

PEMILIHAN STRETCHING UNIT PADA MESIN HOLLOW TYPE POLYESTER STAPLE FIBER**Ivan Christian Surya Putra¹, Renate Averia Hanarindi², Aldebaran Fernanda Octavian³,
Dimatheo Audiazatama Brata L⁴**^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: ivan.christian@atmi.ac.id

Abstrak

Hollow Type Polyester Staple Fiber adalah salah satu produk dacron setengah jadi yang dihasilkan dari serat polyester yang diproses dengan pemintalan leleh dan berasal dari serat filamen panjang atau continuous filament, serat filamen yang digunakan memiliki kekuatan yang rendah dengan presentase mulur yang sangat tinggi. Mesin hollow type polyester staple fiber memiliki unit utama yaitu Stretching unit. Stretching unit memerlukan input berupa filamen plastik jenis PET yang kemudian mengeluarkan output berupa filamen yang sudah mengalami proses stretching. Proses stretching membuat filamen menjadi lebih tipis dan panjang sehingga sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Stretching unit membutuhkan motor induksi dengan spesifikasi daya motor yaitu output sebesar 75 Kw dengan putaran 1480 rpm. Proses unit drafting mesin hollow type polyester staple fiber adalah operator menarik filamen menuju proses terakhir (crimper) secara manual, setelah proses tersebut proses mesin dimulai, kemudian unit crimper on (manual). Langkah selanjutnya yaitu stretching 1, stretching 2, stretching 3 mulai beroperasi dilanjutkan dengan steam box, unit stacking, dan juga crimper otomatis. Langkah terakhir adalah bagian output yaitu keluarnya produk hollow type polyester staple fiber kemudian operator mengambil dengan manual dan proses berakhir. Pemilihan desain morfologi stretching unit adalah tentang bagaimana filamen ditarik sehingga bertambah panjang karena mendapat gaya tarik. Pemilihan stretching unit meliputi penggerak, transmisi penyalur, material roller, pelumas, jumlah roller.

Kata kunci: *Crimper, filamen, hollow type, plastik PET, stretching*

1. PENDAHULUAN

Saat ini plastik menjadi isu global terkait dengan penggunaan dalam jumlah yang besar dan dalam berbagai jenis produk. Seiring dengan perkembangan teknologi kebutuhan plastik terus meningkat sehingga memberikan dampak terhadap penumpukan sampah plastik yang semakin banyak dan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Jumlah limbah plastik terus bertambah yang disebabkan oleh sifat-sifat yang dimiliki oleh plastik, antara lain tidak dapat membusuk, tidak terurai secara alami (non-biodegradable), tidak dapat menyerap air, maupun tidak dapat berkarat. sampah botol plastik yang berada dilautan baru akan terurai dengan sempurna setelah 450 tahun. ekosistem laut akan terganggu dengan adanya tumpukan sampah botol plastik.

Salah satu perusahaan yang membuat *hollow type polyester staple fiber* ini memproduksi sesuai dengan prosedur dan tahap-tahap yang sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP). Sistem yang digunakan sudah menggunakan mesin dengan kapasitas produksi hanya 25 ton/hari. Proses yang berlangsung di industri *customer* ditemukan beberapa kendala yang muncul selama proses produksi yang ada antara lain; kapasitas produksi mesin sudah maksimal (25 ton/hari), fillamen putus, kemudian tersangkut pada *roll stretcher*, dan kapasitas produksi yang belum mencapai target (30 ton/hari). Produktivitas pembuatan *hollow type polyester staple fiber* sangat bergantung pada faktor tersebut, maka diperlukan mesin yang mampu meningkatkan produktivitas proses tersebut.

Salah satu kendala yang terjadi pada mesin *Hollow type polyester staple fiber* adalah filamen putus, kemudian tersangkut pada *roll stretcher*, sehingga pemilihan *stretching unit*

harus melalui tahapan yang tepat agar masalah tersebut dapat teratasi. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan guna untuk menyelesaikan kendala tersebut.

2. METODOLOGI

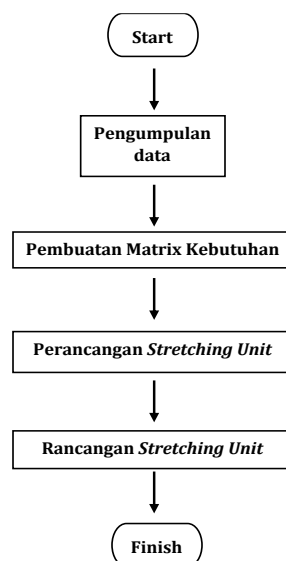
Proses penelitian ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai pelengkap dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1. Metode Penelitian

Metode yang dipergunakan dalam perancangan *stretching unit* ini jika dilihat dari jenis data 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 *stretching unit* pada mesin *hollow type polyester staple fiber*. Alat yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah laptop/PC yang sudah dilengkapi oleh *software microsoft word*. Bahan yang digunakan sebagai dasar dalam pemilihan *stretching unit* pada mesin *hollow type polyester staple fiber* adalah hasil wawancara dengan *customer*.

2.2. Proses Penelitian

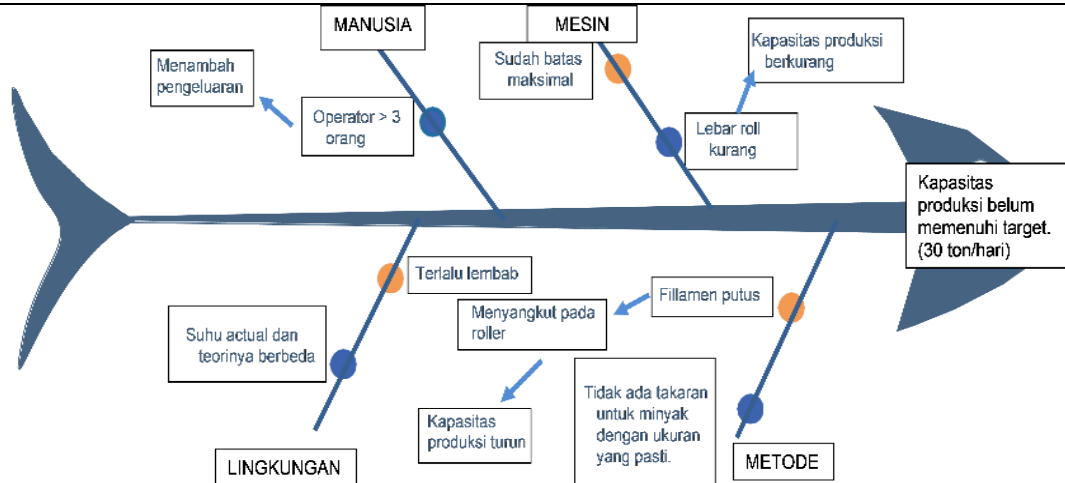
Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 1.



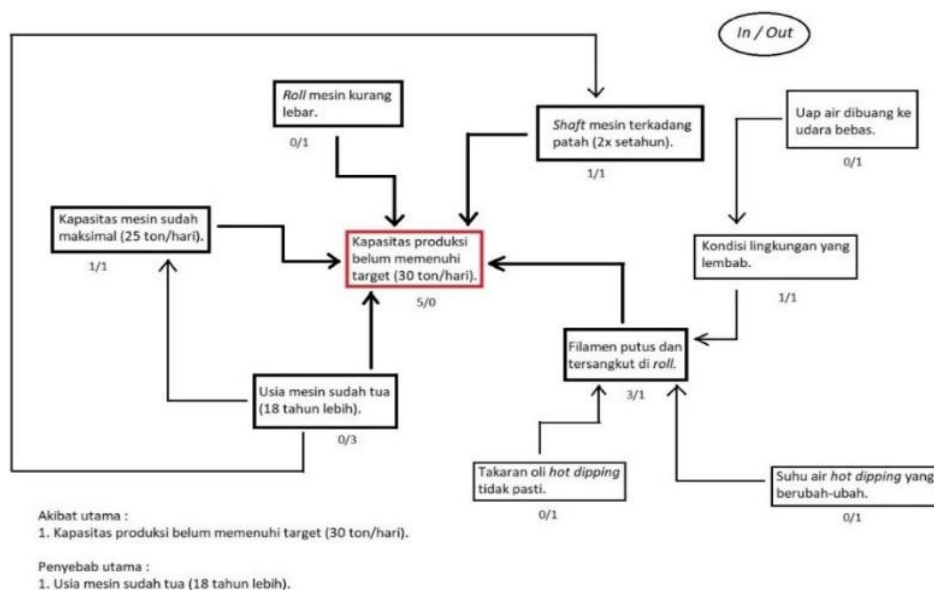
Gambar 1. *Flowchart Proses Penelitian*

2.2.1. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan untuk mengumpulkan data adalah dengan metode wawancara dengan *customer* sehingga didapatkan berbagai data yang dapat dimasukkan kedalam batasan masalah dan identifikasi masalah. Selain wawancara dengan *customer* kami juga mencari jurnal dan data - data pendukung berupa grafik waktu terurainya sampah plastik di laut, permintaan *hollow type polyester staple fiber* 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 *stretching* unit pada mesin *hollow type polyester staple fiber* perlu dilakukan sehingga dapat mengatasi masalah yang ditemukan pada dua diagram diatas yaitu filamen putus kemudian menyangkut pada *roller*.

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 didalam hasil dan pembahasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan konsep *Stretching 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

Tabel 1. Requirement list

No	Requirement List	Tingkat Kepentingan
1	Kapasitas produksi minimal 30 ton/hari	5
2	Input merupakan filamen plastik PET	5
3	Output siap masuk ke proses <i>drying</i>	5
4	Air <i>hot dipping</i> tidak mudah tumpah	3
5	Layout ruangan 20 x 5 x 4 m (p x l x t)	3
6	Material mesin tahan korosi dan panas suhu lebih dari 120°C	3
7	Harga mesin diusahakan kurang dari Rp. 600.000.000	2
8	Jumlah operator ≤ 2	2
9	Warna mesin biru tua	1

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa *requirement list* yang memiliki nilai paling besar adalah kapasitas produksi minimal 30 ton/hari, *input* merupakan filamen plastik PET, dan *output* siap masuk ke proses *drying*, sedangkan *requirement list* yang memiliki nilai terkecil adalah warna mesin biru tua (R=0 ; G=0 ; B=205). Dalam mencapai permintaan tersebut maka dibuatlah rumusan akan solusinya.

Tabel 2. Karakteristik Teknis

No	Karakteristik Teknis
1	Penentuan panjang <i>roll</i> mesin (mm)
2	Material bak <i>hot dipping</i> tahan panas dan korosi
3	Warna biru tua diambil berdasarkan RGB
4	Menggunakan <i>control panel</i>
5	Wadah untuk material <i>input</i>
6	Volume air (liter)
7	Layout ruangan (m)
8	Pemindahan ke proses selanjutnya
9	Suhu uap air (°C)

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







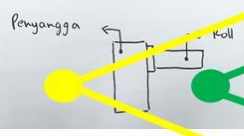
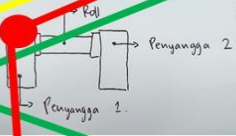






Tingkat Kepentingan		Karakteristik Teknis								
		Penentuan panjang <i>roll</i> mesin (mm)	Material bak <i>hot dipping</i> stainless steel	Warna biru tua (R=0 ; G=0 ; B=205)	Single <i>control panel</i>	Tempat menampung <i>input</i> (<i>crail</i>)	Volume air (liter)	Layout ruangan (m)	Pemindahan ke proses selanjutnya menggunakan	Suhu uap air (°C)
5	kapasitas produksi minimal 30 ton/hari	●				○				
5	<i>input</i> filamen plastik PET					●				
5	Output siap masuk proses <i>drying</i>							●		
3	Air <i>hot dipping</i> tidak mudah tumpah					●				
3	Layout ruangan 20 x 5 x 4 m (p x l x t)	●				○	○	●	○	
3	Jumlah operator ≤ 2		●	○						●
2	Harga mesin kurang dari 600 jt rupiah	●	●	●	▽			▽		○
2	Material mesin tahan korosi dan panas suhu lebih dari 120 °C				●					
1	Warna mesin biru tua (R=0; G=0; B=205)		▽	●						
Kepentingan Absolut		15	11	13	6	11	8	6	8	8
Kepentingan Relatif (%)		17,4%	12,8%	15,1%	7%	12,8%	9,3%	7%	9,3%	9,3%

Gambar 4. Matriks Hubungan Kebutuhan

Berdasarkan gambar diatas dapat disimpulkan bahwa penentuan panjang roll mesin(mm) merupakan hal yang paling penting karena merupakan salah satu usaha agar kapasitas produksi mencapai 30 ton/hari.

3.2. Perancangan Konsep *Stretching Unit*

Desain morfologi *unit* ini akan berisikan tentang bagaimana proses pembentukan *Stretching Unit*, mekanise penggerak *roller* agar dapat berputar sesuai yang diinginkan.

<i>Stretching Unit</i>	1	2	3
Motor <i>Stretching Unit</i>	Nanfang Motor 90 kW (19,9 Jt) 	Guomao Motor 90 kW (18,4 Jt) 	Julante Motor 90 kW (19,7 Jt) 
Sistem Transmisi <i>Stretching Unit</i>	Roda Gigi 	Pulley & Belt 	Chain & Sprocket 
Sistem Penyangga Roll <i>Stretching Unit</i>	Single Side Flange Shaft 	Dual Side Flange Shaft 	
Material Roll <i>Stretching Unit</i>	Martensitic Stainless Steel 	Ferritic Stainless Steel 	Austenitic Stainless Steel 
Sistem Pelumasan <i>Stretching Unit</i>	Celup 	Oil Pump 	Spray 
	Konsep 1 Konsep 3		Konsep 2

Gambar 5. Desain Morfologi *Stretching Unit*

Konsep yang dihasilkan pada desain morfologi diatas dinyatakan dalam garis berhubungan dimana konsep 1 digambarkan dengan garis berwarna merah, konsep 2 dengan garis berwarna kuning, dan konsep 3 dinyatakan dengan garis berwarna hijau.

3.3. Penilaian Konsep *Stretching Unit*

Penilaian konsepsistem *Stretching 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 gambar dibawah ini.

Tabel 3. Pembobotan Faktor Penilaian *Stretching Unit*

Kriteria Pembobotan	Kriteria Pembobotan					
	Harga <i>Stretching Unit</i>	Kemudahan <i>Maintenance</i> komponen	Kemudahan pengaturan <i>input</i>	Keamanan konstruksi	<i>Durability</i> konstruksi	<i>Material tahan korosi</i> putaran RPM konstan
Harga <i>Stretching Unit</i>	1	2	2	2	2	2
Kemudahan <i>Maintenance</i> komponen	2	1	0	1	1	1
Kemudahan pengaturan <i>input</i>	0	2	1	1	2	0
Keamanan konstruksi	1	0	0	1	2	1
<i>Durability</i> konstruksi	0	0	0	0	1	1
<i>Material tahan korosi</i> putaran RPM konstan	0	0	0	0	1	1
Total	4	6	4	7	9	7
Bobot	0,4	0,6	0,5	0,8	1	0,6

2. Kriteria Penilaian

Kriteria penilaian konsep diisi dengan mempertimbangkan spesifikasi teknis, kebutuhan customer, dan standar yang berlaku sehingga kriteria dapat dicantumkan. Kriteria yang baik adalah kriteria yang objektif dan sesuai dengan kondisi yang sesungguhnya. Kriteria penilaian konsep *Stretching Unit* dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4. Kriteria Penilaian *Stretching Unit*

Faktor Penilaian	Kriteria Penilaian				
	5	4	3	2	1
1 Harga <i>Stretching Unit</i>	<80 jt	80-85jt	85-90jt	90-95jt	>95jt
2 Kemudahan <i>maintanance</i> komponen	tidak membutuhkan alat bantu dan alat khusus, dilakukan 1 orang	Tidak membutuhkan alat bantu dan alat khusus, dilakukan 2 orang	membutuhkan alat bantu tanpa alat khusus, dilakukan 2 orang	membutuhkan alat khusus tanpa alat bantu, dilakukan 2 orang	membutuhkan alat khusus dan alat bantu, dilakukan lebih dari 2 orang
3 kemudahan pengaturan <i>input</i>	dapat dilakukan 1 orang tanpa alat bantu, waktu <i>setting</i> kurang dari 30 menit	Dapat dilakukan 1 orang dengan alat bantu, waktu <i>setting</i> 30-45 menit	dapat dilakukan 2 orang tanpa alat bantu, waktu <i>setting</i> 45-60 menit	dapat dilakukan 2 orang dengan alat bantu, waktu <i>setting</i> 60-75 menit	dilakukan lebih dari 2 orang, waktu <i>setting</i> lebih dari 75 menit
4 keamanan konstruksi	aman menahan beban >300 kg	Aman menahan beban 100-300 kg	aman menahan beban 95-100kg	aman menahan beban 85-95 kg	aman menahan beban <85 kg
5 <i>durability</i> konstruksi	umur pakai rata-rata >10 tahun	Umur pakai rata-rata 8-10 tahun	Umur pakai rata-rata 6-10 tahun	umur pakai rata-rata 4-6 tahun	umur pakai rata-rata <4 tahun
6 putaran RPM	deviasi ± 5	Dev6 deviasi $\pm 5-7$	deviasi $\pm 7-9$	deviasi $\pm 9-12$	deviasi $\pm >12$

3.4. Penilaian Konsep

Penilaian konsep *stretching unit* berisi faktor penilaian, bobot penilaian, nilai konsep, dan total konsep.

Tabel 5. Kriteria Penilaian *Stretching Unit*

No.	Kriteria	Bobot	Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3	
			Nilai	Total	Nilai	Total	Nilai	Total
1	Harga <i>Stretching Unit</i>	0.4	4	1.6	4	1.6	3	1.2
2	Kemudahan <i>maintanace</i> komponen	0.6	3	1.8	4	2.4	5	3
3	Kemudahan pengaturan <i>input</i>	0.5	3	1.5	3	1.5	4	2
4	Keamanan Konstruksi	0.8	2	1.6	3	2.4	5	4
5	<i>Durability</i> konstruksi	1	5	5	5	5	5	5
6	Kecepatan putaran konstan	0.4	2	0.8	5	2	4	1.6
Total		3.7	19	11.5	24	15	26	16.8
Peringkat			3		2		1	

Pada konsep 1 proses penarikan pertama sistem penggerak menggunakan motor induksi yang ditransmisikan menggunakan rantai untuk menggerakkan *roller*. *Roller* tersebut digunakan untuk menarik dan menegangkan filamen plastik agar dapat membentuk profil dengan sistem pelumasan celup. Konsep 1 menggunakan *dual side flange shaft*. Kelebihan dari konsep 1 yaitu, konstruksi aman karena menggunakan *dual side flange shaft*. Kelemahan dari konsep 1 ini adalah harganya yang cukup mahal dan sulit dalam *maintenance* karena menggunakan 2 penyangga.

Konsep kedua terdiri dari motor induksi yang ditransmisikan menggunakan *chain and sprocket* untuk menggerakkan *roller* dengan pelumasan menggunakan *grease* yang dilakukan secara manual. Konsep 2 menggunakan penyangga *single side flange shaft*. Kelebihan dari konsep 2 adalah kemudahan dalam memasukkan *input* karena tidak terhalang oleh penyangga dan mudah dalam *maintenance*. Kelemahan dari konsep kedua ini adalah harga yang lebih mahal dan pelumasan yang dilakukan secara manual.

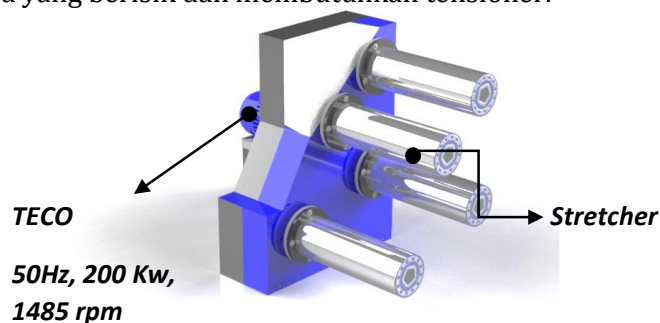
Konsep ketiga terdiri dari motor induksi yang ditransmisikan menggunakan *chain and sprocket* untuk menggerakkan *roller*. Konsep 3 menggunakan sistem pelumasan celup dengan penyangga *single side flange shaft*. Kelebihan konsep ini adalah harganya yang murah, mudah dalam memasukkan *input* dengan 1 kali pengisian pelumasan dan mudah dalam *maintenance*. Kelemahan yang dimiliki konsep 3 ini adalah suaranya yang berisik dan membutuhkan *tensioner*.

dapat disimpulkan bahwa konsep 3 terpilih menjadi konsep pemenang *stretching unit* karena memenuhi ketentuan kriteria penilaian dengan total nilai sebesar 16,8.

3.5 Deskripsi Konsep *Stretching Unit*

Stretching unit yang digunakan secara keseluruhan menggunakan otomasi sehingga proses ini dapat berjalan terus menerus tanpa adanya ketergantungan terhadap operator. *Stretching unit* adalah *unit* yang berfungsi untuk proses penarikan filamen supaya semakin panjang dan tipis. Perancangan konsep *stretching unit* merupakan konsep utama dari perancangan *unit drafting* mesin *hollow type polyester staple fiber*. *Output* yang keluar masih tetap sama seperti *input* yaitu berupa filamen, namun ukurannya menjadi lebih tipis dan lebih panjang. Putaran utama yang digunakan untuk menggerakkan poros menggunakan motor arus AC.

Stretching Unit menggunakan penggerak dari motor induksi yang ditransmisikan menggunakan *chain and sprocket* untuk menggerakkan *roller*. *Stretching Unit* menggunakan sistem pelumasan celup dengan penyangga *single side flange shaft*. *Stretching Unit* ini memiliki beberapa kelebihan antara lain proses permesinan lebih mudah, jangka perawatan motor lama, dan juga mudah dalam perawatan. *Stretching Unit* juga memiliki beberapa kekurangan antara lain suaranya yang berisik dan membutuhkan *tensioner*.



Gambar 8. *Stretching Unit*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan proses pemilihan *stretching unit* pada mesin *hollow type polyester staple fiber* yang menggunakan kotak morfologi didapatkan rancangan mesin dengan mekanisme yang paling tepat yaitu menggunakan rancangan model konsep 3 dimana didalam rancangan tersebut menggunakan mekanisme pemenang hasil olah kotak morfologi yaitu mekanisme

chain and sproket untuk menggerakkan *roller* yang secara ilmiah memiliki keunggulan proses permesinan lebih mudah, jangka perawatan motor lama, dan juga mudah dalam perawatan dan menjawab *requirement list* yaitu kapasitas produksi mencapai 30 ton/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Rian Fernandi, (2018). Serat Polyester (Yogyakarta). Diakses dari <https://dspace.uui.ac.id> 30 Mei 2020.
- Our World in Data, (2018). Decomposition rates of marine debris items. Diakses dari <https://ourworldindata.org> 26 Oktober 2019.
- Polyester benang synthetics (2016). Ppembuatan benang synthetics polyester. Diakses dari <https://www.bagi-bagiilmusunarta.com> 28 oktober 2019.
- Polyester staple (2018). Polyester staple fiber kualitas terbaik. Diakses dari <https://www.hiloninside.com> 1 November 2019.
- Pengaruh berat dacron (2014). Pengaruh berat dacron terhadap hasil jadi padded quilting pada top handle pouch (tas jinjing). Diakses dari <https://media.neliti.com> 3 November 2019.
- Lini produksi polyester staple fiber (2016). Lini produksi serat staple fullon lengkap. Diakses dari <https://indonesia.bestongroup.net> 10 November 2019.