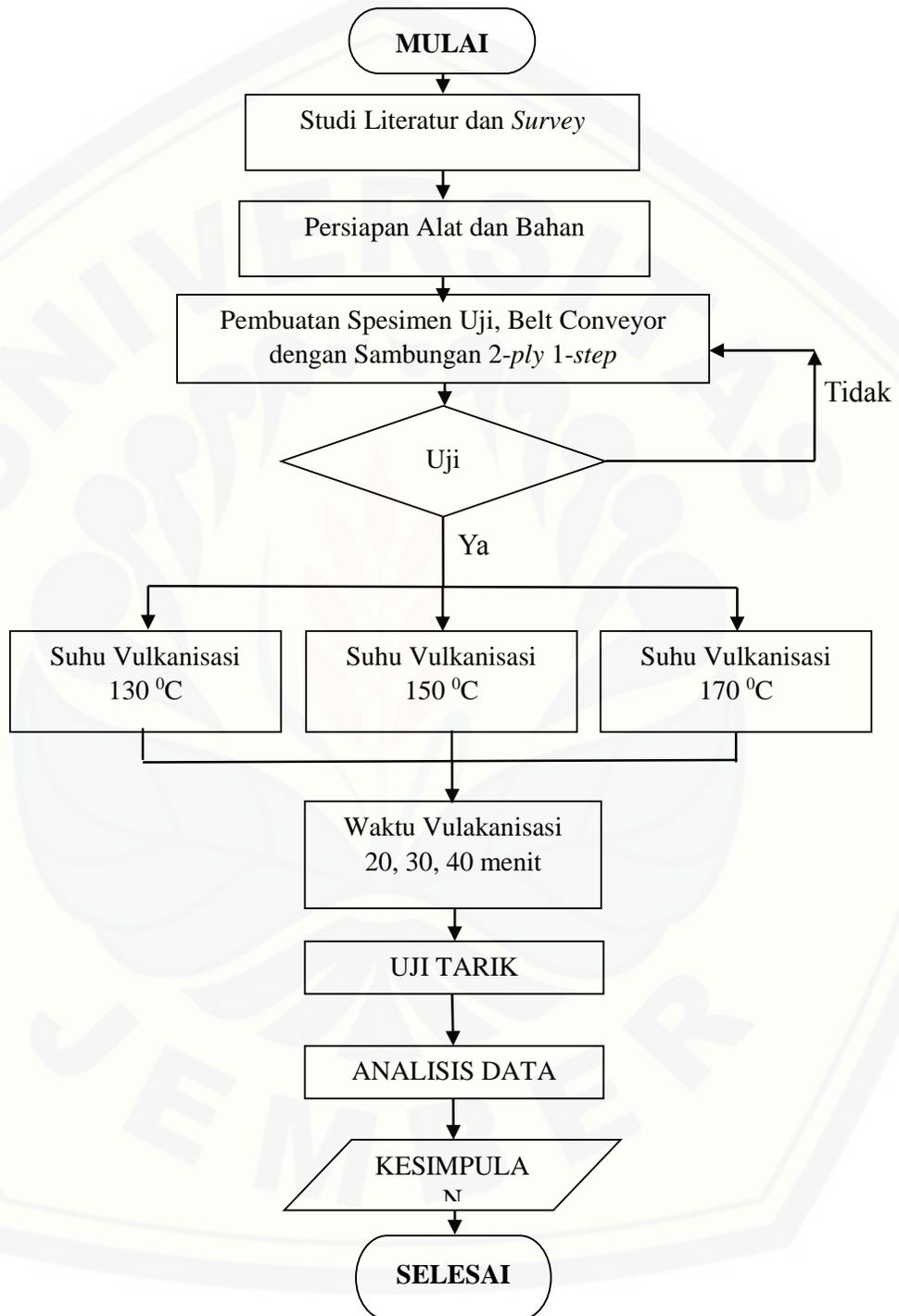
1) Variabel Bebas

Merupakan variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian. Variabel bebas pada percobaan ini adalah variasi suhu dari 130⁰C, 150⁰C, dan 170⁰C. Waktu selama 20 menit, 30 menit, dan 40 menit..

2) Variabel Terikat

Merupakan suatu variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan sepenuhnya oleh peneliti, tetapi besarnya tergantung pada variabel bebasnya. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil perhitungan kekuatan tarik sambungan *belt conveyor*.

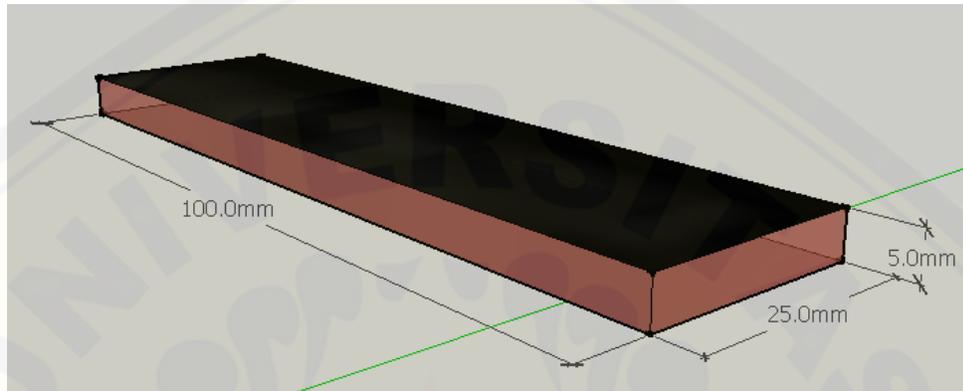
3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.9 Diagram Alir Penelitian

3.6 Prosedur Pembuatan Spesimen

1. Siapkan *fabric belt*, serta alat pendukung untuk membuat sampel.
2. Potong *belt* menggunakan *cutter*, dengan ukuran $p \times l \times t$ (100 x 25 x 5mm).



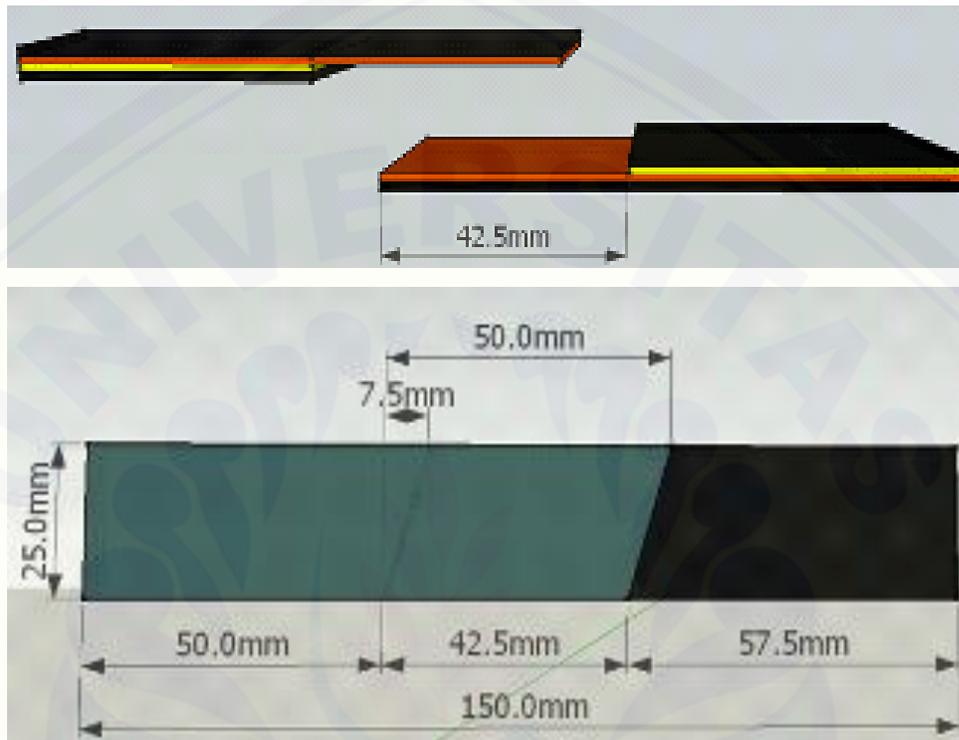
Gambar 3.10 Ukuran spesimen

3. Beri tanda sudut bias ($0,3 \times$ lebar *belt*) atau dengan sudut sebesar $16,26^\circ$ dengan *chalk line*, pada bagian permukaan *belt*,



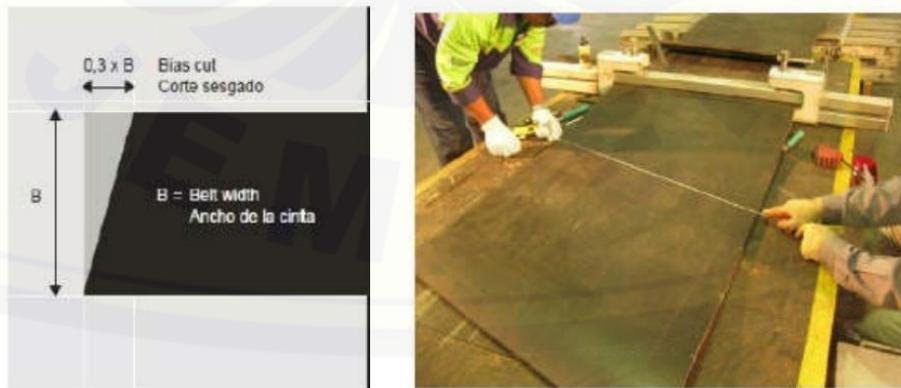
Gambar 3.11 Sudut bias

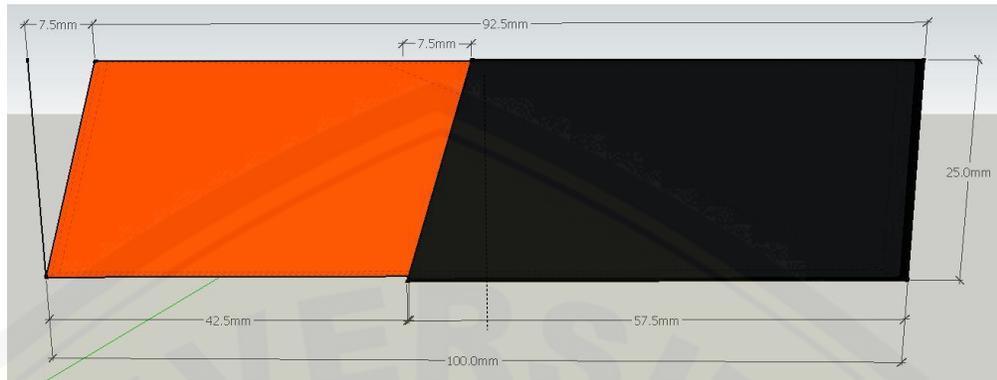
4. Penggambaran Panjang *Step* (S) dan sudut biasanya, Demikian pula dengan bagian ujung *belt* yang lainnya,



Gambar 3.12 Panjang *step* dan sudut bias

5. Potong kedua ujung *belt* sepanjang sudut sambungan ($0,3 \times BW$),

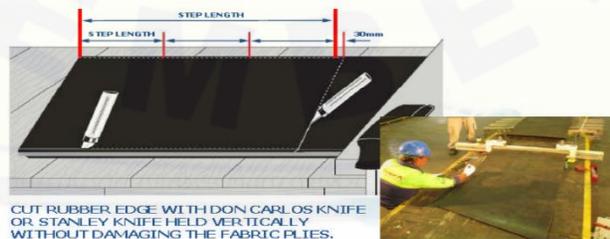


Gambar 3.13 Pemotongan *bias cut*

6. Potong bagian karet *top cover* dan *ply* pertama pada kedua tepi *belt* hingga bertemu dengan *ply* kedua,
7. Buatlah potongan pada *top cover* dan *ply* pertama dengan menggunakan *cutter*,
8. Lepaskan bagian *top cover* dan *ply* pertama dengan bantuan *pincer*,

Gambar 3.14 Proses pengupasan *Top Cover*

9. Potonglah pada bagian permukaan *belt* kedua pada sambungan dengan menggunakan *cutter*,

Gambar 3.15 Pemotongan permukaan *belt* kedua

10. Lakukan pekerjaan yang sama untuk ujung *belt* yang lainnya.
11. Temukan kedua ujung tersebut dan periksalah apakah bagian – bagian tersebut pas antara yang satu dengan yang lainnya,



Gambar 3.16 Pengepasan *belt* pertama dengan kedua

12. Lakukan pengasaran (*buffing*) pada permukaan karet yang terdapat *fabric*,



Gambar 3.17 Proses pengasaran karet yang terdapat *fabric*

13. Bersihkan permukaan sambungan dari debu karet,
14. Terapkan atau sesuaikan kedua bagian *belt* (*upper & lower*) secara bersamaan untuk mendapatkan hasil yang “*Match*”.



Gambar 3.18 Pengepasan sambungan *belt*

15. Timbanglah STL – RF4 seberat 0.6 gr 2 kali.

16. Kuaskan STL – RF4 tersebut 1 kali pada masing masing permukaan.



Gambar 3.19 Proses pengeleman pertama

17. Keringkan STL – RF4, tunggu selama 2 menit.

18. Setelah pengeleman pertama selesai, kemudian lakukan pengeleman ke 2 sebelum penyatuan *belt* dilaksanakan. (Total pengeleman tiap spesimen 1.2gr).



Gambar 3.20 Proses pengeleman kedua

19. Berilah kanisir (kompon karet) seluas permukaan sambungan.

20. Satukan kedua ujung *belt* secara bersamaan, *check* ujung tepian *fabric* dari masing – masing *belt* hingga posisi *ply* benar – benar *match* tanpa adanya *over lapping*.



Gambar 3.21 Proses penyatuan kedua *belt*

21. Gunakan palu karet dari arah tengah ke tepian sambungan untuk menghindari terjadinya udara terjebak dan memperkecil terbentuknya udara *blister*, sebanyak 5 kali.



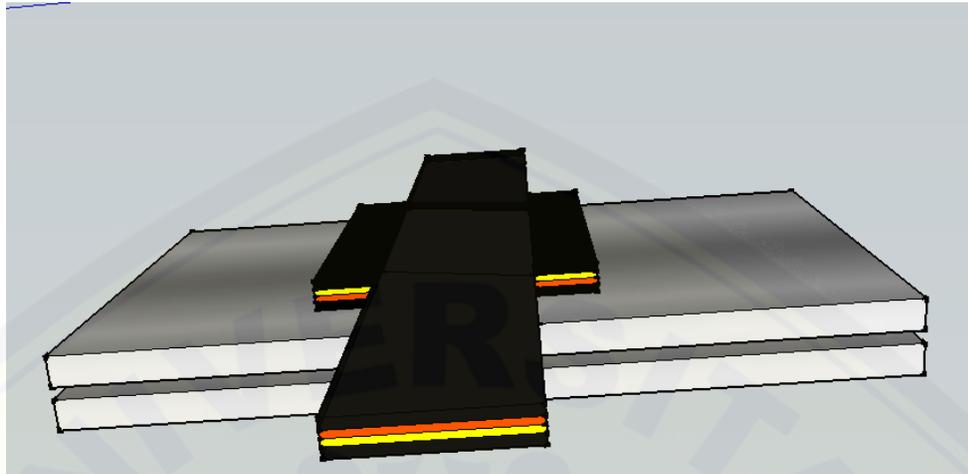
Gambar 3.22 Proses perekatan *belt* dengan bantuan palu karet

22. Gunakan palu karet untuk memukul bagian sambungan *belt*, agar sambungan tersebut lebih merekat, sebanyak 5 kali pemukulan.



Gambar 3.23 Proses perekatan sambungan *belt* dengan palu karet

23. Panaskan terlebih dahulu *heater* sesuai dengan suhu yang diinginkan, sebelum spesimen diletakkan diatas *heater*.
24. Setelah *heater* benar – benar sudah mencapai suhu yang diinginkan, matikan heater terlebih dahulu sebelum menempatkan spesimen yang sudah jadi di atas *heater* (pemanas). Jangan lupa beri aluminium agar *belt* tidak rusak, serta damping pada bagian samping sambungan *belt*, agar saat proses vulkanisasi lem tidak meluber keluar.



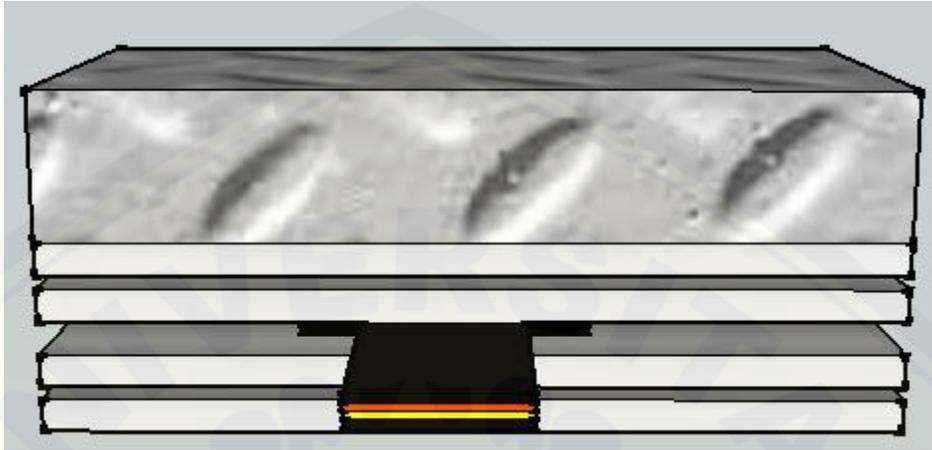
Gambar 3.24 Spesimen diatas heater (pemanas)

25. Tutup bagian atas *belt* dengan *heter* yang ke dua.



Gambar 3.25 *Belt* di jepit di antara dua *heater* (pemanas)

26. Beri tekanan atau beban di atas *heater* dengan beban 0,5 kg.



Gambar 3.26 Pembebanan diatas *heater* (pemanas)

27. Start vulkanisasi dengan variasi waktu dan suhu. Suhu pada pemanas diukur dengan *thermocouple* dan diatur suhunya menggunakan termokontrol untuk menjaga agar suhu dalam kondisi tetap. Panas secara konduksi tersebut dilakukan selama (20, 30, 40 menit), dengan suhu (130, 150, 170°C). Toleransi suhu $\pm 5^{\circ}\text{C}$.
28. Dinginkan spesimen uji secara perlahan, dengan cara mendinginkan *belt* dalam posisi masih terjepit *heater* selama 2 jam.

3.7 Pengambilan Data

Dalam melakukan pengolahan, data diambil dari proses uji tarik pada spesimen-spesimen dengan menggunakan Universal Machine Testing Merk ESSOM TM 113 30 KN yang terdapat pada laboratorium desain dan uji bahan Universitas Jember seperti pada Gambar 3.27. Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan panduan ASTM D3039 yang merupakan standard pengujian kekuatan tarik pada komposit bermatrik polimer.



Gambar 3.27 Pengujian Tarik

Perhitungan ultimate tensile strength menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\sigma_{tu} = F_{max} / A$$

$$\sigma_i = P_i / A$$

dimana :

σ_{tu} = kekuatan tarik ultimate MPa [psi];

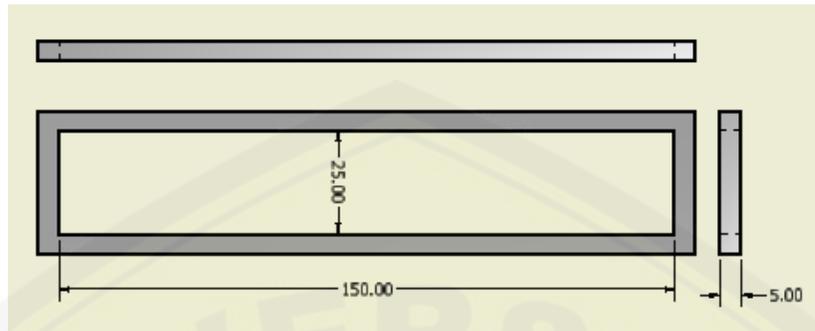
F_{max} = beban maksimum sebelum kegagalan, N [lbf];

σ_i = tegangan tarik pada data yang ke-, MPa [psi];

P_i = beban pada data yang ke-, N [lbf];

A = luasan seksi silang rata-rata dari lebar x tebal, mm² [in²],

Sebelum melakukan pengujian tarik, dilakukan penandaan dan pengecekan terhadap spesimen-spesimen yang telah dibuat. Hal ini bertujuan agar spesimen yang diuji sudah seragam dan tidak berbeda jauh dari yang disarankan pada ASTM D3039. Pengecekan dilakukan dengan cara meletakkan spesimen pada alat bantu penyortiran seperti pada Gambar 3.28, dimana jika spesimen tidak sesuai atau jauh dari dimensi yang disarankan, maka harus diganti dengan spesimen yang baru.



Gambar 3.28 Alat Bantu Penyortiran

Ketika pengujian tarik siap dilakukan, setel penanda *displacement* dengan meletakkan ujung dasarnya ke dasar mesin uji tarik. Saat penanda *displacement* tidak lagi menyentuh dasar mesin uji tarik, lakukan penyetelan ulang dengan mengendorkan pengikatnya dan meletakkan ke dasar mesin uji tarik. Hal ini dimaksudkan agar penanda *displacement* dapat bekerja dengan baik. *Reset display* saat akan melakukan pengujian tarik. Untuk melakukan pengujian tarik ini, minimal dilakukan oleh dua orang, orang pertama memegang pencekam sedangkan yang lainnya mengungkit dengan tuas yang disediakan. Selama proses, jangan lupa untuk melakukan perekaman. Simpan rekaman video tersebut untuk selanjutnya diolah datanya dengan bantuan media *player classic* (untuk melihat data dengan menggunakan arah pada keyboard) dan Microsoft excel (untuk membuat grafik).

Pengambilan data dilakukan setelah pengujian tarik. Fungsinya adalah untuk mempermudah penelitian yang sedang dilakukan dan mendapatkan hasil penelitian tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan waktu dan suhu vulkanisasi. Pengambilan data dilakukan setiap selesai dilakukan pengujian tarik. Setiap variasi dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali guna memperoleh hasil yang valid. Untuk lebih jelasnya dalam pengambilan data pengujian tarik dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil pengujian tarik *belt*

No	Suhu Pemanasan <i>Belt</i> (°C)	Waktu Pemanasan <i>Belt</i> (Menit)	Perhitungan Kekuatan Tarik (MPa)			Rata – rata (MPa)
			Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3	
1	130	20				
2		30				
3		40				
Jumlah						
Rata - rata						
4	150	20				
5		30				
6		40				
Jumlah						
Rata - rata						
7	170	20				
8		30				
9		40				
Jumlah						
Rata - rata						

3.8 Metode Pengujian

3.8.1 Eksperimen 2 Faktorial

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Uji statistik yang dilakukan dalam penelitian ini adalah eksperimen faktorial. Penggunaan eksperimen faktorial ini, karena terdapat lebih dari satu faktor yang mempengaruhi sesuatu yang diamati. Seperti yang

ada dalam penelitian ini yaitu pengaruh waktu dan suhu *vulkanisasi*. Bentuk Eksperimen Faktorial model Rancangan Acak Lengkap dari data hasil percobaan Y_{ijk} dapat dinyatakan dengan model matematis:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad \text{Dengan, } i = 1,2 \text{ dan } 3$$

$$j = 1,2, \text{ dan } 3$$

$$k = 1,2,3,4$$

Dimana :

Y_{ijk} : Pengamatan pada faktor A taraf ke-i, faktor B taraf ke-j dan ulangan ke-k

μ : Rataan umum

α_i : Pengaruh faktor A taraf ke-i

β_j : Pengaruh faktor B taraf ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$: Pengaruh interaksi dari faktor A taraf ke-i dan faktor B taraf ke j

ε_{ijk} : Pengaruh acak pada faktor A taraf ke-i, faktor B taraf ke-j dan ulangan ke-k

Model matematik tersebut memperlihatkan bahwa data Y_{ijk} merupakan nilai – nilai rataan (μ) yang bervariasi sebagai akibat adanya pengaruh perlakuan (α_i), perlakuan (β_j), dan galat (ε_{ijk}) akibat adanya ulangan. Asumsi untuk model acak ialah : $\alpha_i \sim N(0, \sigma^2_{\alpha})$, $\beta_j \sim N(0, \sigma^2_{\beta})$, $(\alpha\beta)_{ij} \sim N(0, \sigma^2_{\alpha\beta})$

Model Acak merupakan model dimana perlakuan-perlakuan yang dicobakan merupakan sampel acak dari populasi perlakuan dan kesimpulan yang diperoleh berlaku secara umum untuk seluruh populasi perlakuan.

a. Uji Hipotesis

Hipotesis adalah suatu pernyataan yang masih lemah kebenarannya dan perlu dibuktikan atau dugaan yang sifatnya masih sementara. Pengujian hipotesis akan

menghasilkan keputusan menerima atau menolak hipotesis. Penolakan suatu hipotesis bukan berarti disimpulkan bahwa hipotesis salah, dimana bukti yang tidak konsisten dengan hipotesis. Penerimaan hipotesis sebagai akibat tidak cukupnya bukti untuk menolak dan tidak berimplikasi bahwa hipotesis itu pasti benar. Pada penelitian ini ditetapkan nilai taraf signifikansi α sebesar 5% atau 0,05 dengan artian ada kemungkinan lima diantara seratus keputusan penolakan hipotesis nol adalah keputusan yang keliru (Sastrosupadi, 2000). Model acak untuk membuktikan hipotesis bahwa uji F dilakukan untuk membandingkan besaran pengaruh perlakuan (KTP) atau pengaruh kontrol lokal (pengelompokan) dengan efek kondisi (galat) (KTG). Model acak untuk membuktikan Hipotesis bahwa :

1. Hipotesis pengaruh utama faktor A

H_0 : Faktor A tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati

H_1 : Faktor A berpengaruh positif terhadap respons yang diamati

- Jika nilai sig (A) $> \alpha$, maka H_0 diterima, H_1 ditolak
- Jika nilai sig (A) $< \alpha$, maka H_0 ditolak, H_1 diterima

2. Hipotesis pengaruh utama faktor B

H_0 : Faktor B tidak berpengaruh terhadap respons yang diamati

H_1 : Faktor B berpengaruh positif terhadap respons yang diamati

- Jika nilai sig (B) $> \alpha$, maka H_0 diterima, H_1 ditolak
- Jika nilai sig (B) $< \alpha$, maka H_0 ditolak, H_1 diterima

3. Hipotesis pengaruh interaksi

H_0 : Faktor A dengan faktor B tidak berpengaruh terhadap respons yang diamati

H_1 : Faktor A dengan faktor B berpengaruh positif terhadap respons yang diamati

- Jika nilai sig (A*B) $> \alpha$, maka H_0 diterima, H_1 ditolak

- Jika nilai sig ($A*B$) $< \alpha$, maka H_0 ditolak, H_1 diterima

Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan suhu vulkanisasi (faktor A) terhadap kekuatan tarik *belt*. Faktor suhu vulkanisasi tersebut dilakukan dengan beberapa suhu yaitu 130 °C, 150 °C, dan 170 °C, dengan variasi waktu (faktor B) yaitu 20 menit, 30 menit, dan 40 menit. Rancangan yang digunakan adalah Percobaan Faktorial dengan 3 kali ulangan (r).

b. Metode Rancangan Acak Lengkap

Pada Rancangan acak lengkap ada dua sumber keragaman yaitu sumber keragaman perlakuan dan sumber keragaman galat . Besar nilai kedua komponen sumber keragaman inilah yang menentukan perbedaan antar perlakuan. Dalam penelitian ini menggunakan Metode Rancangan acak lengkap sama yaitu bila jumlah perlakuan sama (p) dan setiap perlakuan diulang (n) kali level maka, dapat dibuat tabel hasil pengamatan dengan pola Acak yang disajikan dalam tabel 3.2 yaitu tabel Anova sebagai berikut:

Tabel 3.2 Tabel Anova

Sumber keragaman (SK)	Derajat bebas (DB)	Jumlah kwadrat (JK)	Kwadrat tengah (KT)	F hitung	Sig.
Perlakuan	AB-1	$\frac{\sum (\sum y_j)^2}{r} - FK$	JKP/DBP	KTP/KTG	
A	A-1	$\frac{\sum (\sum y_i)^2}{rB} - FK$	JKA/DBA	KTA/KTG	
B	B-1	$\frac{\sum (\sum y_j)^2}{rA} - FK$	JKB/DBB	KTB/KTG	
AB	(A-1)(B-1)	JKP-JKA-JKB	JKAB/DBAB	KTAB/KTG	
Galat	AB(r-1)	JKT-JKP	JKG/DBG		
Total	(ABr-1)	$\sum (\sum ijk)^2 - FK$			

Keterangan:

- Perlakuan faktor A

= A

b. Perlakuan faktor B	= B
c. Jumlah ulangan	= r
d. Derajat bebas perlakuan (DBP)	= AB - 1
e. Derajat bebas faktor A (DBA)	= A - 1
f. Derajat bebas faktor B (DBB)	= B - 1
g. Derajat bebas faktor AB (DBAB)	= (A - 1) (B - 1)
h. Derajat bebas galat (DBG)	= AB (r - 1)
i. Derajat bebas total (DBT)	= (ABr - 1)
j. Faktor koreksi (FK)	= $\frac{(\sum y_i)^2}{A \times B \times r}$
k. Jumlah kwadrat total (JKT)	= $\sum (\sum_{ijk})^2 - FK$
l. Jumlah kwadrat perlakuan (JKP)	= $\frac{\sum (\sum y_i)^2}{r} - FK$
Jumlah kwadrat faktor A (JKA)	= $\frac{\sum (\sum y_i)^2}{rB} - FK$
m. Jumlah kwadrat faktor B (JK faktor B)	= $\frac{\sum (\sum y_i)^2}{rA} - FK$
n. Jumlah kwadrat faktor AB (JK faktor AB)	= JKP - JKA - JKB
o. Jumlah kwadrat galat (JKG)	= JKT - JKP
p. Kwadrat tengah perlakuan (KTP)	= JKP / DBP
q. Kwadrat tengah faktor A (KTA)	= JKP / DBA
r. Kwadrat tengah faktor A (KTB)	= JKP / DBB
s. Kwadrat tengah faktor AB (KTAB)	= JKP / DBAB
t. Kwadrat tengah galat (KTG)	= JKG / DBG

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Sambungan *Belt Conveyor*

Pengujian kekuatan tarik hasil dari sambungan *belt conveyor* dengan metode *Hot Splicing* menggunakan mesin uji tarik Universal Machine Testing Merk ESSOM TM 113 30 kN.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Sambungan *Belt Conveyor*

No	Suhu Pemanasan <i>Belt</i> (°C)	Waktu Pemanasan <i>Belt</i> (Menit)	Perhitungan Kekuatan Tarik (MPa)			Rata – rata (MPa)
			Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3	
1	130	20	0.257	0.375	0.178	0.270
2		30	0.336	0.375	0.296	0.336
3		40	0.533	0.375	1.006	0.638
Jumlah						1.244
Rata - rata						0.415
4	150	20	0.060	0.257	0.296	0.204
5		30	0.375	0.178	0.178	0.244
6		40	0.178	0.217	0.178	0.191
Jumlah						0.639
Rata - rata						0.213
7	170	20	0.099	0.06	0.139	0.099
8		30	0.296	0.415	0.336	0.349
9		40	0.139	0.217	0.494	0.283
Jumlah						0.731
Rata - rata						0.244

4.2 Analisis dan Hasil Penelitian

Pengujian Pengaruh Variasi Waktu dan Suhu Terhadap Kekuatan Tarik *Belt Conveyor* (2-Ply 1-Step) Pada Penyambungan Sistem Panas dilakukan dengan menggunakan ANOVA desain faktorial dengan bantuan *software* SPSS 16.0, Dari proses analisis didapatkan tabel ANOVA sebagai berikut:

Tabel 4.2 ANOVA Pengujian Kekuatan Tarik Sambungan *Belt Conveyor*

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

Berdasarkan tabel 4.2 di atas, pada 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 .

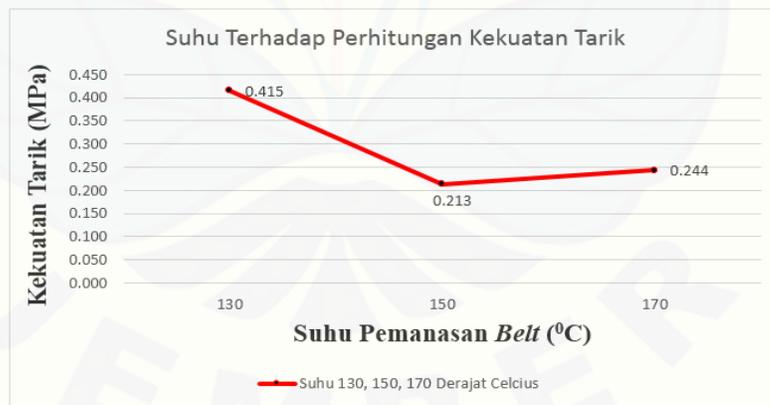
Pada sumber keragaman (SK) waktu, dengan nilai $\alpha = 0,05$ dapat dilihat bahwa nilai Sig pada “Waktu” lebih kecil dari pada nilai α ($0.049 < 0,05$). Dari pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa terdapat pengaruh signifikan beberapa variasi waktu pemanasan *belt* terhadap kekuatan tarik sambungan 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 hasil pengukuran diatas, interaksi antara keduanya berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan *belt* yang tidak berbeda secara nyata. 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).

4.3 Pembahasan

Dari hasil data pada tabel 4.1 Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Sambungan *Belt Conveyor*, diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara suhu terhadap perhitungan kekuatan tarik

Dari gambar 4.1 diatas dapat disimpulkan bahwa pemanasan *belt* yang baik berada pada suhu 130^0 C. Hal ini tidak lepas karena karet alam memiliki temperatur

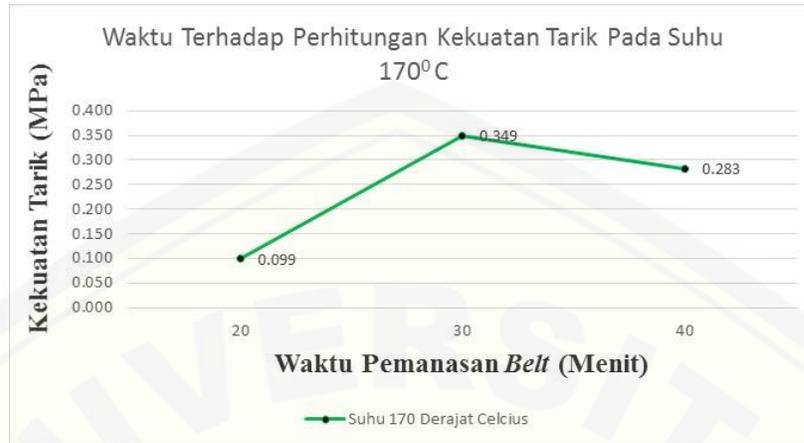
penggunaan yang paling tinggi sekitar 99°C , melunak pada suhu 130°C dan terurai sekitar 200°C (Ompusunggu, 1987).



Gambar 4.2 Grafik hubungan antara waktu terhadap perhitungan kekuatan tarik dengan suhu pemanasan 130°C



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara waktu terhadap perhitungan kekuatan tarik dengan suhu pemanasan 150°C



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara waktu terhadap perhitungan kekuatan tarik dengan suhu pemanasan 170⁰ C

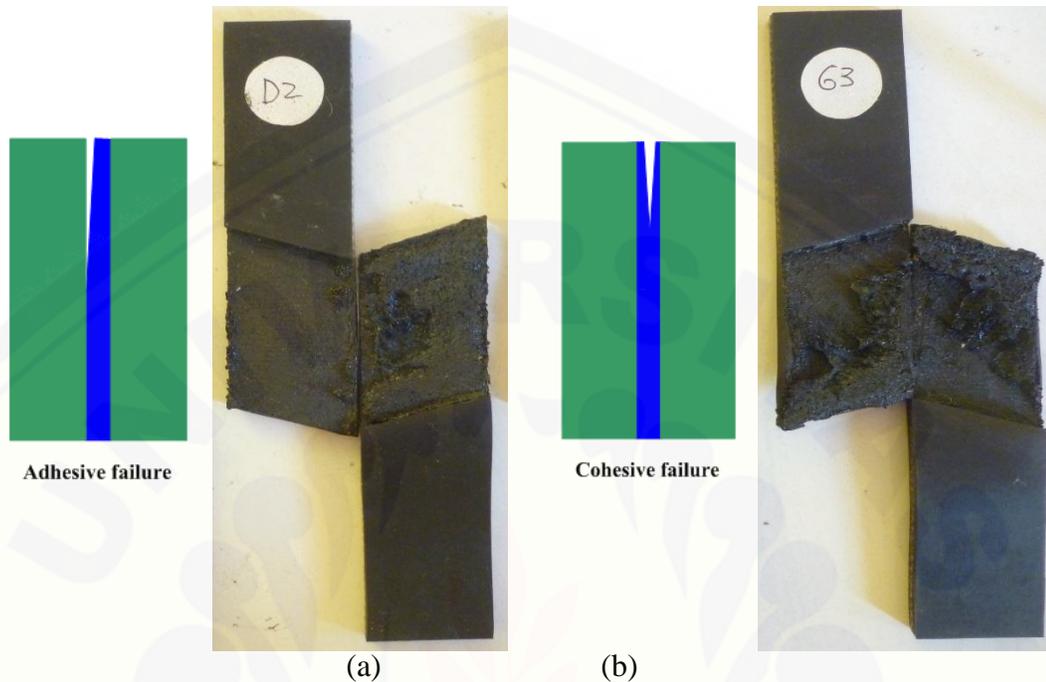


Gambar 4.5 Grafik hubungan antara waktu terhadap perhitungan kekuatan tarik dengan suhu pemanasan 130, 150, 170⁰ C

Dari gambar 4.5 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.

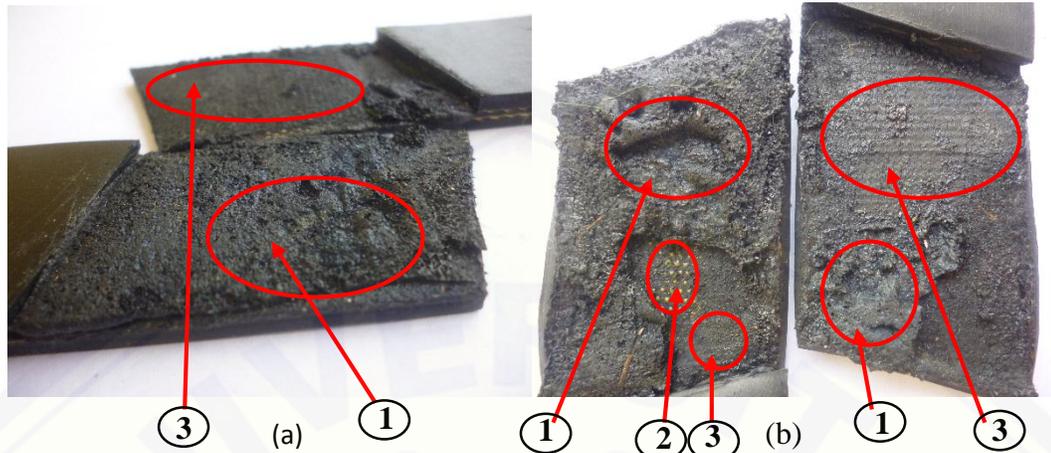
Menurut (Ompusunggu, 1987) karet alam memiliki temperature penggunaan yang paling tinggi sekitar 99°C , melunak pada suhu 130°C dan terurai sekitar 200°C . Hal ini yang mendasari kenapa pada suhu 130°C kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* meningkat, karena pada suhu 130°C gaya adhesi atau *interlocking* 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) :



Gambar 4.6 Bentuk kegagalan ikatan perekat, (a) suhu pemanasan 130°C dan 150°C , (b) suhu pemanasan 170°C

Dari gambar 4.6 diatas, 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 4.7 Bentuk fisik sambungan *belt* setelah dilakukan pengujian tarik, (a) suhu pemanasan 130⁰C dan 150⁰C, (b) suhu pemanasan 170⁰C (keterangan 1. kompon karet; 2. *ply* atau penguat; 3. karet *belt*)

Dari gambar 4.7 terlihat bahwa pada pemanasan 170⁰C kompon karet mengalami kegagalan kohesif, sedangkan pada pemanasan 130⁰C dan 150⁰C kompon karet mengalami kegagalan adhesive atau kegagalan antarmuka. Dari fenomena diatas dapat disimpulkan bahwa salah satu penyebab turunnya kekuatan tarik pada suhu 170⁰C adalah kegagalan kohesiv yang terjadi pada kompon karet akibat tingginya suhu yang diberikan saat proses pemanasan.



Gambar 4.8 Bentuk fisik karet *belt* setelah dilakukan proses pemanasan, (a) suhu pemanasan 130⁰C dan 150⁰C, (b) suhu pemanasan 170⁰C

Dari gambar 4.8, 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 4.6, 4.7, dan 4.8 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.



Gambar 4.9 Bentuk morfologi *belt* dengan sambungan dan tanpa sambungan, setelah dilakukan pengujian tarik

Tabel 4.3 Perbandingan kekuatan tarik sambungan dengan kekuatan tarik tanpa sambungan

NO.	Suhu Pemanasan Belt (°C)	Waktu Pemanasan Belt (Menit)	Display Kekuatan Tarik Sambungan (N)			Display Kekuatan Tarik Tanpa Sambungan (N)
			Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3	
1	130	20	306.420	447.600	212.300	5812.44
2		30	400.540	447.600	353.480	
3		40	635.840	447.600	1200.560	
4	150	20	71.120	306.420	353.480	
5		30	447.600	212.300	212.300	
6		40	212.300	259.360	212.300	
7	170	20	118.180	71.120	165.240	
8		30	353.480	494.660	400.540	
9		40	165.240	259.360	588.780	

Dari tabel 4.3 diketahui nilai tertinggi kekuatan tarik sambungan *belt* yaitu 1200.560 N, sedangkan nilai kekuatan tarik *belt* tanpa sambungan sebesar 5812.44 N. dari nilai tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa selisih antara kekuatan tarik sambungan dengan tanpa sambungan adalah 4611.880 N. Jadi, nilai kekuatan tarik sambungan *belt* tertinggi yang diperoleh dari penelitian ini sebesar 20.66 % dari kekuatan tarik *belt* tanpa sambungan.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* tertinggi berada pada suhu 130⁰C pada waktu pemanasan 40 menit, yaitu sebesar 0.638 MPa. Sedangkan kekuatan tarik mengalami penurunan yang tajam pada suhu 170 ⁰C pada waktu pemanasan 20 menit, dengan nilai kekuatan tarik sebesar 0.099 MPa.
2. Kondisi sambungan terbaik berada pada suhu 130 ⁰C 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 ⁰C, dan mengalami pelelehan pada suhu 170 ⁰C.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini 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

- American Society for Testing and Materials (ASTM). *Standard Test Methods for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*. ASTM D 3039.
- Andriyanti, W., Darsono., dan Faisal, W. 2010. *Kajian Metode Vulkanisasi Lateks Karet Alam Bebas Nitrosamin dan Protein Alergen*. Yogyakarta : Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan – BATAN.
- Assauri, Sofyan. 2004. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta : Lembaga Fakultas Ekonomi UI.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Berita Resmi Statistik No. 60/08/Th. XVII*. Jakarta : Badan Penerbit Badan Pusat Statistik.
- Feih, S., Z. Mathys, A.G.Gibson, dan A.P.Mouritz. 2007. *Modelling the Tension and Compression Strengths of Polymer*. Elsevier. 551-564.
- Ilyandi, Rifki. 2012. *Analisa Sambungan Belt Conveyor Pada Pabrik Semen*. Riau : Badan Penerbit Universitas Riau.
- Kumar, Ch. S. S. R., dan Nijasure, A. M. (1997). *Vulcanization of Rubber. General /Article*, Resonance : 55-59.
- Niemann G. 1986. *Elemen Mesin*. Jakarta : Erlangga.
- Ompusunggu, M. 1987. *Pengetahuan Lateks Havea*. Sungei Putih, Medan : Lembaga Pendidikan Perkebunan (LPP).
- PT. Ytl Jawa Timur. 2001. *Pengetahuan Dasar Rubber Splice*. Jakarta : Summa Learning Center.
- PT. Ytl Jawa Timur. 2001. *Conveyor System Ops. & Maintenance*. Jakarta : Summa Learning Center
- Sastrosupadi, Adji. 2000. *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian*. Yogyakarta: Kanisius.

Siregar, Fauzi. 2004. *Alat Transportasi Benda Padat*. Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

Universitas Jember. 2012. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Edisi Ketiga. Jember: Jember University Press.

Internet

Anonimus. 2015. Diperoleh dari <http://www.gorillaglu.com/> ditulis kembali di expertwannabe.blogspot.com [3 Maret 2015].

Conveyor Belt. Dilihat pada tanggal 10 Oktober 2014 dari website www.wikipedia.org/wiki/conveyor_belt/history.html. [12 Februari 2015]

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]

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].

Standart Sambungan DIN 22102. <http://goo.gl/NzP8Uy>. [15 Februari 2015].

Jenis Generik Sendi Lap. https://www.academia.edu/6790660/SAMBUNGAN_ADHESIVE_terbaru_fix . [15 Februari 2015].

Uji Tarik *Belt*. <http://www.instron.co.uk>. [16 Februari].

Kompon Karet Vulkanisir. www.industrikaret.com. [20 Februari 2015].

LAMPIRAN 1. TABEL DATA

Tabel A1.1 Data Hasil Pengujian Gaya Tarik Sambungan *Belt*

No.	Suhu Pemanasan (°C)	Waktu Pemansan (Menit)	Display (N)			Rata - rata
			Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
1	130	20	306.420	447.600	212.300	966.320
2	130	30	400.540	447.600	353.480	1201.620
3	130	40	635.840	447.600	1200.560	2284.000
4	150	20	71.120	306.420	353.480	731.020
5	150	30	447.600	212.300	212.300	872.200
6	150	40	212.300	259.360	212.300	683.960
7	170	20	118.180	71.120	165.240	354.540
8	170	30	353.480	494.660	400.540	1248.680
9	170	40	165.240	259.360	588.780	1013.380

Tabel A1.2 Data *Output Software SPSS*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: nilai

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.548 ^a	8	.069	3.269	.018
Intercept	2.278	1	2.278	108.672	.000
suhu	.212	2	.106	5.059	.018
waktu	.150	2	.075	3.576	.049
suhu * waktu	.186	4	.047	2.221	.108
Error	.377	18	.021		
Total	3.204	27			
Corrected Total	.926	26			

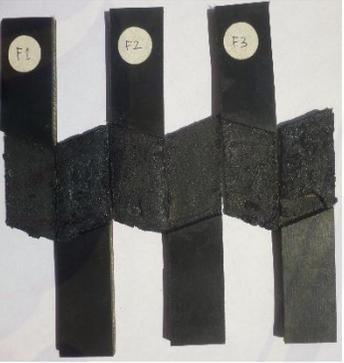
a. R Squared = .592 (Adjusted R Squared = .411)

Tabel A1.3 Data Perhitungan ANOVA

Faktor A	r	Faktor B			Total
		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	1.006	1.48
Sub Total		0.81	1.007	1.914	3.731
150	1	0.06	0.375	0.178	0.613
	2	0.257	0.178	0.217	0.652
	3	0.296	0.178	0.178	0.652
Sub Total		0.613	0.731	0.573	1.917
170	1	0.099	0.296	0.139	0.534
	2	0.06	0.415	0.217	0.692
	3	0.139	0.336	0.494	0.969
Sub Total		0.298	1.047	0.85	2.195
Total Besar		1.721	2.785	3.337	7.843

LAMPIRAN 2. GAMBAR DAN PERHITUNGAN

1. Sampel Uji Keseluruhan

	20 Menit	30 Menit	40 Menit
Suhu 130° C			
Suhu 150° C			



2. Perhitungan Kekuatan Tarik

Perhitungan kekuatan tarik pada tabel dengan keluaran data primer dengan satuan N. kekuatan tarik maksimal didapatkan dari persamaan (1) berikut :

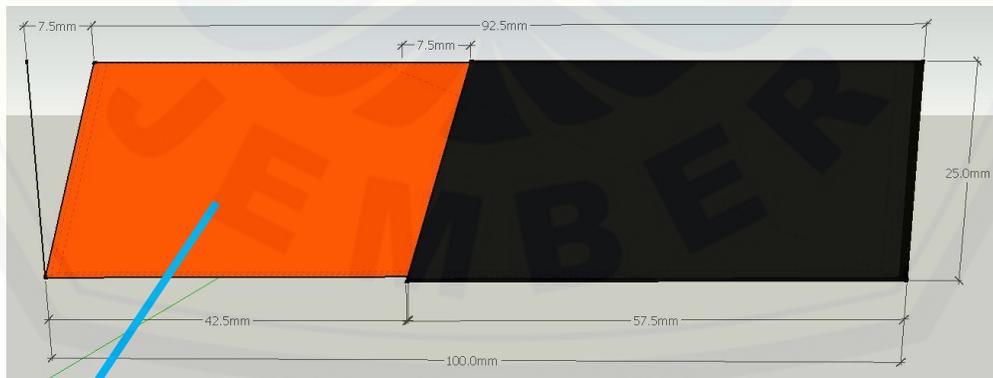
$$\sigma_{tu} = F_{max} / A_0$$

keterangan : σ_{tu} = kekuatan tarik *ultimate* MPa [psi];

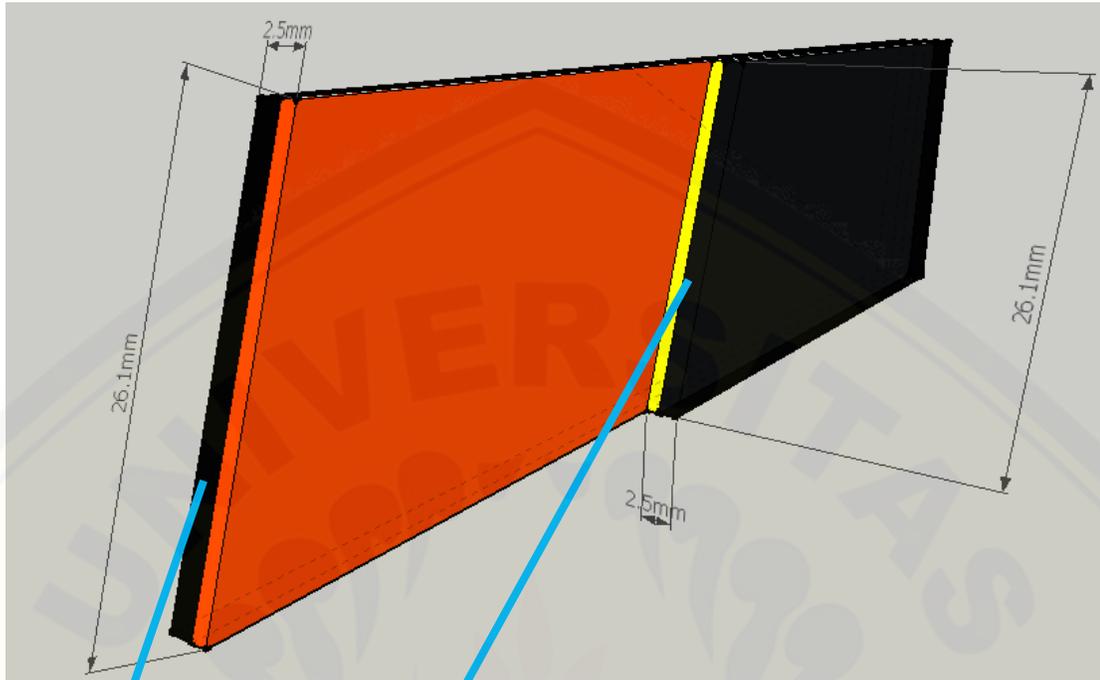
F_{max} = beban maksimum sebelum kegagalan, N [lbf];

A_0 = luas penampang yang terkena pengeleman, mm² [in²].

Luas penampang yang terkena pengeleman sebagai berikut :



$$A_1 = \text{sisi horizontal (p x l)} > (42.5 \times 25 \text{ mm}) = 1062.5 \text{ mm}^2$$



$$A_2 = \text{Sisi vertikal (p x l)} > (26.1 \times 2.5 \text{ mm}) = 65.25 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = \text{Sisi vertikal (p x l)} > (26.1 \times 2.5 \text{ mm}) = 65.25 \text{ mm}^2$$

Luas penampang total yang terkena pengeleman :

$$\begin{aligned} A_0 &= A_1 + A_2 + A_3 \\ &= 1062.5 + 65.25 + 65.25 \text{ mm}^2 \\ &= 1193 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Contoh :

- 1) Diketahui keluaran data primer tertinggi sambungan belt conveyor yaitu 1200.560 N, pada suhu 130°C dengan waktu 40 menit. berapakah kekuatan tarik yang akan didapatkan ?

Jawab :

$$\begin{aligned} \sigma_{tu} &= F_{\max} / A_0 \\ &= 1200.560 \text{ N} / 1193 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$= 1.006 \text{ N/mm}^2$$

$$= 1.006 \text{ Mpa}$$

3. Perhitungan Berat Lem Tiap Spesimen Dengan Tebal Pengeleman 0.5 mm :

a) Mencari Volume pengeleman :

$$\begin{aligned} \text{Sisi horizontal } V(A_1) &= p \times l \times t \\ &= 42.5 \times 2.5 \times 0.5 \text{ mm} \\ &= 531.25 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sisi Vertikal } V(A_2) &= p \times l \times t \\ &= 26.1 \times 2.5 \times 0.5 \\ &= 32.625 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sisi Vertikal } V(A_3) &= p \times l \times t \\ &= 26.1 \times 2.5 \times 0.5 \\ &= 32.625 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

b) Diketahui massa jenis lem *Hot splicing* :



Lem *hot splicing*

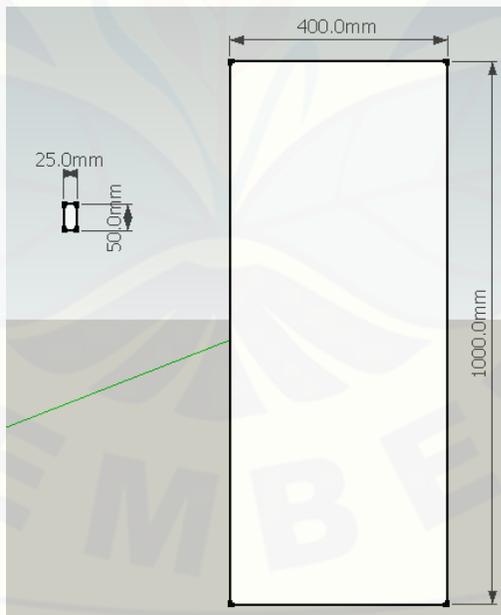
$$\begin{aligned}
 \rho &= m/V \\
 &= 1 \text{ kg} / 690 \text{ ml} \\
 &= 1000 \text{ g} / 690 \text{ cm}^3 \\
 &= 1.45 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 1.45 \text{ gr} / 1000 \text{ mm}^3 \\
 &= 0.00145 \text{ g/mm}^3
 \end{aligned}$$

c) Massa lem yang dibutuhkan tiap pengeleman :

$$\begin{aligned}
 m &= \rho \times V \\
 \text{Massa Lem} &= \text{Massa jenis lem} \times \text{Volume yang akan di lem} \\
 &= 0.00145 \text{ g/mm}^3 \times V(A_1) + V(A_2) + V(A_3) \\
 &= 0.00145 \text{ g/mm}^3 \times (531.25 + 32.625 + 32.625 \text{ mm}^3) \\
 &= 0.864925 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Massa pengeleman yang digunakan pada saat penelitian adalah 1g.

4. Perhitungan Tekanan Tiap Spesimen



Penampang spesimen dan penampang sbenarnya

Diketahui tekanan real, yang digunakan dilapangan untuk penyambungan *belt conveyor* menurut buku *Summa Learning Center* adalah 8 bar, dengan luasan penampang yang terkena tekanan ($p \times l = 1000 \times 400 \text{ mm}$) (lihat hal. 15). Berapakah tekanan tiap spesimen uji jika penampang yang harus terkena tekanan ($p \times l = 50 \times 25 \text{ mm}$) ?

Jawab :

$$1) \text{ Luas Penampang Sebenarnya (A}_1) = 1000 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} \\ = 400000 \text{ mm}^2$$

$$2) \text{ Luas Penampang Spesimen (A}_2) = 50 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \\ = 1250 \text{ mm}^2$$

3) Perbandingan tekanan sebenarnya dengan tekanan pada spesimen :

$$X \text{ bar} = \frac{\text{Tekanan Sebenarnya}}{\text{Luas Penampang Sebenarnya}} \times \frac{\text{Tekanan Spesimen}}{\text{Luas Penampang Spesimen}} \\ = \frac{8 \text{ bar}}{400,000} \times \frac{x \text{ bar}}{1,250} \\ 400,000 x = 10,000 \\ x = \frac{10,000}{400,000} \\ x = 0.025 \text{ bar}$$

4) Konversi bar ke Kg :

$$1 \text{ bar} = 100,000 \text{ N/m}^2 \\ = \frac{1 \text{ bar}}{100,000} \times \frac{0.025 \text{ bar}}{x} \\ x = 2,500 \text{ N/m}^2 \\ x = 2,500 \text{ N} / 1000.000 \text{ mm}^2 \\ x = 0.0025 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Rumus Tekanan : } (P) = F/A_2 \\ F = P \times A_2 \\ = 0.0025 \text{ N/mm}^2 \times 1250 \text{ mm}^2$$

$$= 3.125 \text{ N}$$

$$= 0.3125 \text{ Kg}$$

Tekanan yang digunakan pada saat penilian adalah 0.5 Kg.

5. Proses Pemotongan *Bias Cut*



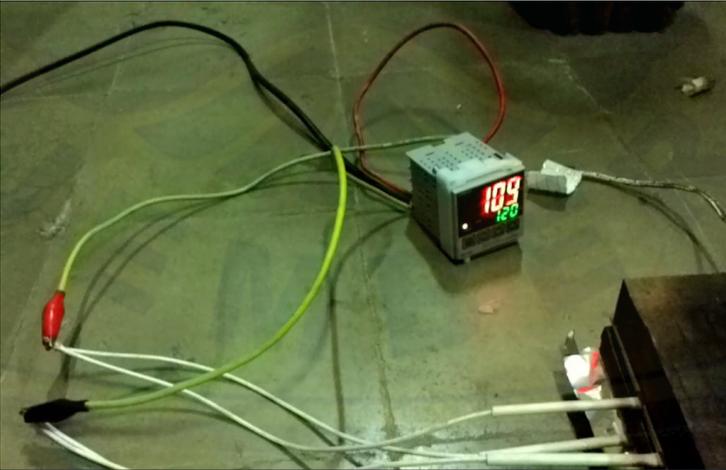
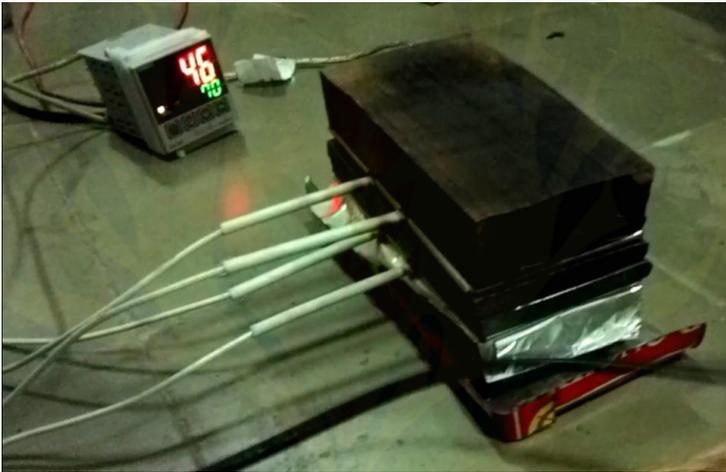
6. Proses Penimbangan Lem







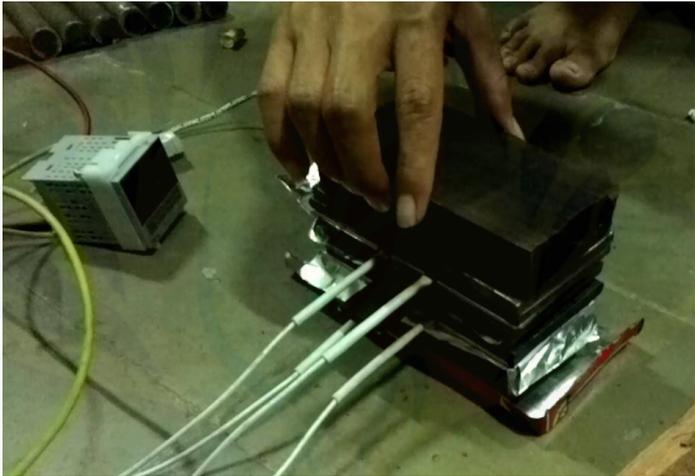
7. Proses Pemanasan Awal (*Pre Heating*)



8. Proses Pemanasan *Belt*









9. Proses Pendinginan *Belt*



10. Proses Pencekaman Pada Mesin Uji Tarik

