



**PENGARUH VARIASI WAKTU DAN SAMBUNGAN TERHADAP  
KEKUATAN TARIK PADA *BELT CONVEYOR* (2 PLY-1 STEP)**

**SKRIPSI**

Oleh

**Alisa Virna Lutfi**

**NIM 121910101006**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**



**PENGARUH VARIASI WAKTU DAN SAMBUNGAN TERHADAP  
KEKUATAN TARIK PADA *BELT CONVEYOR (2 PLY-1 STEP)***

**SKRIPSI**

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

Oleh  
**Alisa Virna Lutfi**  
NIM. 121910101006

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orangtua saya, Bapak Sutarno dan Ibu Winarsih yang tercinta;
2. Nenek Panirah, Bude Sunarti, pak de Sungkono dan seluruh keluargaku yang tercinta;
3. Sahabat kecilku di Desa Bangosere Kecamatan Bangorejo yang aku sayangi Yoyok Dwi Prastyo, Renita Anggraini dan Mareta Retno Suminar;
4. Saudariku Teknik Mesin 2012 yang selalu menemani hari-hariku neng Rika Novita Sari;
5. Bapak Moh.Ma'ruf Ali pemilik CV. Altech Indo Prima Megah yang memberikan kesempatan untuk menimba ilmu mengenai sambungan *belt conveyor*;
6. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
7. Seluruh dosen, staff pengajar dan administrasi Fakultas Teknik Universitas Jember yang membantu penulis dalam menyelesaikan studi S1;
8. Kepada seluruh responden yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu, yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membantu saya mengambil data;
9. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

**MOTO**

*“In ahsantum ahsantum li-anfusium, 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)\*

“Sesungguhnya pertolongan akan datang bersama kesabaran”

(HR. Ahmad)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alisa Virna Lutfi

NIM : 121910101006

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

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

Jember, 18 Juli 2016

Yang menyatakan,

(Alisa Virna Lutfi)

NIM 121910101006

**SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI WAKTU DAN SAMBUNGAN TERHADAP  
KEKUATAN TARIK PADA *BELT CONVEYOR (2 PLY-1 STEP***

Oleh

Alisa Virna Lutfi

NIM 121910101006

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Gaguk Djatisukanto, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T,

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Waktu dan Sambungan Terhadap Kekuatan Tarik Pada *Belt Conveyor (2 ply-1 step)*” telah diuji dan disahkan pada

Hari,tanggal : 18, Juli 2016

tempat : Fakultas Teknik Univrsitas Jember

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Dr.Gaguk Jatisukamto S.T., M.T.  
NIP 196902091998021001

Dedi Dwilaksana S.T.,M.T.  
NIP 196912011996021001

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Ahmad Syuhri M.T  
NIP 196701231997021001

Ir.Franciscus Xaverius K. M.Eng  
NIP 196501202001121001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr.Ir Entin Hidayah, M.UM.  
NIP 196612151995032001

**RINGKASAN**

**Pengaruh Variasi Waktu Dan Sambungan Terhadap Kekuatan Tarik Pada *Belt Conveyor (2-Ply 1-Step)*** ; Alisa Virna Lutfi, 121910101006; 2016; 60 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

*Splicing rubber* adalah sistem peyambungan *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 30, 40, 50 menit, dengan jenis sambungan *wedge, stepped* dan *Z splice*.

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*.

Hasil dari penelitian ini kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* tertinggi dengan suhu vulkanisasi 110 °C pada jenis sambungan *stepped* dengan waktu vulkanisasi 40 menit, yaitu sebesar 8,62 MPa, dan kekuatan tarik terendah pada jenis sambungan Z dengan waktu vulkanisasi 30 menit, yaitu sebesar 1,07 MPa.

**SUMMARY**

*The Effect of Variation Time And Extension Of Tensile Strength On Conveyor Belt (2-Ply 1-Step); Alisa Virna Lutfi, 121910101006; 2016; 54 Pages; Mechanical Engineering Department of Engineering Faculty, University of Jember.*

*Rubber splicing is rubber belt splicing systems used in joint two end parts of the rubber belt which is served or will be joined and to from the strength of (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 30, 40, 50 minutes, and the extension type are stepped, wedge, and Z splice..*

*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 fabricattion and testing the tensile strength of belt splicing specimens.*

*The results is a tensile strength values ware higest conveyor belt vulcanization temperature of 110 °C on the extension type Stepped with vulcanization time of 40 minutes, that is equal to 8.62 MPa, and the tensile strength of the lowest on the extension type Z with vulcanization time 30 minutes, that is equal to 1, 07 MPa.*

## PRAKATA

Puji syukur kepada Allah SWT, atas segala nikmat hidup dan kesempatan mengenggam ilmu, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Waktu dan Sambungan Terhadap Kekuatan Tarik pada *Belt Conveyor*(1 Ply-2 Step) ” Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk mencapai derajat Sarjana Teknik. Dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis banyak dibantu, dibimbing, dan didukung oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orangtua saya, Bapak Sutarno dan Ibu Winarsih, serta Bude Sunarti dan Pak de Sungkono, terima kasih atas dukungan moril dan materil sehingga saya dapat menyelesaikan studi S1;
2. Bapak Dr. Gaguk Djatisukamto, S.T., M.T.. selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T.. selaku dosen pembimbing anggota yang selalu memberikan ide, saran, motivasi, serta meluangkan waktunya untuk membimbing saya selama proses penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini;
3. Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T. selaku dosen penguji I, dan Bapak Ir. FX. Kristianta, M.Eng. selaku dosen penguji II yang memberikan saran dan kritikan bersifat konstruktif untuk penyusunan skripsi ini;
4. Bapak Moh.Ma'ruf Ali pemilik CV.Altech Indo Prima Megah yang memberikan kesempatan untuk menimba ilmu mengenai sambungan *belt conveyor*;
5. Sahabat kecilku di Desa Bangosere Kecamatan Bangorejo yang aku sayangi Yoyok Dwi Prastyo ,Renita Angraini dan Mareta Retno Suminar;
6. Saudaraku Teknik Mesin 2012 yang selalu memotivasi saya untuk terus maju, salam Solidarity Forever;

7. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi yang telah memberikan bekal ilmu dunia dan akhirat;
8. Seluruh staf pengajar dan administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, membimbing, dan membantu kelancaran saya selama saya duduk di bangku perkuliahan.
9. Semua pihak yang telah membantu proses penelitian dan penyusunan skripsi ini dari awal hingga akhir;

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena sempurna hanya milik Allah SWT. Harapan penulis adalah supaya informasi dari skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi saya dan pembaca.

Jember, 18 Juli 2016

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
<b>BAB I     PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	4
1.4.1 Tujuan	4
1.4.2 Manfaat	4
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Belt Conveyor</i>	5
2.2 Prinsip Kerja <i>Belt Conveyor</i>	5
2.3 Bagian – Bagian <i>Conveyor</i>	6

2.3.1	<i>Belt</i>	7
2.3.2	Karet alam	11
2.3.3	<i>Drive unite</i>	12
2.3.4	<i>Roller idler</i>	13
2.4	Permasalahan Pada <i>Belt</i>	13
2.5	Penyambungan <i>Belt (Belt Splicing)</i>	15
2.5.1	Panjang sambungan	15
2.5.2	Tipe penyambungan	16
2.5.3	Perbedaan mendasar <i>cold</i> dan <i>hot splice</i>	17
2.6	Jenis Sambungan	19
2.6.1	<i>Wedge splice</i>	19
2.6.2	<i>Stepped splice</i>	20
2.6.3	<i>Z splice</i>	20
2.7	Sambungan Adhesive	21
2.8	Pengujian	22
2.8.1	Pengujian tarik	22
2.9	Hipotesa	24
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	25
3.2.1	Alat	25
3.2.2	Bahan	26
3.3	Prosedur Penelitian	27
3.3.1	Langkah-langkah pembuatan spesimen uji	27
3.3.2	Langkah-langkah pengujian spesimen	31
3.4	Diagram Alir Penelitian	32
3.5	Perencanaan Jadwal Penelitian	33
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	34

4.1 Data Hasil Pengujian	34
4.2 Pengaruh Waktu Terhadap Kuatan Tarik	36
4.3 Pengaruh Sambungan Terhadap Kuatan Tarik	36
4.3.1 Jenis kegagalan pada sambungan <i>wedge</i>	37
4.3.2 Jenis kegagalan pada sambungan <i>stepped</i>	39
4.3.3 Jenis kegagalan pada sambungan <i>Z</i>	41
4.3.4 Kerusakan dan penanganan pada <i>belt</i>	45
BAB V PENUTUP	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	50

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 <i>Belt Conveyor</i>	5
2.2 Prinsip kerja <i>belt conveyor</i>	6
2.3 Bagian-bagian <i>conveyor</i>	6
2.4 <i>Fabric belt</i>	8
2.5 <i>Reinforcement</i>	10
2.6 Bagian-bagian <i>belt conveyor</i>	11
2.7 Struktur komposit	12
2.8 Jumlah sambungan dan cara penyambungan	15
2.9 Proses vulkanisasi	18
2.10 Sambungan <i>wedge</i>	19
2.11 Sambungan <i>stepped</i>	19
2.12 Sambungan Z (Sambungan jari)	20
2.13 Struktur sambungan perekat	20
2.14 Kegagalan ikatan perekat	21
2.15 Standart persiapan sampel uji ASTM D3039	22
3.1 Mesin uji tarik	25
3.2 Pemanas ( <i>heater</i> )	26
3.3 Dimensi spesimen	27
3.4 Spesimen uji	28
3.5 Jenis variasi sambungan	28
3.6 Pengupasan <i>ply</i>	29
3.7 Pencocokan ujung <i>belt conveyor</i> untuk kasir	30
3.8 Proses vulkanisasi	31
3.9 Diagram alir penelitian	32
4.1 Hubungan antara waktu vulkanisasi terhadap kekuatan tarik	35

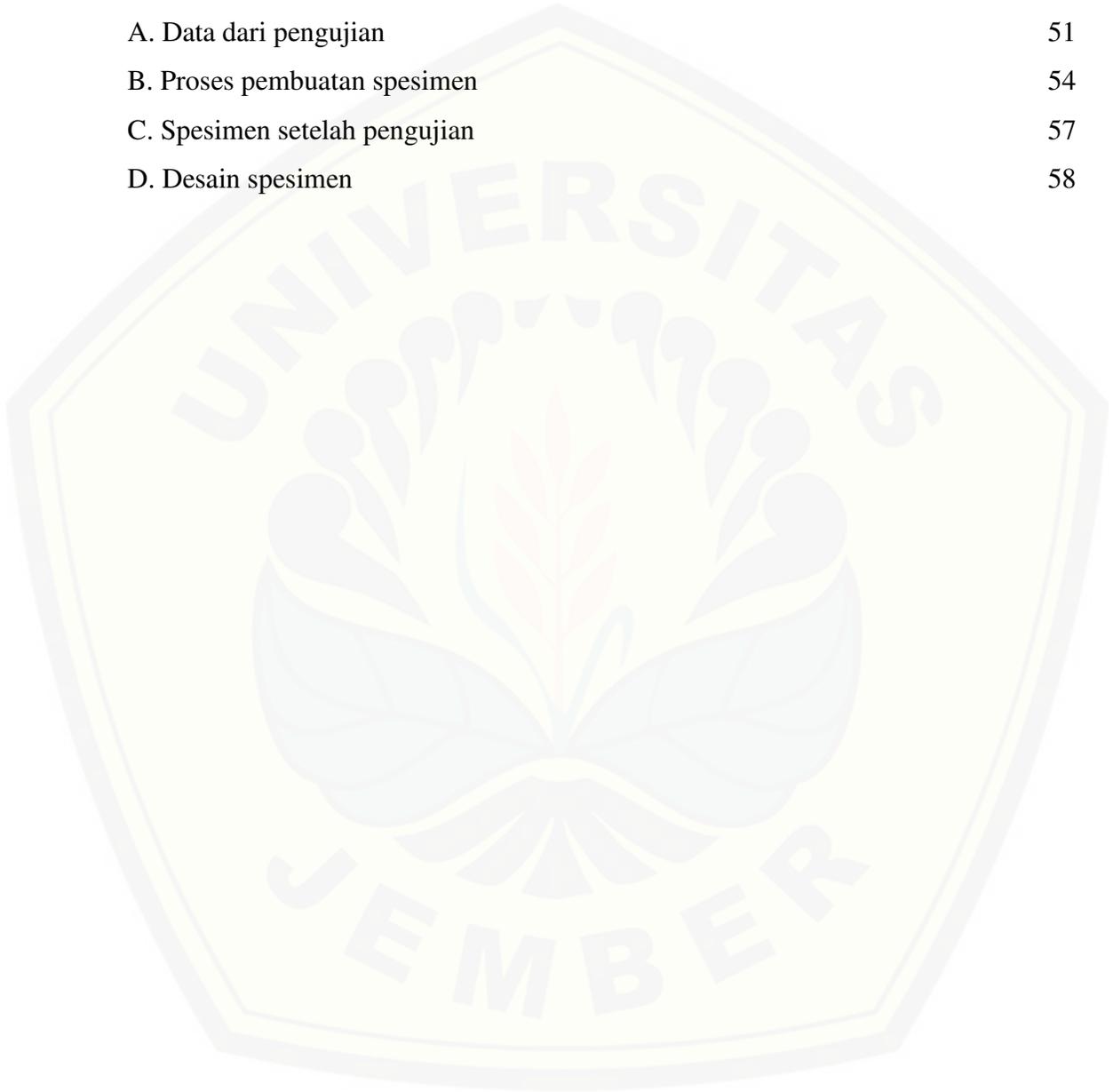
4.2 Kegagalan ikatan perekat	36
4.3 Sambungan <i>wedge</i> dengan variasi waktu 30 menit	37
4.4 Sambungan <i>wedge</i> dengan variasi waktu 40 menit	38
4.5 Sambungan <i>wedge</i> dengan variasi waktu 50 menit	38
4.6 Sambungan <i>stepped</i> dengan variasi waktu 30 menit	39
4.7 Sambungan <i>stepped</i> dengan variasi waktu 40 menit	40
4.8 Sambungan <i>stepped</i> dengan variasi waktu vulkanisasi 50 menit	41
4.9 Sambungan Z dengan variasi waktu vulkanisasi 30 menit	42
4.10 Sambungan Z dengan variasi waktu vulkanisasi 40 menit	43
4.11 Sambungan Z dengan variasi waktu vulkanisasi 50 menit	44

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Spesimen <i>tie gum</i>	11
2.2 Sifat-sifat lateks karet alam	12
2.3 Standart sambungan DIN 22102	15
2.4 Kelebihan dan kekurangan pada sambungan adhesive	21
2.5 Spesimen geometri yang dibutuhkan	23
2.6 Geometri spesimen yang direkomendasikan	23
2.7 Metode uji standart <i>belt conveyor</i> ASTM D378	24
3.1 Jadwal perencanaan penelitian	33
4.1 Perbandingan kekuatan tarik sambungan dan tanpa sambungan	34

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Data dari pengujian	51
B. Proses pembuatan spesimen	54
C. Spesimen setelah pengujian	57
D. Desain spesimen	58



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur merupakan sektor yang memiliki pengaruh bagi perekonomian di Indonesia, sehingga apabila perekonomian di Indonesia mengalami peningkatan maka aktivitas industri juga mengalami peningkatan. Besarnya pengaruh industri manufaktur terhadap perekonomian nasional dapat dilihat dari sektor manufaktur yaitu sebesar 25% dari total PDB Indonesia (Hidayati, 2009). Industri manufaktur merupakan industri yang menggunakan banyak berbagai material, sehingga diperlukan mesin pemindah material untuk mempermudah suatu pekerjaan. Mesin pemindah material merupakan salah satu alat yang digunakan untuk memindahkan muatan dari satu tempat ke tempat lain. Pabrik yang berkapasitas menengah sampai kapasitas besarpun menggunakan mesin pemindah barang untuk memperkecil waktu perkerjaan misalnya, pada bagian departemen pabrik, tempat penumpukan bahan, lokasi konstruksi, tempat penyimpanan atau tempat pembongkaran.

Mesin pemindah material digunakan untuk memindahkan muatan dalam kapasitas besar dan jarak tertentu dengan arah perpindahan vertikal, horisontal, atau kombinasi keduanya. Mesin pemindah barang mempunyai berbagai macam jenis alat salah satunya adalah *belt conveyor*. *Belt conveyor* digunakan sebagai mesin pemindah bahan dengan perencanaan yang sederhana, berat mesin relatif ringan, pemeliharaan dan operasi yang mudah. *Belt conveyor* 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 atau logam sesuai jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Karakteristik dari *belt conveyor* yaitu dapat beroperasi secara mendatar maupun miring dengan sudut maksimum sampai dengan  $18^\circ$ , sabuk disanggah oleh plat *roller* untuk membawa bahan,

kapasitas tinggi, serbaguna, dan dapat beroperasi secara *continue*. Industri makanan pada umumnya menggunakan jenis *belt conveyor towply* sebagai alat pemindah (*material handling*). Menurut (Margono, 2006), metode manajemen pemeliharaan dilihat dari permohonan pemeliharaan atau perbaikan, sehingga menyebabkan prosedur untuk memperbaikinya begitu sulit. 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 penyambungan panas (*hot splicing*).

Uji tarik merupakan pengujian yang dapat mengetahui kekuatan tarik dari metode sambungan *hot splicing* (Nasiruddin, 2014). Panjang *belt* yang direkatkan mempengaruhi besarnya gaya tarik pada sambungan *belt* yang merekat. Penelitian ini dilakukan analisa untuk mengetahui pengaruh variasi waktu dan variasi bentuk sambungan terhadap kekuatan tarik pada *belt conveyor*.

Menurut hasil penelitian dari (Nuruddin, 2015) nilai kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* tertinggi berada pada suhu 130 °C pada waktu pemanasan 40 menit, yaitu sebesar 0.638 MPa. Sedangkan menurut (Choun, 2011) suhu maksimum 90 °C pada waktu pemanasan 40 menit dengan kekuatan tarik 0,686 MPa, sehingga pada penelitian ini mengambil nilai antara 130 °C dan 90 °C yaitu 110 °C. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dilakukan analisis untuk mengetahui variasi waktu dan sambungan terhadap kekuatan tarik pada *belt conveyor* (*tow-ply, one-step*) dengan pemilihan temperatur yaitu 110 °C, sedangkan waktu terbaik adalah 40 menit, sebagai variasi waktu antara 30, 40 dan 50 menit. Penekanan dalam proses vulkanisasi adalah 8-15 bar (*Summa LearningCenter*), namun untuk ukuran spesimen hanya memerlukan 8 bar untuk proses vulkanisasi.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh variasi sambungan terhadap kekuatan tarik dengan metode *hot splicing*.
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu vulkanisasi terhadap kekuatan tarik dengan metode *hot splicing*.

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi pembahasan yang meluas, maka pembahasan dalam penelitian ini ditetapkan dengan batasan sebagai berikut:

1. Penyambungan *belt conveyor* menggunakan metode *hot splicing* dengan variasi waktu dan sambungan,
2. Penekanan terhadap spesimen ketika proses dianggap sama yaitu 8 bar,
3. Waktu dan temperatur yang digunakan adalah 30, 40 dan 50 menit dengan temperatur 110 °C,
4. Pengujian hanya menggunakan *belt conveyor two ply*,
5. Tidak membahas struktur kimia yang digunakan,
6. Tidak membahas struktur mikro sambungan *belt* sebelum dan sesudah pengujian,
7. Standar pegujian tarik yang di gunakan dalam penelitian adalah ASTM (*American Society of Testing and Material*) D3039,
8. Standar pegujian *belt* yang di gunakan dalam penelitian adalah ASTM (*American Society of Testing and Material*) D378.

## 1.4 Tujuan dan Manfaat

### 1.4.1 Tujuan

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi sambungan terbaik terhadap kekuatan tarik menggunakan metode *hot splicing*,
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu vulkanisasi terhadap kekuatan tarik pengujian tarik metode *hot splicing*.
3. Untuk mengetahui kekuatan tarik tertinggi dan terendah pada variasi sambungan menggunakan metode *hot splicing*.

### 1.4.2 Manfaat

1. Memberikan perbaikan mengenai metodologi penyambungan *belt conveyor*.
2. Memberikan sumbangsih pemikiran untuk bidang *material handling*.  
Untuk melakukan riset lanjutan agar diperoleh teknologi sambungan yang sempurna.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Belt Conveyor*

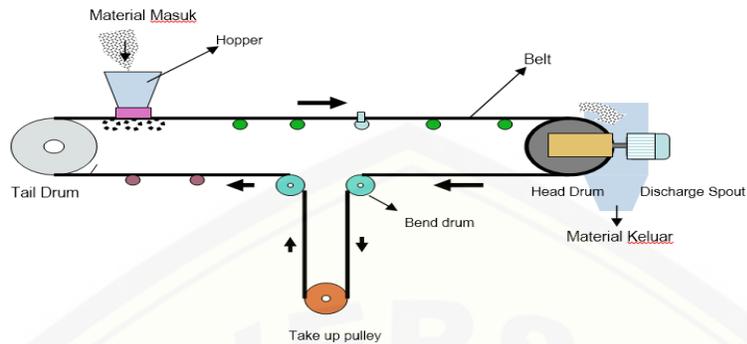
*Belt conveyor* adalah suatu transportasi kontiyu atau jenis mesin pemindah material (*material hendling*) yang digunakan pada berbagai industri, karakteristik dari konveyor ini sendiri adalah memiliki kapasitas pemindah barang curah seperti di industri *packaging* dan lainnya, kemampuan angkutnya tergantung lebar, kecepatan dan jarak material.



Gambar 2.1 *Belt conveyor*( *Summa learning center*, 2001)

### 2.2 Prinsip Kerja *Belt Conveyor*

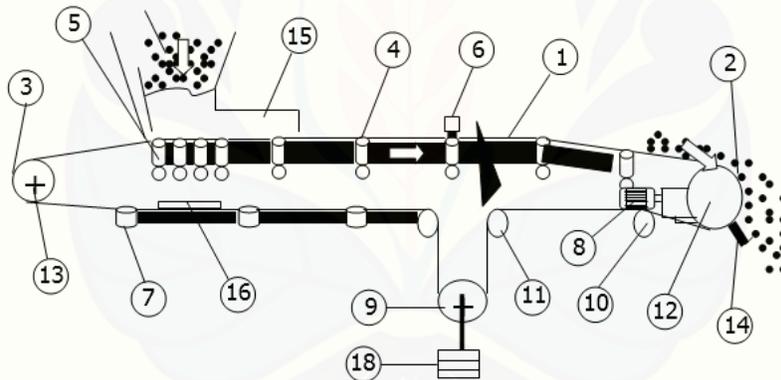
Prinsip kerja *belt conveyor* adalah mentransport material yang ada di atas *belt*, dimana umpan atau *inlet* pada sisi *tail* dengan menggunakan *chute* dan setelah sampai di *head* material ditumpahkkan akibat *belt* berbalik arah. *Belt* digerakkan oleh *drive / head pulley* dengan menggunakan motor penggerak. *Head pulley* menarik *belt* dengan prinsip adanya gesekan antara permukaan drum dengan *belt*, sehingga kapasitasnya tergantung gaya gesek tersebut (Siregar, 2004).



Gambar 2.2 Prinsip kerja belt conveyor (Summa learning center, 2001)

### 2.3 Bagian – Bagian Conveyor

Conveyor memiliki rangkaian bagian – bagian utama, yaitu:



Gambar 2.3 Bagian-bagian conveyor (Ilyandi, 2012)

Keterangan:

- |                                 |                    |                    |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1. Belt                         | 7. Return roll     | 13. Tail drum      |
| 2. Ujung depan belt conveyor    | 8. Motor penggerak | 14. Scrapper       |
| 3. Ujung belakang belt conveyor | 9. Take-up pulley  | 15. Skirt board    |
| 4. Carrying idler               | 10. Snub pulley    | 16. Blade scrapper |
| 5. Impact roll                  | 11. Bend Pulley    | 17. Hopper         |
| 6. Training Roll                | 12. Head Drum      | 18. Couter Weight  |

### 2.3.1. Belt

*Belt conveyor* dapat digunakan untuk memindahkan muatan satuan (*unit load*) maupun muatan curah (*bulk load*) sepanjang garis lurus atau sudut inklinasi terbatas (Ilyandi, 2007). *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) :

200 m RMA-2 –NN-150 900 x 4P x 6 x 2 mm T210 °C

200 m : Panjang *belt conveyor*

RMA-2 : *Grade cover rubber*

NN-150 : *Tensile strength 150 kg/cm/ply*

900 : Lebar *belt*

4P : Jumlah *ply* = 4

6 mm : Tebal *top cover*

2 mm : Tebal *bottom cover* = 2

T210 °C : Temperatur maksimal

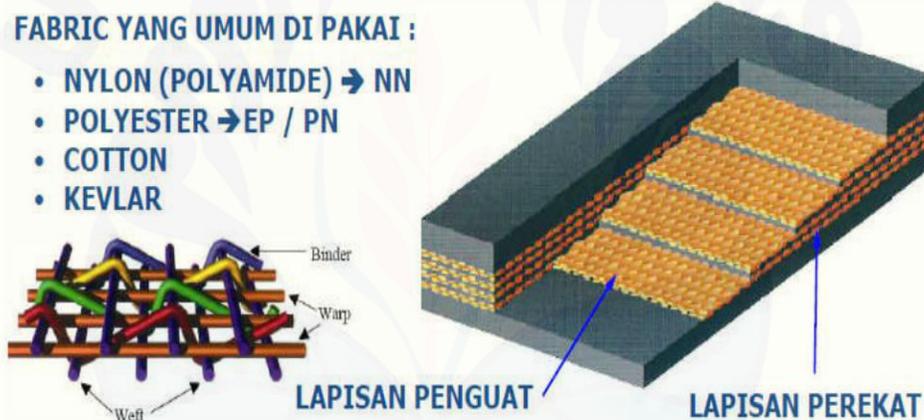
*Belt* yang digunakan dalam suatu *conveyor* harus memenuhi persyaratan: tidak menyerap air (*low hygroscopicity*), kekuatan tinggi, ringan, pertambahan panjang spesifik rendah (*low specific elongation*), fleksibilitas tinggi, lapisan tidak mudah

lepas (*high resistivity to ply separation*) dan tahan lama (*long service life*) (Ilyandi, 2012). *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 (*Summa Learning Center, 2001*)



Gambar 2.4 *Fabric belt* (*Summa Learning Center, 2001*)

Jenis carcass yang sering dipakai :

- *Nylon* atau *polymide*
- *Polyester* ( serat sintetis )
- *Cotton* ( serat alam / katun )
- *Vinylon fabric*
- *Aramide fibre*

### b. *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 disisipkan karet, di antara lapisan tenunan terdapat lapisan (*skim rubber*) lapisan perekat (Summa Learning Center, 2001).

### c. *Cover Rubber*

Fungsi utama *cover rubber* adalah sebagai pelindung lapisan penguat dari curahan, gesekan dan benturan material pada saat memuat agar *ply* tidak sobek atau rusak (Kumar,dkk, 1997).

- *Top cover* : Lapisan yang langsung bersentuhan dengan material.

Tebal *top cover* :

untuk jenis *fabric belt* : 1 - 8 mm

untuk jenis *steel cord belt* : 5 - 18 mm

- *Bottom cover* : karet lapisan bawah yang berhadapan dengan permukaan puli dan rol pembawa

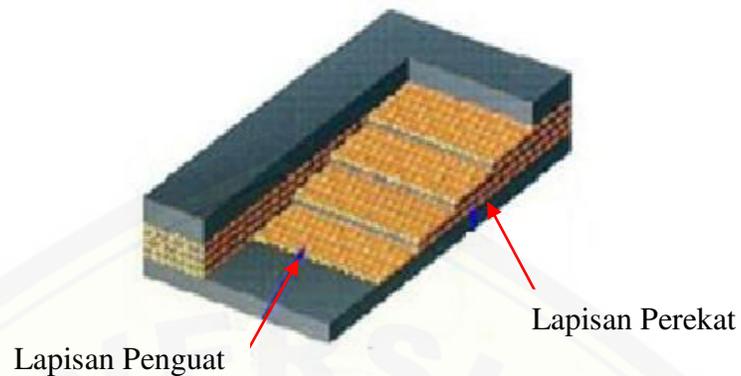
Tebal *bottom cover* :

untuk jenis *fabric belt* : 1 - 4 mm

untuk jenis *steel cord belt* : 5 - 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 (Summa learning center, 2001)

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* (Kumar, dkk, 1997). *Tie gum* ini dirancang untuk digunakan bahan pengganti karet sebagai proses *hot splicing* pada *belt conveyor*. Berikut adalah kegunaan dari *tie gum* antara lain:

1. Meningkatkan kinerja pada sambungan *belt conveyor*.
2. Meningkatkan fleksibilitas dan kekuatan pada sambungan *belt conveyo*.
3. Menggunakan sistem pengkodean poli warna senyawa ID.
4. Untuk karet alam (NR), Poliisoprena (IR), Styrene Butadiene-(SBR), Polybutadiene (BR), Polycloroprene yaitu –Neoprene (CR) sambunga *belt conveyor*

Tabel 2.1 Spesifikasi *tie gum* (Almex, 2014).

Karakteristik	
Warna karet	Hitam
Warna poli pembatas	Merah
Dasar polimer	NR Karet
Berat Jenis	1.15 – 1.21
Kekerasan	65 – 75
Karet tekstil	2500 – 3000 psi
Pemanjangan Karet	300 – 500%
Umur pakai	6 bulan pada 70 °F atau 12 bulan pada 50 °F

untuk jenis *fabric belt* : 0.5 mm – 1 mm

untuk jenis *steel cord belt* : 2 mm



Gambar 2.6 Bagian - bagian belt (Summa learning center, 2001)

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 Komponen *belt conveyor*

Belt karet (untuk conveyor dan pentransmisi daya), sesuai fungsinya maka karet tidak boleh mudah mulur (*no extensibility*) sehingga diperkuat dengan fiber, polyester atau nylon. Fabrik dari polimer ini dilapisi melalui calending, dirakit bersama hingga jumbalh ply dan tebal mencukupi. Kemudian di vulkanisasi dengan pemanasan batch atau kontinu.

Selang karet dihasilkan dari proses:

1. *Plain hose* di ekstrusi berbentuk tube
2. *Reinforced tube* terdiri dari *inner tube*, layer yang diperkuat (*carcass*), dan cover:
  - *Inner tube* ekstrusi dari karet yang telah dicampur untuk menjadi substansi yang akan mengalir melaluinya.

- *Reinforced* layer diaplikasikan pada tube dalam bentuk fabric atau melalui spiraling, knitting, dll. Ketika dua atau lebih layer digunakan maka bagian yang berdampingan terpisah oleh karet penyekat.
- Layer luar (*cover*) di campur material lain untuk tahan terhadap kondisi lingkungan.



Gambar 2.7 Struktur komposit,

([http://www.hehu.com/business/disprecord\\_864784.html](http://www.hehu.com/business/disprecord_864784.html))

Tabel 2.2 Sifat-sifat lateks karet alam (Adriyanti, 2010)

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	$913 \text{ kg/m}^3$
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

### 2.3.3 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* (*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 (*Summa learning center, 2001*).

## 2.4 Permasalahan pada *Belt*

*Belt conveyor* memiliki berbagai masalah dalam perawatan dari yang mudah hingga yang sulit, sebab sistem perawatan yang baik terhadap *belt* akan mempengaruhi usia dari *belt* dan kemampuan *belt* dalam menyalurkan material

secara terus menerus. Maka pentingnya perawatan 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 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*, maka untuk mengatasinya dapat menyisipkan dengan *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

c) Sobek pinggir *belt*

Sobek yang terjadi pada pinggiran *belt* biasanya disebabkan karena ketidaklurusan jalannya *belt conveyor* sehingga terjadi pergeseran antara *body hopper* dengan pinggiran *belt*.

d) *Belt* aus karena *skirt board*

Dalam pemasangan *skirt board* ini harus memperhatikan *gab* (jarak) antara ujung *skirt board* dengan permukaan *belt*. Material yang menempel dan mengeras menyebabkan material menempel pada *skirt board* tersebut dan nantinya akan bisa membuat *belt* sobek karena terkena

e) *Belt* aus karena *scraper*

*Scraper* merupakan alat yang digunakan untuk membersihkan material yang menempel pada *belt*, namun kebanyakan *belt* juga aus karena disebabkan oleh *scraper*. Pemilihan *scraper* yang baik merupakan hal yang paling penting. Sebab jika salah dalam memilih *scraper* 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 Penyambungan *Belt* (*Belt Splicing*)

Penyambungan *belt* adalah system penyambungan *rubber belt* yang dipakai dalam menyatukan dua bagian ujung dari *rubber belt* yang terputus atau akan disambungkan. Dengan menggunakan metode *splicing* nantinya diharapkan proses penyambungan akan membentuk kekuatan pengeleman (*adhesi*) antara dua 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.

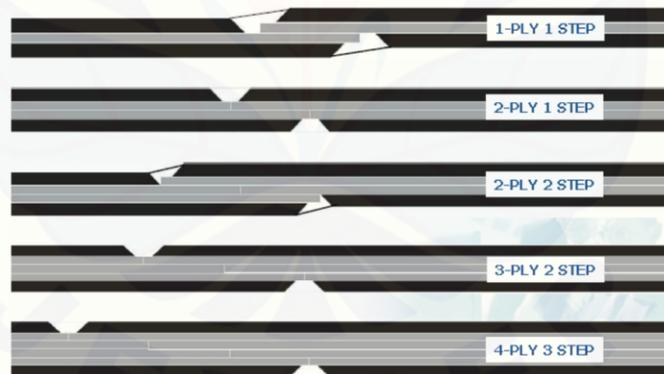
Panjang sambungan adalah panjang total dari suatu sambungan antara *belt* yang satu dengan *belt* lainnya. Panjang sambungan sangat menentukan kekuatan saat menerima beban tarik. Mengurangi panjang sambungan sama dengan beresiko

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

Tabel 2.3 Standard sambungan DIN 22102 (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	3-5			
	400				
	500				
600					

Data *belt strength* akan menentukan “Jenis sambungan ” dari masing masing *ply* dan total panjang penyambungan.



Gambar 2.8 Jumlah *ply* dan cara penyambungan (Summa learning center, 2001)

### 2.5.2 Tipe penyambungan

Secara umum type 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*)

Menurut (Amril, 2015) menjelaskan 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 waktu pekerjaan (*re-splice*) dan (*down time*).

### 2.5.3 Perbedaan mendasar *cold* dan *hot splice*

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

Proses 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 vulkanisasi kurang matang atau lewat matang (Siregar, 2004).

Umumnya pekerjaan penyambungan untuk sistem panas dan dingin memiliki sistem pekerjaan yang sama, yang membedakan hanyalah pada material penyambungannya. Kebutuhan persiapan dilapangan untuk pekerjaan *hot splice* seperti dibawah ini:

- a) *Electrical source* (sumber listrik),
- b) *Vulcanizing equipment* (Perlengkapan vulkanisasi yang disesuaikan dengan *belt width* dan panjang sambungan)
- c) Material yang tersimpan baik di dalam *cold storange* (5-15 °C)
- d) Operator yang terampil untuk mengoperasikan *vulcanizing machine*
- e) Membutuhkan banyak pekerja yang terampil saat mengoprasikan *machine* dan saat pembongkaranya juga,
- f) Dalam proses vulkanisasi diperlukan *pressure* 8 sampai 15 bar, *temperature* 150 °C ± 5 °C dan waktu (*curing time*) selama 30 menit.



Gambar 2.9 Proses vulkanisasi (*Summa learning center*, 2001)

Setelah proses vulkanisasi yang dibutuhkan :

1. Mematikan *power supply / switch – off* setelah selesai *curing time*,

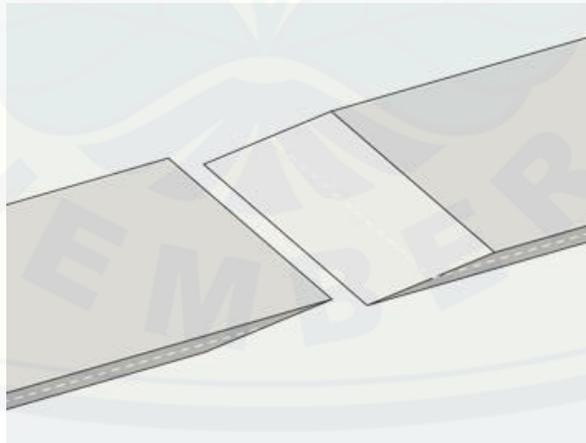
2. *Cooling down* / dinginkan dengan menggunakan air atau didinginkan secara alami sampai dengan 40 °C – 60 °C,
3. Mengukur ulang *center line* terhadap kelurusan sambungan,
4. Melepas *upper traverse bars*, *platen* dan *belt clamps*,
5. Memasang kembali *idler set* dan bersihkan *belt conveyor*,
6. Menurunkan kembali *counter weight*,
7. *Belt* siap untuk uji coba.

## 2.6 Jenis Sambungan

Sambungan adalah hasil dari penyatuan beberapa bagian atau konstruksi dengan menggunakan suatu cara tertentu. Ada beberapa jenis sambungan pada *belt conveyor* antara lain adalah:

### 2.6.1 *Wedge splice*

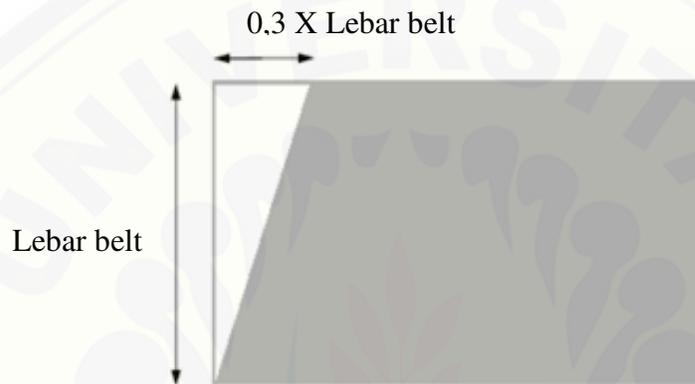
*Wedge splice* (sambungan miring) yaitu sambungan yang bagian ujung-ujung sabuknya dipotong miring dari muka atas sampai ujung luasan pengeliman kemudian di tempelkan satu sama lain.



Gambar 2.10 Sambungan *wedge* (City-in, 2011)

### 2.6.2 Stepped splice

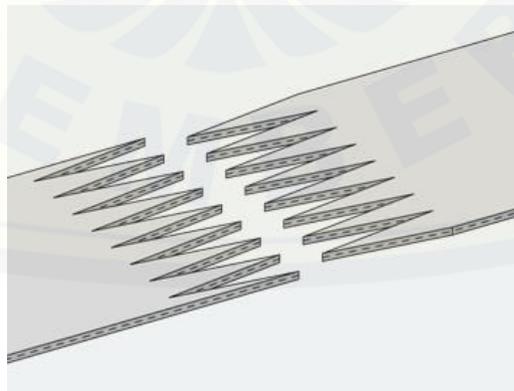
*Stepped splice* (Sambungan langkah tumpang tindih) yaitu ujung dari kedua *belt* yang terkelupas dan akan di sambungkan menggunakan perekat yang menempel. *Bias cut* adalah sudut pemotong pada saat akan menyambungkan *belt conveyor*, sedangkan untuk menentukan *bias cut* berdasarkan Summa learning center adalah  $0,3 \times \text{belt width}$



Gambar 2.11 Sambungan *stepped* (Summa learning center, 2001)

### 2.6.3 Z-Splice

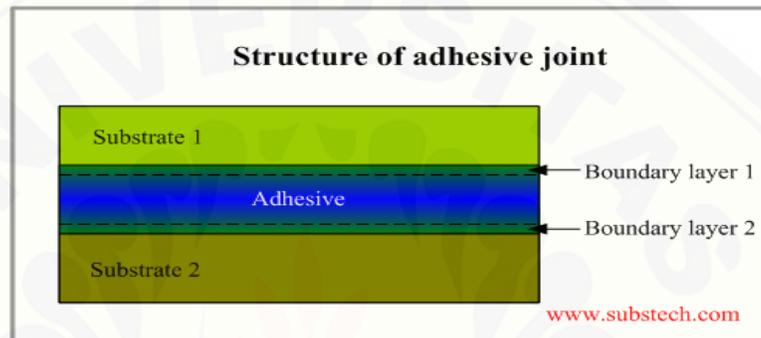
*Z-Splice* (sambungan jari) yaitu sambungan yang menggunakan prosedur sambungan lelehan, panjang didefinisikan secara akurat dan lebar dari *Z Splice* sudah di tetapkan.



Gambar 2.12 Sambungan Z (sambungan jari), (City-in, 2011)

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

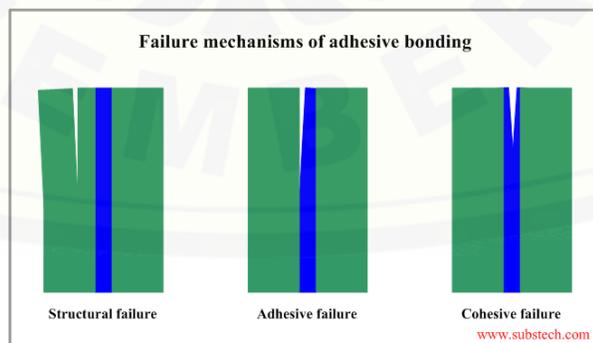


Gambar 2.13 Struktur sambungan perekat (Kopeliovich, 2014)

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 2.14 Kegagalan ikatan perekat (Kopeliovich, 2014)

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 kohesif : kegagalan internal dari lapisan perekat.

Tabel 2.4 Kelebihan dan kekurangan pada sambungan *adhesive*.

Kelebihan	Kekurangan
-Beban merata	-Butuh waktu lama untuk menyatukan sambungan
-Tidak terjadi korosi	-Sukar untuk di buka
-Tidak terjadai konsentrasi tegangan	-Tahanan panas yang terbatas
-Sebagai isolator panas dan listrik	-Tahanan kejut yang rendah
-Mengurangi waktu perakitan	-Penggunaan permanen

Dalam penelitian ini, jenis bahan perekat yang digunakan adalah STL RF4 1 kg/ 690 ml. Sedangkan *tie gum* ialah jenis karet alami yang diawetkan untuk vulkanisasi pada sambungan *belt*. Kedua jenis bahan merupakan jenis bahan perekat khusus yang digunakan dalam penyambungan sistem panas pada belt conveyor.

## 2.8 Pengujian

### 2.8.1 Pengujian tarik

Standard pengujian sifat tarik pada *fabric belt* menggunakan ASTM D 3039. Material komposit dengan serat kontinyu atau serat diskontinyu dengan laminate 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 2.15 Standar persiapan sampel uji ASTM D 3039

Tabel 2.5 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 2.6 Geometri spesimen yang direkomendasikan (ASTM D3039, 2000)

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
<b>Balanced &amp; symmetric</b>	<b>25</b>	<b>250</b>	<b>2.5</b>	<b>Emery cloth</b>	-	-
Random-discontinuous	25	250	2.5	Emery cloth	-	-

Perhitungan *ultimate tensile strength* menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\sigma_{tu} = \frac{F_{maks}}{A}$$

$$\sigma_i = \frac{P_i}{A}$$

dimana :

$\sigma_{tu}$  = kekuatan tarik ultimate [MPa]

$F_{maks}$  = beban maksimum sebelum kegagalan [N]

$\sigma_i$  = tegangan tarik pada data [MPa]

$P_i$  = beban pada data [N]

$A_0$  = luasan seksi silang rata-rata dari lebar x tebal, [mm<sup>2</sup>]

Sedangkan metode uji standart untuk karet pada *belt conveyor* tipe datar menggunakan ASTM D378, dengan tegangan yang ditentukan dengan menggunakan sejumlah istilah seperti kekuatan tarik utama dan kekuatan putus, berikut adalah tabel dari spesifikasi standart pengujian.

Tabel 2.7 Metode uji standart *belt conveyor* (ASTM D378, 2000)

General specifications (millimeters)		
Spesifikasi	Unit	EP100/4
Tipe tekstil		EP
Jumlah Tumpukan		4
Pengoprasian kekuatan tarik	kN/m	100
Nominal pengukuran karkas	Mm	5.79
Modulus sabuk	N/mm	7880

## 2.9 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah variasi sambungan dan variasi waktu berpengaruh terhadap besarnya kekuatan tarik dari sambungan *belt conveyor* terhadap proses vulkanisasi. Semakin tepat jenis sambungan dan waktu vulkanisasi maka kekuatan tarik akan meningkat. begitu pula sebaiknya semakin kurang tepat jenis sambungan dan waktu vulkanisasi maka kekuatan tarik akan menurun.

### BAB 3. METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan selama dua bulan antara April – Mei 2016.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

##### 3.2.1 Alat

1. *Universal machinetesting* (Merk ESSOM TM 113 30 kN).



Gambar 3.1 Mesin uji tarik (Laboratorium, Uji Bahan, FT Mesin UNEJ)

2. Temperatur kontrol,

3. *Heater jecket* (pemanas)



Gambar 3.2 Pemanas (Heater) (Labolatorium,Uji Bahan, FT Mesin UNEJ)

4. Penggaris/mistar,
5. Pincer,
6. Pemotong dan gunting,
7. Sikat kawat,
8. Gerinda,
9. Spidol,
10. Kuas,
11. Timbangan digital,
12. Palu karet,
13. Camera 8 MP,
14. Dongkrak,
15. *Pressure gauge*.

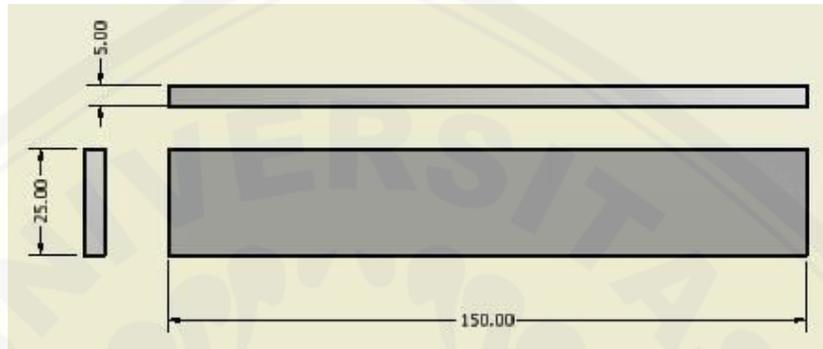
### 3.2.2 Bahan.

1. *Fabric belt* 1 meter EP-100, 400 x 2P x 1,5 x 1,5 mm T258 °C. (ASTM D378)  
Tipe karet : EP (*Polyester*)  
Kekuatan tarik : 100 kg/cm  
Lebar sabuk : 400 mm

Lapisan atas : 1,5 mm

Lapisan bawah: 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.



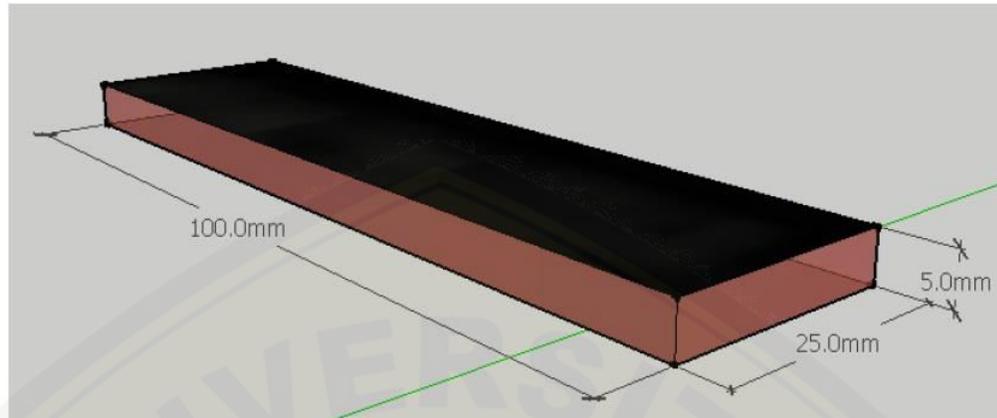
Gambar 3.3 Dimensi spesimen (Standar ASTM D3039, 2000)

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

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Langkah-langkah pembuatan sampel uji

1. Menyiapkan *fabric belt*, dan alat – alat pendukung yang dibutuhkan untuk proses *splicing*
2. *Belt* dipotong dengan dimensi (150 x 25 x 5 mm)
3. Membuat variasi pada sambungan *wedge* , *stepped* dan *Z*.



Gambar 3.4 Spesimen Uji (Amril, 2015)

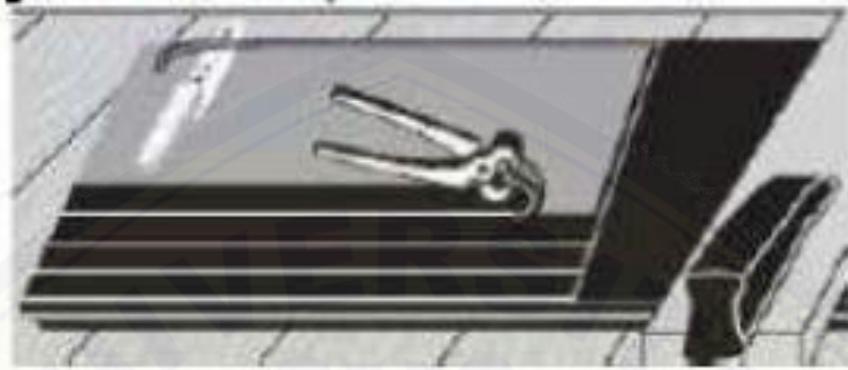
3. Buat variasi pola sambungan pada permukaan belt.
4. Beri *center line* pada *belt* dengan menggunakan alat tulis.
5. Meluruskan penampang yang akan di sambung.
6. Gambarkan panjang *step* dan variasi pola pada kedua ujung *belt* yang akan disambungkan.



Gambar 3.5 Jenis variasi sambungan (Habasit, 2016)

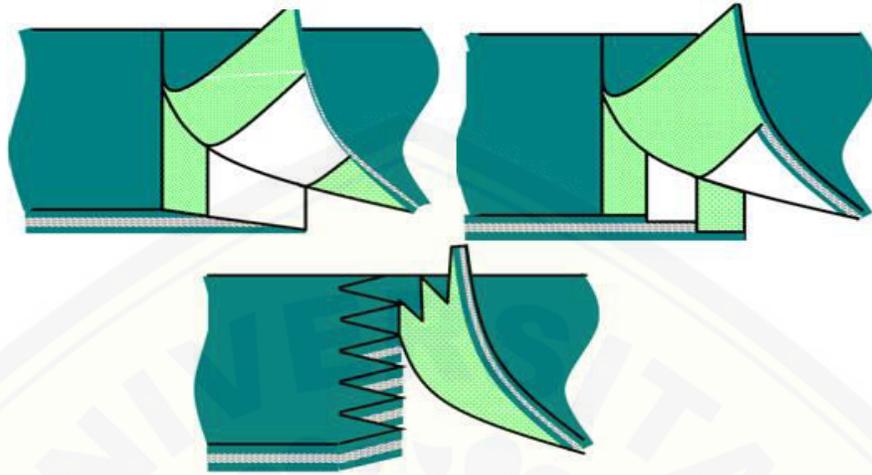
7. Ujung *belt* dipotong sepanjang sudut sambungan sesuai dengan jenis sambungan,
8. Bagian karet *top cover* di potong pada kedua tepi *belt* hingga bertemu dengan lapisan pertama,

9. Angkat *top cover*, menggunakan tang yang tumpul agar *fabric* tidak mengalami kerusakan.



Gambar 3.6 Pengupasan *ply* (Summa leaning center, 2001)

10. *Ply* di kupas tepat pada bagian lapisan terluar.
11. Lakukan proses pengasahan (*Buffing*) pada permukaan karet yang terdapat *fabric*.
12. Bersihkan debu dari minyak pada permukaan sambungan.
13. Perekat *STL RF4* kemudian lakukan perataan pada masing- masing permukaan.
14. Perekat yang sudah diratakan kemudian keringkan hingga kondisi *tacky* (lengket).
15. Setelah pengeleman pertama dalam kondisi *tacky*, maka dapat dilakukan penempelan *tie gum* 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 3.7 Pencocokan ujung *belt* (ISSUE, 2002)

17. Kedua ujung *belt* satukan secara bersamaan, pada proses ini harus lakukan 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* melepuh).
19. Tutup *joint seam* dengan *tie rubber*
20. Kuaskan 1 x STL – RF4 pada *cover strip*, tunggu hingga kondisi *tacky* sebelum direkatkan pada *joint seam*.
21. Sambungan siap divulkanisasi
22. Sambungkan *power suplay* pada pemanas setelah itu, tempatkan bar “*upper*” dan vulkanisasi.



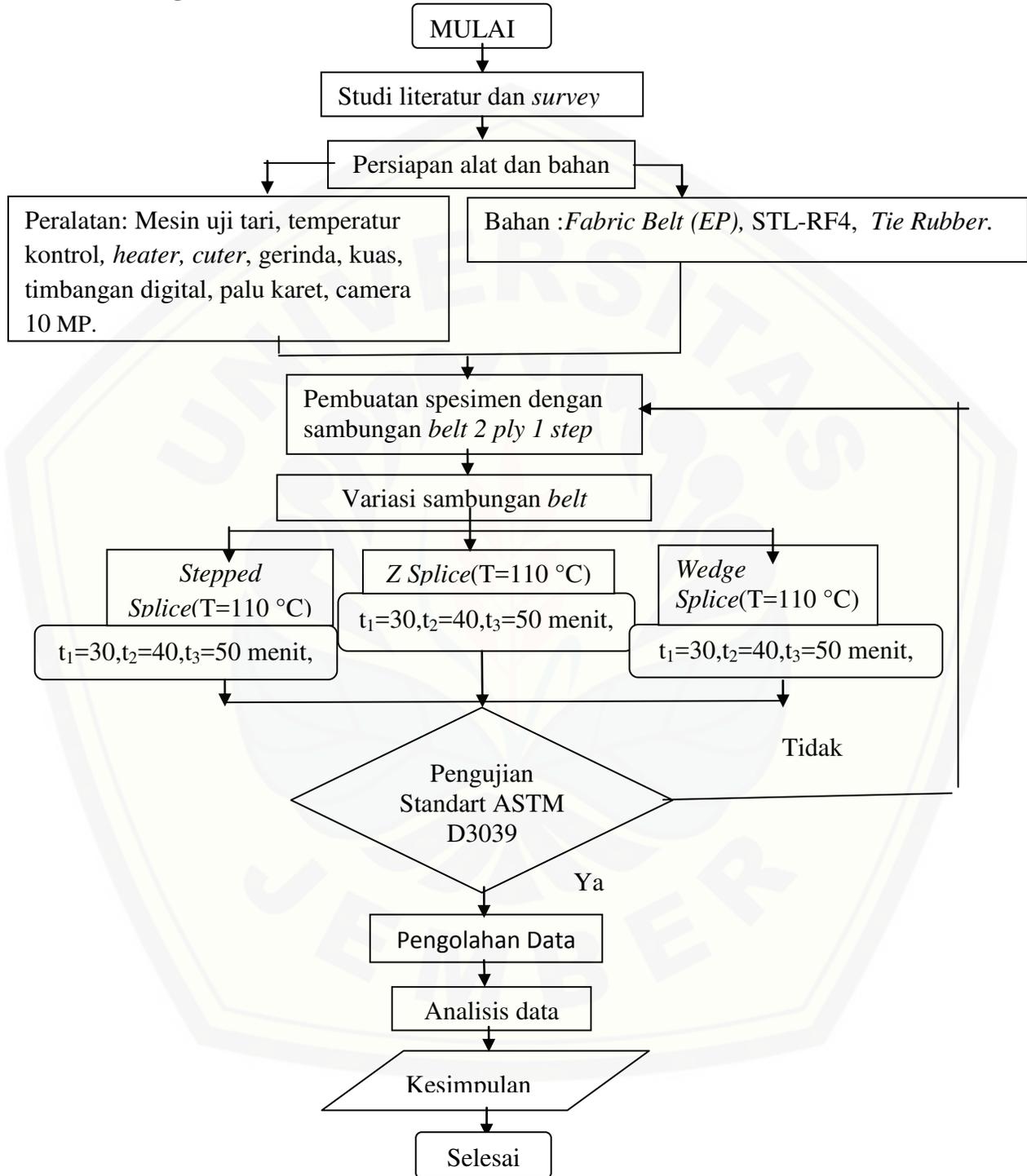
Gambar 3.8 Proses vulkanisasi (*Summa learning center, 2001*)

### 3.3.2 Langkah-langkah pengujian spesimen.

Sebuah sampel *fabric belt* 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 dengan variasi waktu 30, 40 dan 50 menit dengan suhu 110 °C. Setelah itu, spesimen langsung dilakukan uji tarik dengan menggunakan mesin uji tarik sesuai standart ASTM D3039, (ASTM, 2000).

Ketika pengujian tarik siap dilakukan, atur penanda *displacement* dengan meletakkan ujung dasarnya 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).

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.9 Diagram alir penelitian

### 3.5 Rencana Jadwal Penelitian

Adapun rencana jadwal penelitian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.1 Jadwal rencana penelitian

No	Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■															
2	Penyusunan proposal				■	■	■	■	■								
3	Pelaksanaan penelitian							■	■	■	■	■	■				
4	Analisis data											■	■	■	■	■	■
5	Penyusunan laporan													■	■	■	■

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu vulkanisasi berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* dengan metode *hot splicing*. Dari variasi waktu vulkanisasi kekuatan tertinggi pada sambungan *stepped* dengan waktu vulkanisasi 40 menit yaitu sebesar 8,62 MPa.
2. Kegagalan yang ditemukan dalam analisa ini adalah kegagalan gaya adhesi *belt* dengan perekat dan kegagalan gaya kohesi substat *belt*.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk jenis *belt*, jenis sambungan, jenis lem, dan jumlah *ply* yang akan disambung dengan metode *hot splicing*.
2. Dalam melakukan penyambungan *belt conveyor* dengan metode *hot splicing*, pastikan bahwa pelakuan untuk setiap spesimen yang akan diuji benar-benar sama.
3. Penelitian tentang sambungan *belt conveyor* perlu dikembangkan, guna meningkatkan pentingnya *belt conveyor* dalam dunia industri.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu vulkanisasi berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* dengan metode *hot splicing*. Dari variasi waktu vulkanisasi kekuatan tertinggi pada sambungan *stepped* dengan waktu vulkanisasi 40 menit yaitu sebesar 8,62 MPa.
2. Kegagalan yang ditemukan dalam analisa ini adalah kegagalan gaya adhesi *belt* dengan perekat dan kegagalan gaya kohesi substat *belt*.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk jenis *belt*, jenis sambungan, jenis lem, dan jumlah *ply* yang akan disambung dengan metode *hot splicing*.
2. Dalam melakukan penyambungan *belt conveyor* dengan metode *hot splicing*, pastikan bahwa pelakuan untuk setiap spesimen yang akan diuji benar-benar sama.
3. Penelitian tentang sambungan *belt conveyor* perlu dikembangkan, guna meningkatkan pentingnya *belt conveyor* dalam dunia industri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almex.2014. <http://almex.com/en/products-fusion/194/fabric-belt-tie-gum>. (2016-05-08).
- Amril. 2015. *Pengaruh Variasi Waktu Dan Suhu Terhadap Kekuatan Tarik Belt Conveyor (2-Ply 1-Step) Pada Penyambungan Sistem Panas*, Jember: Badan Penerbit Universitas Jember.
- American Society for Testing and Materials (ASTM). 1999. Standard Test Methods for Rubber (Elastomeric) Belting, Flat Type1. ASTM DD 378.
- 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.
- ASTM Organization. 2000. *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials<sup>1</sup> - ASTM D3039*, Annual Book of ASTM Standard, United States.
- Choun, Chuen shii, dkk. 2011. *Optimum Conditions for Field Vulcanizing a Fabric Conveyor Belt with a Better Capability of Elongation*. Taiwan: Univrsity of Science and Technology.
- City-in. 2011. *Splice Tipes Guide*. <http://city-in.ru/2011-06-17-12-07-41/2011-06-18-06-48-41/splice-types-guide>. (2016-04-15,16:03).
- Corder A.S. 1992, *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Erlangga: Jakarta.
- Fahrudin, 2012, *Rancang Bangun Mini Belt Conveyor unuk Kasir dengan Berat Maksimal 48 kg dan 0,2 m/s*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Gross Jhon M, 2002, *Fundamentals of Peventive Maintenance*, New York: Amacom.
- Habasit. 2016. *Joinig Date Sheets*. <http://www.habasit.com/en/joining-data.htm>. (2016-04-13, 0:38).
- Hidayati, Nur. 2009. *Analisis Kemampuan Laba*. Depok: FISIP UI.

Ilyandi, Rifki., 2012, *Analisa Sambungan Belt Conveyor Pada Pabrik Semen*, Riau: Badan Penerbit Universitas Riau.

ISSUE. 2002. <http://slideplayer.com/slide/6177281/#>. (2016-04-20).

Kopeliovich, Dmitri. 2014. *Fundamentals of adhesive bonding*. diperoleh dari [http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=fundamentals\\_of\\_adhesive\\_bonding](http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=fundamentals_of_adhesive_bonding) [4 April 2015].

Kumar, Ch. S. S. R., dan Nijasure, A. M., (1997), *Vulcanization of Rubber.General/Article*, Resonance : 55-59.

Margono. 2006. *Management Pemeliharaan dan Perawatan Mesin*. Semarang : Teknik Mesin UNDIP.

Nasiruddin. 2014. *Analisis Termal-Mekanis Komposit Matrik Polyester Dengan Aditif Partikel Montmorillonite Berpenguat Serat Kenaf Anyam*, Jember: Badan Penerbit Universitas Jember.

Nuruddin. 2015. *Pengaruh Variasi Bias Cut Pada Sambungan Belt Conveyor 2-Ply 1-Step Terhadap Kekuatan Tarik Menggunakan Metode Cold Splicing Dengan Pengujian Tarik Sistem Panas*, Jember: Badan Penerbit Universitas Jember.

Ompusunggu, M. 1987. *Pengetahuan Lateks Hevea*. Sungei Putih, Medan : Lembaga Pendidikan Perkebunan (LPP).

PT Ytl Jawa Timur, 2001, *Conveyor System Ops. & Maintenance*, Jakarta: Summa Learning Center.

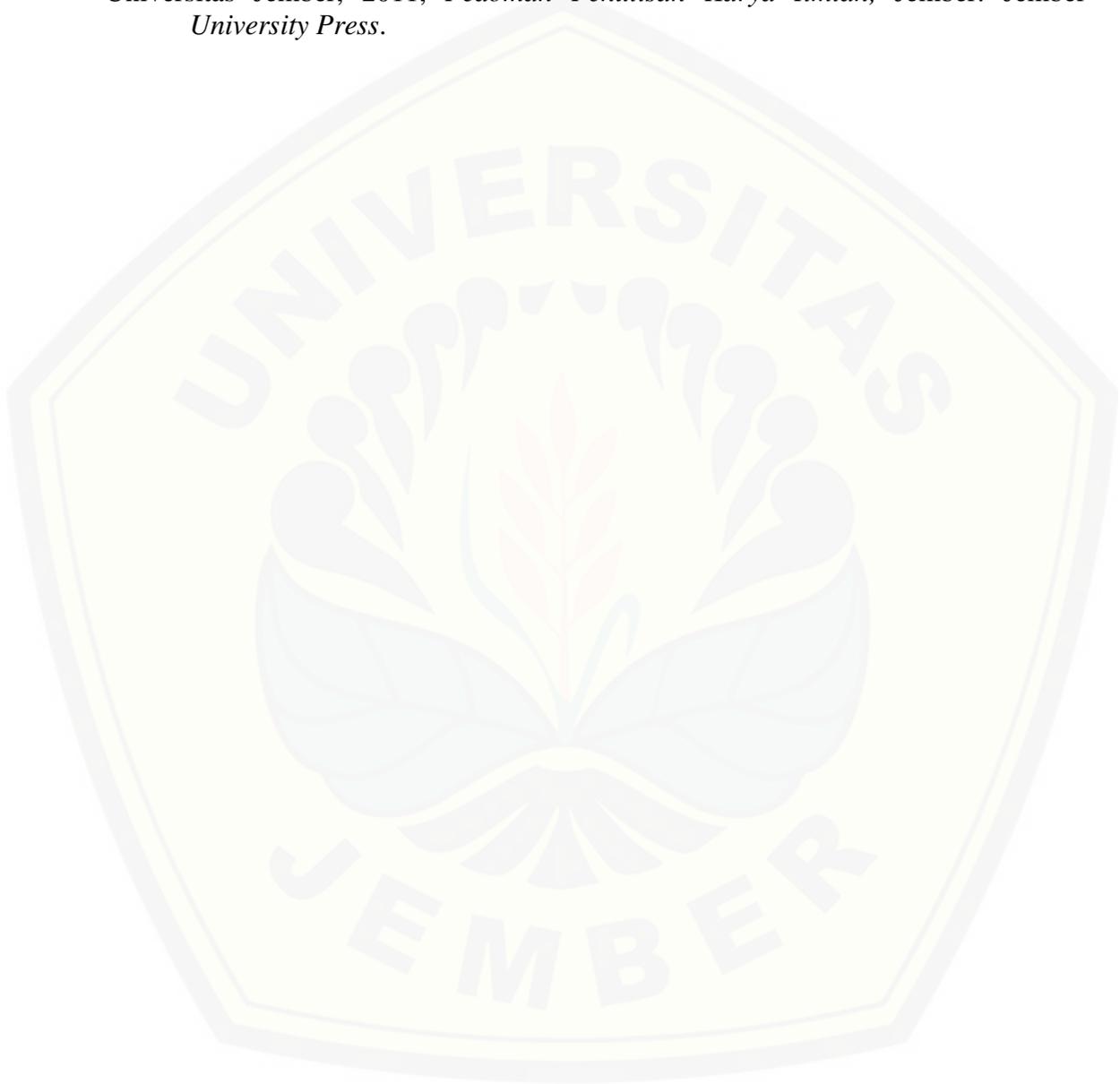
PT Ytl Jawa Timur. 2001. *Pengetahuan Dasar Rubber Splice*, Jakarta: Summa Learning Center.

Siregar, Fauzi., 2004, *Alat Transportasi Benda Padat*. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

Zarkasi, 2010, *Analisis Penyambungan Belt Conveyor 102 dengan Kapasitas Angkut 700 Ton/Jam dan Kecepatan 120 M/Min Di PT, Inalum*, Medan: Universitas Sumatera Utara.

Sularso, Kiyokatsu Suga. 1991. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Cetakan ke 1, PT Pradnya Paramita, Jakarta.*

Universitas Jember, 2011, *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*, Jember: Jember University Press.



LAMPIRAN

A.1 Data Hasil Pengujian

NO	Jenis Sambungan	Variasi Waktu	F <sub>max</sub> (N)			Rata-rata F <sub>max</sub> (N)
			I	II	III	
1	<i>Wedge splice</i>	30	13	8	13	11.3
2		40	32	34	10	25.3
3		50	10	19	20	16.3
4	<i>Stepped splice</i>	30	36	14	27	25.6
5		40	22	38	18	26
6		50	17	10	20	15.6
7	<i>Z splice</i>	30	8	11	15	11.3
8		40	10	22	9	13.6
9		50	3	5	7	5

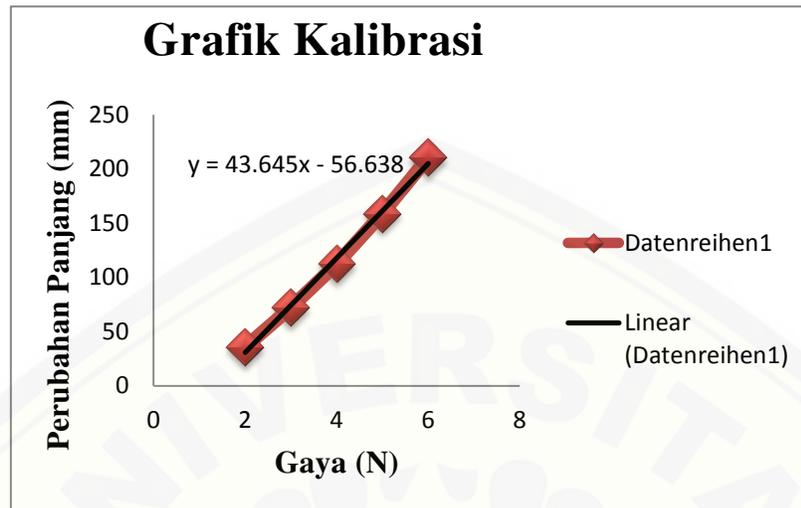
Data yang telah diperoleh dari display dilakukan kalibrasi terlebih dahulu menggunakan pegas sebagai alat bantu kalibrasi, berikut adalah hasil pengukuran panjang pegas:

Display (N)	Pegas	Linier	Sensitive
2	35.56	30.652	0.861979753
3	73.37	74.297	1.026627055
4	112.42	117.942	1.049119374
5	158.78	161.587	1.017678549
6	210.58	205.323	0.974603476

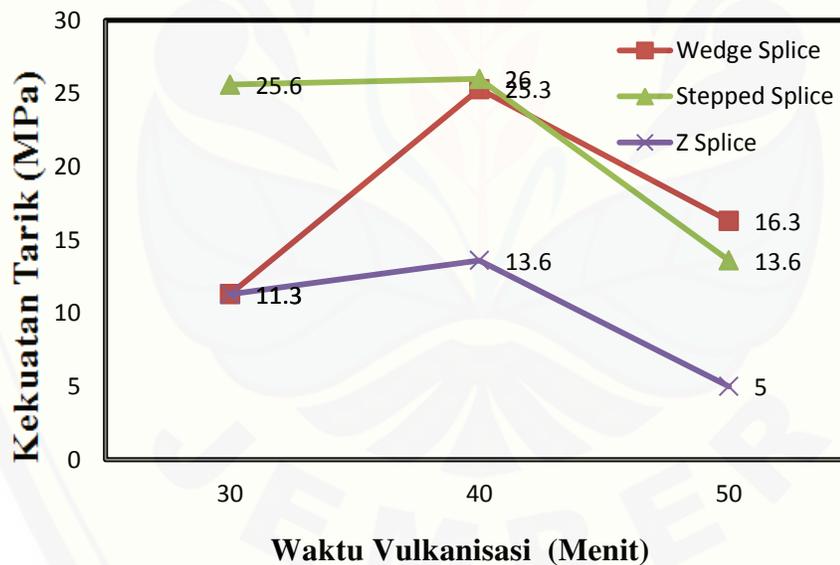
Tahap selanjutnya adalah mengaplikasikan nilai yang tertera pada display uji tarik pada hasil persamaan:

$$y = 43.645x - 56.638$$

Dimana : y = gaya tarik yang sebenarnya (N)  
 X= nilai yang tertera pada display uji tarik



Berikut grafik hasil penelitian dari hubungan antara waktu vulkanisasi terhadap kekuatan tarik.



Dari grafik tersebut dapat disimpulkan variasi waktu vulkanisasi yang mempunyai nilai kekuatan tarik tertinggi adalah variasi waktu 40 menit dengan temperatur penyambungan  $110^{\circ}\text{C}$  dan variasi sambungan *stepped* sebesar 8,64 MPa, kemudian variasi sambungan yang mempunyai kekuatan tarik terendah adalah variasi waktu 50 menit dengan variasi sambungan Z sebesar 1,07 MPa.

no	Jenis sambungan	Variasi waktu	F <sub>maks</sub> (N)			Rata-rata F <sub>maks</sub> (N)	Display kekuatan tarik tanpa sambungan (N)
			I	II	III		
1	Wedge	30	510,747	292,552	510,747	438,747	5812,44
2		40	1340,002	1427,292	379,812	1049,035	
3		50	379,812	772,617	816,262	656,230	
4	Stepped	30	1514,582	554,392	1121,777	1063,583	
5		40	903,552	1601,872	816,262	1107,228	
6		50	685,327	379,812	816,262	627,133	
7	Z	30	292,522	423,457	598,037	438,005	
8		40	379,812	903,552	336,167	539,833	
9		50	74,297	161,587	248,877	161,587	

Dari tabel diatas diketahui nilai tertinggi kekuatan tarik sambungan *belt* yaitu 1601.872 N, sedangkan nilai kekuatan tarik *belt* tanpa sambungan sebesar 5812.44 N, dari nilai tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa selisis antra kekuatan tarik sambungan dengan tanpa sambungan adalah 4210.568 N. Jadi nilai kekuatan tarik sambungan *belt* tertinggi yang diperoleh dari penelitian ini sebesar 38% dari kekuatan tarik *belt* tanpa sambungan.

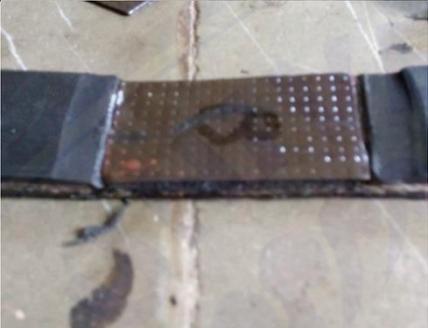
➤ Perhitungan *belt* tanpa sambungan

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan antara besarnya kekuatan tarik *belt* dengan sambungan serta tanpa adanya sambungan. Pengujian tarik *belt* tanpa sambungan dilakukan dengan memotong *belt* dengan dimensi 250 mm x 25 mm x 5 mm. Berikut data hasil yang sudah dilakukan.

No	F <sub>max</sub> (N)			Rata-rata F <sub>max</sub> (N)
	I	II	III	
1	188.8	190.8	189	189.8

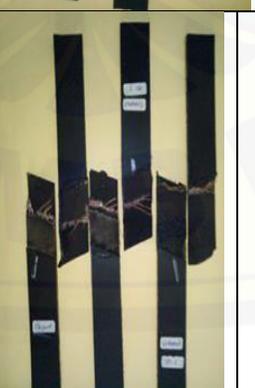
**B. Proses Pembuatan Spesimen**

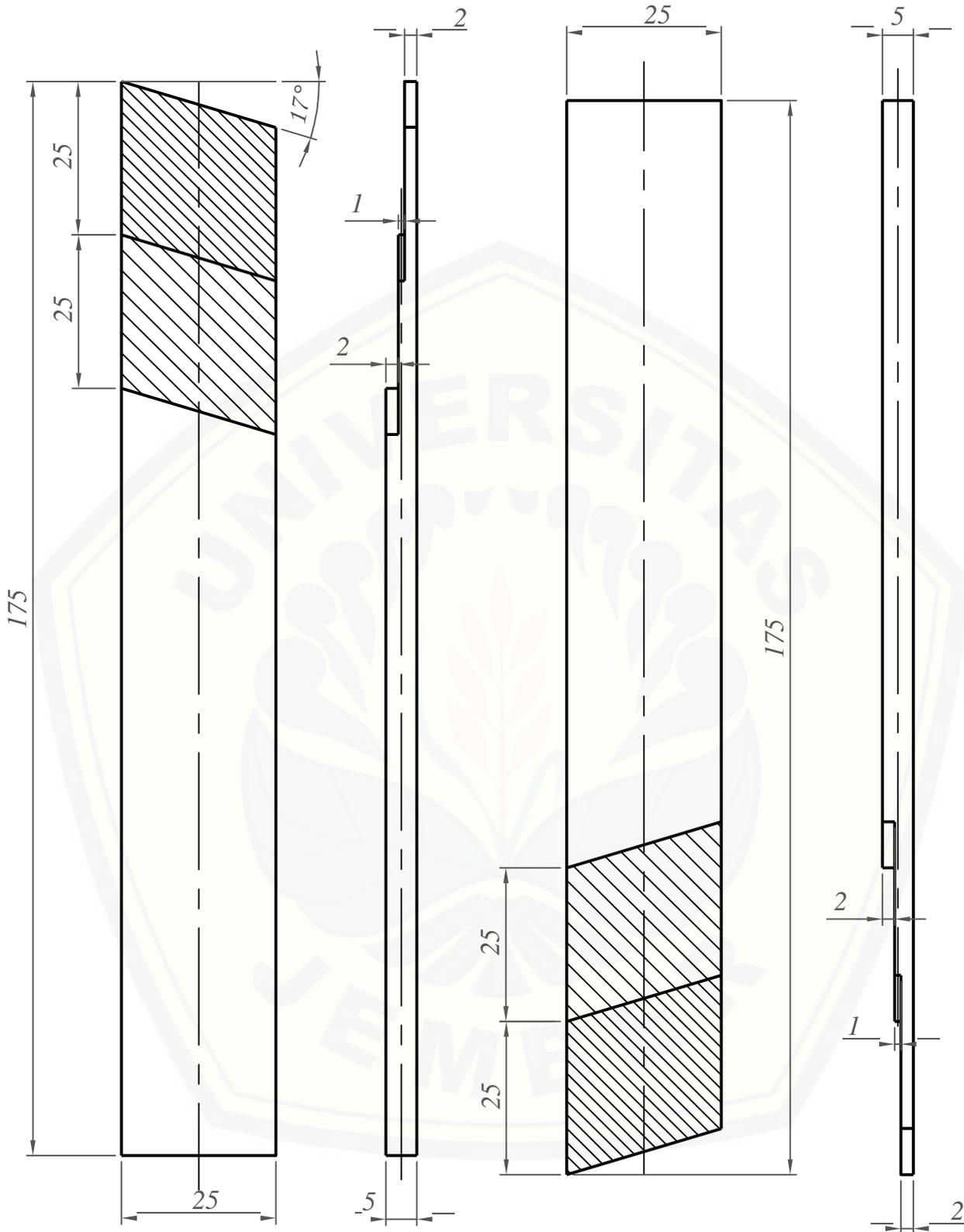
	<p><b>Penandaan <i>belt conveyor</i></b></p> <p>Sebelum melakukan pengupasan pada <i>belt</i>, buat variasi pola sambungan pada permukaan <i>belt</i>. beri <i>center line</i> pada <i>belt</i> dengan menggunakan alat tulis.</p>
	<p><b>Pemotongan spesimen <i>belt</i></b></p> <p>Potong <i>belt</i> sepanjang sudut sambungan sesuai variasi sambungan hingga <i>belt</i> benar benar terpotong sesuai ukuran.</p>
	<p><b>Proses pengupasan</b></p> <p>Potong bagian karet <i>top cover</i> pada kedua <i>belt</i> hingga bertemu dengan lapisan pertama, kemudian angkat <i>top cover</i> menggunakan tang yang tumpul agar <i>fabric</i> tidak mengaami kerusakan.</p>
	<p><b>Penggrindaan <i>belt</i></b></p> <p>Lakukan proses pengasahan pada permukaan karet yang terdapat pada <i>fabric</i>. Agar sambungan rata dapat dibersihkan dengan menggunakan grinda.</p>

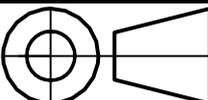
	<p>Berikut adalah salah satu contoh spesimen yang telah jadi.</p>
	<p>Berikut adalah pemberian <i>tie gum</i> pada saat pengeliman.</p>
	<p>Setelah di lapsi <i>tie gum</i> sebaiknya dilakukan penekanan manual supaya udara tidak terjebak.</p>
	<p>Sebelum spesimen di bakar di lapsi alumunium foil terlebih dahulu agar subtrat tidak menempel pada termo kople.</p>

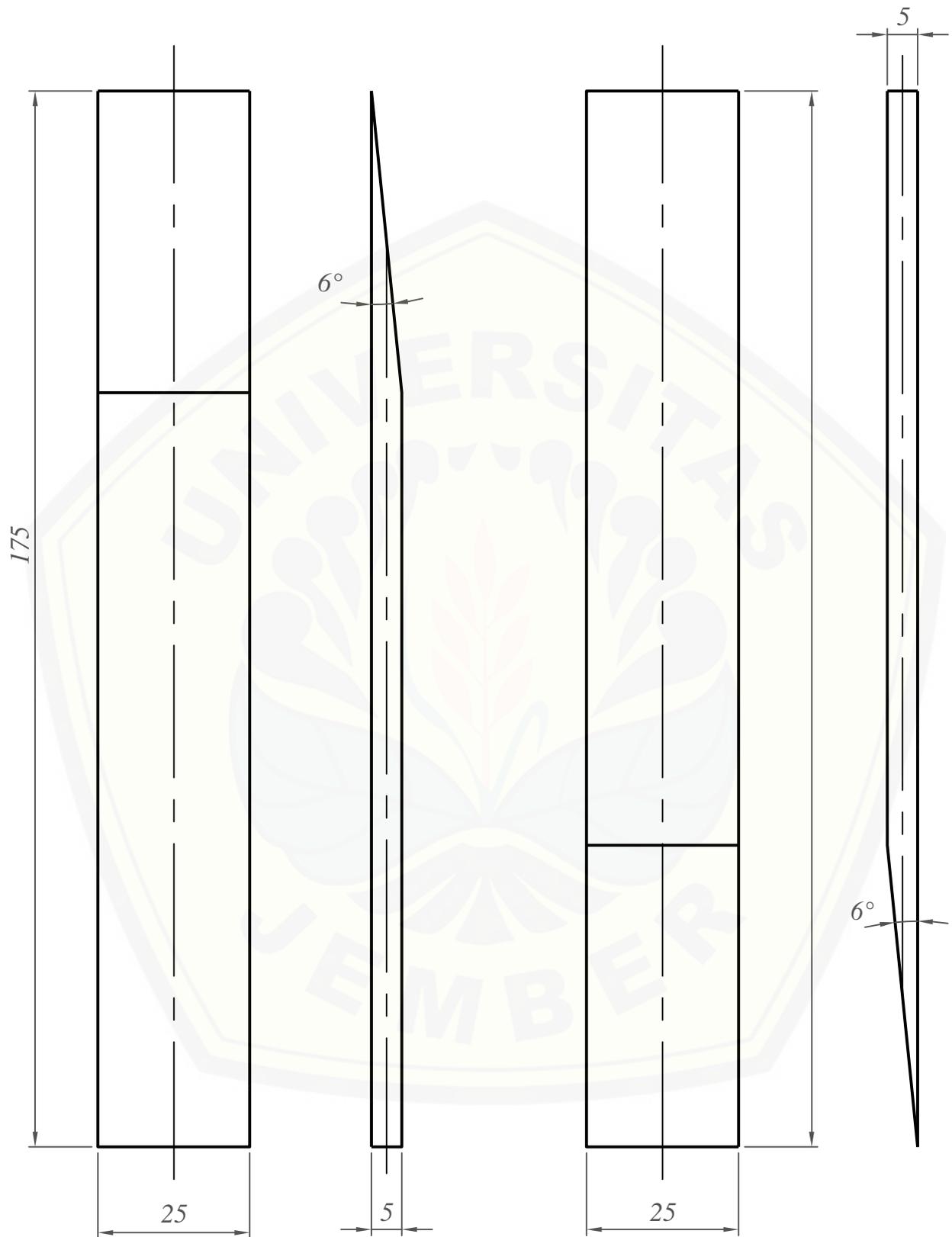
	<p>Selanjutnya spesimen dilakukan pemanasan dengan temperatur uji 110 °C dan dengan variasi waktu vulkanisasi yang telah ditentukan.</p>
	<p>Saat pengujian membutuhkan penekanan 8 bar menggunakan alat bantu <i>pressure gauge</i>. Setelah melewati penekanan, selanjutnya spesimen di biarkan selama 20 menit hingga spesimen dingin dan siap untuk dilakukan pengujian.</p>
	<p>Menempatkan spesimen pada mesin uji tarik seperti pada gambar berikut.</p>
	<p>Spesimen yang sudah siap selanjutnya akan dilakukan pengujian tarik hingga putus hingga dapat memperoleh data sebagai kekuatan tarik.</p>

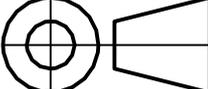
**C. Gambar Spesimen Setelah Pengujian**

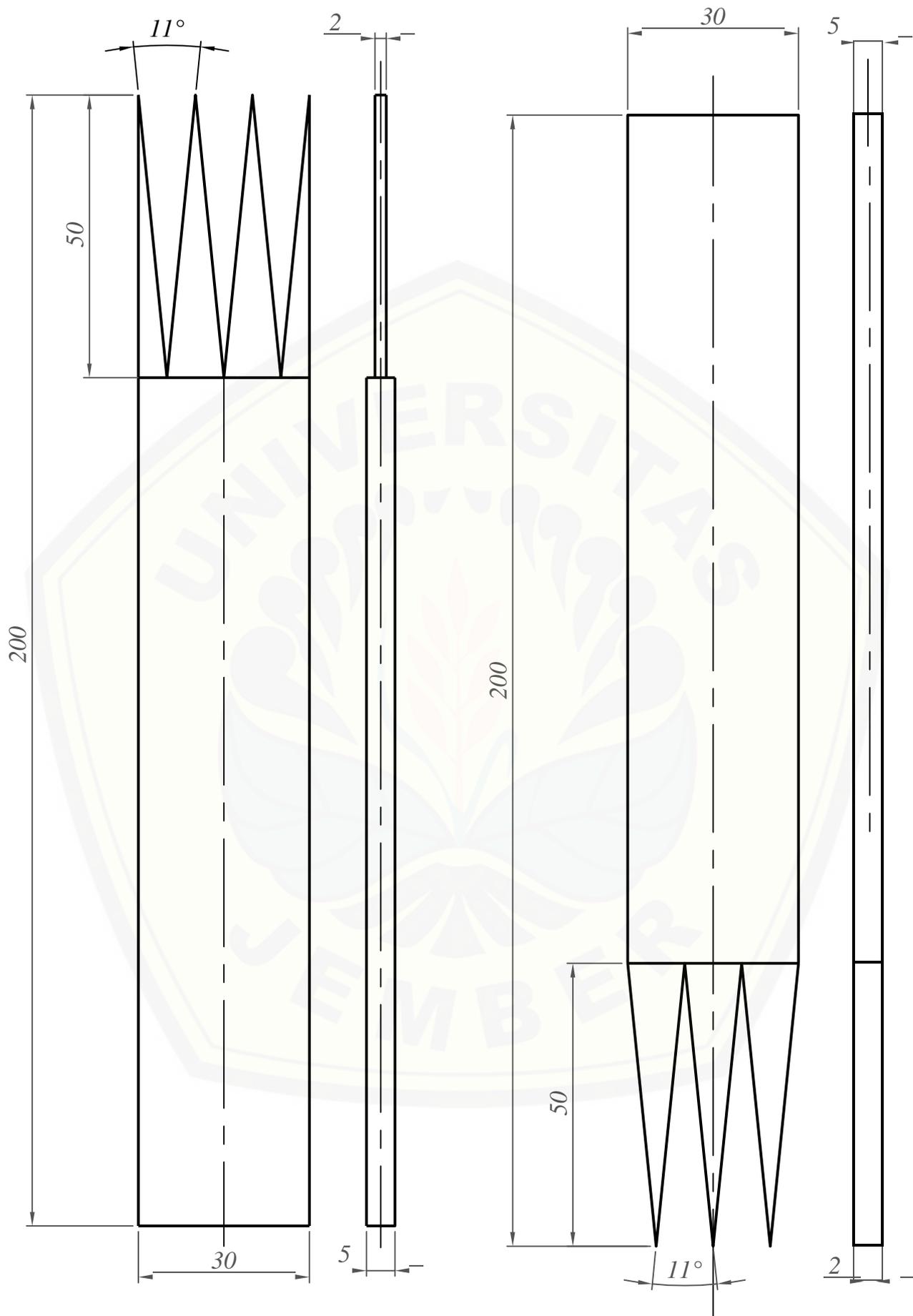
	<i>Wedge Splice</i>	<i>Stepped Splice</i>	<i>Z Splice</i>
<b>30 Menit</b>			
<b>40 Menit</b>			
<b>50 Menit</b>			

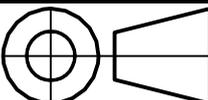


	SKALA : 1 : 1	DIGAMBAR : ALISA VIRNA .L	PERINGATAN	
	SATUAN : mm	NIM : 121910101006		
	TANGGAL : 15 MEI '16	DIPERIKSA : Dr Gaguk Djatisukamto		
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER	BELT CONVEYOR STEPPED SPLICE		NO.2	A4



	SKALA :1:1	DIGAMBAR:ALISA VIRNA .L	PERINGATAN	
	SATUAN:mm	NIM :121910101006		
	TANGGAL :15MEI'16	DIPERIKSA:Dr Gaguk Djatisukamto		
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER	BELT CONVEYOR WEDGE SPLICE		NO.3	A4



	SKALA : 1 : 1	DIGAMBAR : ALISA VIRNA L	PERINGATAN	
	SATUAN : mm	NIM : 121910101006		
	TANGGAL : 15 MEI '16	DIPERIKSA : Dr Gaguk Djatisukamto		
TEKNIK MESIN UNIVERSITAS JEMBER	BELT CONVEYOR Z SPLICE		NO.1	A4