



**PENGARUH *BIAS CUT* SAMBUNGAN *BELT CONVEYOR*
METODE *COLD SPLICING* TERHADAP KEKUATAN TARIK
PENGUJIAN *THERMAL MECHANIC***

SKRIPSI

Oleh
Nuruddin Hamid
NIM 11191010143

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



**PENGARUH *BIAS CUT* SAMBUNGAN *BELT CONVEYOR*
METODE *COLD SPLICING* TERHADAP KEKUATAN TARIK
PENGUJIAN *THERMAL MECHANIC***

SKRIPSI

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

Oleh
Nuruddin Hamid
NIM 111910101043

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayah M. Baidowi dan Ibu Baror Masfufah tersayang yang senantiasa memberikan semangat, kasih sayang, dan pengorbanan yang tidak kenal lelah hingga saat ini, serta doa yang selalu beliau haturkan dengan penuh keikhlasan hati;
2. Mas Ahmad Fajrunnas dan Adik Dzaki Shofiyah, yang selalu mendukung dan memberi semangat, motivasi, pelajaran-pelajaran berharga lainnya, serta doadoanya yang selalu terucap untuk keluarga;
3. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang senantiasa menularkan ilmunya, semoga menjadi ilmu yang bermanfaat dan barokah dikemudian hari. Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Bapak Imam Sholahuddin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang selalu memberikan saran dan arahan yang sangat membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini. Bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah banyak memberi saran dan berbagai pertimbangan menuju ke arah yang benar dalam penyelesaian skripsi ini;
4. “DULUR SAK LAWASE” BEDEBA TM 11 UJ yang senantiasa memberikan motivasi dan semangat selama perkuliahan hingga saat ini. “Kita kuat bersama! Kita sukses nantinya! Solidarity Forever!”.
5. Serta civitas akademik baik dilingkungan UNEJ maupun seluruh instansi pendidikan, perusahaan dan lembaga terkait.

MOTTO

Quu anfusakum wa ahlikum naaroo
“Peliharalah dirimu dan keluargamu dari api neraka”
(terjemahan Surat At-Tahrim ayat 6)^{*)}

Dengan agama hidup jadi terarah, dengan ilmu hidup jadi mudah, dan dengan seni hidup jadi indah

Ashlih nafsaka yashluh laka an-nasu
“Perbaikilah dirimu sendiri niscaya orang lain akan baik padamu”

Fastabiqul Khoiroot
“Maka berlomba-lombalah (dalam membuat) kebaikan”
(terjemahan Surat Al-Baqarah ayat 148)^{*)}

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

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nuruddin Hamid

NIM : 111910101043

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “PENGARUH *BIAS CUT* SAMBUNGAN *BELT CONVEYOR* METODE *COLD SPLICING* TERHADAP KEKUATAN TARIK PENGUJIAN *THERMAL MECHANIC*” 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, 9 Juli 2015

Yang menyatakan,

(Nuruddin Hamid)

NIM 111910101043

SKRIPSI

**PENGARUH *BIAS CUT* SAMBUNGAN *BELT CONVEYOR*
METODE *COLD SPLICING* TERHADAP KEKUATAN TARIK
PENGUJIAN *THERMAL MECHANIC***

Oleh

Nuruddin Hamid
NIM 111910101043

Pembimbing:

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

Dosen Pembimbing Anggota : Imam Sholahuddin, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh *Bias Cut* Sambungan *Belt Conveyor* Metode *Cold Splicing* Terhadap Kekuatan Tarik Pengujian *Thermal Mechanic*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : 9 Juli 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

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

Anggota I,

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

Sekretaris,

Imam Sholahuddin, S.T., M.T.
NIP 19811029 200812 1 003

Anggota II,

HarySutjahjono, S.T., M.T.
NIP 19681205 199702 1 002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. WidyonoHadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Pengaruh *Bias Cut* Sambungan *Belt Conveyor* Metode *Cold Splicing* Terhadap Kekuatan Tarik Pengujian *Thermal Mechanic*; Nuruddin Hamid, 111910101043; 2015; 51 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Belt conveyor adalah peralatan pemindah bahan yang menggunakan *belt* atau sabuk untuk memindahkan material atau bahan. Salah satu kerusakan pada sistem *belt conveyor* adalah sobek atau patahnya *belt*, oleh karena itu perlu dilakukan penanganan yang tepat untuk kerusakan tersebut. Salah satu penanganannya yaitu dengan dilakukannya penyambungan *belt conveyor* dengan metode *cold splicing*.

Dalam penelitian ini, variasi yang digunakan adalah nilai *bias cut* 0.2 BW, 0.3 BW, dan 0.5 BW, dan variasi temperatur uji 30°C, 40°C, dan 50°C dimana dari masing-masing variasi dilakukan 3 kali pengulangan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Uji dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Jember untuk pengujian kekuatan tarik.

Dari hasil penelitian diperoleh data hasil pengujian tarik tertinggi sebesar 34.20 MPa yaitu pada pengujian tarik sambungan *belt* dengan *bias cut* 0.5 BW dengan temperatur *belt* saat pengujian panas 30°C, sedangkan hasil pengujian tarik terendah sebesar 24.04 MPa diperoleh dari sambungan *belt* dengan *bias cut* 0.2 BW dengan temperatur *belt* saat pengujian panas 60°C.

SUMMARY

The Effect Of Bias Cut On The Belt Conveyor Splice By Using Cold Splicing Method To The Tensile Strength With Thermal Mechanic Testing;
Nuruddin Hamid, 111910101043; 2015; 51 Pages; *Mechanical Engineering Department of Engineering Faculty, University of Jember.*

Belt conveyor is a material transfer equipment that uses a belt to move the material. One of the damage to the belt conveyor system is torn or fracture on the belt, thus it needs a proper maintenance to overcome the damage. One of the suitable maintenance is through reconnection of the belt conveyor by using cold splicing method.

In this research, the variation used is the value of the bias cut 0.2 BW, 0.3BW, and 0.5BW, and test temperature variations 30°C, 40°C and 50°C where of each variation performed three repetitions. This research was conducted at the Laboratory of Testing and Materials Engineering Faculty of the University of Jember for testing the tensile strength.

The result showed that the highest tensile test data is 34.20 MPa that obtained from a splicing with the bias cut 0.5 BW and 30°C temperature, while the lowest tensile test results is 24.04 MPa that obtained from a splicing with the bias cut 0.2 BW and 60°C temperature.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengaruh *Bias Cut* Sambungan *Belt Conveyor* Metode *Cold Splicing* Terhadap Kekuatan Tarik Pengujian *Thermal Mechanic*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

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

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia yang tidak pernah henti dalam hidup ini.
2. Ayah M. Baidowi dan Ibu Baror Masfufah yang telah menjadi orang tua yang sangat baik dalam hal mendidik, mengarahkan, memberi nasehat demi kehidupan penulis yang lebih baik, selalu memberikan kasih sayang, perhatian, materi, dan yang terpenting adalah doa yang selalu beliau haturkan setiap saat untuk penulis dan keluarga.
3. Mas Borteh (Ahmad Fajrunnas), yang selalu mendukung dan memberi semangat, arahan, motivasi, pelajaran-pelajaran berharga lainnya, serta doa-doanya yang selalu terucap untuk keluarga.
4. Dik Dzaki Shofiyah, yang sudah menjadi adek yang baik, pemberi semangat, meskipun terkadang bikin jengkel, namun doa-doanya selalu terucap untuk keluarga.
5. Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Bapak Imam Sholahuddin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
6. Bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan Bapak Hary Sutjahjono, 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;

7. Bapak Dosen Universitas Jember khususnya Jurusan Teknik Mesin yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
8. Penghuni Kos Baturaden 47 (Doni, Abid, Himawan, Erfin, Judin, Mas-mas poltek, Mas Sabria, Mas Feri dan Istrinya) serta Pak Wid sebagai Pak Kos yang baik, Kos Patrang 213 (Bang Mamad, Bang Fatah, Bang Dewo, Mas Rafi, Ibuk-Bapak-Paklek-Bude Kos, Mas Is, Novan, Bagus, Ichal, Dicky, Robin, Yohanes, Defo, Jamal, Fajri). Kontrakan Mastrip R1 (Ropek, Farihen, Tara, Dani).
9. Satu tim skripsi conveyor (Aris, Amril, Muslih) yang telah banyak membantu dan member masukan tentang penulisan dan sumber-sumber referensi.
10. Ketua Angkatan BEDEBA TM 11 Universitas Jember, M. Syaifuddin Ihsan, yang telah sabar dan mengayomi dulur-dulur di angkatan 2011. Serta seluruh DULUR SAK LAWASE, Doni, Abid, Ropek, Agus, Aris, Farihen, Novan, Anton, Mariy, Agung Cilik, Sofyan Gundul, Yohanes, Asrofi, Ika, Novia, Yurike, Upit, Kiki, Aisyah, Pemi, Fian, Rian, Yunus, Bangkit, Imron, Sadam, Riski klit, Aang, Haqi, Riza, Anugrah, Irsad, Angga, Kahlil, Tito, Muslih, Romi, Rizki Wo, Halim, Jupri, Amril, Adam, Arif war, Arif Rahmat, Arif ngipret, Lutfi, Wildan gobes, Wildan kazik, Dani, Sinyo, Hegar, Mahfud, Henry, Sofyan Madura, dll. Semoga persaudaraan ini akan tetap terjaga hingga akhir waktu.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, 7 Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
PEMBIMBING	v
PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Tujuan	2
1.4.2 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Belt Conveyor	4
2.2 Prinsip Kerja Belt Conveyor	4
2.3 Bagian-Bagian Belt Conveyor	4
2.3.1 Belt.....	5
2.3.2 Idler.....	10

2.3.3	Unit Penggerak (<i>Drive Unit</i>).....	12
2.3.4	<i>Counter Weight</i>	13
2.4	Sambungan <i>Adhesive</i>	13
2.4.1	Faktor-Faktor yang Menentukan Ikatan Perekat	14
2.4.2	Kelebihan dan Kekurangan pada Sambungan <i>Adhesive</i>	14
2.5	Penyambungan <i>Belt Conveyor</i>	16
2.6	Uji Tarik	18
2.7	Hipotesis	20
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1	Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian	21
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	21
3.3.1	Alat.....	21
3.3.2	Bahan	23
3.4	Prosedur Penelitian	25
3.5	Pengambilan Data	28
3.6	Analisis Data	31
3.7	Diagram Alir	32
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Data Percobaan	33
4.1.1	Pengukuran Temperatur <i>Belt</i>	33
4.1.2	Hasil Pengujian Tarik.....	33
4.2	Pembahasan	34
4.2.1	Temperatur <i>Belt</i> Saat Pengujian.....	34
4.2.2	Kekuatan Tarik Sambungan <i>Belt</i>	35
BAB 5.	PENUTUP	45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46

LAMPIRAN A. DOKUMENTASI	47
LAMPIRAN B. PERHITUNGAN DATA.....	52



DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Bagian-Bagian <i>Belt Conveyor</i>	5
Gambar 2.2 <i>Fabric Belt</i>	6
Gambar 2.3 <i>Steel Cord Belt</i>	7
Gambar 2.4 Bagian-Bagian <i>Belt</i>	8
Gambar 2.5 <i>Caryying Idler</i>	11
Gambar 2.6 <i>Impact Idler</i>	11
Gambar 2.7 <i>Tracking Idler</i>	12
Gambar 2.8 <i>Return Idler</i>	12
Gambar 2.9 <i>Counter Weight</i>	13
Gambar 2.10 Struktur Sambungan Perekat.....	14
Gambar 2.11 Kegagalan Ikatan Perekat.....	15
Gambar 2.12 Panjang Sambungan	17
Gambar 2.13 Cara Penyambungan <i>Belt Conveyor</i>	18
Gambar 2.14 Standar Sampel Uji ASTM D3039	19
Gambar 3.1 <i>Thermocontrol</i>	21
Gambar 3.2 <i>Heater</i>	22
Gambar 3.3 <i>Pincer</i>	22
Gambar 3.4 Timbangan Digital	23
Gambar 3.5 Palu Karet.....	23
Gambar 3.6 Dimensi Spesimen.....	24
Gambar 3.7 <i>Cold Splicing and Repairing Material SUNPAT ECO 310</i> ..	24
Gambar 3.8 <i>Hardener SUNPAT ECO 305</i>	25
Gambar 3.9 <i>Bias Cut</i>	25
Gambar 3.10 Penggambaran Panjang Step dan Garis potong	26
Gambar 3.11 Pemotongan <i>Bias Cut</i>	26

Gambar 3.12	Pemotongan <i>Ply</i> Pertama	26
Gambar 3.13	Proses <i>Matching</i>	27
Gambar 3.14	Proses Pengeleman Pertama.....	27
Gambar 3.15	Proses Penyatuan Kedua <i>Belt</i>	28
Gambar 3.16	Pengujian Tarik	29
Gambar 3.17	Alat Bantu Uji Dimensi Spesimen	29
Gambar 3.18	Pemberian Panas pada <i>Belt</i>	30
Gambar 3.19	Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4.1	Temperatur pada <i>Belt</i>	35
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Antara <i>Bias Cut</i> dengan Nilai Kekuatan Tarik pada Temperatur Uji 30°C.....	36
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Antara <i>Bias Cut</i> dengan Nilai Kekuatan Tarik pada Temperatur Uji 40°C.....	37
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Antara <i>Bias Cut</i> dengan Nilai Kekuatan Tarik pada Temperatur Uji 60°C.....	38
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Antara <i>Bias Cut</i> dan Temperatur Uji dengan Nilai Kekuatan Tarik	39
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Antara Temperatur dengan Nilai Kekuatan Tarik.....	40
Gambar 4.7	Foto Makro Sampel Uji Sambungan <i>Belt Conveyor 2-Ply 1-Step</i> dengan Berbagai Macam Variasi <i>Bias Cut</i>	41
Gambar 4.8	Sambungan Terlepas	42
Gambar 4.9	Sambungan Terputus.....	43
Gambar 4.10	Distribusi Tegangan	44

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1 Spesimen geometri yang dibutuhkan	19
Tabel 2.2 Geometri spesimen yang direkomendasikan	19
Tabel 4.1 Nilai rentangan temperatur <i>belt</i> dengan temperatur <i>thermocontrol</i>	33
Tabel 4.2 Tabel pengambilan data	34
Tabel 4.3 Nilai kekuatan tarik	34

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin maju dan diiringi dengan adanya Masyarakat Ekonomi Asean (MEA) 2015, menuntut industri domestik untuk meningkatkan produktifitasnya. Tingginya pertumbuhan ekonomi yang dialami Indonesia, menyebabkan permintaan masyarakat Indonesia meningkat. Namun karena lemahnya produktifitas di Indonesia, permintaan masyarakat tersebut tidak mampu dipenuhi industri domestik, melainkan harus melalui proses impor.

Dalam meningkatkan produktifitas suatu industri, diperlukan manajemen industri yang baik, salah satunya dalam pemilihan *material handling* yang tepat. Salah satu pertimbangan pemilihan *material handling* yaitu dalam hal pemindahan atau yang biasa disebut *material transport* demi memperlancar kinerja suatu industri dalam hal pemindahan barang atau *loading*. *Material transport* merupakan hal yang penting dalam operasi perusahaan. Biaya yang cukup tinggi dari *material transport*, memicu pesatnya perkembangan teknologi demi memenuhi kebutuhan sistem operasi terbaru, salah satu contoh *material transport* adalah *belt conveyor*.

Belt conveyor adalah peralatan pemindah bahan yang menggunakan *belt* atau sabuk untuk memindahkan material atau bahan. Pemilihan *belt conveyor* sebagai *material transport* pada suatu industri didasarkan karena fungsinya yang serba guna, mampu bekerja secara kontinyu, dan perawatannya yang mudah. Peranan *belt conveyor* sebagai *material transport* dalam suatu industri memiliki peran yang sangat penting, sehingga jika terjadi kerusakan dapat mengakibatkan terhentinya proses produksi yang merugikan perusahaan.

Menurut Margono (2006), metode manajemen pemeliharaan dilihat dari permohonan pemeliharaan, permintaan pemeliharaan atau perbaikan, dan kartu permintaan pemeliharaan atau perbaikan. Sobek atau putusny sambungan pada *belt* merupakan kerusakan yang *unpredicted*, sehingga ketika *belt* sobek atau

putus pada saat proses produksi berlangsung maka akan merugikan perusahaan. 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 yaitu dengan melakukan penyambungan *belt conveyor*. Salah satu metode yang digunakan untuk menyambung *belt conveyor* adalah dengan metode *cold splicing*.

Menurut Niemann (1986), menerangkan bahwa besarnya gaya tarik yang dialami oleh sambungan perekat tergantung kepada panjangnya *belt* yang direkatkan. Untuk mengetahui kekuatan tarik dari metode penyambungan *cold splicing* maka dilakukan pengujian dengan menggunakan pengujian tarik. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dilakukan analisa untuk mengetahui pengaruh variasi *bias cut* terhadap kekuatan tarik *belt conveyor 2-ply 1-step* menggunakan metode *cold splicing* dengan pengujian tarik sistem panas.

1.2 Rumusan masalah

Fokus permasalahan dari penelitian ini adalah bagaimanakah pengaruh variasi *bias cut* dan temperatur uji terhadap kekuatan tarik *belt conveyor* yang disambung menggunakan metode *cold splicing*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penyambungan *belt conveyor* menggunakan metode *cold splicing* dengan variasi *bias cut*.
2. Metode pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik sistem panas.

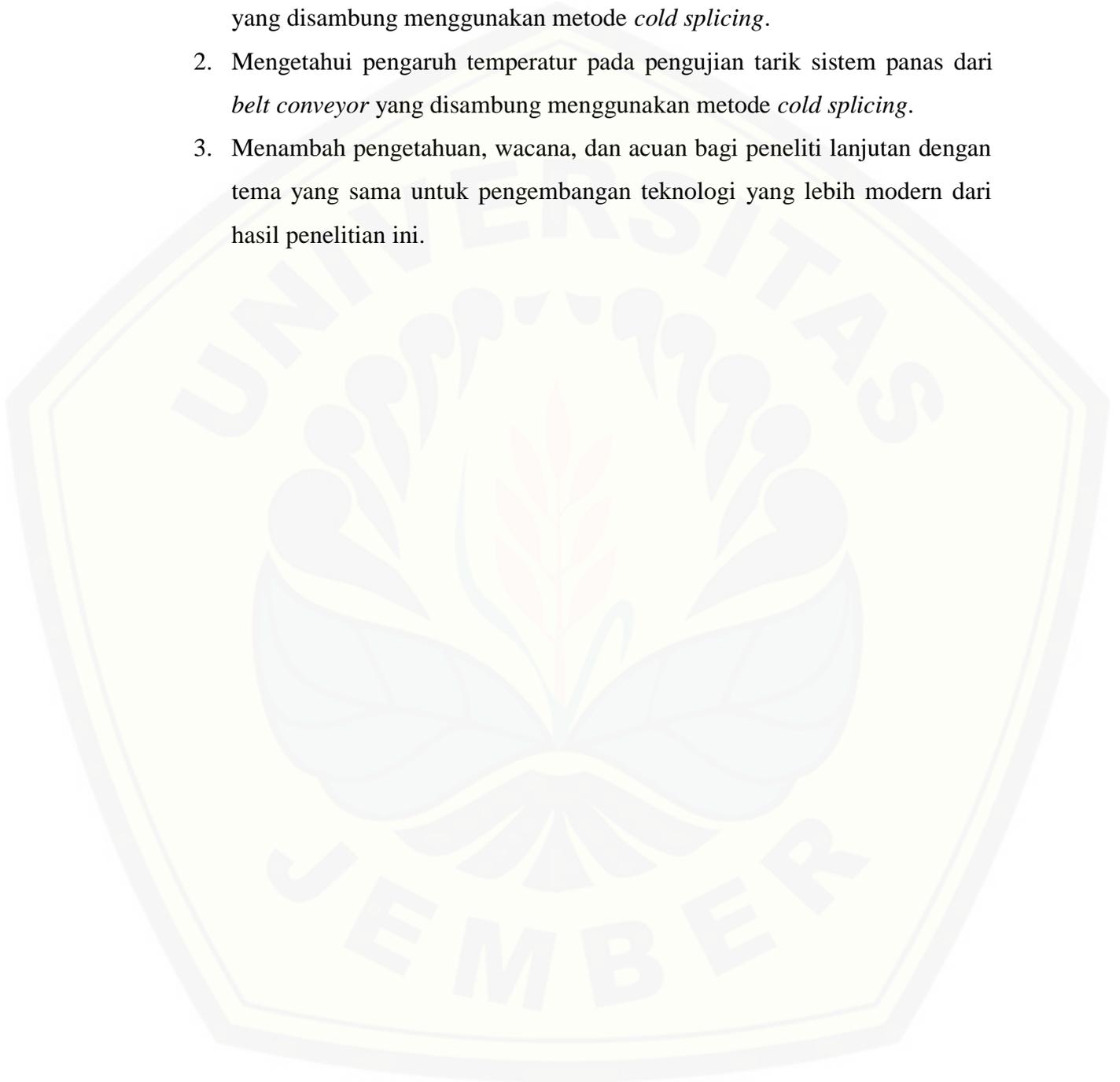
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi *bias cut* terhadap kekuatan tarik *belt conveyor* yang disambung menggunakan metode *cold splicing*.
2. Untuk mengetahui pengaruh temperatur pada pengujian tarik *belt conveyor* yang disambung menggunakan metode *cold splicing*.

1.4.2 Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi *bias cut* terhadap kekutan tarik *belt conveyor* yang disambung menggunakan metode *cold splicing*.
2. Mengetahui pengaruh temperatur pada pengujian tarik sistem panas dari *belt conveyor* yang disambung menggunakan metode *cold splicing*.
3. 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*

Menurut Siregar (2004), *belt conveyor* pada dasarnya merupakan peralatan yang cukup sederhana. Alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada *belt conveyor* ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan misalnya dari karet, plastik, kulit ataupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Untuk mengangkut bahan-bahan yang panas, sabuk yang digunakan terbuat dari logam yang tahan terhadap panas.

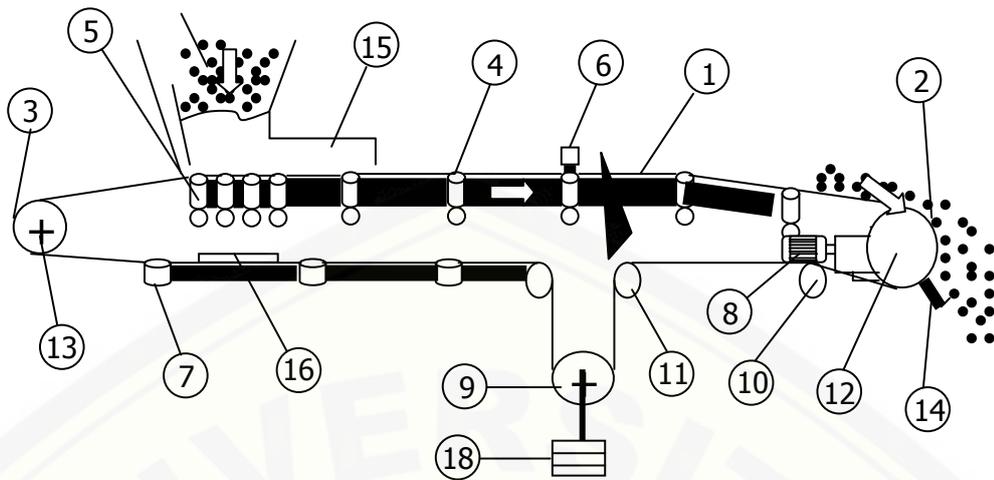
Karakteristik dan *performance* dari *belt conveyor* adalah dapat beroperasi secara mendatar maupun miring dengan sudut maksimum sampai dengan 18° , sabuk disanggah oleh *roll* untuk membawa bahan, kapasitas tinggi, serba guna, dapat beroperasi secara kontinyu, kapasitas dapat diatur, kecepatannya sampai dengan 600 ft/m, dapat naik turun, dan perawatan mudah. Sedangkan untuk kelemahan-kelemahan dari *belt conveyor* adalah biaya relatif mahal dan sudut inklinasi terbatas.

2.2 Prinsip Kerja *Belt Conveyor*

Prinsip kerja *belt conveyor* adalah memobilisasi material yang ada di atas *belt*, dimana material akan diumpangkan melalui *hopper* pada sisi *tail* kemudian dibawa oleh *belt* yang berjalan disepanjang *roll* dan setelah sampai di head material akan ditumpahkan akibat *belt* berbalik arah yang kemudian material dikeluarkan melalui *discharge spout*. *Belt* digerakkan oleh *drive* atau *head pulley* dengan menggunakan motor penggerak.

2.3 Bagian-Bagian *Belt Conveyor*

Belt conveyor mampu berjalan karena adanya sistem yang menjalankannya, adapun bagian-bagian utama dari sistem tersebut seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bagian-Bagian *Belt Conveyor* (Sumber: Ilyandi, 2012)

Keterangan :

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

2.3.1 *Belt*

Belt adalah elemen mesin yang menghubungkan dua buah puli yang digunakan untuk mentransmisi daya ataupun sebagai alat angkut bahan padatan. *Belt* biasanya terbuat dari tekstil, plat baja dan anyaman dari plat baja. Tetapi yang biasa digunakan dalam industri adalah *belt* yang terbuat dari karet berlapis tekstil.

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

Contoh Spesifikasi *belt* :

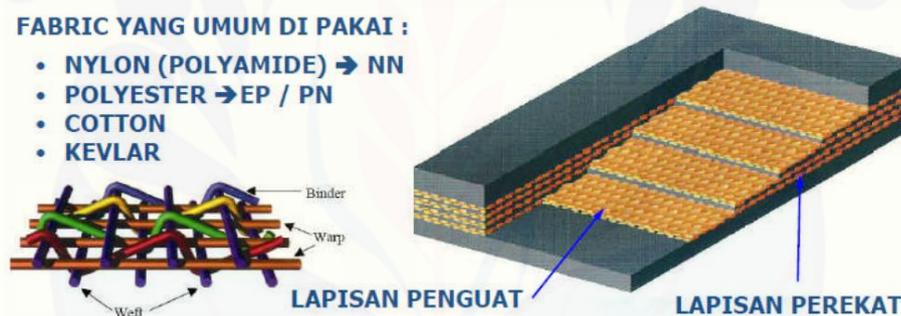
16 meter EP-315, 800 x 3P x 5 x 1,5 mm T210°C

Keterangan :

- 16 meter : Panjang *belt conveyor*
 Ep : Tipe Carcase (EP : Poliester)

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

Adapun beberapa jenis *belt* yang biasa digunakan pada suatu industri adalah *fabric belt* dan *steel cord belt*. *Fabric Belt* seperti pada Gambar 2.2 adalah *belt* dengan penguat yang terbuat dari serat tekstil (serat buatan) yang biasa disebut *carcass*. *Carcass fabric* adalah lapisan dari satu atau beberapa lapis tenunan yang di resapi karet dan di antara lapisan tenunan terdapat lapisan perekat (*skim rubbe*).



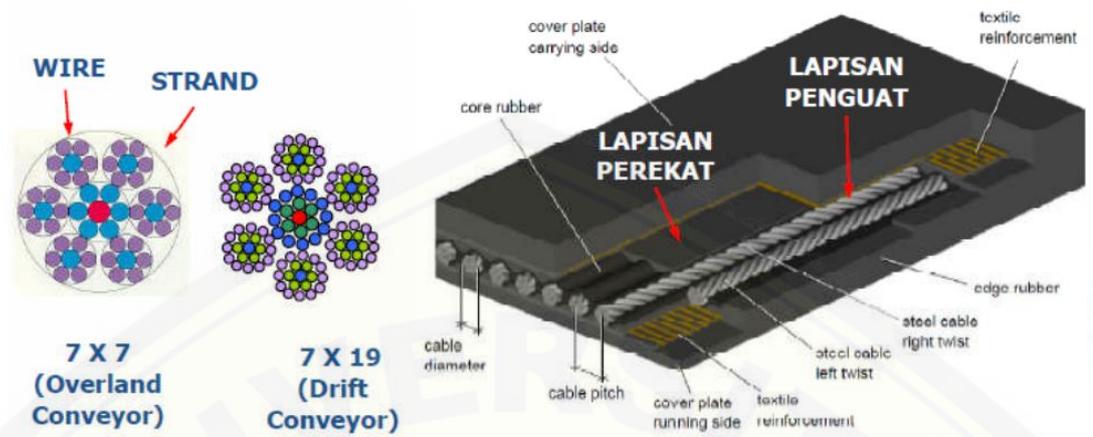
Gambar 2.2 *Fabric Belt* (Sumber: SummA Learning Center)

Jenis carcass yang sering dipakai :

- Nylon* atau *Polymide*
- Polyester* (Serat Sintetis)
- Cotton* (Serat alam / katun)
- Vinylon fabric*
- Aramide fibre*

Steel cord belt seperti pada Gambar 2.3 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*. *Carcass* jenis sling baja (*Steel Cord*) adalah kesatuan dari deretan sling di resapi karet, di antara lapisan tenunan terdapat lapisan perekat (*skim*

rubber).



Gambar 2.3 *Steel Cord Belt* (Sumber: SummA Learning Center)

Adapun bagian-bagian penyusun *belt* seperti pada Gambar 2.4 adalah sebagai berikut:

a. *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.

Cover Rubber terdiri atas (SummA Learning Center. *Conveyor System Ops. & Maintenance*):

- *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

b. *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*).

c. *Tie Rubber*

Tie rubber adalah lapisan karet diantara *ply* yang fungsinya untuk melekatkan lapisan *ply* satu dengan yang lainnya pada *fabric belt* sedangkan pada *steel cord belt* untuk melekatkan sling baja dengan *cover rubber*.

Tebal *tie rubber* :

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

untuk jenis *steel cord belt* : 2 mm



Gambar 2.4 Bagian-Bagian *Belt* (Sumber: Summa Learning Center)

Dalam realitanya sering terjadi permasalahan pada sistem *belt conveyor* jika perawatannya tidak baik. Permasalahan yang muncul dalam perawatan *belt* merupakan permasalahan yang sangat kompleks dan beragam. Perawatan yang baik akan mempengaruhi usia dari *belt* juga menjamin kualitas dan kemampuan *belt* dalam menyalurkan material secara berkesinambungan dan terus menerus. Maka pentingnya perawatan *preventive* terhadap *belt* tidak bisa dipungkiri lagi.

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

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

Pada dasarnya *belt conveyor* adalah alat transportasi material yang didesain untuk pemakaian jangka panjang, namun seiring dengan perawatan yang kurang tepat dan peningkatan kapasitas produksi, maka *belt conveyor* yang seharusnya bisa digunakan untuk waktu yang lama sering mengalami berbagai kendala/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. Jika 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 lurusannya 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 bord* 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 *Scraper*

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

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

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.

2.3.2 *Idler*

Idler merupakan bagian dari *belt conveyor* yang berfungsi untuk menahan atau menyangga *belt*. Berdasarkan letak dan fungsinya maka *idler* dibagi menjadi:

1. *Idler* Atas (*Carrying Idler*)

Carrying idler atau yang biasa disebut roll pembawa merupakan salah satu jenis *idler* yang fungsinya sebagai *roll* penunjang *belt* bermuatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Caryying Idler* (Sumber: SummA Learning Center)

2. *Idler* Penahan (*Impact Idler*)

Impact idler atau yang biasa disebut *roll* penahan muatan merupakan salah satu jenis dari *idler* yang berfungsi sebagai *roll* penunjang *belt* pada daerah muat. Bnetuk dari *impact idler* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Impact Idler* (Sumber: SummA Learning Center)

3. *Idler* Penengah (*Tracking Idler*)

Tracking idler merupakan merupakan salah satu dari jenis *idler* yang berfungsi untuk menjajaki agar *belt* tidak bergeser darijalur yang seharusnya. Gambaran dari *tracking idler* dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Tracking Idler (Sumber: SummA Learning Center)

4. Idler Bawah (*Return Idler*)

Return idler merupakan salah satu jenis *idler* yang berfungsi sebagai *roller* penunjang *belt* pada daerah yang tidak bermuatan dan berada pada bagian bawah *frame*. Untuk lebih jelasnya gambaran dari *return idler* dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Return Idler (Sumber: SummA Learning Center)

2.3.3 Unit Penggerak (*Drive Unit*)

Belt conveyor tidak akan mampu bergerak sendiri tanpa adanya unit penggerak. Dalam sistem *belt conveyor*, unit penggerak terdiri dari:

1. Sumber Daya, motor atau mesin.
2. Transmisi (*gear box, coupling*). Perangkat yang meneruskan sumber daya ke puli penggerak untuk menggerakkan *belt* pada kecepatan yang diinginkan.

3. *Drive pulley*. *Pulley* yang dihubungkan secara langsung atau tidak langsung ke sumber daya (*power unit*).
4. *Head pulley*. *Pulley* yang terpasang pada ujung depan *conveyor*.
5. *Tail pulley*. *Pulley* terakhir pada ujung belakang *conveyor*.

2.3.4 Counter Weight

Pada sistem *belt conveyor* terdapat *counter weight* berupa bandulan yang berfungsi sebagai pemberi tegangan pada *belt*. Bentuk *counter weight* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Counter Weight* (Sumber: SummA Learning Center)

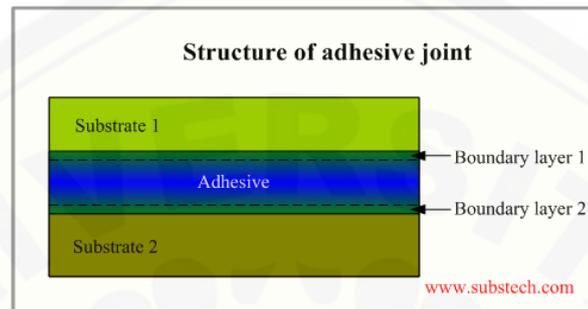
2.4 Sambungan *Adhesive*

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

1. *Adhesive* adalah suatu bahan yang digunakan untuk menyatukan atau menyambungkan suatu bahan yang sama ataupun berbeda jenis materialnya,

baik itu logam dengan logam, logam dengan kayu, logam dengan karet dan sebagainya.

2. Sambungan *adhesive* adalah penyambungan suatu bahan baik sama maupun berbeda jenis materialnya dengan memanfaatkan kontak permukaan ditambah *adhesive* (lem) sebagai media penyambungannya.



Gambar 2.10 Struktur Sambungan Perekat (Sumber: Kopeliovich, 2014)

2.4.1 Faktor-Faktor yang Menentukan Kekuatan Ikatan Perekat

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

2.4.2 Kelebihan dan Kekurangan pada Sambungan *Adhesive*

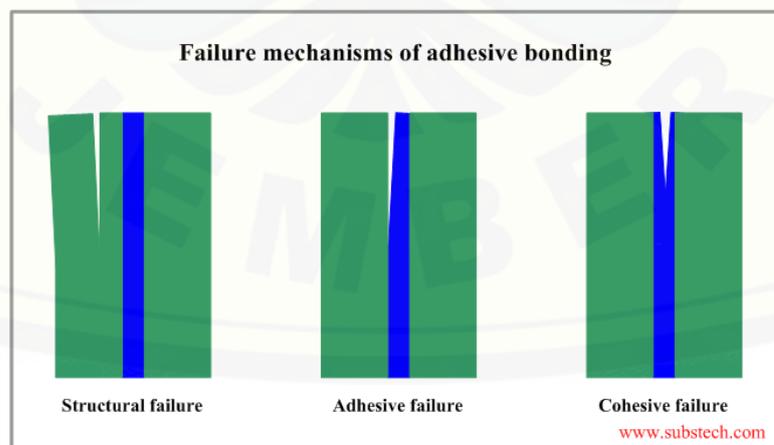
1. Kelebihan sambungan *adhesive* :
 - Beban merata

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

2. Kekurangan sambungan *adhesive* :

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

Adapun jeni-jenis dari kegagalan ikatan perekat dalam sambungan *adhesive*. Ada beberapa faktor yang bisa berkontribusi pada kegagalan dua permukaan. Jenis kegagalan adalah sebagai berikut :



Gambar 2.11 Kegagalan Ikatan Perekat (Sumber: Kopeliovich, 2014)

Ada tiga mekanisme kemungkinan kegagalan ikatan perekat :

- Kegagalan struktural : kegagalan internal dari bahan substrat di daerah dekat sendi.
- Kegagalan Adhesive : kegagalan antarmuka mengakibatkan pemisahan salah satu substrat dari lapisan perekat.
- Kegagalan kohesif : kegagalan internal dari lapisan perekat.

Adapun untuk pengaruh perubahan temperatur, berdasarkan (Burchardt, 1979) menerangkan bahwa ketahanan temperatur pada perekat elastis tergolong rendah jika dibandingkan teknik rangkaian mekanik. Hal tersebut bisa dibandingkan dengan ketahanan temperatur pada termoplastik dan cukup memadai untuk kebanyakan aplikasi pada kondisi dibawah tekanan normal (contoh: aplikasi *outdoor* tanpa pembongkaran pada sumber panas tambahan ataupun perekat). Bagaimanapun juga, efek-efek yg memungkinkan dari pemanasan berlebih pada bahan perekat (seperti pada api) harus ditambahkan pada catatan dalam proses desain. Jika terdapat resiko kegagalan pada sambungan perekat oleh pemanasan berlebih dapat menyebabkan kerusakan personal atau kerusakan yg sejajar, pengamanan mekanik tambahan harus ditambahkan pada desain. Pada temperatur dingin, perekat elastis akan mengeras dan proses pemanjangan akan terhenti. Hal ini akan mengarahkan pada tekanan tambahan yang dapat mengurangi perekatan.

2.5 Penyambungan *Belt Conveyor*

Salah satu kerusakan pada sistem *belt conveyor* adalah sobek atau patahnya *belt*, oleh karena itu perlu dilakukan penanganan yang tepat untuk kerusakan tersebut yaitu dengan dilakukannya penyambungan *belt conveyor*. Sebelum melakukan penyambungan, diperlukan pengetahuan tentang referensi dari *fabricant* (Pabrik) pembuat *belt* atau Standard Internasional dalam menentukan panjang sambungan.

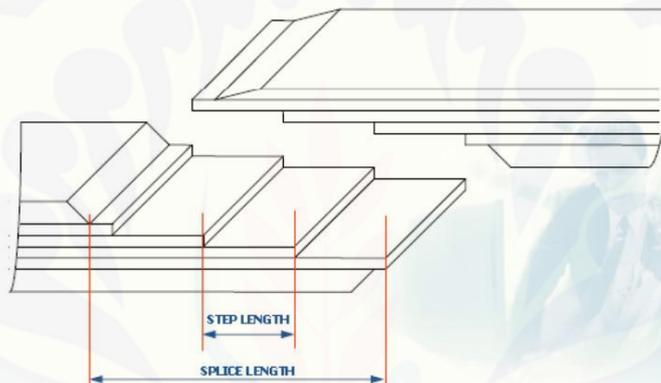
Menurut Niemann, 1986 dalam bukunya Elemen Mesin menerangkan bahwa besarnya gaya tarik yang dialami oleh sambungan perekat tergantung kepada panjangnya *belt* yang direkatkan. Dalam hal ini besarnya gaya tarik yang

dialami oleh sambungan dapat dihitung dengan rumus :

$$F = b \times L_s \times \tau_{izin} \dots\dots\dots (2.1)$$

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

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.



Gambar 2.12 Panjang Sambungan (Sumber: SummA Learning Center)

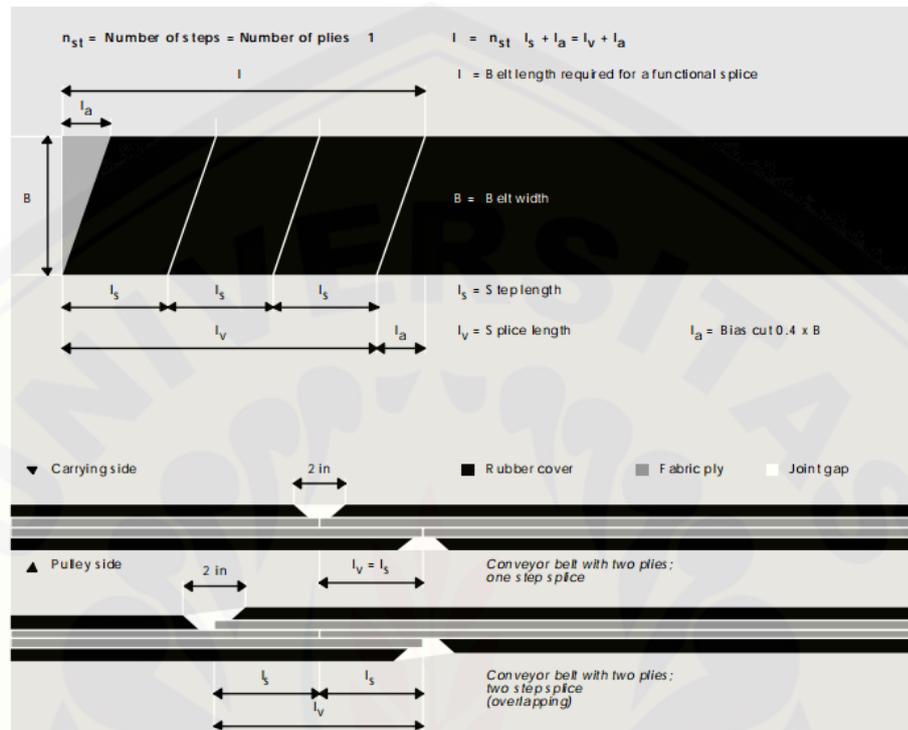
Dalam melakukan penyambungan seperti pada Gambar 2.13, secara umum tipe atau model penyambungan dapat dibagi dua yaitu:

1. *Endless Splice* :
 - a. *Cold Splice* (Penyambungan System Dingin)
 Penyambungan dengan sistem dingin adalah proses penyambungan *belt conveyor* yang proses vulkanisasinya dengan cara kimiawi, yaitu dengan menggunakan lem yang menyatu dengan karet.
 - b. *Hot Splice* (Penyambungan System Panas)
Hot splice sering disebut juga sebagai penyambungan vulkanisasi, karena pekerjaan ini menggunakan material yang harus di aplikasikan dengan menggunakan mesin vulkanisasi.

2. Mechanical Splice

1. Fastener (Semua Penyambungan Mechanic)

2. Super Screw (Kombinasi antara Rubber dan Fastener)



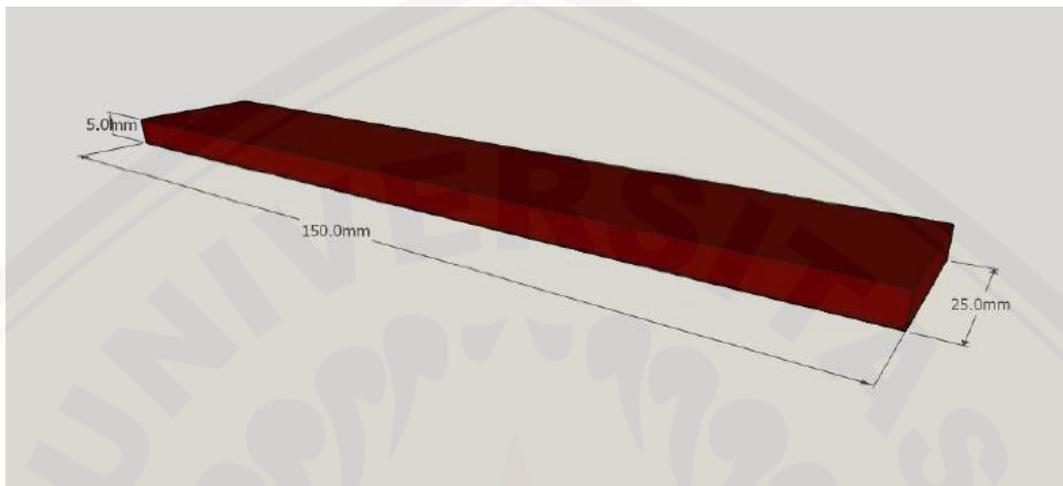
Gambar 2.13 Cara Penyambungan *Belt Conveyor* (Sumber: SummA Learning Center)

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa untuk melakukan penyambungan *belt conveyor* harus menggunakan *bias cut* (sudut sambungan) dalam proses penyambungannya. Sedangkan standar untuk penentuan *bias cut* berdasarkan SummA Learning Center adalah $0,3 \times \text{belt width}$. *Bias cut* pada gambar di atas dijelaskan dengan simbol I_v .

2.6 Uji Tarik

Uji tarik merupakan salah satu pengujian yang dilakukan pada material untuk mengetahui karakteristik dan sifat mekanik material terutama kekuatan dan ketahanan terhadap beban tarik. Dari pengujian ini, maka kita bisa menentukan apakah material tersebut cocok atau tidak dengan kebutuhan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan panduan ASTM D 3039 yang merupakan standard pengujian kekuatan tarik pada komposit bermatrik polimer. Kekuatan ultimate material dapat ditentukan dari beban maksimum yang dilakukan sebelum

kegagalan. Metode pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan kekuatan tarik ultimate. Berdasarkan ASTM D 3039 terdapat standard spesimen geometri yang dibutuhkan seperti pada Tabel 2.1 serta geometri spesimen yang dibutuhkan seperti pada Tabel 2.2.



Gambar 2.14 Standar Sampel Uji ASTM D3039 (Sumber: Nasiruddin, 2014)

Tabel 2.1 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 2.2 Geometri spesimen yang direkomendasikan

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

Perhitungan ultimate tensile strength menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\sigma_{tu} = F_{max} / A_0 \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\sigma_i = P_i / A \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

σ_{tu} = kekuatan tarik ultimate, MPa;

- F_{\max} = beban maksimum sebelum kegagalan, N;
 σ_i = tegangan tarik pada data yang ke-, MPa;
 P_i = beban pada data yang ke-, N;
 A_0 = luasan penampang awal, mm²,

2.7 Hipotesis

Hipotesis yang diperoleh berdasarkan referensi yang telah didapat adalah semakin meningkat *bias cut* pada sambungan *belt conveyor* maka nilai kekuatan tariknya semakin meningkat dan semakin meningkatnya temperatur *belt* dalam pengujian tarik maka kekuatan tarik dari sambungan *belt conveyor* akan semakin menurun.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggabungan percobaan yang ada di lapangan dengan pegkajian literatur yang telah didapatkan baik dari jurnal maupun dari katalog perusahaan yang juga melakukan penyambungan *belt conveyor*. Dalam penelitian ini mencakup bagaimana pengaruh variasi *bias cut* terhadap kekuatan tarik *belt conveyor 2-ply 1-step* menggunakan metode *cold splicing* dengan pengujian tarik sistem panas. Rancangan penelitian dengan menggunakan penelitian faktorial dimana penelitian ini berdasarkan faktor *bias cut* dan temperatur pada penyambungan *belt conveyor* dengan metode *cold splicing* dan pengujian tarik sistem panas.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember. Penelitian dilakukan selama 5 bulan yaitu bulan Februari - Juni 2015.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

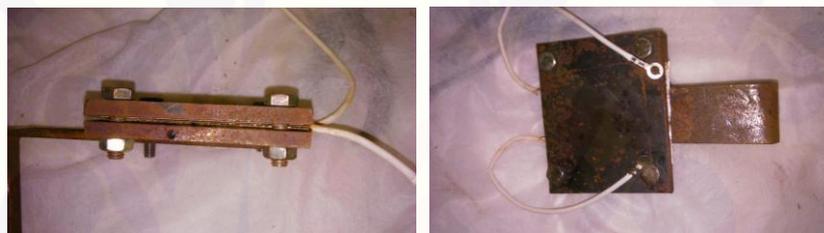
Alat yang digunakan selama penelitian ini berlangsung antara lain:

1. Universal Machine Testing Merk ESSOM TM 113 30 kN.
2. *Thermocontrol* Tipe E5CWL



Gambar 3.1 *Thermocontrol*

3. *Thermocouple*
4. *Heater*



Gambar 3.2 *Heater*

5. *Penggaris*
6. *Kamera 5 MP*
7. *Pincer*



Gambar 3.3 *Pincer*

8. *Cutter*
9. *Spuit (Alat Suntik)*
10. *Spidol*
11. *Amplas*

12. Kuas

13. Timbangan Digital



Gambar 3.4 Timbangan Digital

14. Palu karet



Gambar 3.5 Palu Karet

15. Termometer Laser

16. Alat Bantu Uji Spesimen

3.3.2 Bahan :

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

Keterangan:

Lebar *belt* : 400 mm

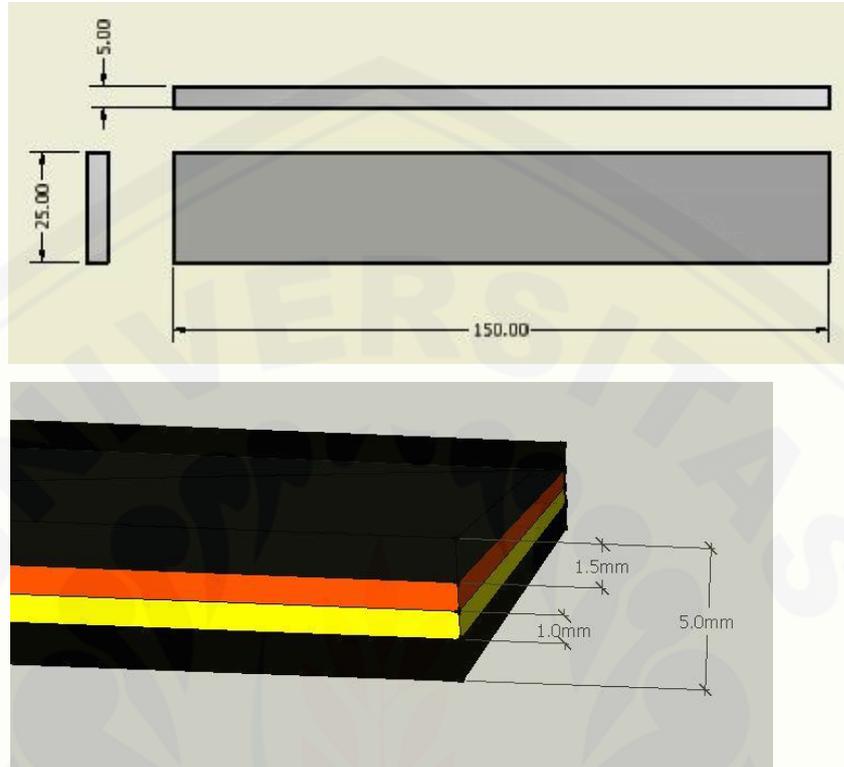
Tipe *carcass* : *Polyester*

Kekuatan tarik/*ply* : 100 kg/cm

Top cover : 1,5 mm

Bottom cover : 1,5 mm

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



Gambar 3.6 Dimensi Spesimen

2. *Cold Splicing and Repairing Material* SUNPAT ECO 310



Gambar 3.7 *Cold Splicing and Repairing Material* SUNPAT ECO 310

3. Hardener SUNPAT ECO 305



Gambar 3.8 Hardener SUNPAT ECO 305

3.4 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

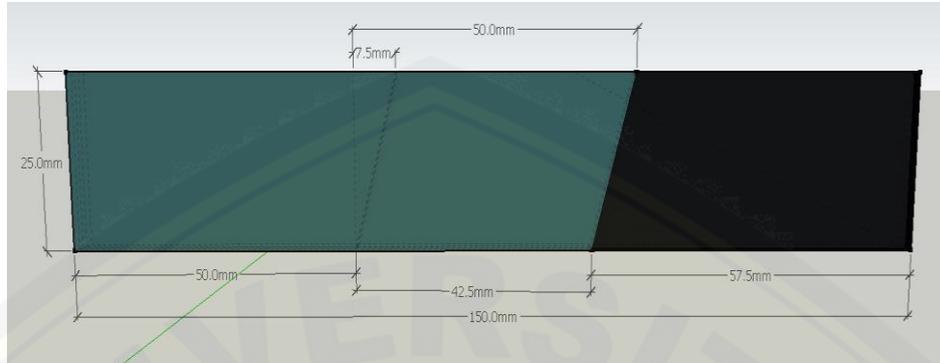
1. Siapkan *Fabric belt*, serta alat pendukung untuk membuat spesimen.
2. Potong *belt* menggunakan *cutter* dengan ukuran 100 mm x 25 mm x 5 mm,
3. Beri tanda garis potong ($0.3 \times$ lebar *belt*) dengan spidol,



Gambar 3.9 *Bias Cut* (Sumber: SummA Learning Center)

4. Pelurusan dari Area sambungan terhadap *belt*,

5. Penggambaran Panjang *Step* dan garis potongnya, Demikian pula dengan bagian ujung *belt* yang lainnya,



Gambar 3.10 Penggambaran Panjang *Step* dan Garis potong

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



Gambar 3.11 Pemotongan *Bias Cut*

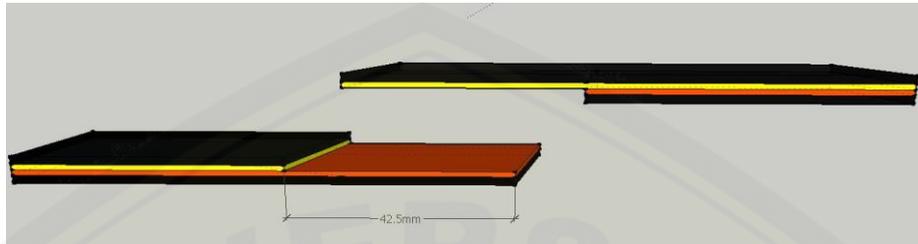
7. Potong Bagian karet *Top Cover* pada kedua *belt* yang akan disambungkan hingga bertemu dengan *Ply* pertama,



Gambar 3.12 Pemotongan *Ply* Pertama (Sumber: SummA Learning Center)

8. Potong *Ply* pertama dengan menggunakan *cutter* sampai terlihat *ply* kedua,
 9. Kupaslah sedikit bagian *ply* pertama dengan bantuan *pincer*,

10. Temukan kedua ujung *belt* yang akan disambungkan dan periksalah apakah bagian – bagian tersebut *match* antara yang satu dengan yang lainnya,



Gambar 3.13 Proses *Matching*

11. Lakukan Pengasaran (*Buffing*) dengan menggunakan gerinda pada permukaan *carcass* yang terdapat karet,
 12. Bersihkan permukaan sambungan dari debu karet,
 13. Campurkan *rubber cement* SUNPAT ECO 310 dengan *hardener* SUNPAT ECO 305 dengan perbandingan 100 : 8, serta aduk hingga merata,
 14. Kuaskan campuran tersebut pada masing-masing permukaan,



Gambar 3.14 Proses Pengeleman Pertama (Sumber: SummA Learning Center)

15. Keringkan campuran hingga kondisi tacky.
 16. Setelah pengeleman pertama dalam kondisi tacky, lakukan pengeleman kedua sebelum penyatuan *belt* dilaksanakan,
 17. Satukan kedua ujung *belt* secara bersamaan, cek ujung tepian *fabric* dari masing – masing *belt* hingga posisi ply benar – benar *match* tanpa adanya *over lapping*.



Gambar 3.15 Proses Penyatuan Kedua *Belt* (Sumber: SummA Learning Center)

18. Gunakan palu karet dari arah tepian sambungan ke tepian lainnya sebanyak 5 kali perlakuan untuk menghindari terjadinya udara yang terjebak dalam sambungan dan memperkecil terbentuknya udara *blister*, kemudian pukul bagian sambungan sebanyak 10 kali agar lebih merekat.
19. Lakukan hal yang sama dari poin 1 sampai 18 dengan menggunakan garis potong 0,2 x lebar *belt* dan 0,5 x lebar *belt*.

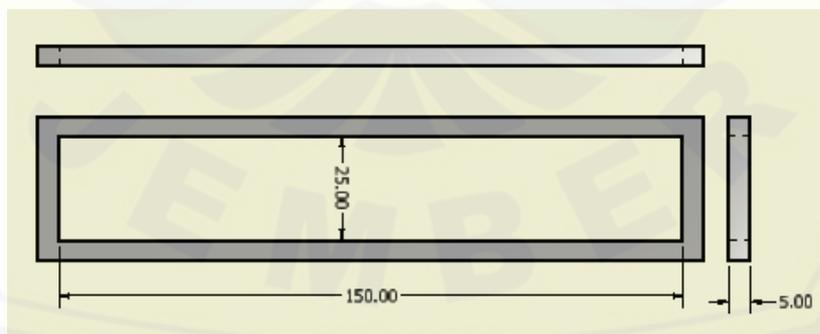
3.5 Pengambilan Data

Dalam melakukan pengolahan, data diambil dari proses uji tarik pada spesimen-spesimen dengan menggunakan Universal Machine Testing Merk ESSOM TM 113 yang terdapat pada laboratorium desain dan uji bahan Universitas Jember seperti pada Gambar 3.13. Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan panduan ASTM D3039 yang merupakan standard pengujian kekuatan tarik pada komposit bermatrik polimer.



Gambar 3.16 Pengujian Tarik (Nasiruddin, 2014)

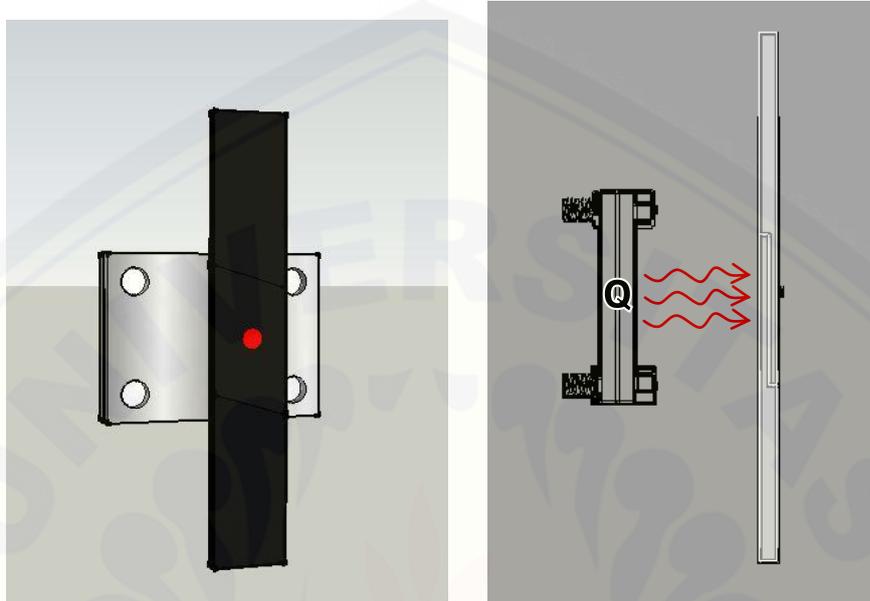
Perhitungan *ultimate tensile strength* menggunakan persamaan 2.2. Sebelum melakukan pengujian tarik, dilakukan pengecekan terhadap spesimen-spesimen yang telah dibuat. Hal ini bertujuan agar spesimen yang diuji sudah seragam seperti yang disarankan pada ASTM D3039. Pengecekan dilakukan dengan cara meletakkan spesimen pada alat bantu uji dimensi seperti pada Gambar 3.14, dimana jika spesimen tidak sesuai seperti dimensi yang disarankan, maka harus diganti dengan spesimen yang baru. Pengujian dilakukan setelah 1x24 jam atau lebih, setelah proses penyambungan.



Gambar 3.17 Alat Bantu Uji Dimensi Spesimen

Sebelum melakukan proses pemanasan pada sambungan *belt* terlebih dahulu dilakukan pengujian untuk mengetahui seberapa besar rentangan antara suhu pada *thermocontrol* dan temperatur pada *belt*. Panaskan sambungan *belt* dan

atur temperatur pada *thermocontrol* seperti yang diinginkan, kemudian setelah 10 menit periksa temperatur pada *belt* dengan cara posisikan termometer laser pada sisi depan tengah sambungan seperti pada Gambar 3.15.



Gambar 3.18 Pemberian Panas pada *Belt*

Sebuah spesimen dipasang pada mesin uji tarik dan pemanas dipasang pada objek lalu atur temperatur sebesar 30°C , 40°C , dan 60°C untuk masing-masing garis potong. Temperatur pada pemanas diukur dengan *thermocouple* dan diatur temperaturnya menggunakan *thermocontrol* untuk menjaga agar temperatur dalam kondisi tetap. Panas secara radiasi tersebut dilakukan selama 10 menit. Setelah itu, spesimen langsung dilakukan uji tarik dengan menggunakan mesin uji tarik sesuai standar ASTM D3039.

Ketika pengujian tarik siap dilakukan, setel penanda *displacement* dengan meletakkan ujung dasarnya ke dasar mesin uji tarik. Saat penanda *displacement* tidak lagi menyentuh dasar mesin uji tarik, lakukan penyetelan ulang dengan mengendorkan pengikatnya dan meletakkan ke dasar mesin uji tarik. Hal ini dimaksudkan agar penanda *displacement* dapat bekerja dengan baik. Reset *display* saat akan melakukan pengujian tarik. Proses pengujian minimal dilakukan oleh dua orang, orang pertama memegang pencekam sedangkan yang lainnya mengungkit dengan tuas yang disediakan. Selama proses, jangan lupa untuk

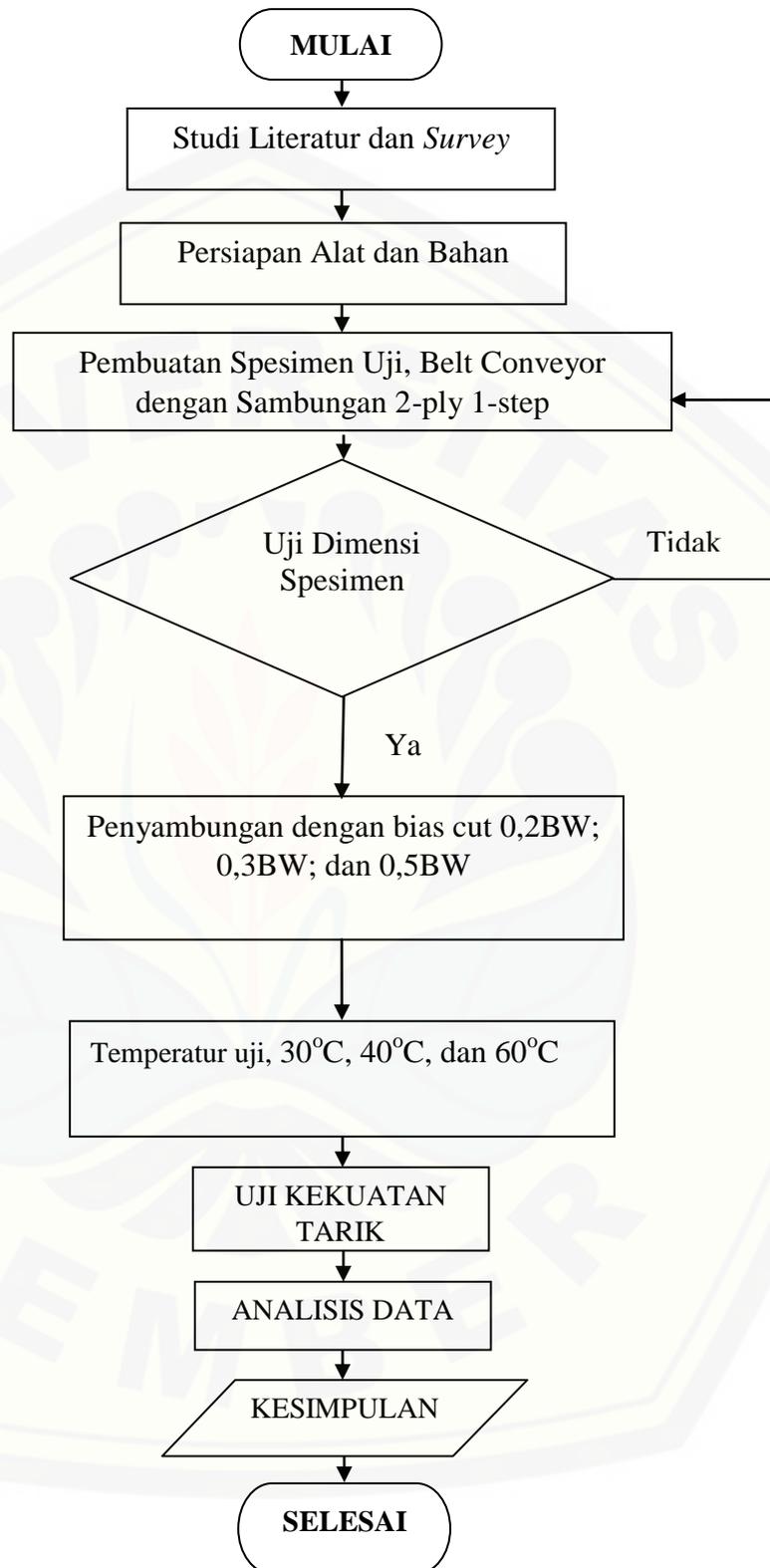
melakukan pengecekan pada *display* mesin uji tarik. Catat beban maksimal sebelum kegagalan untuk perhitungan kekuatan tarik dari spesimen-spesimen uji.

3.6 Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah diperoleh hasil pengujian kekuatan tarik adalah sebagai berikut:

1. Analisis nilai kekuatan tarik dari variasi *bias cut* pada penyambungan dengan metode *cold splicing*.
2. Analisis kekuatan tarik pada pengujian tarik sistem panas dengan variasi temperatur.

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.19 Diagram Alir Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Percobaan

Setelah dilakukan penelitian mengenai pengaruh variasi *bias cut* pada sambungan *belt conveyor 2-ply 1-step* terhadap kekuatan tarik menggunakan metode *cold splicing* dengan pengujian tarik sistem panas, maka diperoleh data dari pengujian tarik yang telah dilakukan terhadap spesimen-spesimen yang telah diuji, sedangkan untuk membantu perhitungan dan pengolahan data, menggunakan Microsoft Excel 2007.

4.1.1 Pengukuran Temperatur *Belt*

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui rentangan antara temperatur *belt* dengan temperatur pada *thermocontrol*. Setelah dilakukan pengukuran maka diperoleh data yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai rentangan temperatur *belt* dengan temperatur *thermocontrol*

Waktu (menit)	Temperatur <i>Belt</i> (°C)	Temperatur <i>Thermocontrol</i> (°C)
10	30	38
	40	70
	60	140

4.1.2 Hasil Pengujian Tarik

Setelah dilakukan percobaan maka diperoleh data percobaan yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel pengambilan data pengujian tarik

No	Temperatur (°C)	Bias cut (mm)	F _{max} (N)			Rata-Rata F _{max} (N)	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	30	0.2 BW	3882.98	3412.38	3741.80	3679.05	241.49
2		0.3 BW	3694.74	3977.10	3882.98	3851.61	143.77
3		0.5 BW	4306.52	4400.64	4118.28	4275.15	143.77
4	40	0.2 BW	3318.26	3271.20	3224.14	3271.20	47.06
5		0.3 BW	3553.56	3788.86	3600.62	3647.68	124.51
6		0.5 BW	3930.04	3694.74	3506.50	3710.43	212.21
7	60	0.2 BW	2941.78	2894.72	3177.08	3004.53	151.28
8		0.3 BW	3130.02	3365.32	3271.20	3255.51	118.43
9		0.5 BW	3459.44	3741.80	3506.50	3569.25	151.28

Untuk mencari nilai kekuatan tarik maka digunakan persamaan 2.2 dimana nilai beban maksimal dibagi luas penampang dengan lebar penampang sebesar 25 mm dan tebal penampang 5 mm yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Nilai kekuatan tarik

No	Temperatur Uji (°C)	Bias cut (mm)	σ_{tu} (MPa)			Rata-Rata σ_{tu} (MPa)	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	30	0.2 BW	31.06	27.30	29.93	29.43	1.93
2		0.3 BW	29.56	31.82	31.06	30.81	1.15
3		0.5 BW	34.45	35.21	32.95	34.20	1.15
4	40	0.2 BW	26.55	26.17	25.79	26.17	0.38
5		0.3 BW	28.43	30.31	28.80	29.18	1.00
6		0.5 BW	31.44	29.56	28.05	29.68	1.70
7	60	0.2 BW	23.53	23.16	25.42	24.04	1.21
8		0.3 BW	25.04	26.92	26.17	26.04	0.95
9		0.5 BW	27.68	29.93	28.05	28.55	1.21

4.2 Pembahasan

4.2.1 Temperatur Belt Saat Pengujian

Dari hasil pengukuran rentangan antara temperatur *belt* dengan temperatur pada *thermocontrol* seperti pada Gambar 4.1, waktu pengujian rentangan sangat berpengaruh pada hasil rentangan yang akan didapat. Seperti yang sudah dilakukan untuk mendapatkan temperatur *belt* sesuai yang diinginkan

yaitu 30°C, 40°C, dan 60°C, ketika dilakukan pengujian pada siang hari maka untuk mendapatkan temperatur *belt* 30°C maka di *thermocontrol* harus diatur 38°C, untuk 40°C harus diatur 70°C, untuk 60°C harus diatur 140°C.

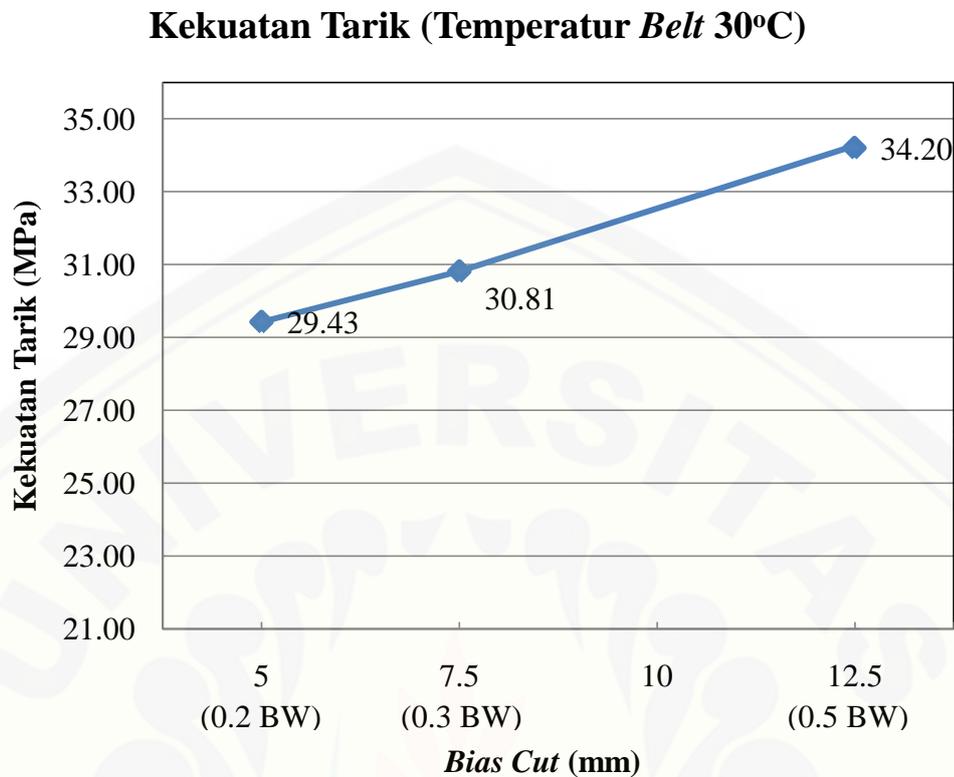


a. Temperatur pada *belt* 30°C b. Temperatur pada *belt* 40°C c. Temperatur pada *belt* 60°C

Gambar 4.1 Temperatur pada *Belt*

4.2.2 Kekuatan Tarik Sambungan *Belt*

Dari pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh data yang berbeda-beda untuk beberapa variasi temperatur uji dan *bias cut*. Sebagaimana pada Gambar 4.2 di bawah ini menjelaskan bahwa pada temperatur *belt* 30°C dengan *bias cut* 0.2 BW diperoleh rata-rata kekuatan tarik sebesar 29.43 MPa, sedangkan pada temperatur *belt* 30°C dengan *bias cut* 0.3 BW diperoleh rata-rata kekuatan tarik sebesar 30.81 MPa, dan pada temperatur *belt* 30°C dengan *bias cut* 0.5 BW diperoleh rata-rata kekuatan tarik sebesar 34.20 MPa. Data ditampilkan dalam grafik sebagaimana yang tersaji dalam Gambar 4.2 berikut.



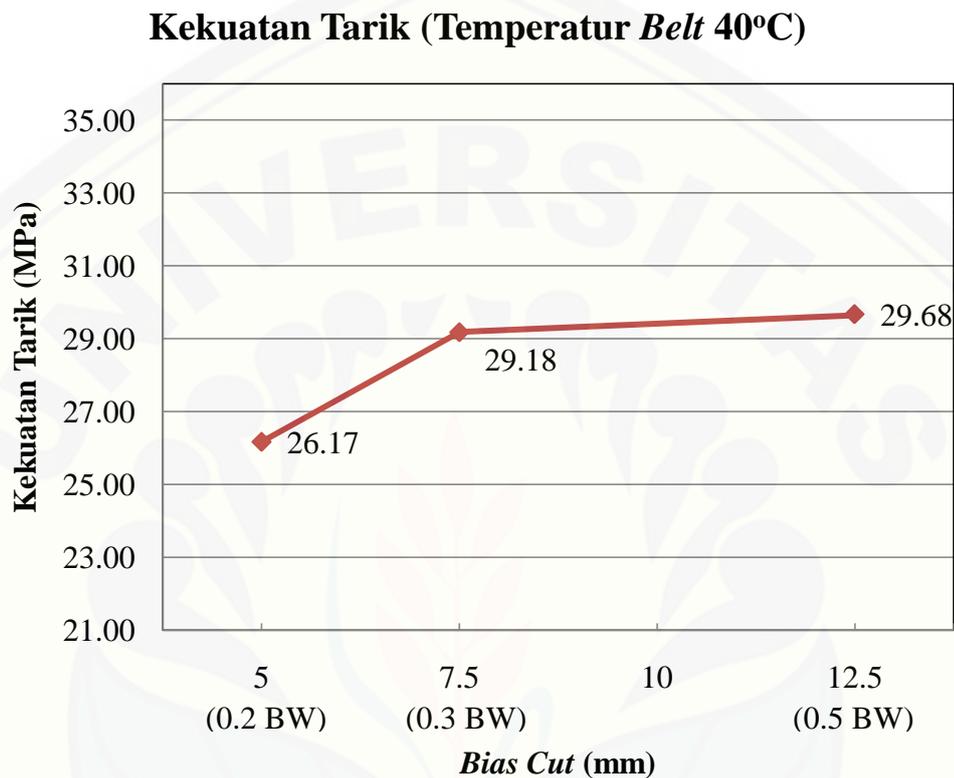
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara *Bias Cut* dengan Nilai Kekuatan Tarik pada Temperatur Uji 30°C

Pada Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa pada temperatur *belt* 30°C, antara *bias cut* 0.2 BW dengan 0.3 BW terjadi peningkatan rata-rata kekuatan tarik sebesar 1.38 MPa dari 29.43 MPa menjadi 30.81 MPa. Kemudian pada *bias cut* 0.3 BW dengan 0.5 BW juga terjadi peningkatan rata-rata kekuatan tarik sebesar 3.39 MPa dari 30.81 MPa menjadi 34.20 MPa.

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan nilai kekuatan tarik secara linier pada sambungan *belt conveyor* dengan variasi *bias cut* 0.2 BW, 0.3 BW, dan 0.5 BW dimana semakin besar *bias cut* maka nilai kekuatan tarik dari sambungan *belt conveyor* akan semakin meningkat karena semakin besar *bias cut* maka panjang sisi yang direkatkan juga semakin besar, sebagaimana pendapat Nieman (1986) bahwa besarnya gaya tarik yang dialami oleh sambungan perekat tergantung kepada panjangnya *belt* yang direkatkan.

Pada temperatur *belt* 40°C dengan *bias cut* 0.2 BW diperoleh rata-rata kekuatan tarik sebesar 26.17 MPa, sedangkan pada temperatur *belt* 40°C dengan

bias cut 0.3 BW diperoleh rata-rata kekuatan tarik sebesar 29.18 MPa, dan pada temperatur *belt* 40°C dengan *bias cut* 0.5 BW diperoleh rata-rata kekuatan tarik sebesar 29.68 MPa. Data ditampilkan dalam grafik sebagaimana yang tersaji dalam Gambar 4.3 berikut.

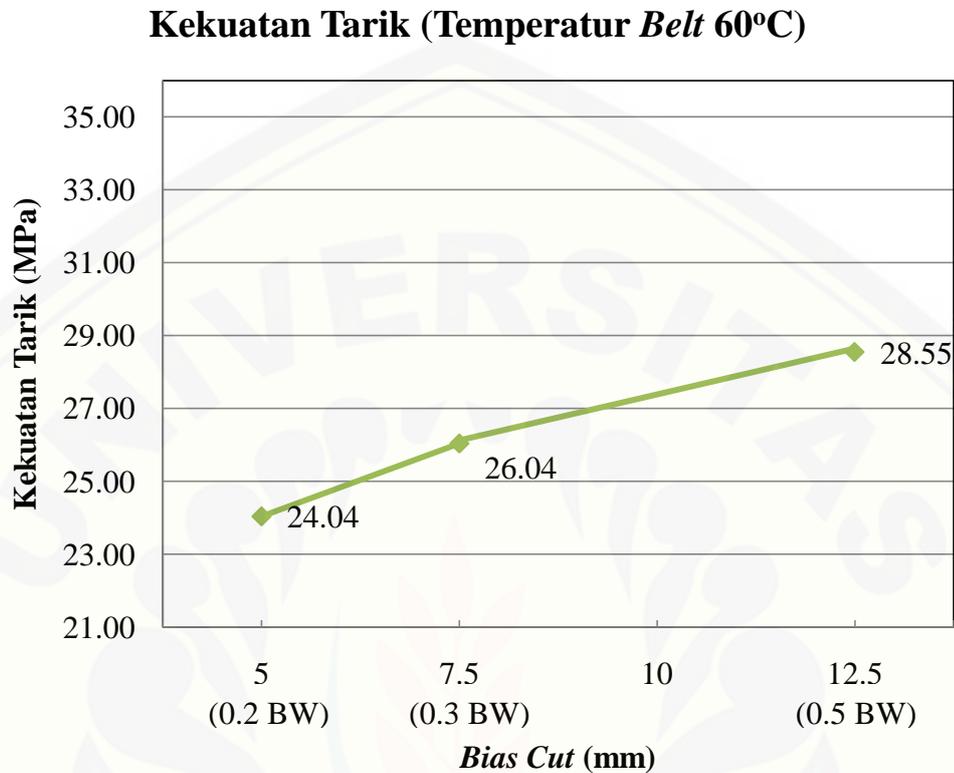


Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara *Bias Cut* dengan Nilai Kekuatan Tarik pada Temperatur Uji 40°C

Dari Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa pada temperatur *belt* 40°C, antara *bias cut* 0.2 BW dengan 0.3 BW terjadi peningkatan rata-rata kekuatan tarik sebesar 3.01 dari 26.17 MPa menjadi 29.18 MPa, kemudian pada *bias cut* 0.3 BW dengan 0.5 BW juga terjadi peningkatan rata-rata kekuatan tarik sebesar 0.5 MPa dari 29.18 MPa menjadi 29.68 MPa.

Pada temperatur *belt* 60°C dengan *bias cut* 0.2 BW diperoleh rata-rata kekuatan tarik sebesar 24.04 MPa, sedangkan pada temperatur *belt* 60°C dengan *bias cut* 0.3 BW diperoleh rata-rata kekuatan tarik sebesar 26.04 MPa, dan pada temperatur *belt* 60°C dengan *bias cut* 0.5 BW diperoleh rata-rata kekuatan tarik

sebesar 28.55 MPa. Data ditampilkan dalam grafik sebagaimana yang tersaji dalam Gambar 4.4 berikut.

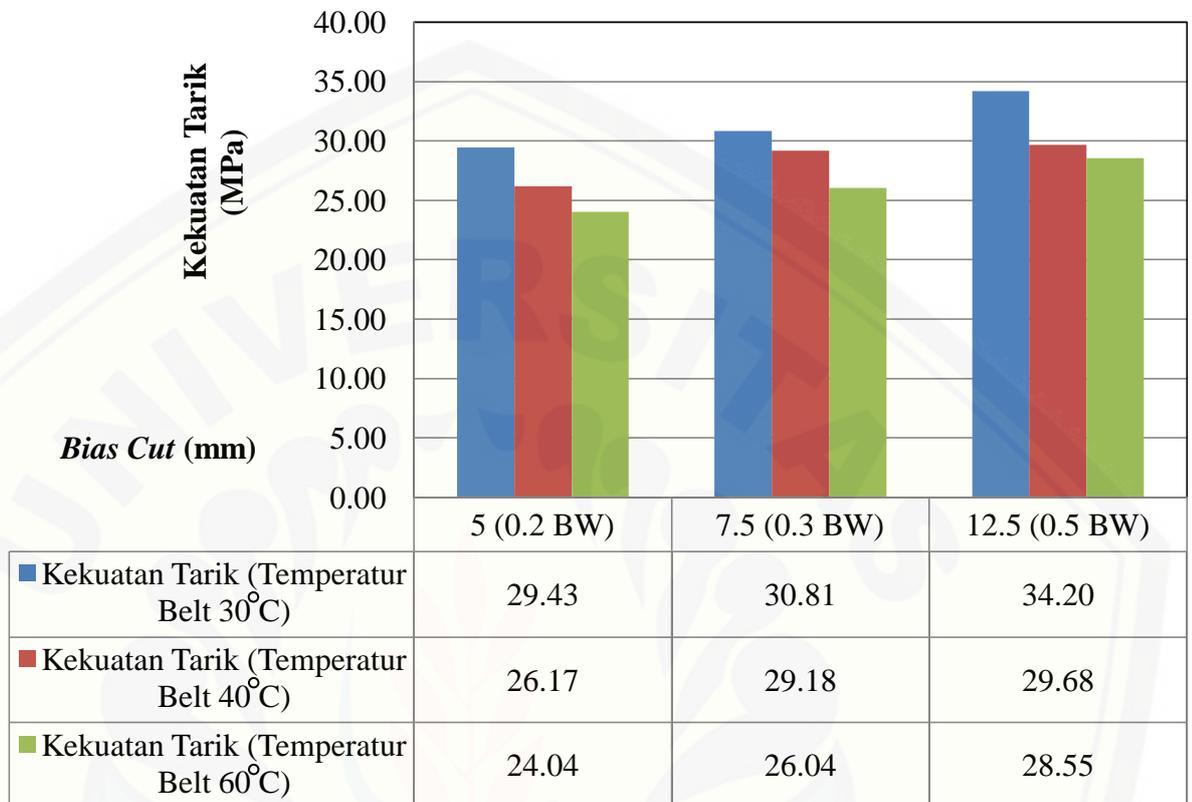


Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara *Bias Cut* dengan Nilai Kekuatan Tarik pada Temperatur Uji 60°C

Dari Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa pada temperatur *belt* 60°C, antara *bias cut* 0.2 BW dengan 0.3 BW terjadi peningkatan rata-rata kekuatan tarik sebesar 2 MPa dari 24.04 MPa menjadi 26.04 MPa, kemudian pada *bias cut* 0.3 BW dengan 0.5 BW juga terjadi peningkatan rata-rata kekuatan tarik sebesar 2.51 MPa dari 26.04 MPa menjadi 28.55 MPa.

Dari ketiga grafik kekuatan tarik sebelumnya, dapat dilihat bahwa kenaikan nilai kekuatan tarik secara linier hanya tepat pada suhu rendah. Berikut ini merupakan grafik perbandingan nilai kekuatan tarik gabungan dari ketiga grafik yang sudah diperoleh sebelumnya, seperti pada Gambar 4.5.

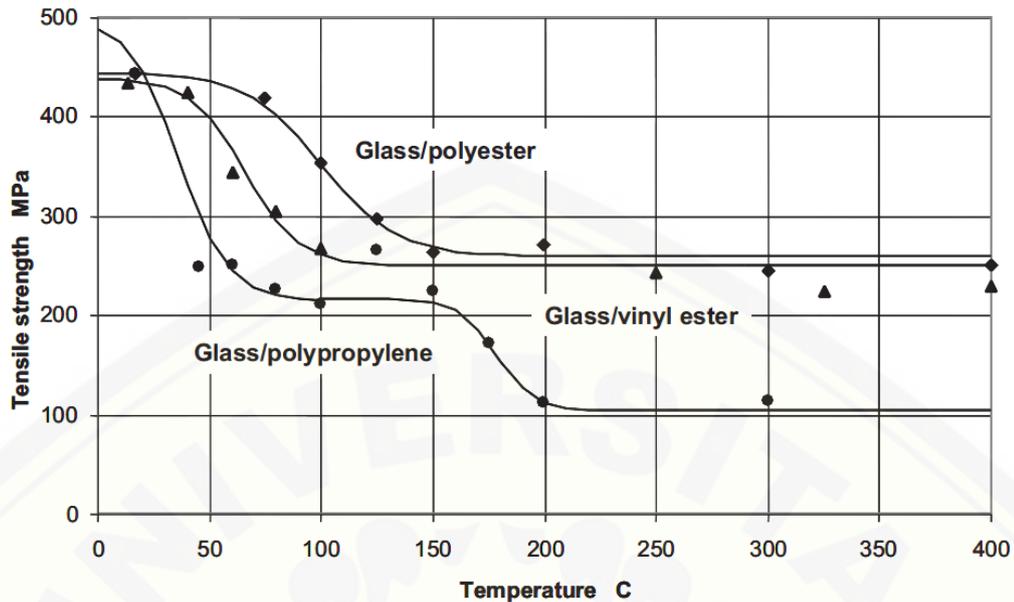
Grafik Hubungan Antara *Bias Cut* Dan Temperatur Uji Dengan Nilai Kekuatan Tarik



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara *Bias Cut* dan Temperatur Uji dengan Nilai Kekuatan Tarik

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin besar *bias cut* maka kekuatan tariknya semakin meningkat, hal ini dikarenakan semakin besar *bias cut* pada penyambungan *belt* maka panjang sisi *belt* yang direkatkan semakin besar sehingga kekuatan tariknya meningkat.

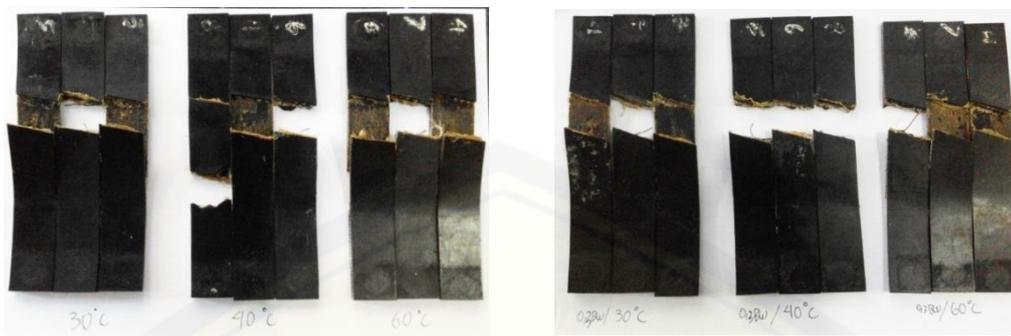
Sedangkan semakin tinggi temperatur *belt* saat dilakukan pengujian tarik sistem panas maka kekuatan tariknya akan semakin menurun, hal ini dikarenakan *belt* yang bersifat termoplastik dimana ketika menerima temperatur tinggi, maka *belt* akan berubah dari fase padat ke fase cair sehingga ikatan antar partikel pada *belt* semakin melemah. Hal inilah yang menyebabkan kekuatan tariknya menurun sebagaimana pada Gambar 4.6 yang menjelaskan grafik hubungan antara temperatur uji dengan nilai kekuatan tarik menurut Mouritz, 2006.



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Temperatur dengan Nilai Kekuatan Tarik
(Mouritz, 2006)

Pada Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi yaitu 34.20 MPa yang dicapai pada sambungan *belt* dengan variasi *bias cut* tertinggi yaitu 0.5 BW dan dengan variasi temperatur *belt* terendah yaitu 30°C. Sedangkan nilai rata-rata kekuatan tarik terendah yaitu 24.04 MPa yang dicapai pada sambungan *belt* dengan variasi *bias cut* terendah 0.2 BW dan dengan variasi temperatur *belt* tertinggi yaitu 60°C. Nilai kekuatan tarik berdasarkan spesifikasi *belt* adalah 200 MPa sedangkan nilai kekuatan tarik tertinggi dari sambungan yang telah diuji tarik adalah 34.20 MPa, sehingga presentase nilai kekuatan tarik dari sambungan *belt conveyor* pada penelitian ini hanya 17.1%.

Dari seluruh data yang telah diperoleh, berikut merupakan foto makro dari spesimen yang telah dilakukan pengujian tarik, sebagaimana yang tertera pada Gambar 4.7 di bawah ini.



- a. Hasil pengujian tarik variasi *bias cut* 0.2BW dengan temperatur uji 30°C, 40°C, dan 60°C
- b. Hasil pengujian tarik variasi *bias cut* 0.3BW dengan temperatur uji 30°C, 40°C, dan 60°C



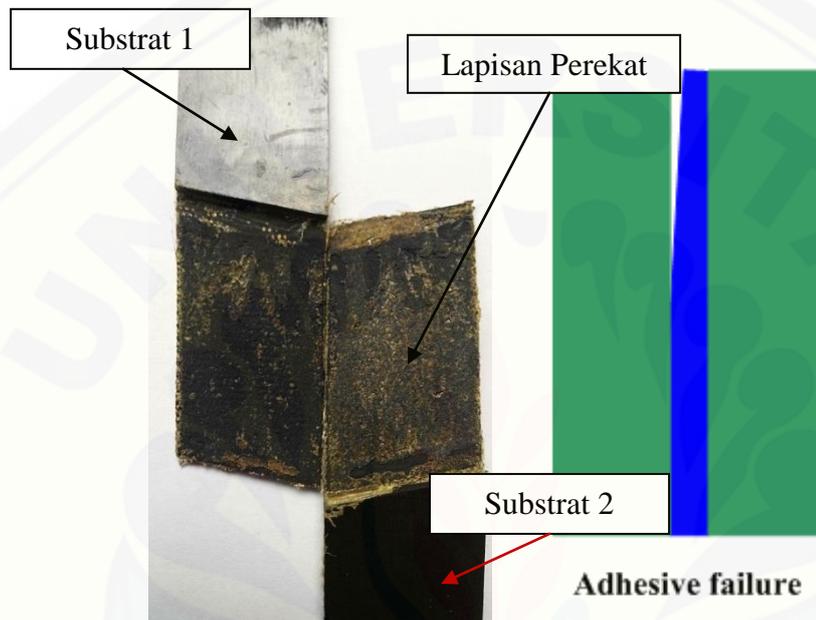
- c. Hasil pengujian tarik variasi *bias cut* 0.5 BW dengan temperatur uji 30°C, 40°C, dan 60°C

Gambar 4.7 Foto Makro Sampel Uji Sambungan *Belt Conveyor 2-Ply 1-Step* dengan Berbagai Macam Variasi *Bias Cut*

Dari Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa fenomena kegagalan yang terjadi pada variasi temperatur uji 30°C dan variasi *bias cut* 0.2 BW dari tiga kali pengulangan dua diantaranya terjadi kegagalan sambungan *belt* terlepas dan satunya terputus pada sambungan *belt*, hal ini juga berlaku pada variasi *bias cut* 0.3 BW dari tiga kali pengulangan, dua diantaranya terlepas dan satunya terputus, namun pada variasi *bias cut* 0.5 BW yang merupakan variasi dengan nilai kekuatan tarik tertinggi seperti yang tertera pada Gambar 4.5 dari tiga kali pengulangan, dua diantaranya terjadi kegagalan terputusnya sambungan *belt* dan satunya terlepas. Dari penampakan hasil morfologi tersebut dapat disimpulkan bahwa selain pengaruh dari variasi temperatur uji dan *bias cut*, pengaruh kekuatan ikatan perekat juga berperan penting dalam pengujian tarik, jika kegagalan yang

dialami adalah terputusnya sambungan *belt* maka dapat disimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik yang dihasilkan sudah maksimal tanpa adanya kegagalan dari lapisan perekat.

Dari seluruh spesimen yang telah diuji tarik terjadi dua jenis kegagalan ketika dilakukan pengujian tarik, yaitu sambungan yang terlepas seperti pada Gambar 4.8 dan terputus seperti pada Gambar 4.9 di bawah ini.



Gambar 4.8 Sambungan Terlepas

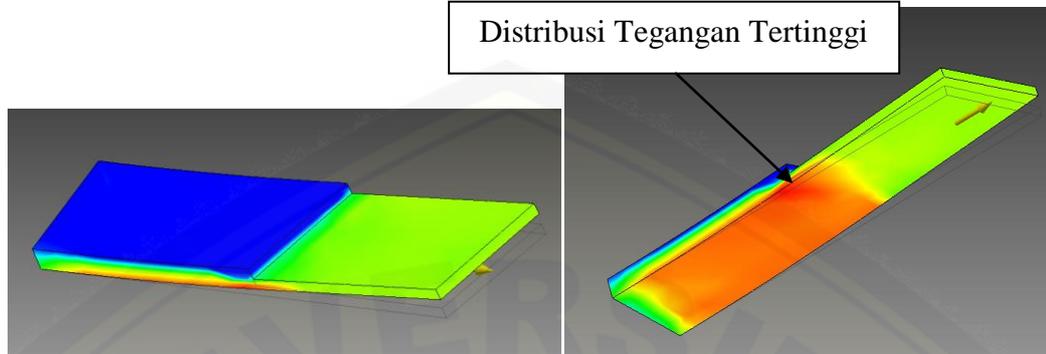
Kegagalan *adhesive* merupakan kegagalan antarmuka yang mengakibatkan pemisahan salah satu substrat dari lapisan perekat. Pada Gambar 4.7 dapat kita lihat bahwa lapisan perekat pada substrat 1 telah memisah dan bergabung dengan lapisan perekat dari substrat 2, sehingga dapat disimpulkan bahwa telah terjadi kegagalan *adhesive* ketika dilakukan pengujian tarik. Kegagalan ini diakibatkan lapisan perekat tidak mampu menahan beban tarik yang terjadi.



Gambar 4.9 Sambungan Terputus

Dari Gambar 4.9 merupakan spesimen uji dengan kekuatan tarik tertinggi pada variasi temperatur uji 30°C dan *bias cut* 0.5 BW yang mengalami salah satu kegagalan sambungan *belt* yaitu sambungan *belt* terputus ketika dilakukan pengujian tarik. Terputusnya sambungan *belt* juga berarti bahwa ikatan perekat mampu menahan beban tarik dan telah bekerja secara maksimal untuk merekatkan *belt* yang telah disambung sehingga nilai kekuatan tarik yang dihasilkan sambungan yang mengalami kegagalan seperti ini hasilnya maksimal. Dari penampakan morfologi patahan, dapat dilihat bahwa sambungan *belt* terputus pada ujung sambungan, yaitu mengikuti bentuk *bias cut*, hal ini dikarenakan pada

ujung sambungan terjadi distribusi tegangan tertinggi sebagaimana yang tersaji dalam Gambar 4.10 di bawah ini.



Gambar 4.10 Distribusi Tegangan

Gambar di atas merupakan analisis distribusi tegangan menggunakan *software* Inventor 2013 dimana pada gambar tersebut distribusi tegangan terbesar terletak pada bidang yang berwarna paling merah. Dari gambar tersebut dapat kita lihat bahwa distribusi tegangan tertinggi terletak pada ujung sisi miring yang nantinya akan disambung, oleh karena itu pada Gambar 4.9 patahan yang dihasilkan setelah pengujian tarik mengikuti bentuk sisi miring *belt* yang disambung.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan, menunjukkan adanya pengaruh *bias cut* terhadap kekuatan tarik sambungan *belt* yang disambung menggunakan metode *cold splicing* yaitu semakin meningkat nilai *bias cut* sampai pada 0.5 BW, maka kekuatan tariknya akan semakin meningkat.
2. Besarnya temperatur *belt* pada saat pengujian tarik sistem panas berpengaruh pada nilai kekuatan tarik sambungan *belt* yaitu semakin tinggi temperatur uji maka kekuatan tariknya akan semakin menurun.
3. Dari percobaan yang telah dilakukan diperoleh data hasil pengujian tarik tertinggi sebesar 34.20 MPa yaitu pada pengujian tarik sambungan *belt* dengan *bias cut* 0.5 BW dengan temperatur *belt* saat pengujian panas 30°C, sedangkan hasil pengujian tarik terendah sebesar 24.04 MPa diperoleh dari sambungan *belt* dengan *bias cut* 0.2 BW dengan temperatur *belt* saat pengujian panas 60°C.

5.2 Saran

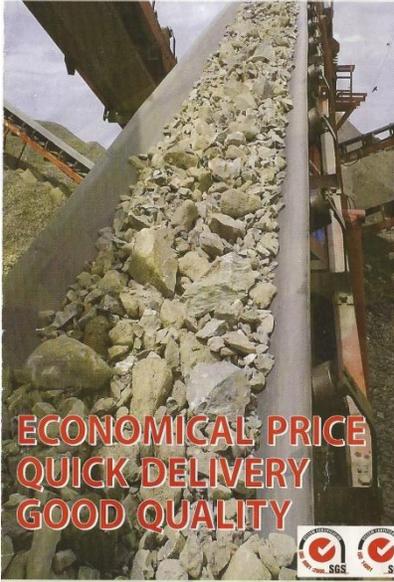
1. Dalam melakukan penyambungan *belt conveyor* dengan metode *cold splicing*, pastikan bahwa perlakuan untuk setiap spesimen yang akan diuji benar-benar sama.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk jenis *belt*, jenis lem, dan jumlah *ply* yang akan disambung dengan metode *cold splicing*.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM Organization. 2000. *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials¹ - ASTM D3039*, Annual Book of ASTM Standard. United States.
- Burchardt, B. R., dan P. W. Merz. 1979. *Elastic Bonding and Sealing in Industry*. University of Freiburg
- Ilyandi, Rifki. 2012. *Analisa Sambungan Belt Conveyor Pada Pabrik Semen*. Riau: Badan Penerbit Universitas Riau.
- Kopeliovich, Dr. Dmitri. 2014. *Fundamentals of adhesive bonding*. diperoleh dari http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=fundamentals_of_adhesive_bonding [4 April 2015].
- Margono. 2006. *Managemen Pemeliharaan dan Perawatan Mesin*. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Mouritz, A. P., dan A. G. Gibson. 2006. *Fire Properties of Polymer Composite Materials (Vol.143)*. Springer
- 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.
- Siregar, Fauzi. 2004. *Alat Transportasi Benda Padat*. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- SummA Learning Center. 2001. *Pengetahuan Dasar Rubber Splice*. Jakarta.
- SummA Learning Center. 2001. *Conveyor System Ops. & Maintenance*. Jakarta.

LAMPIRAN A. DOKUMENTASI

GREEN ARRY QB Conveyor Belt
Product of PT. Bando Indonesia



**ECONOMICAL PRICE
QUICK DELIVERY
GOOD QUALITY**

Marketing Office :
Wisma Hayam Wuruk Lantai 6, Suite 600
Jl. Hayam Wuruk No. 8 Jakarta 10120
Telp. 021-3517590 (Hunting)

Fax. 021-3517591
Email: conveyor.div@bandaindonesia.com
Home Page: http://www.bandaindonesia.com

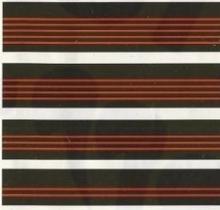
SGS

GREEN ARRY QB Conveyor Belt
Product of PT. Bando Indonesia

As the pioneer in manufacturing conveyor belt in Indonesia, we always commit ourselves to customer satisfaction. In order to meet the rapidly growing demand in the field of bulk handling conveyor belt, we now produce a new brand "Green Carry QB Conveyor Belt" with reliable quality.

TYPE OF CONVEYOR BELT

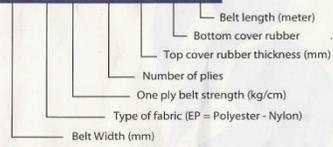
Cut Edge Type



5 ply
4 ply
3 ply
2 ply

SIZE CODE

600 x EP-100 x 3P x 3.0 x 1.5 x 200



Belt length (meter)
Bottom cover rubber
Top cover rubber thickness (mm)
Number of plies
One ply belt strength (kg/cm)
Type of fabric (EP = Polyester - Nylon)
Belt Width (mm)

GREEN ARRY QB Conveyor Belt
Product of PT. Bando Indonesia

GREEN CARRY QB BELT APPLICATIONS

Used for conveying wide range of material such as clay, sand, stone, coal and other materials as long as not contained oil, acid, alkali and high temperature.

PROPERTIES OF CANVAS

Item		Canvas	
		EP-100	EP-200
Tensile strength (Min.)	kg/cm/ply	100	200
Elongation at break (Min.)	%	10	10
Approx. gouge / ply with skim coat	mm	1.0	1.3

CANVAS PERFORMANCE

Carcass	Features & Service Condition
EP	Short take-up travel
	Heavy duty
Polyester - Nylon	Deep trough
	High tension
	High speed
	long span
	Tear resistant
	Impact resistant
	Complete moisture & mildew protection

GREEN ARRY QB Conveyor Belt
Product of PT. Bando Indonesia

SUNPAT-S VULCANIZING MATERIAL AT AMBIENT TEMPERATURE

Application
Adhesive for cold splicing and repair of fabric reinforced conveyor belt at ambient temperature.

Features

- Shorter Curing Time
- High Peeling off Resistant
- Operational Efficiency is Increased

Belt can be in operation within two hours after splicing is completed (with ambient temperature 15° C to 35° C).

Increase operation efficiency with quick drying performance and high adhesiveness, eliminating problems such as mis-positioning. Finishing is also simple.

Product	Size	Spliceable belt size /set
Cement: SUNPAT-S#210	1 kg/can	One Join of a 750 mm wide four ply belt
Stiffening Agent SUNPAT-S#204	175 gr/bottle	

Applicable Conveyor Belt



MAXIMUM RANGE OF APPLICATION

Total tensile strength	Max. 1250 kg/cm
Fabric tensile strength	Max. 300 kg/cm/ply
Cover rubber thickness	0 - 6.5 mm

GREEN ARRY QB Conveyor Belt
Product of PT. Bando Indonesia

FLOW PROCESS STONE CRUSHER

Note : Capacity ± 30 TPH

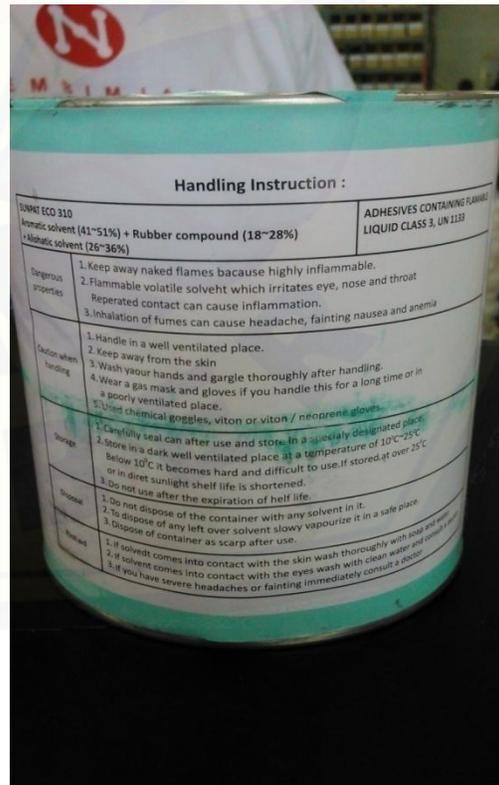
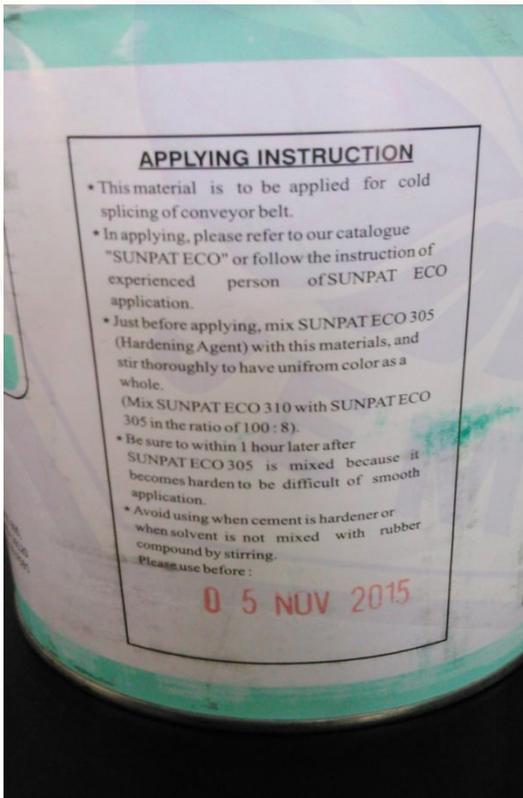
GREEN ARRY QB Conveyor Belt
Product of PT. Bando Indonesia

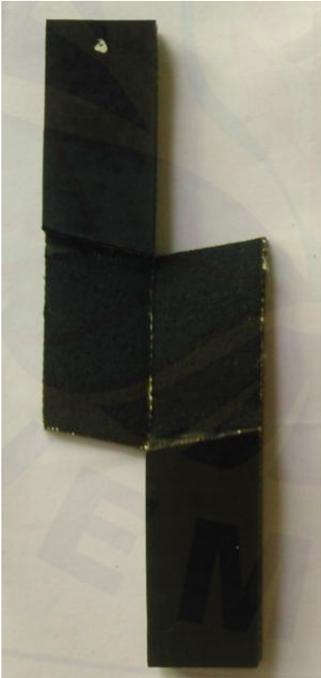
STANDARD SIZE AVAILABLE

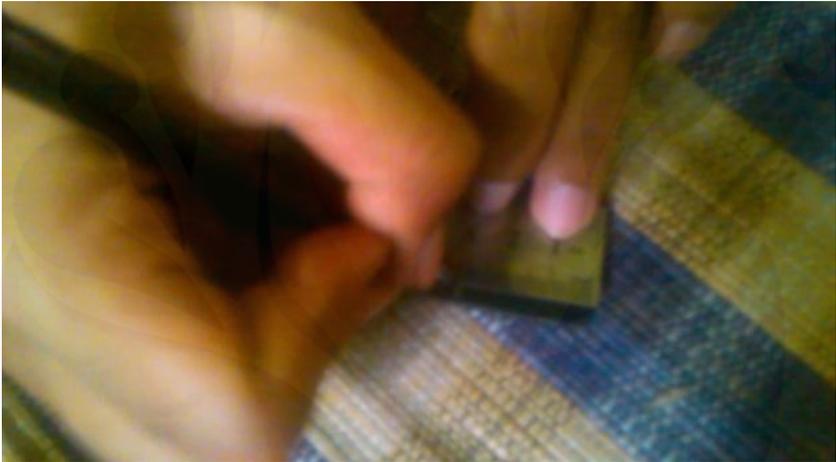
PLY	WIDTH	EP	TOP	BOTTOM
2 PLY	300 - 1200 mm	100	1.5 mm	1.5 mm
2 PLY	300 - 1200 mm	100	3.0 mm	1.5 mm
3 PLY	300 - 1200 mm	100	3.0 mm	1.5 mm
4 PLY	300 - 1200 mm	100	3.0 mm	2.0 mm
5 PLY	300 - 1200 mm	100	5.0 mm	2.0 mm

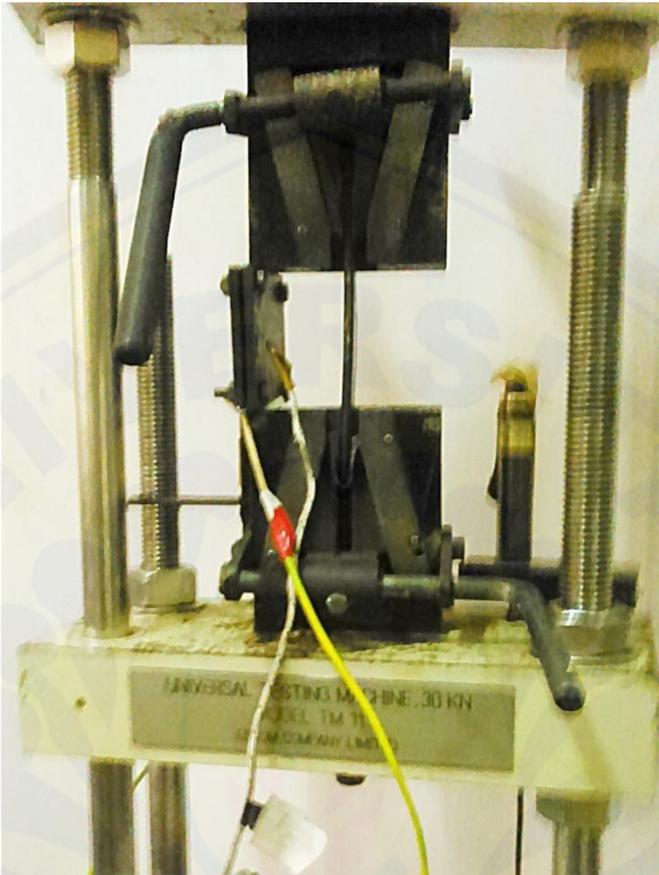
ORDER CAN BE CUSTOMIZED WITHIN THE FOLLOWING PARAMETER

1 Belt width	200 - 2200 mm
2 Belt length	Min. 30 meter
3 Top cover rubber thickness	0 - 10 mm
4 Bottom cover rubber thickness	0 - 10 mm
5 Overall thickness	5 - 26.5 mm.
6 Number of ply	1 - 5 ply
7 Belt strength	200 - 1000 kg/cm
8 Packing weight	20 ton max.
9 Diameter of roll	3.4 meter max.
10 Cover rubber	QB









LAMPIRAN B. PERHITUNGAN DATA

B.1 Perhitungan Kekuatan Tarik Sambungan *Belt Conveyor*

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A_0}$$

Keterangan: σ = Kekuatan Tarik (N/mm²)

F_{max} = Beban Maksimal (Kg)

A_0 = Luas Penampang (mm²)

1. Kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* dengan temperatur uji 30°C dan bias cut 0,2 BW

$$\text{Replikasi 1. } \sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3679,05}{125} = 31,06 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi 2. } \sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3412,38}{125} = 27,30 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi 3. } \sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3741,80}{125} = 29,93 \text{ N/mm}^2$$

2. Kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* dengan temperatur uji 30°C dan bias cut 0,3 BW

$$\text{Replikasi 1. } \sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3694,74}{125} = 29,56 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi 2. } \sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3977,10}{125} = 31,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi 3. } \sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3882,98}{125} = 31,06 \text{ N/mm}^2$$

3. Kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* dengan temperatur uji 30°C dan bias cut 0,5 BW

$$\text{Replikasi 1. } \sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{4306,52}{125} = 34,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi 2. } \sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{4400,64}{125} = 35,21 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi 3. } \sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{4118,28}{125} = 32,95 \text{ N/mm}^2$$

4. Kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* dengan temperatur uji 40°C dan *bias cut* 0,2 BW

$$\text{Replikasi 1.}\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3318,26}{125} = 26,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi 2.}\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3271,20}{125} = 26,17 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi 3.}\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3741,80}{125} = 29,93 \text{ N/mm}^2$$

5. Kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* dengan temperatur uji 40°C dan *bias cut* 0,3 BW

$$\text{Replikasi 1.}\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3553,56}{125} = 28,43 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi 2.}\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3788,86}{125} = 30,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi 3.}\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3600,62}{125} = 28,80 \text{ N/mm}^2$$

6. Kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* dengan temperatur uji 40°C dan *bias cut* 0,5 BW

$$\text{Replikasi 1.}\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3930,04}{125} = 31,44 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi 2.}\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3694,74}{125} = 29,56 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi 3.}\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3506,50}{125} = 28,05 \text{ N/mm}^2$$

7. Kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* dengan temperatur uji 60°C dan *bias cut* 0,2 BW

$$\text{Replikasi 1.}\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{2941,78}{125} = 23,53 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi 2.}\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{2894,72}{125} = 23,16 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi } 3.\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3177,08}{125} = 25,42 \text{ N/mm}^2$$

8. Kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* dengan temperatur uji 60°C dan *bias cut* 0,3 BW

$$\text{Replikasi } 1.\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3130,02}{125} = 25,04 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi } 2.\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3365,32}{125} = 26,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi } 3.\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3271,20}{125} = 26,17 \text{ N/mm}^2$$

9. Kekuatan tarik sambungan *belt conveyor* dengan temperatur uji 60°C dan *bias cut* 0,5 BW

$$\text{Replikasi } 1.\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3459,44}{125} = 27,68 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi } 2.\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3741,80}{125} = 29,93 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Replikasi } 3.\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} = \frac{3506,50}{125} = 28,05 \text{ N/mm}^2$$