

PEMILIHAN CRUSHER UNIT PADA MESIN PENGOLAH BOTOL PLASTIK MENJADI PARTIALLY ORIENTED YARN (POY) DENGAN METODE EKSTRUSI

Fransiska Karlentina Hapsari^{1*}, Ivan Christian Surya Putra² Yosi Fine Emanuela³, Titan Haddid Prasetya⁴, Yeremia Aji Pratiasno⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: fransiska.karlentina@atmi.ac.id

Abstrak

Mesin pengolah botol plastik menjadi partially oriented yarn (poy) dengan metode ekstrusi merupakan mesin untuk proses pengolahan botol plastik menjadi partially oriented yarn. Mesin ini memiliki tiga unit utama yaitu crusher unit, extrusion unit, dan spinning unit. Proses pengolahan botol plastik diawali dengan menghancurkan botol plastik menjadi komponen yang lebih kecil sehingga kemudian dapat diolah di extrusion unit untuk dipanaskan, dan terakhir di gulung di spinning unit. Crusher unit memerlukan input berupa botol plastik dengan material plastik PET yang sudah dibersihkan dari label dan dibuang tutupnya, dengan ukuran maksimal botol yaitu 1,5 liter. Output yang dihasilkan dari crusher unit berupa botol plastik yang sudah tercacah menjadi ukuran yang kecil – kecil, dan kemudian hasil cacahan tersebut langsung masuk ke unit ekstrusi untuk kemudian diolah. Crusher unit memerlukan komponen berupa motor sebagai penggerak utama, cutter untuk mencacah plastik, dan sistem transmisi untuk mentransmisikan putaran motor ke sistem crusher unit.

Kata kunci: *poy, crusher, botol plastik*

1. PENDAHULUAN

Umumnya bahan baku yang digunakan untuk industri tekstil masih didominasi serat kapas. Saat ini kebutuhan dan permintaan produk industri tekstil terus ada dan selalu meningkat, maka kebutuhan akan bahan baku untuk industri tekstil seperti kapas juga ikut meningkat. Berdasarkan data dari Direktorat Jendral Perkebunan pada tahun 2016-2020, produksi kapas di Indonesia justru menurun setiap tahunnya. Pada tahun 2017, Ketua Umum Asosiasi Pertekstilan Indonesia (API), Ade Sudrajat, mengatakan hampir 100% kapas untuk bahan baku industri tekstil di Indonesia tergantung impor karena produksi kapas lokal sendiri hanya memenuhi 4% kebutuhan tekstil nasional. Harga serat kapas semakin lama akan semakin meningkat dan bertambah mahal, padahal kebutuhan untuk bahan baku industri tekstil terus meningkat. Hal ini dapat dimanfaatkan sebagai sarana mengembangkan bahan baku lain untuk menggantikan serat kapas yaitu serat poliester.

Poliester adalah kategori polimer yang terdiri dari *Polyethylene Therephthalate (PET)*, yaitu polimer sintetik yang terbuat dari *PTA (Purified Therephthalic Acid)* dan *MEG (Mono Ethylene Glycol)*. Pada industri tekstil, biasanya poliester diolah menjadi benang poliester dan *fillamen*. Salah satunya adalah *Partially Oriented Yarn (POY)*.

Material *PET* sebagai bahan baku benang *POY* dijumpai di mana saja, contohnya di botol plastik air minum kemasan. Botol plastik tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk membuat benang *POY*. Biasanya pengolahan benang poliester menggunakan input *PET* berupa *chip* yang nanti akan dilelehkan dan diproses menjadi benang. Input yang berupa *PET* dapat digantikan dengan botol plastik yang memiliki bahan dasar sama.

Dengan menggunakan bahan baku botol plastik maka perlu unit yang berfungsi untuk menghancurkan botol plastik agar dapat diolah ke proses selanjutnya. Pemilihan *crusher unit* harus melalui tahapan yang tepat agar sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan guna untuk menyelesaikan kendala tersebut.

2. METODOLOGI

Proses penelitian ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1. Metode Penelitian

Metode yang dipergunakan dalam perancangan *crusher unit* jika dilihat dari jenis data dan analisisnya adalah kombinasi metode penelitian kuantitatif yang didahului dengan metode penelitian kualitatif. Alur pengerjaan mempertimbangkan unsur-unsur penelitian yang dibahas secara kualitatif untuk kemudian diubah menjadi kuantitatif dengan melibatkan scoring pada morfologi desain. Apabila dilihat dari tujuannya, maka morfologi desain merupakan metode yang paling tepat untuk menentukan pemilihan *crusher unit* pada mesin pengolah botol plastik menjadi *partially oriented yarn (poy)* dengan metode ekstrusi. Alat yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah laptop/PC yang sudah dilengkapi oleh *software microsoft word*. Bahan yang digunakan sebagai dasar dalam pemilihan *crusher unit* pada mesin pengolah botol plastik menjadi *partially oriented yarn (poy)* dengan metode ekstrusi adalah hasil studi pustaka.

2.2. Proses Penelitian

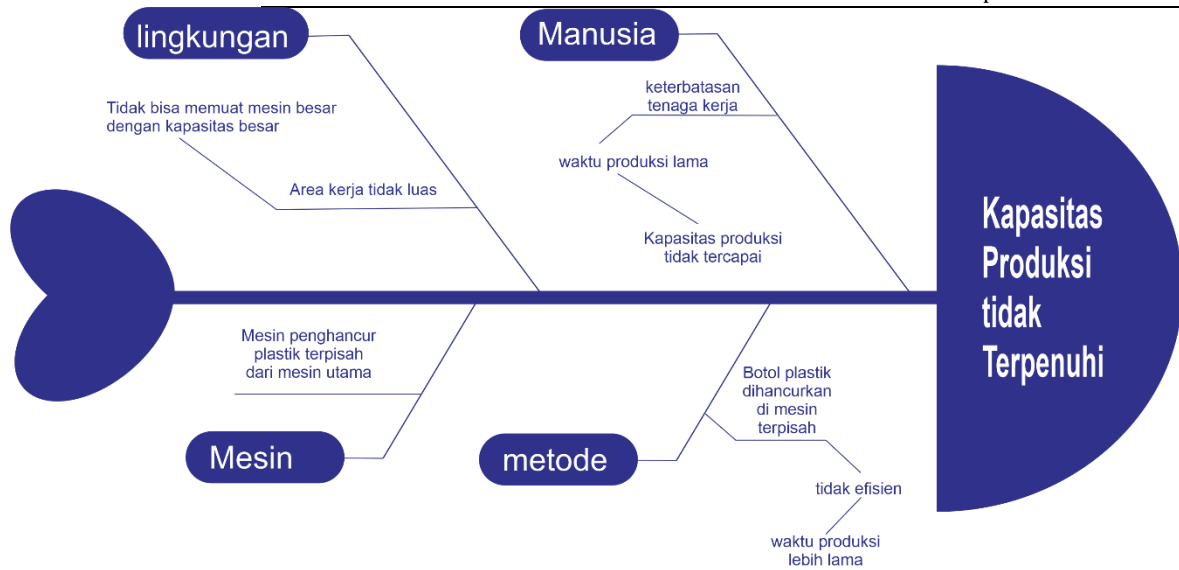
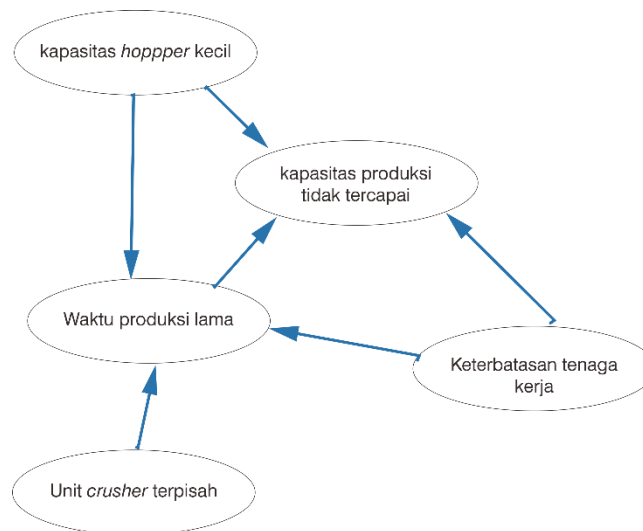
Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Proses Penelitian

2.2.1. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan untuk mengumpulkan data adalah dengan metode studi pustaka dan analisis permasalahan yang terjadi di masyarakat sehingga didapatkan berbagai data yang dapat dimasukkan kedalam batasan masalah dan identifikasi masalah. Selain dengan metode studi pustaka dan analisis data penelitian didapatkan dari jurnal penelitian sebelumnya dan kami juga mencari data – data pendukung berupa grafik waktu terurainya sampah plastik di laut, dan permintaan *partially oriented yarn* di Indonesia. Analisa sebab akibat dengan menggunakan metode *fishbone* dan diagram sebab akibat.

**Gambar 2. Fishbone****Gambar 3. Diagram Sebab Akibat**

Berdasarkan *fishbone* dan juga diagram sebab akibat di atas dapat disimpulkan bahwa pemilihan *crusher unit* pada mesin pengolah botol plastik menjadi *partially oriented yarn* dengan metode ekstrusi perlu dilakukan sehingga dapat mengatasi masalah yang ditemukan pada dua diagram diatas yaitu waktu produksi lama dan keterbatasan tenaga kerja.

2.2.2. Pembuatan Matriks Kebutuhan

Sebelum melakukan proses pemilihan komponen, beberapa data harus ditentukan keterkaitan antara satu dengan yang lain. Pada proses penentuan matriks kebutuhan, diperlukan beberapa data seperti *requirement list* yang didapatkan berdasarkan permintaan *customer*, *engineer characteristic* yang diperlukan untuk menjawab permintaan dari *customer*, dan matriks kebutuhan untuk menentukan hubungan antara *requirement list* dan *engineer characteristic*. Penentuan matriks kebutuhan akan dijelaskan di dalam hasil dan pembahasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan konsep *Crusher Unit* ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu pembuatan desain morfologi, deskripsi konsep, kriteria pembobotan, kriteria penilaian, dan penilaian ketiga buah konsep untuk mendapatkan sebuah konsep pemenang yang sesuai dengan kebutuhan.

3.1. Penentuan Matriks Kebutuhan

Matriks kebutuhan diawali dengan data *requirement list* yang didapatkan dengan metode analisis permasalahan di masyarakat beserta tingkat kepentingannya. *Requirement list* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Requirement list

No	Requirement List	TK
1	Desain <i>compact</i>	5
2	<i>Portable</i>	5
3	Tegangan listrik 220 v , 1300 W	4
4	<i>Easy to operate</i>	4
5	Kapasitas produksi 60 gulungan / hari	3
6	Jumlah operator maksimal 1 orang	3
7	Harga mesin dibawah Rp 70.000.000	3

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa *requirement list* yang memiliki nilai paling besar adalah desain *compact* dan *portable*, sedangkan *requirement list* yang memiliki nilai terkecil adalah kapasitas produksi 60 gulungan/hari, jumlah operator maksimal 1 orang dan harga mesin dibawah Rp. 70.000.000,00.

Tabel 2. Karakteristik Teknis

No	Karakteristik Teknis
1	Suhu <i>heater</i> (°C)
2	Dimensi maksimal mesin p x l x t (mm)
3	Berat mesin (kg)
4	Harga mesin (Rupiah)
5	Kecepatan putaran motor (rpm)
6	Daya <i>heater</i> (W)
7	Laju aliran (mm/s)
8	Waktu pemanasan (s)
9	Jarak antar unit (mm)

Setelah ditentukan karakteristik teknis, langkah selanjutnya yaitu merumuskan hubungan dari *requirement list* dengan karakteristik teknis pada tabel matriks kebutuhan. Tabel matriks hubungan kebutuhan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Matriks Hubungan Kebutuhan

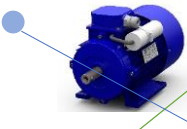
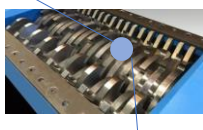
Requirement List	Tingkat Kepentingan	Engineering Characteristic									
		Suhu heater (C)	Dimensi maksimal mesin p x l x t (mm)	Berat mesin (kg)	Harga mesin (Rupiah)	Kecepatan putaran motor (rpm)	Daya heater (watt)	Daya motor (watt)	waktu pemanasan (s)	jarak antar unit (mm)	laju aliran (mm/s)
Desain compact	5		○	○	○					○	
Portability	5		○	○	□					○	
Tegangan listrik 220 v	4	□			△	△	□	□	□		
Easy to operate	4		□	□	○					□	
Kapasitas Produksi 60 gulung/hari	3	□			△	○	△	△	○	△	○
Jumlah operator maksimal 1	3		○							○	
Harga mesin dibawah Rp. 70.000.000,00	2	△	□	□	○		○	○	□		
Total		9	35	26	33	10	14	14	17	32	9
Persentase Kepentingan (%)		4.52	17.59	13.07	16.58	5.03	7.04	7.04	8.54	16.08	4.52
											100

Berdasarkan tabel 3 dapat disimpulkan bahwa penentuan dimensi maksimal mesin (mm) dan harga mesin merupakan kriteria paling penting untuk membuat mesin pengolah botol plastik menjadi *partially oriented yarn* dengan metode ekstrusi.

3.2. Perancangan Konsep Crusher Unit

Desain morfologi unit ini akan berisikan tentang bagaimana proses pembentukan *crusher unit* dengan metode kualitatif. Tabel desain morfologi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Desain Morfologi Crusher Unit

Unit Crusher				
No	Subfungsi	Konsep		
1	Penggerak	Motor induksi	Motor induksi + brake	
				
2	Tipe pisau crusher	Claw Cutter	Crusher kuku macan	Slice Cutter
				
3	Transmisi	Timing Belt	Timing Belt	V-Pulley
				
		Konsep A	Konsep B	Konsep C

Konsep yang dihasilkan pada tabel 4 dinyatakan dalam garis berhubungan dimana konsep A digambarkan dengan garis berwarna hijau, konsep B dinyatakan dengan garis berwarna biru, dan konsep C dinyatakan dengan garis berwarna merah.

3.3. Penilaian Konsep *Crusher Unit*

Penilaian konsep sistem *Crusher Unit* ini dilakukan dalam 3 tahap, yaitu perhitungan kriteria pembobotan, penentuan kriteria penilaian, dan penilaian ketiga konsep.

1. Pembobotan Faktor Penilaian

Pembobotan faktor penilaian dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pembobotan Faktor Penilaian *Crusher Unit*

Unit crusher				
Kriteria Pembobotan	Dimensi Unit	Hasil Crusher	Kemudahan maintenance	Kemudahan assembly
Dimensi unit	1	2	2	1
Hasil crusher	0	1	0	1
Kemudahan maintenance	0	2	1	1
kemudahan assembly	1	1	1	1
Total	2	6	4	4
Bobot	0.3	1	1	0.7

Kesimpulan dari tabel 5 adalah hasil *crusher* merupakan faktor penilaian yang paling penting.

2. Kriteria Penilaian

Kriteria penilaian konsep diisi dengan mempertimbangkan spesifikasi teknis, *requirement list*, dan standar yang berlaku sehingga kriteria dapat dicantumkan. Kriteria yang baik adalah kriteria yang objektif dan sesuai dengan kondisi yang sesungguhnya. Kriteria penilaian konsep *Crusher Unit* dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Kriteria Penilaian *Crusher Unit*

Unit Crusher						
No	Kriteria	Nilai				
		5	4	3	2	1
1	Dimensi unit	panjang = 0,2-0,3 lebar = 0,1-0,2 tinggi = 01-0,2	panjang = 0,3-0,4 lebar = 0,2-0,3 tinggi = 0,2-0,3	panjang = 0,4-0,5 lebar = 0,3-0,4 tinggi = 0,3-0,4	panjang = 0,5-0,6 lebar = 0,4-0,5 tinggi = 0,4-0,5	panjang = 0,6-0,7 lebar = 0,5-0,6 tinggi = 0,5-0,6
2	Hasil crusher	10-15mm	15-20mm	20-25mm	25-30mm	>35mm
3	Kemudahan Maintenance	standart part sangat mudah ditemukan, tidak perlu alat bantu dan alat khusus	standard part, mudah ditemukan, butuh alat bantu, tidak butuh alat khusus	perlu orang ahli, standart part cukup mudah ditemukan, butuh alat bantu, butuh alat khusus	perlu orang ahli, standart part cukup sulit ditemukan, butuh alat bantu, butuh alat khusus	perlu orang ahli, standart part sangat sulit ditemukan, butuh alat bantu, butuh alat khusus
4	kemudahan assembly	jumlah komponen <20, t assy < 2jam	jumlah komponen 20-30, t assy 2 - 3 jam	jumlah komponen 30-40, t assy 3-4 jam	jumlah komponen 40-50, t assy 3-4 jam	jumlah komponen 50-60, t assy >4 jam

Kesimpulan dari tabel 6 untuk menentukan besarnya nilai dari konsep unit *crusher* berdasarkan penjabaran dari tiap kriteria dari tiap nilai.

3.4. Penilaian Konsep

Penilaian konsep *Crusher Unit* berisi faktor penilaian, bobot penilaian, nilai konsep, dan nilai total konsep. Penilaian konsep *crusher unit* dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Penilaian Konsep *Crusher Unit*

Unit Crusher							
Kriteria	Bobot	Konsep A		Konsep B		Konsep C	
		Nilai	Nilai x Bobot	Nilai	Nilai x Bobot	Nilai	Nilai x Bobot
Dimensi unit	0.3	3	0.9	3	0.9	5	1.5
Hasil <i>crusher</i>	1	3	3	5	5	2	2
Kemudahan <i>Assembly</i>	0.5	2	1	3	1.5	3	1.5
Kemudahan <i>Maintenance</i>	0.7	2	1.4	2	1.4	4	2.8
Total	2.5	10	6.3	13	8.8	14	7.8
Ranking		3		1		2	

Pada konsep A ini menggunakan motor induksi *with brake* dengan sistem transmisi *chain sprocket*, menggunakan pisau *crusher* dengan tipe *claw cutter*. Konsep A ini memiliki kelebihan tidak selip karena menggunakan transmisi *timing belt*, *claw cutter* lebih kuat untuk material yang keras, dan lebih *safety* menggunakan motor induksi *with brake* karena jika motor dimatikan, langsung berhenti. Kelemahan dari konsep A ukuran hasil pencacahan *claw cutter* yang relatif besar, harga motor induksi *with brake* yang lebih mahal dari motor induksi tanpa *brake* dan perawatan dari *chain sprocket* yang harus pelumasan secara berkala.

Pada konsep B ini menggunakan motor induksi dengan sistem transmisi *timing belt* dan menggunakan pisau *crusher* dengan jenis kuku macan. Konsep B ini memiliki kelebihan hasil dari *crusher* yang sudah berukuran kecil karena menggunakan *crusher* kuku macan, kemungkinan selip sedikit dan perawatan yang mudah menggunakan *timing belt* karena kemungkinan aus sangat sedikit, dan menggunakan motor induksi dengan harga yang lebih murah dibandingkan dengan motor induksi *with brake*. Kelemahan dari konsep B ini adalah harga dari *timing belt* yang cukup mahal.

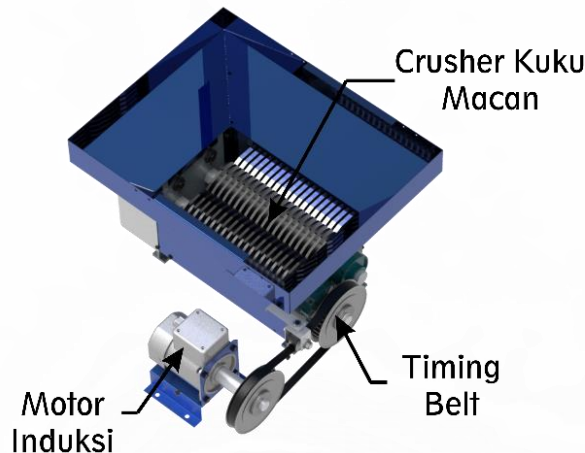
Pada konsep C ini menggunakan motor induksi *with brake* dengan sistem transmisi *v-pulley* dan menggunakan pisau *crusher* dengan jenis *slice cutter*. Konsep C ini memiliki kelebihan hasil dari *crusher* yang berbentuk pipih memanjang karena menggunakan model *slice cutter*, harga ekonomis karena menggunakan sistem transmisi *v-pulley* dan lebih *safety* menggunakan motor induksi *with brake* karena jika motor dimatikan langsung berhenti. Kelemahan dari konsep C ini adalah kemungkinan terjadinya selip karena menggunakan sistem transmisi *v-pulley*, harga yang cukup mahal karena menggunakan motor induksi *with brake*.

Berdasarkan tabel 7, dapat disimpulkan bahwa konsep B menjadi konsep pemenang *crusher unit* karena memenuhi ketentuan kriteria penilaian dengan total nilai sebesar 8,8.

3.5. Deskripsi Konsep *Crusher Unit*

Crusher Unit adalah unit yang berfungsi untuk menghancurkan botol plastik sebelum masuk ke *extrusion unit* pada mesin pengolah botol plastik menjadi *partially oriented yarn* dengan metode ekstrusi. Unit ini memerlukan *input* berupa botol plastik dengan material *PET* yang sudah dibersihkan dari label dan dilepas tutupnya. *Output* yang dihasilkan *crusher unit* berupa botol plastik yang sudah tercacah menjadi lebih kecil. Putaran utama yang digunakan

untuk menggerakkan poros menggunakan motor induksi AC. Penjelasan konsep *crusher unit* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Crusher Unit

Berdasarkan gambar 4 dapat disimpulkan bahwa *crusher unit* menggunakan penggerak dari motor induksi yang ditransmisikan menggunakan *timing belt* dan *timing pulley* untuk menggerakkan *shaft* yang memutar *cutter* untuk memotong botol plastik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan proses pemilihan *crusher unit* pada mesin pengolah botol plastik menjadi *partially oriented yarn* dengan metode ekstrusi yang menggunakan kotak morfologi didapatkan rancangan mesin dengan mekanisme yang paling sesuai yaitu menggunakan rancangan model konsep B dimana didalam rancangan tersebut menggunakan mekanisme pemenang hasil olah kotak morfologi yaitu mekanisme *timing belt* untuk menggerakkan *shaft* untuk memutar *cutter*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianto, Fernandi Rian. ***Pra Rancangan Benang POY 165/96 SDC Dengan Kapasitas 8000 Ton/Tahun***. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, 2018.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. ***Produksi Kapas Menurut Provinsi di Indonesia, 2017-2021***. Diakses dari // www.pertanian.go.id/ 31 oktober 2020.
- Firmansyah Burlan, Irsyadi Yani, Ivfransyah, Joshua Arie S. ***Rancang Bangun Alat Penghancur Sampah Botol Plastik Kapasitas ±33 Kg/Jam***. Seminar Nasional Teknoka, Universitas Sriwijaya, 2019
- Fransiska Karlentina Hapsari, Galig Firdawan Bhakti, Daniel Mustika Dewantoro. ***Pemilihan Mekanisme Unit Penggulungan Coil Pada Perancangan Winding Coil Machine***. Jurnal, Politeknik ATMI Surakarta, 2020.
- Ivan Christian Surya Putra, Renate Averia Hanarindi, Aldebaran Fernanda Octavian, Dimatheo Audiazatama Brata L. ***Pemilihan Stretching Unit Pada Mesin Hollow Type Polyester Staple Fiber***. Jurnal, Politeknik ATMI Surakarta, 2020.
- Muhammad Idris. ***RI Tergantung Kapas Impor***. Diakses dari // www.finance.detik.com/industri/ 1 November 2020