



**PENGARUH SUHU DAN WAKTU TERHADAP KEKUATAN
TARIK DENGAN PENGUJIAN *THERMAL MEKANIS*
PADA *BELT CONVEYOR 2 PLY***

SKRIPSI

Oleh
Muslih Muhammad Asa
NIM 111910101004

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



**PENGARUH SUHU DAN WAKTU TERHADAP KEKUATAN
TARIK DENGAN PENGUJIAN *THERMAL MEKANIS*
PADA *BELT CONVEYOR 2 PLY***

SKRIPSI

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

Oleh
Muslih Muhammad Asa
NIM 111910101004

**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 selalu memanjatkan do'a yang tulus ikhlas untuk kesuksesan anaknya, memberikan kasih sayang yang sangat amat besar dan tentunya pengorbanan yang tidak henti – hentinya;
2. Adikku Aida dan Nadia yang suja mengajak bercanda dan menghadirkan senyum yang melunturkan segala keluh kesah kakakmu ini;
3. Semua staf pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang selama ini mencurahkan ilmu pengetahuannya, semoga menjadi ilmu yang bermanfaat dan barokah dunia akhirat.
4. Bapak Moh. Ma'ruf Ali selaku pimpinan CV. Altech Indo Prima Megah yang memberikan tempat dan pembelajaran mengenai penyambungan *belt conveyor*.
5. Saudaraku Teknik Mesin 2011 Universitas Jember yang senantiasa memberikan motivasi dan semangat selama perkuliahan hingga saat ini..
6. Kepada kawan – kawan YVCI Chapter Jember dan kawan – kawan Sipoet Team yang selalu mendukungku dan menemani disepanjang.
7. Serta civitas akademik baik dilingkungan Universitas Jember maupun seluruh instansi pendidikan, perusahaan dan lembaga terkait.

MOTTO

Fainna ma'al usri yusro.

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”
(terjemahan Surat Al-Insyirah ayat 5)^{*)}

"Jika engkau ingin melihat indahnya fajar, maka engkau harus melalui gelapnya malam."

(Habib syech Abdul Qodir Assegaff)^{**)}

"orang yang tidak pernah melakukan kesalahan adalah orang yang tidak pernah mencoba sesuatu hal yang baru."

(Albert Einstein)^{***)}

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

^{**)} Habib Syech Abdul Qodir Assegaff.

^{***)} Albert Einstein. 2014. *TEDGlobal2012*.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Muslih Muhammad Asa M

NIM : 111910101004

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “PENGARUH SUHU DAN WAKTU TERHADAP KEKUATAN TARIK DENGAN PENGUJIAN *THERMAL MEKANIS* PADA *BELT CONVEYOR 2 PLY*” 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,

(Muslih Muhammad Asa M)

NIM 111910101004

SKRIPSI

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU TERHADAP KEKUATAN
TARIK DENGAN PENGUJIAN *THERMAL MEKANIS*
PADA *BELT CONVEYOR 2 PLY***

Oleh

Muslih Muhammad Asa M
NIM 111910101004

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Hari Arbiantara, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ahmad Adib R, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “PENGARUH SUHU DAN WAKTU TERHADAP KEKUATAN TARIK DENGAN PENGUJIAN *THERMAL MEKANIS* PADA *BELT CONVEYOR 2 PLY*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Selasa, 22 September 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Hari Arbiantara, S.T., M. T.
NIP 19670924 199412 1 001

Anggota I,

Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.
NIP 19711114 199903 1 002

Sekretaris,

Ahmad Adib R, S.T., M.T.
NIP 19850117 201212 1 001

Anggota II,

Santoso Mulyadi, S.T., M.T.
NIP 19700228 199702 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

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

RINGKASAN

Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Kekuatan Tarik dengan Pengujian *Thermal Mekanis* pada *Belt Conveyor 2 Ply*; Muslih Muhammad Asa M, 111910101004; 2015; 49 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Splicing Rubber adalah pembentukan ikatan pengeleman (*Adhesive*) dalam penyambungan *Rubber Belt* yang terputus atau rusak. Secara umum *splicing rubber* dibagi menjadi dua, yaitu *mechanical* dan *endless*. *Endless Splice* adalah suatu metode penyambungan belt dengan memanfaatkan kombinasi dari tekanan (*pressure*), panas (*heat*), waktu (*time*) dan perekatan secara kimiawi.

Penelitian ini, menggunakan *belt conveyor* tipe EP-100 2-ply. Variasi Waktu vulkanisasi yang digunakan adalah 20 menit, 30 menit dan 40 menit. Sedangkan variasi suhu vulkanisasi yang digunakan sebesar 130⁰C, 145⁰C dan 160⁰C. Serta pengulangan tiap variasi sebanyak 3 kali. Penelitian 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 pengujian, didapatkan nilai tertinggi kekuatan tarik pada sambungan *belt conveyor* adalah pada suhu vulkanisasi 130⁰C dan pada waktu vulkanisasi 40 menit, dengan besar kekuatan tarik sebesar 5,14 MPa. Sedangkan kekuatan tarik terendah sambungan *belt conveyor* terdapat pada suhu vulkanisasi 160⁰C dan pada waktu vulkanisasi 20 menit, dengan nilai kekuatan tarik sebesar 1,52 MPa.

SUMMARY

The Effect of Temperature and Time for Tensile Strength with Thermal Mechanic Testing on Belt Conveyor 2 Ply; Muslih Muhammad Asa M, 111910101004; 49 Pages; Mechanical Engineering Department of Engineering Faculty, University of Jember.

Rubber splicing is a glueing bond formation (Adhesive) in connection rubber belt broken or damaged . Generally splicing rubber is divided into two , namely mechanical and endless . Endless Splice is a belt splicing method by utilizing a combination of pressure, heat, time and chemical bonding .

In this study , using a conveyor belt type of EP - 100 2 - ply . Variations used vulcanization time is 20 minutes , 30 minutes and 40 minutes . While the temperature variation of vulcanization used for 130 °C , 145 °C and 160 °C. And repetition of each variation 3 times . This research was conducted in the laboratory Testing and Material Engineering Faculty of the University of Jember for the manufacturing process and testing of tensile strength specimens belt connection .

The result showed the highest tensile strength of the connection is a conveyor belt at a vulcanization temperature of 130 °C and the vulcanization time of 40 minutes , with a tensile strength of 5.14 MPa . While the lowest tensile strength conveyor belt connections are at a temperature of 160 °C and the vulcanization time 20 minutes , with a tensile strength of 1.52 MPa .

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengaruh Suhu Dan Waktu Terhadap Kekuatan Tarik Dengan Pengujian *Thermal* Mekanis pada *Belt Conveyor 2 Ply*”. 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. Bapak Hari Arbiantara, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Bapak Ahmad Adib R, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Bapak Dr. Nasrul Iliminafik, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T selaku Dosen Penguji anggota yang telah banyak sekali memberikan saran dan berbagai pertimbangan menuju ke arah yang benar dalam penulisan skripsi ini;
3. Bapak Dosen Universitas Jember khususnya Jurusan Teknik Mesin yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Bapak Moh. Ma'ruf Ali pemilik CV. Altech Indo Prima Megah yang memberikan kesempatan untuk menimba ilmu mengenai sambungan *belt conveyor*.
5. 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, September 2015

Penulis

DAFTAR ISI

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

2.3 Bagian-Bagian <i>Belt Conveyor</i>	5
2.3.1 Belt	5
2.3.2 Drive Unit	9
2.3.3 Roller Idler	10
2.4 Permasalahan Pada Belt	10
2.5 Belt Splicing	12
2.5.1 Panjang Sambungan	12
2.5.2 Tipe Penyambungan	14
2.6 Sambungan <i>Adhesive</i>	16
2.7 Pengujian	19
2.7.1 Pengujian Tarik	19
2.7.2 Pengujian Thermal Mekanis	21
2.7.3 Eksperimen 2 Faktorial	22
2.8 Hipotesa	27
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	28
3.2.1 Alat	28
3.2.2 Bahan	30
3.3 Prosedur Penelitian	31
3.3.1 Langkah – langkah Pembuatan Sampel Uji	31
3.3.1 Langkah – langkah Pengujian Sampel Uji	37
3.4 Analisa Data	38
3.5 Tabel Pengujian Tarik	39
3.6 Diagram Alir Penelitian	40
3.7 Rencana Jadwal Penelitian	41
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Data Hasil Pengujian	42
4.2 Analisis Hasil Penelitian	43

4.3 Pembahasan	44
4.3.1 Pengaruh Suhu Vulkanisasi Terhadap Kekuatan Tarik	44
4.3.2 Pengaruh Waktu Vulkanisasi Terhadap Kekuatan Tarik	46
4.3.3 Bentuk Kegagalan Sambungan	47
BAB 5. PENUTUP	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
2.1 <i>Belt Conveyor</i>	4
2.2 Prinsip Kerja <i>Belt Conveyor</i>	5
2.3 <i>Fabric Belt</i>	6
2.4 <i>Steel Cord Belt</i>	7
2.5 <i>Reinforcement</i>	8
2.6 Bagian – bagian <i>Belt</i>	9
2.7 Panjang Sambungan	13
2.8 Jumlah Ply dan Cara Penyambungannya	14
2.9 Proses Vulkanisasi	16
2.10 Struktur Sambungan Perekat	17
2.11 Kegagalan Ikatan Perekat	17
2.12 Standart Pembuatan Sampel	19
2.13 Spesimen Uji Tarik	20
2.14 Uji Tarik <i>Belt</i>	21
2.15 Sampel Uji Tarik Dengan Pengukur Panas	22
3.1 Mesin Uji Tarik	28
3.2 Temperatur Kontrol	29
3.3 <i>Heater</i>	29
3.4 Dimensi Spesimen	30
3.5 <i>Tie Rubber</i>	31
3.6 Spesimen Uji	31
3.7 Pembuatan <i>Center Line</i>	32
3.8 Penggambaran Panjang Step dan <i>Bias Cut</i>	32
3.9 Pengangkatan <i>Ply</i>	33
3.10 Pemotongan Tepi <i>Belt</i>	33

3.11 Pengasaran (<i>Buffing</i>).....	34
3.12Pembersihan <i>Belt</i> dari Kotoran.....	34
3.13Pelapisan Lem.....	35
3.14PencocokanUjung <i>Belt</i>	35
3.15Penutupan dengan Kanisir pada Bagian Sambungan.....	36
3.16Sambungan <i>Belt</i>	36
3.17Proses Vulkanisasi.....	37
3.18Proses Pengujian Tarik.....	38
3.19Diagram Alir Penelitian.....	40
4.1 Grafik Nilai Kekuatan Tarik dengan Suhu Vulkanisasi.....	45
4.2 Grafik Nilai Kekuatan Tarik dengan Waktu Vulkanisasi.....	46
4.3 Bentuk Kegagalan – Kegagalan Adhesive.....	47
4.4 Bentuk Kegagalan – Kegagalan Kohesive.....	48
4.5 Kerusakan Pada Komponen Karet.....	48

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
2.1Standart Sambungan DIN 22102	13
2.2Karakteristik STL RF4	18
2.3Spesimen geometri yang dibutuhkan	20
2.4Tabel ANOVA.....	25
3.1Hasil Pengujian Tarik.....	39
3.2 JadwalRencanaPenelitian	41
4.1Nilai Kekuatan Tarik Sambungan <i>Belt Conveyor</i>	42
4.2ANOVA Kekuatan Tarik Sambungan <i>Belt Conveyor</i>	43

DAFTAR LAMPIRAN

A. TABEL DAN DATA	53
A.1 Nilai sesuai display pada alat uji (N)	53
A.2 Nilai setelah kalibrasi (N)	53
A.3 Luas penampang sambungan <i>belt</i> (A)	54
A.4 Tabel hasil pengujian tarik (MPa)	54
A.5 Tabel distribusi F untuk probabilitas 0,05	55
A.6 <i>Output software SPSS</i>	56
B . PERHITUNGAN	56
B.1 Perhitungan volume lem (perekat)	56
B.2 Kalibrasi alat uji	57
C. GAMBAR – GAMBAR PENELITIAN	60
C.1 Gambar sampel setelah pengujian	60
C.2 Proses pembuatan dan pengujian spesimen	61

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur merupakan suatu sektor yang memiliki pengaruh bagi perekonomian Indonesia. Pertumbuhan perekonomian Indonesia dapat dilihat dari besarnya produk domestik bruto (PDB) yang dimiliki oleh suatu negara. Besarnya pengaruh industri manufaktur terhadap perekonomian nasional dapat dilihat besarnya porsi sektor manufaktur di dalam PDB. sebesar 25% dari total PDB Indonesia (Hidayati, 2009).

Meningkatnya laju pertumbuhan sektor manufaktur adalah hasil dari permintaan domestik, terutama untuk logam, makanan, bahan kimia dan suku cadang otomotif. Permintaan domestik seolah tidak terpengaruh oleh krisis global dan tumbuh sebesar 6,4% berkat investasi dan konsumsi (*The World Bank*). Situasi ini memaksa untuk lebih meningkatkan produktifitas dalam industri manufaktur.

Di dalam industri manufaktur, material – material yang digunakan merupakan jenis material yang berat maupun berbahaya bagi manusia. Mengingat keterbatasan kemampuan tenaga manusia baik itu berupa kapasitas bahan yang akan diangkat maupun keselamatan kerja dari karyawan (Siregar, 2004). Diperlukan mesin pemindah bahan untuk mempermudah suatu pekerjaan. Mesin pemindah bahan merupakan salah satu peralatan mesin yang digunakan untuk memindahkan muatan dilokasi pabrik yang berkapasitas menengah sampai kapasitas besar.(Hamsi, 20011). Terdapat bermacam – macam mesin pemindah (*material handling*) yang digunakan dalam proses pemindahan barang, salah satunya adalah *belt conveyor*. Perencanaan yang sederhana, berat mesin relatif ringan, pemeliharaan dan operasi yang mudah telah menjadikan *belt conveyor* secara luas digunakan sebagai mesin pemindahan bahan. (Zainuri, 2006).

Belt conveyor merupakan alat pengangkut yang digunakan untuk memindahkan muatan dalam bentuk satuan atau tumpahan, dengan arah horizontal atau membentuk sudut inklinasi dari suatu sistem operasi yang satu ke sistem operasi yang lain dalam suatu *line* proses produksi, yang menggunakan sabuk sebagai penghantar muatan (Nasher, 2014). Dengan menggunakan *belt conveyor* perusahaan mampu menghemat biaya produksi yang sangat tinggi, serta meningkatkan laju produksi dengan kecepatan yang signifikan dan stabil (Hamsi, 2011). Pemilihan *belt conveyor* sebagai alat pemindah barang pada sebuah industri dikarenakan dari segi perawatan atau *equipment* yang mudah. Dalam proses pemindahan barang, *belt conveyor* memiliki fungsi yang sangat penting. Kerusakan pada *belt conveyor* akan berakibat pada berhentinya proses produksi dan mengakibatkan penurunan produktifitas.

Menurut Margono (2006), metode manajemen pemeliharaan dilihat dari permohonan pemeliharaan, permintaan pemeliharaan atau perbaikan, dan kartu permintaan pemeliharaan atau perbaikan. Oleh karena itu, untuk menghindari kerusakan yang terjadi pada *belt conveyor* yang berupa putus atau sobeknya *belt* yang digunakan, maka diperlukan penanganan dan perawatan yang tepat agar tidak merugikan perusahaan. Untuk menangani *belt* yang putus atau sobek dapat dilakukan penyambungan *belt conveyor*. Salah satu metode yang digunakan untuk menyambung *belt conveyor* adalah dengan metode *hot splicing*.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisa untuk mengetahui pengaruh variasi suhu dan waktu terhadap kekuatan tarik *belt conveyor 2 ply* menggunakan metode *hot splicing* dengan pengujian *thermal mekanis*.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi waktu terhadap kekuatan tarik *belt conveyor* yang disambung menggunakan metode *hot splicing*.

2. Bagaimana pengaruh suhu terhadap kekuatan tarik *belt conveyor* yang disambung menggunakan metode *hot splicing*.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mencegah pembahasan yang meluas, maka pembahasan dari penelitian ini ditetapkan dengan batasan sebagai berikut:

1. Tidak membahas struktur mikro sambungan belt sebelum dan sesudah pengujian.
2. Penekanan pada spesimen ketika proses vulkanisasi dianggap sama.
3. Pengujian hanya menggunakan belt berserat *polyester* (EP).
4. Tidak membahas stuktur kimia lem yang digunakan.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh waktu penyambungan *belt conveyor* terhadap kekuatan tarik *belt* pada penyambungan *hot splicing*.
2. Untuk mengetahui pengaruh suhu penyambungan *belt conveyor* terhadap pengujian tarik *belt conveyor* pada penyambungan *hot splicing*.

1.4.2 Manfaat yang dapat diambil adalah:

1. Mengetahui waktu dan suhu vulkanisasi yang tepat pada penyambungan *belt conveyor* terhadap kekuatan tarik. Menggunakan metode penyambungan *hot splicing*.
2. Menambah pengetahuan, wacana dan acuan bagi peneliti lanjutan dengan tema yang sama, untuk pengembangan teknologi yang lebih *modern* dari hasil penelitian ini.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Belt Conveyor*

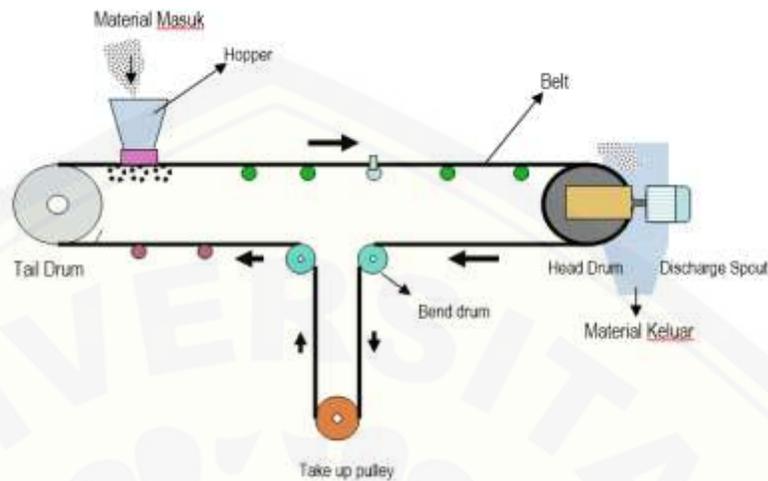
Belt Conveyor merupakan salah satu alat transportasi material yang menggunakan sistem ban berjalan yang sangat umum dipakai untuk memindahkan material padat, dengan desain jarak pendek (m) sampai dengan jarak jauh (km) dengan kecepatan sampai 5 mm/ dtk dan membawa material sampai dengan 5000 ton/jam dimana batasan kemiringan alat ini maksimum adalah 30° namun biasanya kemiringan yang dipakai adalah 18° - 20° (Siregar, 2004).



Gambar 2.1 *Belt Conveyor*

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 diumpangkan melalui *hopper* kemudian dibawa oleh *belt* yang berjalan disepanjang *roll* dan dikeluarkan melalui *dicharge spout* seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Prinsip Kerja *Belt Conveyor*
(Sumber: *summa learning center*)

2.3 Bagian – bagian *Conveyor*

Suatu rangkaian *conveyor* memiliki bagian – bagian utama. Bagian – bagian tersebut adalah

2.3.1 Belt

Belt conveyor dapat digunakan untuk memindahkan muatan satuan (*unit load*) maupun muatan curah (*bulk load*) sepanjang garis lurus (*horizontal*) atau sudut inklinasi terbatas. (Zainuri, 2006). *Belt* merupakan komponen utama dalam sistem *conveyor*, karena *belt* merupakan komponen yang membawa material, *belt* merupakan komponen yang bersentuhan langsung dengan material dan *belt* juga merupakan komponen yang dapat aus. Desain yang tidak baik akan mengakibatkan kerusakan pada *belt* yang akan menyebabkan biaya yang mahal dalam perawatan.

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>

Belt yang digunakan dalam suatu *conveyor* harus memenuhi persyaratan: tidak menyerap air (*low hygroscopicity*), kekuatan tinggi, ringan, pertambahan panjang spesifik rendah (*low specific elongation*), fleksibilitas tinggi, lapisan tidak mudah lepas (*high resistivity to ply separation*) dan tahan lama (*long service life*) (James, 2008). *Belt* memiliki beberapa bagian penyusun yang memiliki fungsi berbeda dalam menyusun sebuah *belt*. Bagian – bagian itu adalah :

a. *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*)

c. *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

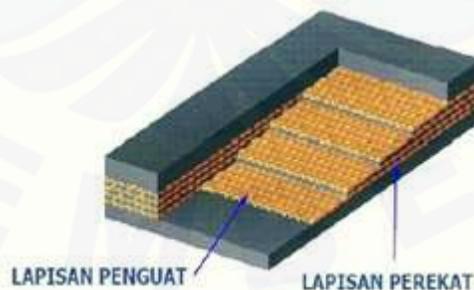
Tebal *Bottom Cover* :

untuk jenis *Fabric Belt* : 1 mm s/d 4 mm

untuk jenis *Steel Cord Belt* : 5 mm s/d 8 mm

d. *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).



Gambar 2.5 *reinforcement*
(Sumber: *Summa Learning Center*)

e. *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 2.6 Bagian - bagian belt
(Sumber: *Summa Learning Center*)

1. *Top Cover* : Lapisan Penutup Karet Atas
2. *Bottom Cover* : Lapisan Penutup Karet Bawah
3. *Reinforcement* : Lapisan Penguat
4. *Tie Rubber* : Lapisan Perekat/Karet Pengikat

2.3.2 *Drive Unit*

Unit penggerak atau *drive unit* merupakan sistem penggerak dari *belt conveyor*. Unit penggerak ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

- a. Sumber daya (motor) merupakan penggerak mula untuk menggerakkan seluruh bagian *belt conveyor*.
- b. Transmisi (*gear box* dan *coupling*) merupakan perangkat yang menyatukan sumber daya ke *pulley* penggerak untuk menggerakkan *belt* pada kecepatan

yang diinginkan. *Pulley* merupakan bagian yang menggerakkan *belt*. (Sumber: *Summa Learning Center*).

2.3.3 *Roller Idler*

Roller idler merupakan *roller* yang berfungsi untuk menunjang *belt* supaya *belt* tetap dalam keadaan lurus. *Roller idler* terbagi dalam beberapa tipe, yaitu:

- a. *Carrying idler* (rol pembawa) merupakan rol penunjang *belt* bermuatan, terletak disepanjang *belt conveyor*. Fungsinya untuk menahan *belt* yang sedang bermuatan agar tetap pada jalurnya serta *belt* tetap dalam keadaan kencang atau lurus.
- b. *Impact idler* (rol penahan) merupakan rol penunjang *belt* pada daerah muatan. Fungsinya untuk menahan benturan yang disebabkan oleh muatan yang masuk ke dalam *belt conveyor*.
- c. *Return idler* adalah rol penunjang *belt conveyor* yang tidak bermuatan. Terdapat pada bagian bawah *conveyor*, fungsinya untuk menahan *belt* agar tidak melendut ke bawah.
- d. *Training idler* adalah rol penunjang dengan alat bantu pelurus agar supaya *belt* tetap lurus pada jalurnya. (Sumber: *Summa Learning Center*).

2.4 Permasalahan Pada *Belt*

Permasalahan yang muncul dalam perawatan *Belt Conveyor* merupakan permasalahan yang sangat kompleks dan beragam. Sebab sistem perawatan yang baik terhadap *belt* akan mempengaruhi usia dari *belt* dan kemampuan *belt* dalam menyalurkan material secara berkesinambungan dan terus menerus. Maka pentingnya perawatan *preventive* terhadap *belt* tidak bisa dipungkiri lagi. (Ilyandi, 2012).

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:

a) Sobek Memanjang

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

b) 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. Apabila lebar sobekan melampaui 20% dari lebar *belt* sebaiknya dipotong dan disambung kembali.

c) 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*.

d) *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 *gab* (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.

e) 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*. Pemilihan *scrapper* yang baik merupakan hal yang paling penting. Sebab jika salah dalam memilih *scrapper* maka akan menyebabkan kerusakan pada *belt*.

f) 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.

2.5 Belt Splicing

Splicing Rubber adalah sistem penyambungan *rubber belt* yang dipakai dalam menyatukan 2 bagian ujung dari *Rubber Belt* yang terputus atau akan disambungkan. Dengan menggunakan metode *splicing* nantinya diharapkan proses penyambungan akan membentuk kekuatan pengeleman (*adhesi*) antara 2 bagian *rubber belt* yang akan disambungkan secara bersamaan. Serta nantinya hasil pengerjaan *splicing* mampu menerima tegangan saat operasional.

2.5.1 Panjang Sambungan

Sebelum menentukan sistem dingin atau sistem panas dalam suatu rencana penyambungan adalah sangat penting untuk mengetahui referensi dari *fabricant* (pabrik) pembuat *belt* atau standard internasional dalam menentukan panjang sambungan.

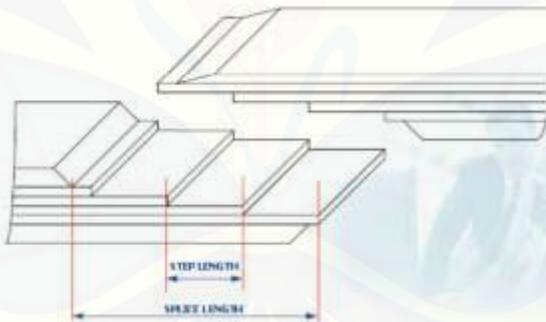
Panjang sambungan adalah panjang total dari suatu sambungan antara *belt* yang satu dengan *belt* lainnya. Panjang sambungan sangat menentukan kekuatan saat menerima beban tarik. Mengurangi panjang sambungan sama dengan beresiko

mengurangi kemampuan beban tarik pada sambungan. Oleh karena itu kekuatan sambungan biasanya merujuk dari Standard DIN 22102 untuk panjang sambungan.

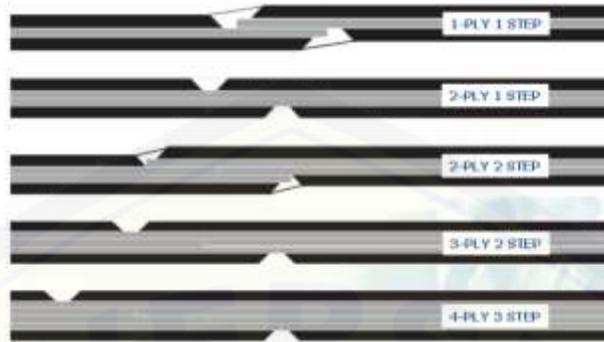
Tabel 2.1 Standard Sambungan DIN 22102 (Sumber: Ambelt.pdf)

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				

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*)

2.5.2 Tipe Penyambungan

Secara umum tipe atau model penyambungan dapat dibagi dua yaitu *Endless Splice* dan *Mechanical Splice* :

- a. *Mechanical Splice* adalah suatu metode penyambungan *belt* dengan menggunakan perekat berupa logam. Jenis penyambungan ini memiliki keuntungan apabila dibandingkan dengan jenis penyambungan *endless*. Pada jenis penyambungan *mechanical*, dapat melakukan *monitoring* terhadap kerusakan – kerusakan sambungan. Akan tetapi kelemahan dari *mechanical splice*, dapat mengakibatkan kerusakan pada *part conveyor* lainnya.
- b. *Endless Splice* adalah suatu metode penyambungan *belt* dengan memanfaatkan kombinasi dari tekanan (*pressure*), panas (*heat*), waktu (*time*) dan perekatan secara kimiawi.

Untuk penyambungan jenis (*Endless Splice*) memiliki keuntungan tidak menyebabkan kerusakan pada part conveyor lainnya dan umur sambungan yang lebih awet. Kekurangan dari *endless splice* yaitu membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan *mechanical*.

Endless Splice dibagi menjadi dua metode, yaitu *cold splice* (penyambungan sistem dingin) dan *hot splice* (penyambungan sistem panas).

1. *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. *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.

Hot splice dilaksanakan dengan menggunakan 1 set *heating platen* dengan *pressure*. *Hot splice* membutuhkan keterampilan khusus dari teknisi dalam penegerjaanya serta mampu juga mengoperasikan mesin vulkanisasi.

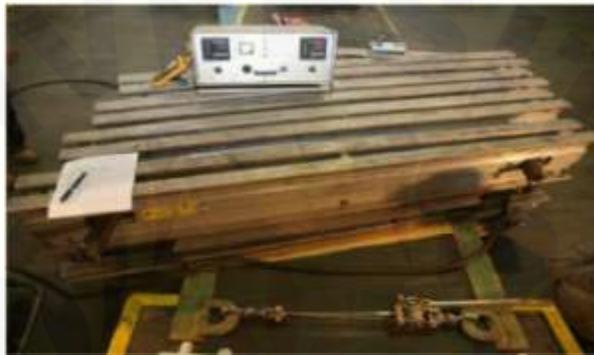
Proses vulkanisasi yang pertama kali di ketemukan oleh Charles Goodyear. Vulkanisasi merupakan proses perbaikan sifat karet, terutama kekuatan dan kekenyalannya serta pengurangan sifat lekat dan bau dengan cara memanaskan karet dengan belerang atau senyawa lain untuk membentuk ikatan silang. Ikatan silang menjadikan karet tidak lengket serta menaikkan kekuatan tariknya. Kondisi vulkanisasi yang tidak tepat akan menyebabkan vulkanisat kurang matang atau lewat matang. (Anom dkk, 2011).

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

Kebutuhan persiapan di lapangan untuk pekerjaan *hot splice* seperti:

- a. *Electrical source* (Sumber Listrik),
- b. *Vulcanizing Equipment* (Perlengkapan vulkanisasi yang disesuaikan dengan *belt width* dan panjang sambungan).
- c. Material yang tersimpan baik didalam *cold storage* (5 – 15 °C)

- d. Operator yang terampil untuk mengoperasikan *vulcanizing machine*,
- e. Membutuhkan banyak pekerja yang terampil saat mengoperasikan *machine* dan saat pembongkarannya juga.
- f. dalam proses vulkanisasi diperlukan *pressure* 8 sampai 15 bar, *temperature* $150^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ dan waktu (*curing time*) selama 30 menit



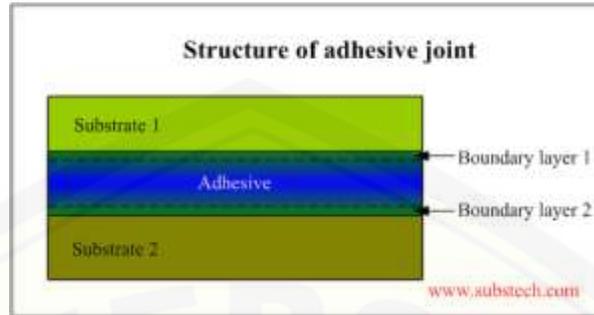
Gambar 2.9 Proses vulkanisasi
(Sumber: *Summa Learning Center*)

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

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.

2.6 Sambungan *Adhesive*

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 sintesis) dan ketebalan lapisan perekat biasanya tidak melebihi 0.02" atau 0,5mm. (Kopeliovich ,2014)



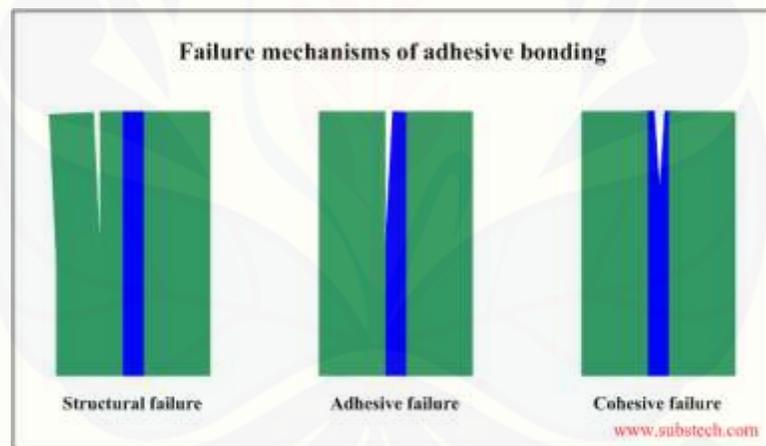
Gambar 2.10 Struktur sambungan perekat (www.substech.com)

faktor-faktor yang menentukan kekuatan ikatan perekat

- luas antar muka yang lebih luas
- interlocking bahan pada permukaan *micro-void*

Ada beberapa faktor yang bisa berkontribusi pada kegagalan dua permukaan.

Jenis kegagalan adalah sebagai berikut :



Gambar 2.11 Kegagalan ikatan perekat (www.substech.com)

Tiga mekanisme kemungkinan kegagalan ikatan perekat :

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

Kegagalan Adesif : kegagalan antarmuka mengakibatkan pemisahan salah satu substrat dari lapisan perekat.

Kegagalan kohesif : kegagalan internal dari lapisan perekat.

Dalam penelitian ini, jenis bahan perekat yang digunakan adalah STL RF4 1 Kg/ 690 ml. Merupakan jenis bahan perekat khusus yang digunakan dalam penyambungan sistem panas pada *belt conveyor*.

Pada dasarnya jenis bahan perekat STL RF4 memiliki beberapa karakteristik, yaitu

Tabel 2.2 karakterisasi STL RF4 (*TIP TOP HEATING SOLUTION STL RF4*)

<u>General information</u>	
Physical state:	Liquid
Colour:	Black
Odour:	Hydrocarbon-like
Boiling point:	60 - 95 °C
Flash point:	< - 20 °C
Lower explosion limits:	1,1 vol. %
Upper explosion limits:	approx. 8 vol. %
Ignition temperature:	260 °C
Vapour pressure: (at 20 °C)	180 hPa
Density:	0,75 g/cm ³
Water solubility: (at 20 °C)	Immiscible
Viscosity / dynamic:	approx. 1300 mPa·s
Solvent content:	< 85 %

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 korosi
- Mengurangi berat bagian alat sambungan (dengan pengelolaan yang tepat)

2. Kekurangan sambungan *adhesive* :

- Membutuhkan waktu yang lama untuk persiapan dan proses penyatuan sambungan
- Sukar untuk dibuka
- Penggunaan permanen

2.7 Pengujian

2.7.1 Pengujian Tarik

Standard pengujian sifat tarik pada *Fabric Belt* menggunakan ASTM D 3039. Material komposit dengan serat kontinyu atau serat diskontinyu dengan *laminat* yang simetris. Metode pengujiannya dengan menggunakan flat strip tipis 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 2.12 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

Perhitungan *ultimate tensile strength* menggunakan persamaan dibawah ini:

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

$$\sigma_i = P_i / A$$

dimana :

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

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

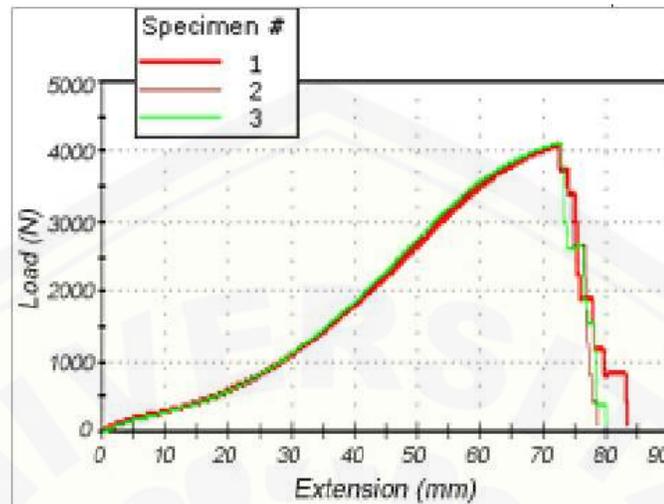
σ_i = tegangan tarik pada data yang ke-, MPa [psi];

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

A_0 = luasan seksi silang rata-rata dari lebar x tebal, mm² [in²], sebesar 125 mm²



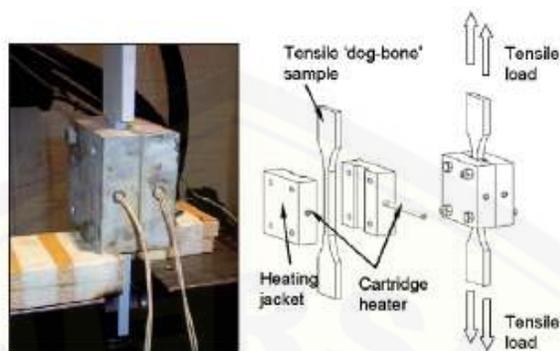
Gambar 2.13 Spesimen uji tarik



Gambar 2.14 Uji Tarik Belt
(Sumber: <http://www.instron.co.uk>)

2.7.2 Uji Termal Mekanis

Pengujian thermal mekanis merupakan pengujian kekuatan mekanis dengan diberi pemanasan pada material uji. Dalam kaitannya dengan industri, teknik analisa termal digunakan untuk penentuan kontrol kualitas suatu produk atau bahan khususnya polimer. Tanpa adanya pengetahuan data termal, pemrosesan suatu bahan akan sangat sulit dilakukan. Sifat termal suatu bahan menggambarkan kelakuan dari bahan tersebut jika dikenakan perlakuan termal (Ayutami, 2012). Suatu metode *heated gauge length set-up* dapat membantu dalam mengatasi kendala yang dihadapi saat pengujian. Keuntungan dari jenis metode ini dapat mencegah terjadinya selip pada sampel saat pengujian, karena pegangan sampel tetap dingin. Penambahan penyekatan secara umum dibutuhkan di sekitar pegangan atas, untuk mencegah terjadinya hangat dengan konveksi udara dari balok panas (Mouritz, 2006).



Gambar 2.15 sampel uji tarik dengan pengukur panas untuk mengukur kekuatan pada kenaikan suhu (Sumber : Mouritz, 2006)

Berdasarkan ASTM D 3039, uji tarik dengan variasi temperatur 20°C hingga 300°C dengan dimensi spesimen $150\text{ mm} \times 25\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ (Feih, 2007). Pengujian termal pada sambungan *belt conveyor* dilakukan pada salah satu sisi permukaan sambungan *belt conveyor* dengan luasan permukaan kontak sebesar $75\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ secara konduksi berdasarkan kondisi *belt conveyor* saat beroperasi. Dimana pemberian suhu pada proses uji tarik dapat mempengaruhi kekuatan dari sambungan *belt conveyor*. Hal ini dikarenakan oleh sifat mekanik dari karet tergantung dari derajat atau suhu yang mengenainya (Ompusunggu, 1987).

2.7.3 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 satu diantara seratus keputusan penolakan hipotesis nol adalah keputusan yang keliru (Sastrosupadi, 2000). Model acak untuk membuktikan Hipotesis bahwa :

1. Hipotesis pengaruh utama faktor A

$$H_0 : \sigma_\alpha^2 = 0$$

Faktor A tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati

$$H_1 : \sigma_\alpha^2 > 0$$

Faktor A berpengaruh positif terhadap respons yang diamati

2. Hipotesis pengaruh utama faktor B

$$H_0 : \sigma_\beta^2 = 0$$

Faktor B tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati

$$H_1 : \sigma_\beta^2 > 0$$

Faktor B berpengaruh positif terhadap respons yang diamati

3. Hipotesis pengaruh interaksi

$$H_0 : \sigma_{\alpha\beta}^2 = 0$$

Faktor A dengan faktor B tidak berpengaruh terhadap respons yang diamati

$$H_1 : \sigma_{\alpha\beta}^2 > 0$$

Faktor A dengan faktor B berpengaruh positif terhadap respons yang diamati

Uji F dilakukan untuk membandingkan besaran pengaruh perlakuan (KTP) atau pengaruh kontrol lokal (pengelompokan) dengan efek kondisi (galat) (KTG). Kriteria keputusan : H_0 ditolak jika $F_{hit} > F_{\alpha}(a-1, a(r-1))$

Kriteria Pengambilan Keputusan :

1. Jika $F_{hitung} < F_{tabel} 5\%$, maka hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu dan suhu vulkanisasi tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik *belt* atau dengan kata lain Terima H_0 dan Tolak H_1

2. Jika $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$, maka hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu dan suhu vulkanisasi berpengaruh terhadap kekuatan tarik *belt* atau dengan kata lain Tolak H_0 dan Terima H_1

Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan suhu vulkanisasi (faktor A) terhadap kekuatan tarik *belt*. Faktor suhu vulkanisasi tersebut dilakukan dengan beberapa suhu yaitu 130 °C, 145 °C, dan 160 °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 2.4 yaitu tabel Anova sebagai berikut:

Tabel 2.4 Tabel Anova

Sumber keragaman (SK)	Derajat bebas (DB)	Jumlah kwadrat (JK)	Kwadrat tengah (KT)	F hitung	F tabel
					5 %
Perlakuan	ab-1	$\frac{\sum (\sum y_j)^2}{R} - FK$	JKP/dbP	KTP/KTG	
A	a-1	$\frac{\sum (\sum y_j)^2}{R_b} - FK$	JKA/dbA	KTA/KTG	

B	b-1	$\frac{\sum (\sum y_j)^2 - FK}{Ra}$	JKB/dbB	KTB/KTG	
AB	(a-1)(b-1)	$\frac{JKP - JKA - JKB}{JKAB - JKB}$	JKAB/dbAB	KTAB/KTG	
Galat	ab(r-1)	JKT - JKP	JKG/dbG		
Total	(abr-1)	$\frac{\sum (\sum_{ijk})^2 - FK}{r}$			

Keterangan:

A = perlakuan faktor a

B = perlakuan faktor b

r = jumlah ulangan

DBP = ab-1

DBA = a-1

DBB = b-1

DBAB = (a-1)(b-1)

DBG = ab(r-1)

DBT = (abr-1)

$FK = \frac{\sum (Y_{ij})^2}{a \times b \times r}$

$JKT = \sum (\sum_{ijk})^2 - FK$

$JKP = \frac{\sum (\sum y_j)^2 - FK}{r}$

r

$$\text{JK faktor A} = \frac{\Sigma (\Sigma y_j)^2 - \text{FK}}{rb}$$

$$\text{JK faktor B} = \frac{\Sigma (\Sigma y_j)^2 - \text{FK}}{ra}$$

$$\text{JK faktor AB} = \text{JKP} - \text{JKA} - \text{JKB}$$

$$\text{JKG} = \text{JKT} - \text{JKG}$$

$$\text{KTP} = \text{JKP} / \text{dbp}$$

$$\text{KTA} = \text{JKP} / \text{dba}$$

$$\text{KTB} = \text{JKP} / \text{dbb}$$

$$\text{KTAB} = \text{JKP} / \text{dbab}$$

$$\text{KTG} = \text{JKG} / \text{dbg}$$

Fhitung

2.8 Hipotesa

Hipotesis dari penelitian ini adalah suhu dan waktu dalam proses vulkanisasi akan berpengaruh terhadap besarnya kekuatan tarik dari sambungan *belt conveyor*. Semakin besar suhu dan waktu dalam proses vulkanisasi akan meningkatkan kekuatan sambungan, namun jika sudah mencapai suhu dan waktu maksimum, kekuatan sambungan akan menurun.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 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.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat yang digunakan selama penelitian antara lain:

1. *Universal Machine Testing* Merk ESSOM TM 113 30 kN.



Gambar 3.1 Mesin Uji Tarik

2. Temperatur kontrol.



Gambar 3.2 Temperatur kontrol E5CWL

3. Alat Pemanas



Gambar 3.3 Pemanas (*Heater*)

4. Penggaris
5. *Cutter* dan Gunting
6. Sikat kawat

3.2.2 Bahan yang digunakan selama penelitian antara lain:

1. *Fabric belt* 1 meter EP-100, 400 x 2P x 1,5 x 1,5 mm T258°C. (Ilyandi, 2012)

Tipe *Fabric* : EP (*Polyester*)

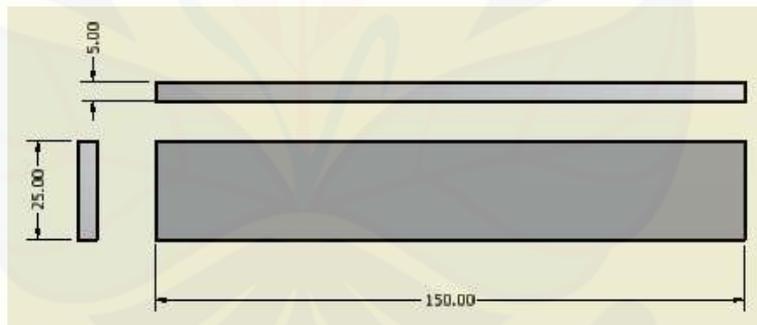
Kekuatan tarik : 100 kg/cm

Lebar *belt* : 400 mm

Top cover : 1,5 mm

Bottom cover : 1,5 mm

Untuk penelitian ini, berdasarkan standar ASTM D3039 untuk polimer dimensi spesimen yang disarankan adalah 150 mm x 25 mm x 5 mm.



Gambar 3.4 Dimensi spesimen

2. Jenis perekat STL – RF4
3. *Tie Rubber* (lapisan karet diantara *ply*)

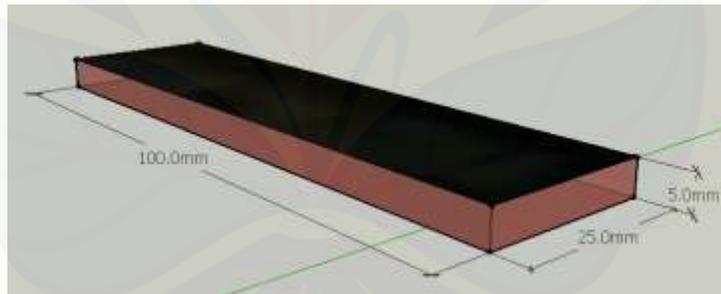


Gambar 3.5 *Tie rubber*

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Langkah-langkah pembuatan sampel uji

1. Siapkan *Fabric belt*, dan alat – alat pendukung yang dibutuhkan untuk proses *splicing*.
2. Potong *belt* sesuai dengan dimensi yang sudah di tentukan p x l x t (100 x 25 x 5mm).



Gambar 3.6 Spesimen Uji

3. Buat bias cutting pada permukaan belt.
4. Beri *center line* pada *belt* dengan menggunakan alat tulis.



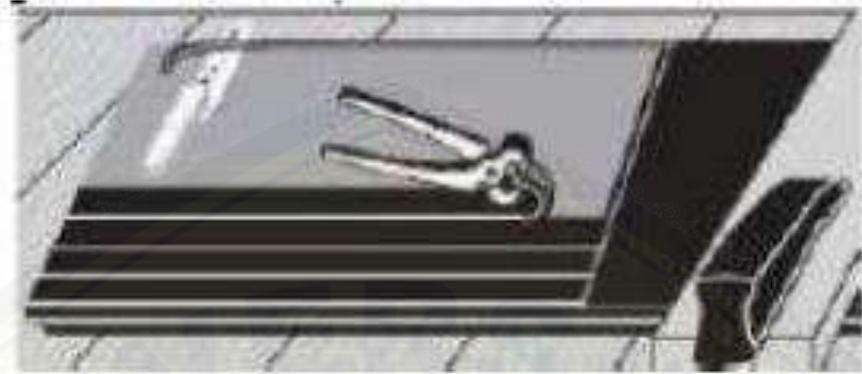
Gambar 3.7 Pembuatan *Center Line*
(Sumber: *Summa Learning Center*)

5. Area sambungan diluruskan terhadap *belt*,
6. Gambarkan panjang *Step* (S) dan sudut biasanya pada kedua ujung *belt* yang akan disambungkan.



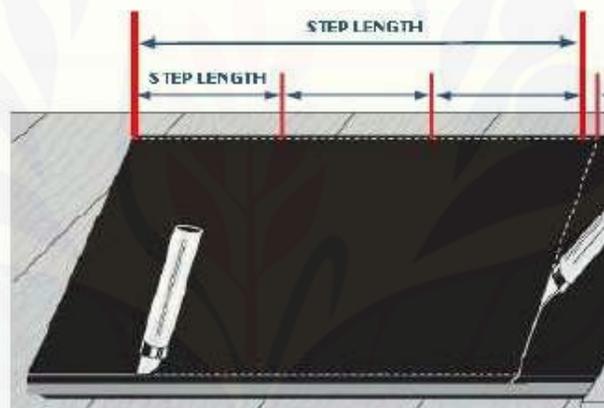
Gambar 3.8 Penggambaran panjang *step* dan *bias cut*
(Sumber: *Summa Learning Center*)

7. Potong kedua ujung *belt* sepanjang sudut sambungan sesuai dengan *bias cut*.
8. Potong bagian karet *Top Cover* pada kedua tepi *belt* hingga bertemu dengan *Ply* pertama,
9. Angkat *top cover*, menggunakan tang yang tumpul agar *fabric* tidak mengalami kerusakan.



Gambar 3.9 Pengangkatan *ply*
(Sumber: *Summa Learning Center*)

10. Kupas *ply* – *ply* berikutnya.



Gambar 3.10 Pemotongan tepi *belt*
(Sumber: *Summa Learning Center*)

11. Lakukan proses pengasaran (*Buffing*) pada permukaan karet yang terdapat *Fabric*.



Gambar 3.11 Pengasaran (*buffing*)
(Sumber: *Summa Learning Center*)

12. Bersihan debu dan minyak pada permukaan sambungan.



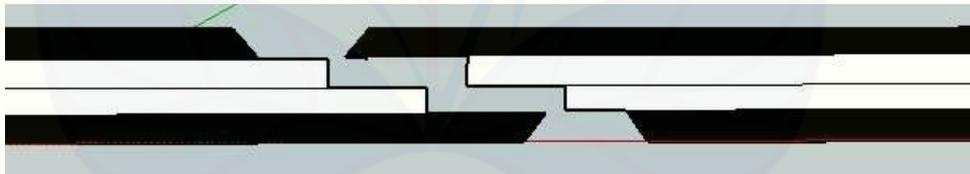
Gambar 3.12 Pembersihan belt dari kotoran
(Sumber: *Summa Learning Center*)

13. Perekat *STL RF4* kemudian dikuaskan pada masing – masing permukaan.



Gambar 3.13 Pelapisan lem
(Sumber: *Summa Learning Center*)

14. Perekat yang sudah dikuas dikeringkan hingga kondisi *tacky*.
15. Setelah pengeleman pertama dalam kondisi *tacky*, maka dapat dilakukan penempelan *tie rubber* dan dilanjutkan proses pengeleman yang kedua.
16. Rekatkan kedua ujung *belt* dan periksa pada bagian yang merekat tersebut sesuai antara yang satu dengan yang lainnya.



Gambar 3.14 Pencocokan ujung belt
(Sumber: *Summa Learning Center*)

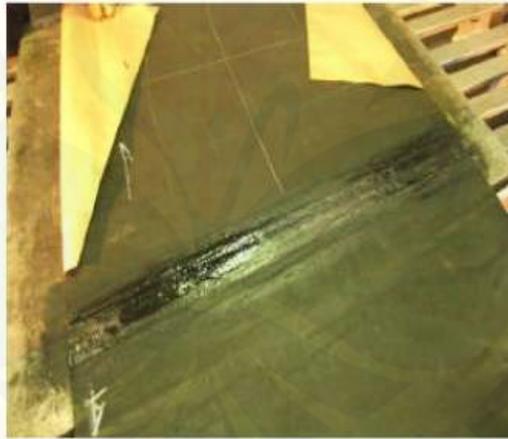
17. Kedua ujung belt disatukan secara bersamaan, pada proses ini harus dilakukan pengawasan pada ujung tepian *fabric* dari masing – masing *belt* hingga posisi *ply* benar – benar *match* tanpa adanya *over lapping*.
18. Untuk mencegah adanya udara yang terjebak, perlu dilakukan *stitcher* menggunakan *roller* untuk memperkecil terbentuknya udara *blister*.
19. Tutup *joint seam* dengan *tie rubber*



Gambar 3.15 Penutupan dengan kanisir pada bagian sambungan

20. Kuaskan 1 x STL – RF4 pada *cover strip*. Tunggu hingga kondisi *tacky* sebelum direkatkan pada *joint seam*.

21. Sambungan siap divulkanisasi



Gambar 3.16 Sambungan belt
(Sumber: *Summa Learning Center*)

22. Sambungkan power suplay pada pemanas. Setelah itu, tempatkan bar “upper” dan vulkanisasi dapat dimulai dilakukan selama (20, 30, 40 menit), dengan suhu (130, 145, 160⁰C).



Gambar 3.17 Proses vulkanisasi
(Sumber: *Summa Learning Center*)

3.3.2 Langkah-langkah pengujian spesimen.

Sebuah sampel *fabric belt* kemudian dipasang pada mesin uji tarik dan atur suhunya seperti rencana. 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. Setelah itu, spesimen dilakukan uji tarik dengan menggunakan mesin uji tarik sesuai standart ASTM D3039.

Ketika pengujian tarik siap dilakukan, atur 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 supaya penanda *displacement* dapat bekerja dengan baik. Reset display saat akan melakukan pengujian tarik. Proses pengujian 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* dan Microsoft excel (untuk membuat grafik).



Gambar 3.18 Proses Pengujian tarik

3.4 Analisa Data

Analisa data dilakukan setelah diperoleh hasil pengujian kekuatan tarik sebagai berikut:

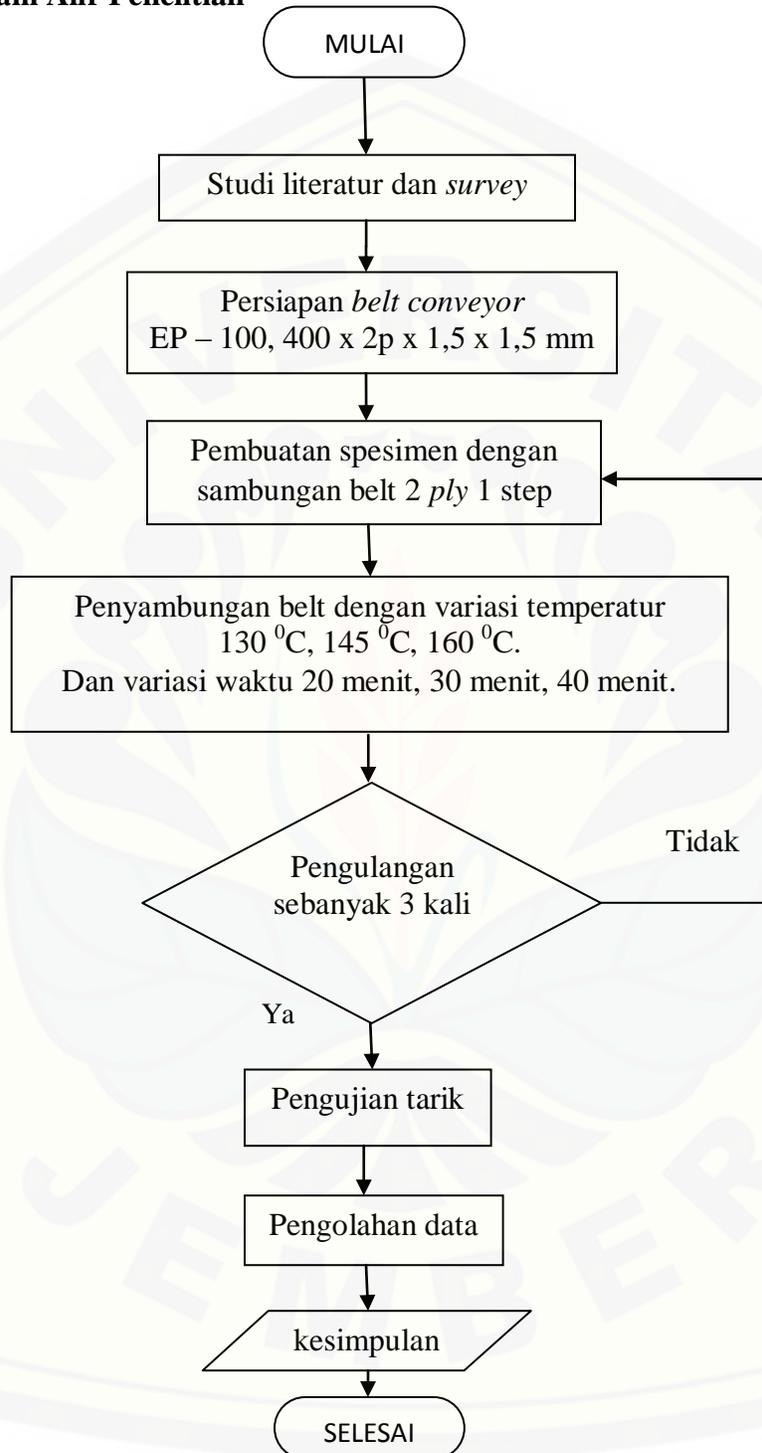
- 1 Analisis pengaruh waktu pada penyambungan sistem panas terhadap kekuatan tarik *belt conveyor* jenis *fabric belt*.
- 2 Analisis pengaruh *suhu* pada penyambungan sistem panas terhadap kekuatan tarik *belt conveyor* jenis *fabric belt*.

3.5 Tabel Hasil Pengujian Tarik

Tabel 3.1 Tabel Hasil Pengujian

		Pengulangan Pengujian		
Temperatur Vulkanisasi	Waktu Vulkanisasi	I	II	III
130 ⁰ C	20 menit			
	30 menit			
	40 menit			
145 ⁰ C	20 menit			
	30 menit			
	40 menit			
160 ⁰ C	20 menit			
	30 menit			
	40 menit			

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.19 Diagram Alir Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Dari pengujian tarik pada semua spesimen, didapatkan data nilai kekuatan tarik (lampiran A1). Data yang didapat kemudian di kalibrasi dengan persamaan pada lampiran B2. Kemudian data hasil kalibrasi di bagi dengan luasan tiap – tiap spesimen (lampiran A3) dan didapatkan data nilai kekuatan tarik pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Nilai kekuatan tarik Sambungan *Belt Conveyor*

Temperatur Vulkanisasi	Waktu Vulkanisasi	Pengulangan Pengujian kekuatan tarik (MPa)			Rata – rata kekuatan tarik
		I	II	III	
130 ⁰ C	20 menit	1,59	6,45	2,44	3,49
	30 menit	2,76	4,24	2,68	3,22
	40 menit	4,13	7,67	3,63	5,14
Rata – rata					3,95
145 ⁰ C	20 menit	1,29	2,03	1,63	1,65
	30 menit	3,16	3,42	2,62	3,06
	40 menit	3,81	3,60	5,9	4,43
Rata – rata					3,04
160 ⁰ C	20 menit	1,68	0,89	2,01	1,52
	30 menit	3,47	0,88	2,02	2,12
	40 menit	3,06	1,91	1,99	2,32
Rata – rata					1,98

4.2 Analisis Hasil Penelitian

Pengujian pengaruh variasi suhu dan waktu penyambungan terhadap kekuatan tarik dengan pengujian thermal mekanis pada *belt conveyor 2 ply* dilakukan dengan menggunakan ANAVA desain faktorial. Analisis dilakukan dengan bantuan *software* SPSS 16,0. Dari proses analisis didapatkan tabel ANAVA sebagai berikut :

Tabel 4.2 ANOVA Kekuatan Tarik Sambungan *Belt Conveyor*

Sk	Db	JK	KT	F hit	Sig	F tabel (5%)	Keterangan
Suhu	2	17,4	8,7	4,68	0,023	3,55	Signifikan
Waktu	2	14,17	7,0	3,81	0,041	3,55	Signifikan
Interaksi	4	4,96	1,24	0,66	0,62	2,93	Tidak signifikan
Galat	18	33,41	1,85				
Total	27	312,72					

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas, pada sumber keragaman (SK) suhu vulkanisasi pada sambungan *belt conveyor*, didapatkan nilai F hitung sebesar 4,68. Dari tabel distribusi F dengan db $n_1 = 2$ dan $n_2 = 18$ didapatkan F tabel sebesar 3,55 pada taraf 5%. F hitung lebih besar daripada F tabel 5% ($4,68 > 3,55$). Sehingga terima H_1 dan tolak H_0 , dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan variasi suhu vulkanisasi (130°C , 145°C dan 160°C) terhadap kekuatan tarik sambungan *belt conveyor*.

Pada sumber keragaman (SK) waktu vulkanisasi pada sambungan *belt conveyor*, didapatkan nilai F hitung sebesar 3,81. Dari tabel distribusi F dengan db $n_1 = 2$ dan $n_2 = 18$ didapatkan F tabel sebesar 3,55 pada taraf 5%. Dimana F hitung lebih besar dari pada F tabel 5% ($3,81 > 3,55$). Sehingga terima H_1 dan tolak H_0 ,

dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan variasi waktu vulkanisasi (20 menit, 30 menit dan 40 menit) terhadap kekuatan tarik *belt conveyor*.

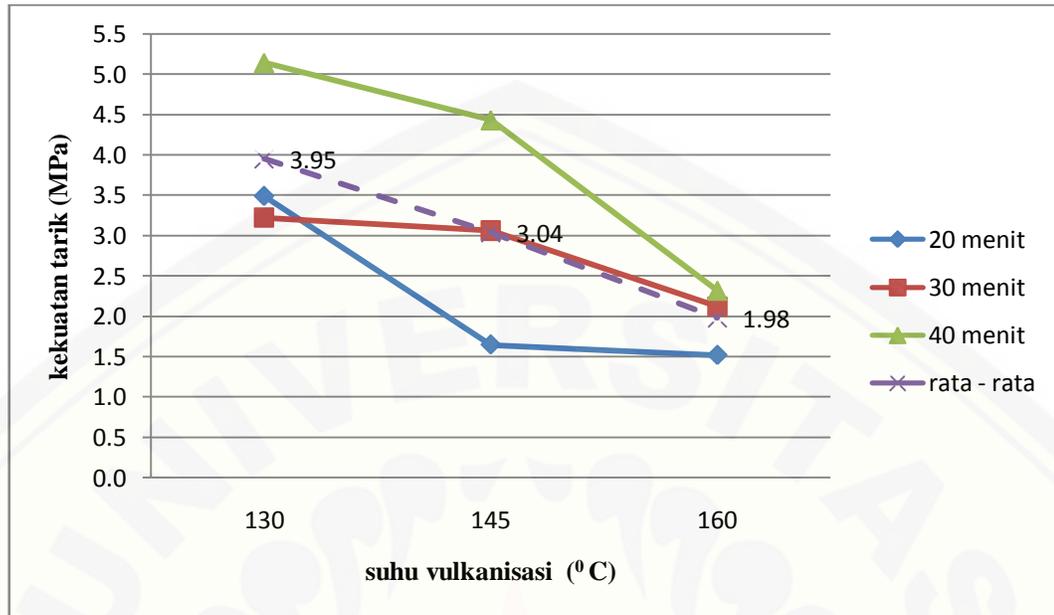
Pada sumber keragaman (SK) interaksi, didapatkan nilai F hitung sebesar 0,66. Dari tabel distribusi F dengan db $n_1 = 4$ dan $n_2 = 18$ didapatkan F tabel sebesar 2,93 pada taraf 5%. F hitung lebih kecil dari pada F tabel 5%. Artinya terima H_0 dan tolak H_1 . Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat interaksi yang signifikan antar variasi suhu dengan variasi waktu vulkanisasi terhadap kekuatan tarik sambungan *belt conveyor*.

Dari keseluruhan data hasil pengukuran, variasi suhu dan waktu vulkanisasi secara nyata ($\alpha = 5\%$) berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan *belt*. Serta tidak terdapat interaksi antara kedua faktor tersebut terhadap perubahan kekuatan tarik sambungan *belt*.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Pengaruh Suhu Vulkanisasi Terhadap Kekuatan Tarik

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh nilai kekuatan tarik yang mampu ditahan oleh sambungan *belt conveyor*. Dari beberapa variasi suhu vulkanisasi pada sambungan *belt conveyor* (130 °C, 145 °C dan 160 °C) dapat diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara nilai kekuatan tarik dengan variasi suhu vulkanisasi.

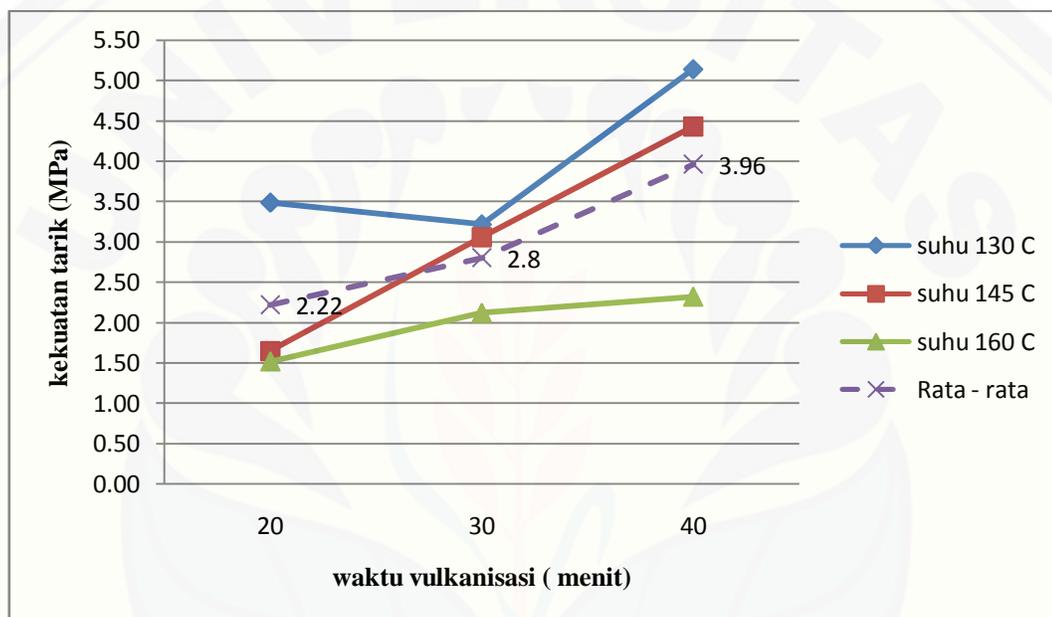
Berdasarkan Grafik 4.1, bahwasanya hubungan suhu vulkanisasi *belt conveyor* terhadap kekuatan tarik akan mengalami penurunan seiring dengan naiknya suhu vulkanisasi. kekuatan tarik tertinggi sambungan *belt conveyor* terdapat pada suhu vulkanisasi 130 °C dengan besar nilai kekuatan tarik 5,14 MPa. Sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada suhu vulkanisasi 160 °C dengan nilai kekuatan tarik 1,52 MPa.

Pada suhu vulkanisasi *belt conveyor* sebesar 130 °C, *interlocking* pada permukaan *belt* sudah tercapai. Untuk melunakkan dan membentuk *interlocking*, sambungan *belt* tidak membutuhkan suhu yang sangat tinggi. Kekuatan tarik menurun pada suhu vulkanisasi *belt conveyor* sebesar 160°C. Terjadi karena *interlocking* antar molekul *belt* dan perekat yang terlalu matang dan mengakibatkan sambungan mudah terlepas. Sehingga menyebabkan komponen *belt* mulai meleleh atau terurai. Sesuai dengan Ompusunggu, 1987 yang mengatakan bahwasanya karet

alam akan mulai melunak pada suhu 130°C dan terurai pada temperatur sekitar 200°C .

4.3.2 Pengaruh Waktu Vulkanisasi Terhadap Kekuatan Tarik

Nilai yang diperoleh dari pengujian berdasarkan variasi waktu vulkanisasi, yaitu 20 menit, 30 menit dan 40 menit. Dari nilai yang diperoleh selanjutnya dapat diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik hubungan antara nilai kekuatan tarik dengan variasi waktu vulkanisasi

Berdasarkan grafik hubungan antara nilai kekuatan tarik dengan waktu vulkanisasi, dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan kekuatan tarik seiring peningkatan waktu vulkanisasi. Hal ini sesuai dengan hipotesa, lama waktu vulkanisasi pada sambungan *belt* akan meningkatkan kekuatan tarik sambungan *belt*. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada waktu vulkanisasi 40 menit dengan besar nilai kekuatan tarik 5,14 MPa. Sedangkan untuk kekuatan tarik terendah terdapat pada waktu vulkanisasi 20 menit dengan nilai 1,52 MPa.

Dari keseluruhan data hasil pengujian tarik dengan variasi suhu dan waktu vulkanisasi *belt conveyor*, nilai kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* dengan metode penyambungan *hot splicing* tertinggi sebesar 5,14 Mpa. Nilai tertinggi ini berada pada suhu vulkanisasi 130⁰ C dengan waktu vulkanisasi 40 menit. Sedangkan nilai kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* yang terendah terdapat pada suhu vulkanisasi 160⁰ C pada waktu vulkanisasi selama 20 menit, dengan nilai kekuatan tarik sebesar 1,54 MPa.

4.3.3 Bentuk Kegagalan Sambungan

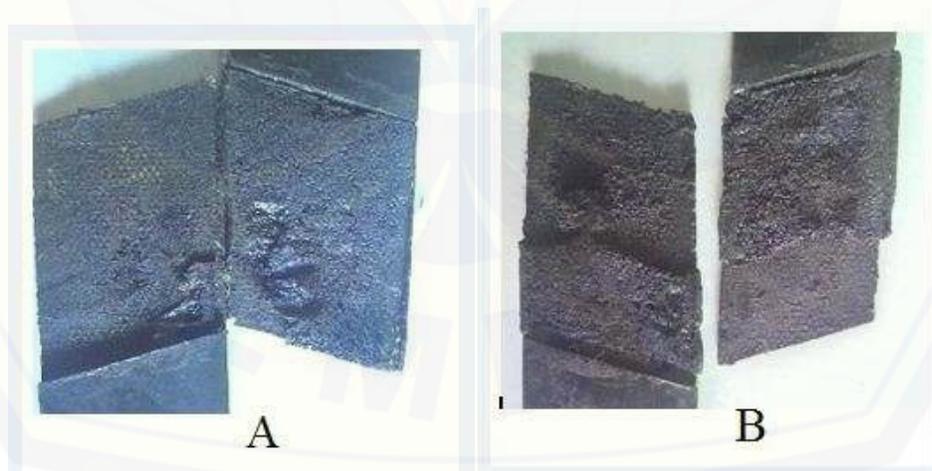
Setelah pengujian tarik, sambungan *belt* mengalami kegagalan. Kegagalan yang terjadi meliputi berbagai bentuk jenis kegagalan, yaitu *adhesive failur* dan *cohesive failure*. Jenis kegagalan dapat dijelaskan melalui foto makro hasil pengujian tarik pada sambungan *belt conveyor*, sebagai berikut :



Gambar 4.3 Bentuk kegagalan kegagalan *adhesive*

Gambar 4.4 Bentuk kegagalan *cohesive*

Berdasarkan gambar kegagalan sambungan *belt conveyor*, terdapat beberapa jenis kegagalan sambungan pada ikatan perekat. Jenis kegagalan yang pertama adalah kegagalan *adhesive*, dimana salah satu substrat terpisah dari lapisan perekat. Kegagalan *adhesive* terjadi pada suhu vulkanisasi 130 °C dan 145 °C. Untuk jenis kegagalan yang berikutnya yaitu kegagalan *cohesive*. Jenis kegagalan ini mengakibatkan terbelahnya perekat dikarenakan kegagalan dalam pada lapisan perekat. Pada suhu vulkanisasi 160 °C, cenderung terjadi kegagalan *cohesive*.



Gambar 4.5 Kerusakan pada komponen karet, (a) suhu pemanasan 130°C, (b) suhu pemanasan 160°C

Pada Gambar 4.5, dapat dilihat komponen karet mulai meleleh dan rusak pada suhu vulkanisasi 160°C . Sehingga mengakibatkan kegagalan *cohesive*. Berbeda dengan hasil dari suhu vulkanisasi 130°C , dimana komponen karet hanya mengalami kegagalan antar muka atau *adhesive*.

Jenis kegagalan – kegagalan di atas dapat terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu : kurang meratanya proses pengeleman yang dilakukan pada saat penyambungan, sehingga dapat menyebabkan kegagalan antar muka. Faktor yang kedua adalah kompon karet yang terlalu matang karena suhu yang digunakan pada proses pemanasan yang terlalu tinggi, sehingga menyebabkan kegagalan *adhesive*. Faktor yang ketiga adalah belum tercapainya *interlocking* antar substrat dan lapisan perekat yang terjadi akibat suhu yang digunakan pada proses vulkanisasi yang kurang matang.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai penyambungan *belt conveyor*, dapat ditarik kesimpulan bahwasanya :

1. Waktu vulkanisasi berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan *belt conveyor*. Dari variasi waktu vulkanisasi antara 20 menit, 30 menit dan 40 menit, didapatkan nilai kekuatan tertinggi pada waktu vulkanisasi 40 menit. Sedangkan untuk kekuatan tarik terendah terdapat pada waktu vulkanisasi 20 menit.
2. Suhu vulkanisasi berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan *belt conveyor*. Dari variasi suhu vulkanisasi antara 130⁰C, 145⁰C dan 160⁰C, didapatkan nilai kekuatan tertinggi pada suhu vulkanisasi 130⁰C. Sedangkan untuk kekuatan tarik terendah terdapat pada suhu vulkanisasi 160⁰C. Dikarenakan *interlocking* yang sudah terbentuk mengalami kerusakan, sehingga sambungan mudah terputus.
3. Kekuatan tarik tertinggi pada sambungan *hot splice belt conveyor* sebesar 5,14 MPa. Untuk kekuatan tarik terendah sambungan *hot splicing belt conveyor* adalah 1,52 MPa.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah :

1. Mengingat pentingnya *belt conveyor*, maka penyambungan *belt conveyor* penting untuk diteliti lebih lanjut.
2. Perlu adanya penelitian lanjut pada jenis *belt* dan jenis lem lain untuk mengetahui penggunaan suhu dan waktu vulkanisasi pada proses penyambungan panas.
3. Penelitian lebih lanjut pada struktur mikro pengeleman hasil dari penyambungan *belt conveyor* akibat suhu dan waktu vulkanisasi.

Daftar Pustaka

- American Society for Testing and Materials (ASTM). 1999. Standard Test Methods for Rubber (Elastomeric) Belting, Flat Type¹. ASTM DD 378.
- Anom, dkk. 2011. *Sifat Fisik dan Mekanik cocofoam dari serabut kelapa dengan Kompon Lateks Pada Beberapa Variasi Komposisi Campuran*. Vol 31, no3. Manado: Agritech.
- Ayutami.2012. Pengaruh Temperatur Vulkanisasi Terhadap Kekuatan Tarik Pada Packing Rebusan PT Industri Karet Nusantara. Medan: universitas sumatra utara.
- Conveyor System Ops. & Maintenance*. Jakarta : Summa Learning Center.
- Dharminto. 2014. *Metode Penelitian dan Penelitian Sampel*. Retrieved 22 maret 2014, from <http://eprints.undip.ac.id/5613/1/METODE PENELITIAN - dharminto.pdf>
- Feih, S., Z. Mathys, A.G.Gibson, dan A.P.Mouritz. 2007. *Modelling the Tension and Compression Strengths of Polymer*. Elsevier. 551-564.
- Hamsi, Alfian. 2011. *Analisa Pengaruh Ukuran Butir dan Tingkat Kelembapan Pasir Terhadap Performansi Belt Conveyor Pada Pabrik Pembuatan Tiang Beton*. Vol II, no 8. ISSN 0216 – 7492.
- Hidayati, Nur. 2009. *Analisis Kemampuan Laba*. Depok: FISIP UI.
- Ilyandi, Rifki. 2012. *Analisa Sambungan Belt Conveyor Pada Pabrik Semen*. Riau :Badan Penerbit Universitas Riau.
- James, Dwi. 2008. *Perancangan Sistem Conveyor*. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- 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].
- Margono. 2006. *Management Pemeliharaan dan Perawatan Mesin*. Semarang : Teknik Mesin UNDIP.
- Nasher, Zamrudin. 2014. *Perancangan Konveyor Spreader Kapasitas 1200 TPH Untuk Material Batubara Dengan Densitas 0,8 Ton/M³*.Malang: FT UB.

- Nasiruddin. 2014. *Analisis Termal-Mekanis Komposit Matrik Polyester Dengan Aditif Partikel Montmorillonite Berpenguat Serat Kenaf Anyam*. Jember : Badan Penerbit Universitas Jember.
- Niemann G. 1986. *Elemen Mesin*. Jakarta : Erlangga.
- Ompusunggu, M. 1987. *Pengetahuan Lateks Hevea*. Sungei Putih, Medan : Lembaga Pendidikan Perkebunan (LPP).
Pengetahuan Dasar Rubber Splice. 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.
The World Bank. *Laju Pertumbuhan Sektor Manufaktur Semakin Cepat*. [24 April 2015].
- Universitas Jember. 2012. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Edisi Ketiga. Jember: Jember University Press.

LAMPIRAN A. Tabel dan Data

A.1 Nilai sesuai display pada alat uji (N)

Suhu (°C)	Waktu (menit)	Pengulangan Pengujian (N)		
		Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3
130	20	5	17	7
	30	8	12	8
	40	12	22	10
145	20	4	6	5
	30	9	9	8
	40	11	10	15
160	20	5	3	6
	30	10	3	6
	40	9	6	6

A.2 Nilai setelah kalibrasi

Temperatur Vulkanisasi (°C)	Waktu Vulkanisasi (Menit)	Pengulangan Pengujian (N)			Rata – rata nilai kekuatan tarik
		I	II	III	
130° C	20 menit	212,3	777,02	306,42	431,9133
	30 menit	353,48	541,72	353,48	416,2267
	40 menit	541,72	1012,32	447,6	667,2133
145° C	20 menit	165,24	259,36	212,3	212,3
	30 menit	400,54	400,54	353,48	384,8533
	40 menit	494,66	447,6	682,9	541,72
160° C	20 menit	212,3	118,18	259,36	212,3
	30 menit	447,6	118,18	259,36	275,0467
	40 menit	400,54	259,36	259,36	306,42

A.3 Luas penampang sambungan *belt*

Suhu (°C)	Waktu (Menit)	Pengulangan (mm ²)		
		1	2	3
130	20	131.25	135	127.5
	30	133.75	133.75	121.25
	40	131.25	133.75	121.25
145	20	135	131.25	122.5
	30	136.25	136.25	118.75
	40	136.25	131.25	123.75
160	20	128.75	133.75	120
	30	121.25	133.75	121.25
	40	128.75	131.25	127.5

A.4 Tabel Data Hasil Pengujian Tarik

		Pengulangan Pengujian kekuatan tarik (MPa)			Rata – rata nilai kekuatan tarik
Temperatur Vulkanisasi	Waktu Vulkanisasi	I	II	III	
130 ⁰ C	20 menit	1,59	6,45	2,44	3,49
	30 menit	2,76	4,24	2,68	3,22
	40 menit	4,13	7,67	3,63	5,14
Rata – rata					3,95
145 ⁰ C	20 menit	1,29	2,03	1,63	1,65
	30 menit	3,16	3,42	2,62	3,06
	40 menit	3,81	3,60	5,9	4,43
Rata – rata					3,04
160 ⁰ C	20 menit	1,68	0,89	2,01	1,52
	30 menit	3,47	0,88	2,02	2,12
	40 menit	3,06	1,91	1,99	2,32
Rata – rata					1,98

A.5 Tabel Distribusi F Untuk Probabilitas 0,05

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05															
df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
16	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
18	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
26	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
28	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
36	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
38	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

Sumber : Junaidi <http://junaidichaniago.wordpress.com.2010>

A.6 Output Software SPSS

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: nilai

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	36.544 ^a	8	4.568	2.461	.054
Intercept	242.760	1	242.760	130.761	.000
suhu	17.403	2	8.702	4.687	.023
waktu	14.179	2	7.090	3.819	.041
suhu * waktu	4.962	4	1.240	.668	.622
Error	33.417	18	1.857		
Total	312.721	27			
Corrected Total	69.961	26			

a. R Squared = ,522 (Adjusted R Squared = ,310)

LAMPIRAN B. Perhitungan

B.1 Perhitungan Volume Lem

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* :



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

Gambar Lem *hot splicing*

c) Berat lem yang dibutuhkan tiap pengeleman :

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

B.2 Kalibrasi Alat Uji

Proses kalibrasi dilakukan dengan cara menarik neraca pegas sampai gaya tertentu, kemudian display gaya yang ditunjuk pada neraca pegas disesuaikan dengan display pada alat uji tarik. Data-data tersebut diolah pada Ms. Excel sehingga diperoleh persamaan:

$$Y = 47,06 x - 23$$

Dimana : y = gaya tarik sebenarnya (N)

x = nilai yang tertera pada alat uji tarik

Berikut merupakan grafik serta data-data kalibrasi dari persamaan kalibrasi:

- Kalibrasi dengan gaya yang tertera pada display alat uji sebesar 2 N.

Display	Pegas
2	35.1
2	38.5
2	34.2
2	32.9
2	37.2
Rata-Rata	35.58

- Kalibrasi dengan gaya yang tertera pada display alat uji sebesar 3 N.

Display	Pegas
3	77.9
3	64.7
3	63.7
3	79.5
3	83.3
Rata-Rata	73.82

- Kalibrasi dengan gaya yang tertera pada display alat uji sebesar 4 N

Display	Pegas
4	136.1
4	105.4
4	133.8
4	101.1
4	94
Rata-Rata	114.08

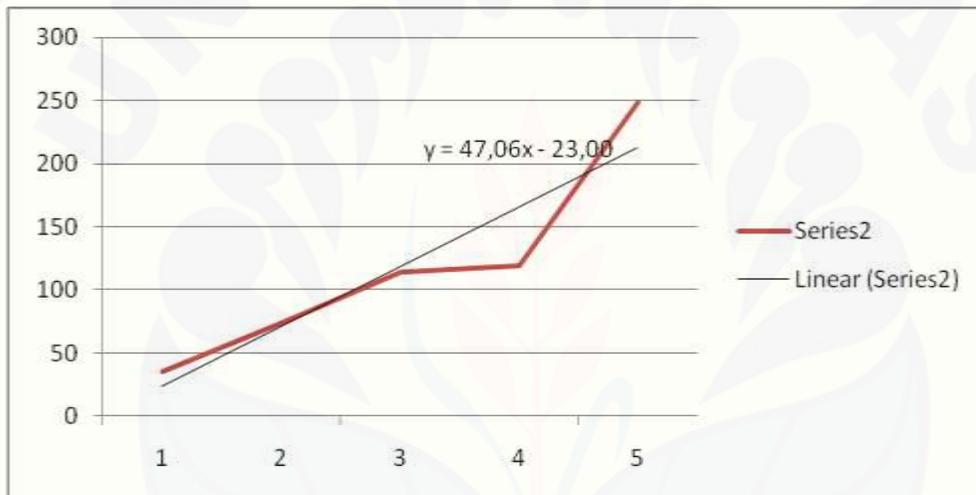
- Kalibrasi dengan gaya yang tertera pada display alat uji sebesar 5 N

Display	Pegas
5	115.7
5	126.3
5	125
5	112.3
5	116.8
Rata-Rata	119.22

- Kalibrasi dengan gaya yang tertera pada display alat uji sebesar 6 N

Display	Pegas
6	262.5
6	249
6	254.3
6	232.3
6	242.8
Rata-Rata	248.18

Kemudian nilai rata-rata dijadikan ke persamaan garis lurus maka diperoleh grafik sebagai berikut.



LAMPIRAN C. GAMBAR – GAMBAR PENELITIAN

C.1 Gambar sampel setelah pengujian

	20 Menit	30 Menit	40 Menit
Suhu 130 ⁰ C			
Suhu 145 ⁰ C			
Suhu 160 ⁰ C			

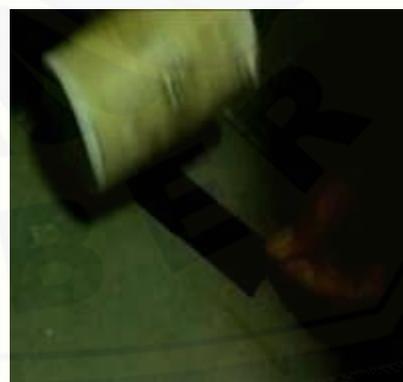
C.2 Proses Pembuatan dan Spesimen



Gambar pemotongan dan pengupasan *cover rubber*



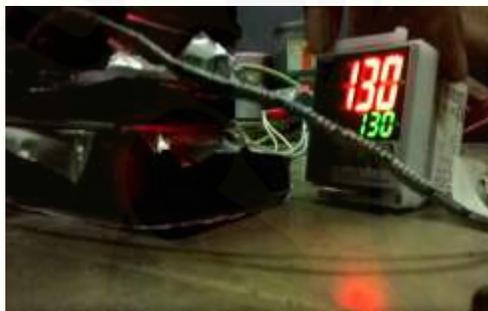
Gambar proses penimbangan lem STL RF 4 dan pengeleman



Gambar proses perekatan antar ujung *belt* dan pengerollan sambungan *belt*



Gambar alat pemanas



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar (a), (b), (c), proses pemanasan dengan berbagai variasi suhu. (d)

Proses Pencekaman Pada Mesin Uji Tarik

