



## PENINGKATAN UNJUK KERJA *TABLE TOP CHAIN CONVEYOR* DENGAN MENGUNAKAN *PRESSLESS COMBINER CONVEYOR*

Willyanto Anggono<sup>1)</sup>, Stefanus Ongkodjojo<sup>2)</sup>, Sonny Wijaya<sup>3)</sup>

Product Innovation and Development Centre Petra Christian University<sup>1,2,3)</sup>

Mechanical Engineering Petra Christian University<sup>1,2,3)</sup>

Jalan Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236

E-mail : [willy@petra.ac.id](mailto:willy@petra.ac.id)<sup>1)</sup>

### ABSTRAK

*Conveyor berasal dari kata “convoy” yang artinya berjalan bersama dalam suatu grup besar. Conveyor berfungsi mengangkut suatu barang dalam jumlah besar dan dapat mengatasi jarak yang diberikan. Conveyor telah banyak dipakai industri di seluruh dunia untuk menghemat waktu dalam mencapai jarak pengangkutan serta menghemat tenaga manusia. Table top chain conveyor adalah merupakan salah satu jenis chain conveyor yang banyak dipakai dalam industri minuman botol untuk pengisian botol minuman. Pressless combiner conveyor adalah conveyor yang dapat melakukan transfer produk dari multi lines conveyor (dalam penelitian ini digunakan 4 lines dengan kecepatan 12 meter/menit) menuju single line conveyor (dalam penelitian ini digunakan 1 line dengan kecepatan 40 meter/menit). Conveyor ini berfungsi untuk mengatur pengurangan tekanan yang disebabkan oleh rentetan produk (botol minuman) diatas conveyor akibat tumbukan antar produk yang terjadi akibat adanya penyempitan jalur produksi conveyor.*

*Permasalahan yang ditimbulkan dalam proses produksi pengisian botol minuman pada penelitian ini adalah jalur conveyor yang memasuki mesin filling hanya satu jalur saja sedangkan input pengisian botol minuman mempunyai 4 jalur (4 jalur produksi table top chain conveyor menjadi satu jalur produksi table top chain conveyor saja sehingga sering kali terjadi penyumbatan pada jalur conveyor.*

*Dalam penelitian ini, dirancang sebuah pressless combiner conveyor untuk mentransfer botol kosong pada industri minuman botol sehingga proses transfer akan berjalan dengan baik tanpa adanya gangguan bottleneck. Dengan adanya pressless combiner conveyor diharapkan dapat mengatasi permasalahan bottleneck yang ada serta dapat meningkatkan unjuk kerja table top chain conveyor dalam pengisian botol minuman.*

*Dalam penelitian ini digunakan tiga belas lines conveyor dengan kecepatan masing-masing yang berbeda, dimulai dari kecepatan masuk 12 m/menit pada line pertama, dan terus meningkat hingga kecepatan keluar 40 m/menit pada line terakhir. Dengan adanya penambahan pressless combiner conveyor dapat meningkatkan kapasitas produksi yang merupakan unjuk kerja table top chain conveyor yang semula mempunyai kapasitas produksi 10000 botol/jam menjadi 40000 botol/jam (meningkat 334 %)*

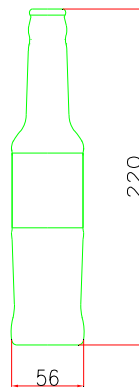
*Kata kunci: Pressless combiner conveyor, Table top chain conveyor, Bottleneck, Unjuk kerja*

### 1. Pendahuluan

*Conveyor berasal dari kata “convoy” yang artinya berjalan bersama dalam suatu grup besar. Conveyor berfungsi mengangkut suatu barang dalam jumlah besar dan dapat mengatasi jarak yang diberikan. Conveyor telah banyak dipakai industri di seluruh dunia untuk menghemat waktu dalam mencapai jarak pengangkutan serta menghemat tenaga manusia. Table top chain conveyor adalah merupakan salah satu jenis chain conveyor yang banyak dipakai dalam industri minuman botol untuk pengisian botol minuman. Pressless combiner conveyor adalah conveyor yang dapat melakukan transfer produk dari multi lines conveyor (dalam penelitian ini digunakan 4 lines dengan kecepatan 12 meter/menit) menuju single line conveyor*

*(dalam penelitian ini digunakan 1 line dengan kecepatan 40 meter/menit). Conveyor ini berfungsi untuk mengatur pengurangan tekanan yang disebabkan oleh rentetan produk (botol minuman) diatas conveyor akibat tumbukan antar produk yang terjadi akibat adanya penyempitan jalur produksi conveyor.*

*Permasalahan yang ditimbulkan dalam proses produksi pengisian botol minuman pada penelitian ini adalah jalur conveyor yang memasuki mesin filling hanya satu jalur saja sedangkan input pengisian botol minuman mempunyai 4 jalur (4 jalur produksi table top chain conveyor menjadi satu jalur produksi table top chain conveyor saja sehingga sering kali terjadi penyumbatan pada jalur conveyor.*



Gambar 1. Dimensi botol.

Produk/barang yang akan melewati *pressless combiner conveyor* adalah botol kosong dengan massa 310 gram terbuat dari material kaca. Botol kaca dalam kondisi kosong memiliki karakteristik menimbulkan level suara yang keras saat tumbukan, struktur botol yang lebih kuat, serta dapat diakumulasi. Karakteristik lain botol kaca ini terletak pada permukaan bawahnya yang cukup datar. Hal ini memberi keuntungan bahwa luas permukaan botol yang menyentuh *table top chain* cukup besar, sehingga memberi kestabilan yang bagus saat berjalan diatas *conveyor*. Kestabilan botol sangat penting mengingat dalam perancangan *pressless combiner conveyor*, botol tersebut akan sering mengalami transfer produk dari line satu ke line yang lain. Transfer produk inilah yang dinamakan *combiner*, yang berarti mentransfer produk dari *en masse* (massa banyak) menuju *single file* (satu line).

Material botol yang terbuat dari kaca juga memiliki karakteristik tersendiri, karena material kaca diyakini memiliki koefisien gesek yang cukup kecil. Hal ini penting mengingat pada saat botol tersebut berjalan diatas *conveyor*, akan sering terjadi kasus dimana kecepatan botol akan berkurang karena adanya penumpukan botol (*bottle neck*), sehingga menyebabkan permukaan dasar botol bergesekan dengan permukaan atas *table top chain*.

## 2. Kajian Pustaka

Sebelum mendesain suatu *conveyor*, hal pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui jenis atau macam benda yang akan melewati jalur *conveyor* yang dibuat. Hal ini sangat penting sekali mengingat perancangan *conveyor* mengikuti kondisi benda yang akan dipakai. Setelah mengetahui beberapa kondisi yang diperlukan, maka hal selanjutnya adalah menentukan *frame* atau dukungan untuk pemasangan *roller*.

Pemilihan *frame* bisa sangat bervariasi. Mulai dari *frame* berbahan besi atau baja hingga bahan yang paling ringan yaitu aluminium. Namun kebanyakan perancangan *conveyor* memakai *frame* dari besi.

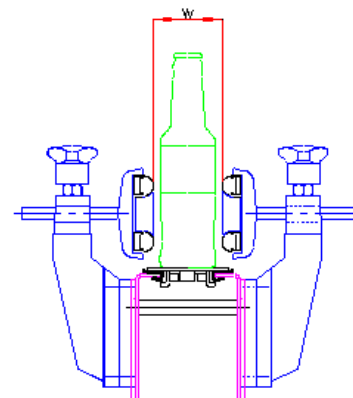
Alasannya adalah besi cukup kuat untuk menopang beban yang cukup besar, dan harga yang dipatok juga tidak terlalu mahal.

Alternatif lain adalah menggunakan *frame* dengan bahan aluminium. Bahan ini memiliki beberapa keunggulan yaitu rigid dan ringan. Namun untuk biasanya *frame* berbahan aluminium tidak dijual bebas. Kebanyakan *frame* aluminium bisa didapatkan melalui pemesanan khusus. Hal ini jelas tidak efisien mengingat harga yang cukup mahal serta penambahan waktu yang diperlukan dalam membuat *frame* aluminium.

Kemudian bentuk dari *frame* pun ada bermacam-macam. Dalam perancangan kali ini digunakan *frame* bentuk C berbahan besi dengan struktur tinggi 150mm dan lebar 50mm, dan ketebalan plat besi 2 mm serta panjang 8 m.

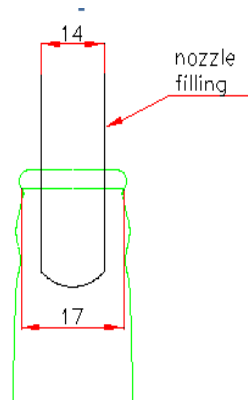
Komponen *table top chain* adalah komponen utama dalam perancangan dan pembuatan *conveyor* berbasis *table top*. Komponen ini memiliki banyak karakteristik serta material yang berbeda-beda. Sebagian besar *conveyor* berbasis *table top* banyak digunakan pada *conveyor-conveyor* untuk *food and beverage* dan *packaging* yang rata-rata kebanyakan berada didalam ruangan (*indoor conveyor*). Ketinggian botol kaca yang mencapai 220 mm memberikan permasalahan tersendiri terhadap pemilihan seberapa tinggi pagar (*guide rail*) yang akan digunakan. Untuk itu sebaiknya menggunakan komponen *guide rail* yang *adjustable* (*adjustable bracket*), sehingga dapat dicapai ketinggian *guide rail* yang diinginkan.

Dengan diameter botol sebesar 56 mm, maka *table top chain* yang akan digunakan minimal harus memiliki lebar tidak kurang dari diameter botol. Jika lebar *table top chain* lebih kecil dari diameter botol yang bersangkutan, maka beban botol yang dibawa serta luas permukaan botol tidak dapat ditahan sepenuhnya oleh *table top chain*. Akibatnya, dapat mengurangi koefisien gesek antara botol dengan *table top chain* yang bisa menimbulkan slip pada saat botol berjalan diatas *conveyor*.



Gambar 2. Lebar pagar (*guide rail*)

Seperti pada gambar diatas, fungsi dari pagar (*guide rail*) sendiri adalah mengatur jalannya botol pada *single line conveyor* agar berjalan konstan pada satu baris. Untuk itu, besarnya jarak pagar [w] tidak boleh melebihi  $1,5 \times$  diameter botol. Hal ini untuk mencegah supaya jalannya botol tidak beraturan yang bisa menyebabkan gesekan lebih besar antara botol dengan pagar (*guide rail*). Namun juga tidak disarankan untuk mendesain besarnya lebar pagar sama dengan diameter botol. Hal ini juga akan menyebabkan terjadinya gesekan secara kontinyu antara botol dengan pagar, yang juga akan membebani kinerja dari motor penggerak (*drive unit*). Pada *single line conveyor* sebelum memasuki mesin *filling*, besarnya jarak antar pagar sangat penting untuk menjaga agar botol kosong tetap pada jalur pengisian. Jika jarak pagar yang diberikan terlalu besar, maka akan menyebabkan botol berpindah jalur dan mengakibatkan *nozzle filling* tidak dapat masuk ke dalam mulut botol. Untuk itu diperlukan toleransi seberapa besar jarak pagar supaya *nozzle filling* dapat masuk ke dalam mulut botol. Diameter *nozzle filling* adalah 14 mm, sedangkan diameter mulut botol adalah 17 mm. Ruang kosong yang dihasilkan jika asumsi *nozzle filling* masuk tepat di tengah mulut botol adalah sebesar 1,5 mm untuk sisi kanan dan kiri.

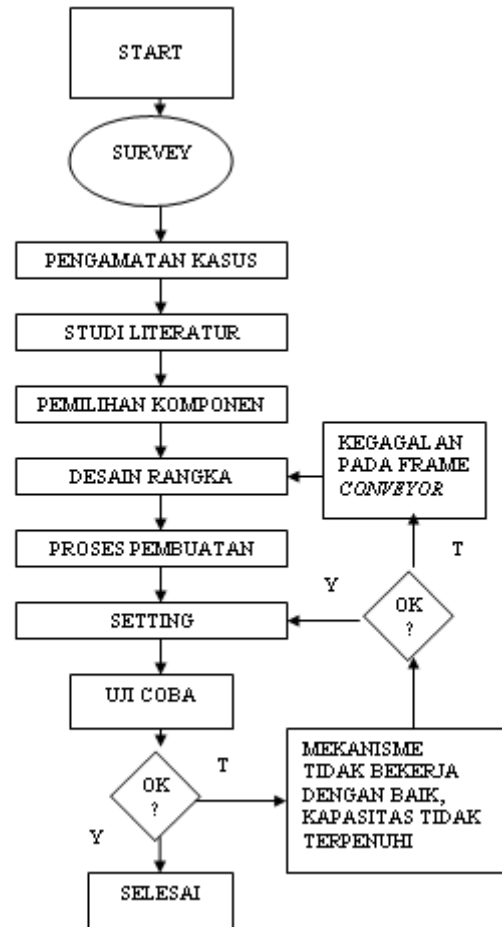


Gambar 3. *Nozzle filling*.

Dengan memberikan toleransi jarak pada tiap sisi kanan dan kiri mulut botol, dapat dipastikan *nozzle filling* masuk secara tepat kedalam mulut botol. Sehingga didapatkan toleransi jarak untuk menentukan seberapa besar jarak pagar yang optimal. Yaitu  $56 \text{ mm (diameter botol)} + 2 \text{ mm} = 58 \text{ mm}$ . Hasil optimal jarak pagar sebesar 58 mm akan dapat menjaga botol tetap pada jalur pengisian.

### 3. Metodologi Penelitian

Metodologi perencanaan yang dipakai adalah sebagai berikut:

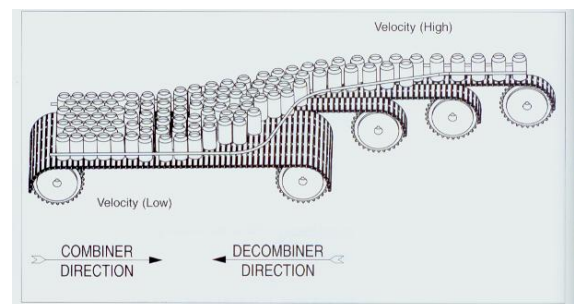


Gambar 4. Metodologi Penelitian

### 4. Hasil dan Pembahasan

Dalam merancang suatu bentuk desain *conveyor*, banyak faktor yang dapat dijadikan sebagai acuan dasar. Acuan dasar tersebut bisa berupa produk apa yang berjalan di atas *conveyor*, dimensi produk, besarnya tempat yang tersedia, kapasitas yang dibutuhkan dan lain sebagainya.

Dalam hal merancang suatu *pressless combiner conveyor*, hal penting yang perlu diperhatikan adalah besarnya percepatan yang diperlukan pada masing-masing line.



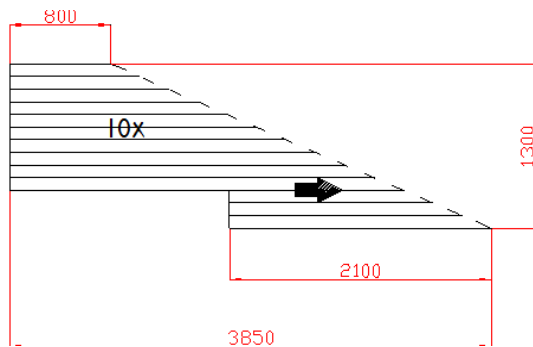
Gambar 5. *Combiner conveyor*  
(Sumber : *MatTop Engineering Manual*)

Pada gambar 5, dapat dilihat bahwa pada proses *combiner* dibutuhkan adanya percepatan dari *multi line* dengan massa banyak menuju *single line*. Percepatan ini akan memudahkan transfer produk dengan lebih baik serta menghindari terjadinya *bottle neck* pada jalur penyempitan. Bisa dilihat bahwa kecepatan pada *multi line* lebih rendah daripada kecepatan *single line* (*combiner*). Untuk itu, semakin banyak jumlah line yang bisa digunakan dalam pembuatan *combiner*, semakin baik dan lancar proses transfer produk yang bisa terjadi.

Jika jumlah line yang digunakan terlalu sedikit, maka beda kecepatan antar line akan besar sehingga dapat menyebabkan jalannya botol menjadi tidak seimbang. Pertimbangan lain dalam membuat desain *pressless combiner conveyor* kali ini adalah agar juga dapat berfungsi sebagai tempat penampungan (*accumulator*) botol sementara. Sehingga dimensi *conveyor* yang dibutuhkan haruslah memenuhi ketentuan akumulasi dari perusahaan yang bersangkutan. Waktu minimal akumulasi sementara adalah 1 menit produksi. Karena kapasitas produksi mencapai 40000 botol/jam, maka:

Kapasitas 1 menit produksi = 40000 botol/60 menit = 667 botol/menit.

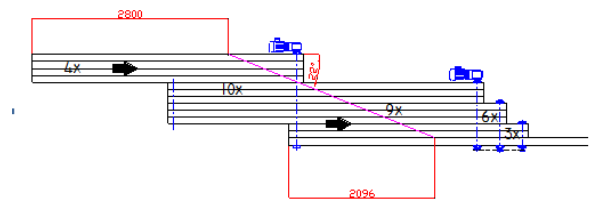
Sehingga diharapkan pada rancangan *pressless combiner* ini dapat memberikan ruang kosong yang cukup besar untuk menampung 667 botol. Perhitungan berikut menghitung besarnya ruang kosong yang tersedia pada *pressless combiner*.



Gambar 6. Luas area *accumulator*.

Dalam beberapa kasus line produksi botol minuman, tumbukan sering kali terjadi dan mengakibatkan beberapa kerugian seperti botol pecah. Faktor penting yang perlu ditinjau dalam analisa tumbukan, yaitu jumlah botol pecah tidak boleh lebih dari 1 % kapasitas produksi. Jumlah botol pecah yang terjadi tidak boleh lebih dari 1 % kapasitas produksi, yaitu sebesar 400 botol/jam.

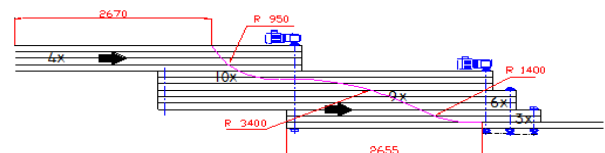
Berdasarkan pertimbangan – pertimbangan diatas, maka untuk perencanaan dan pembuatan *pressless combiner conveyor* dilakukan dengan melakukan beberapa macam desain *guide rail* dan pengujiannya.



Gambar 7. Bentuk *guide rail* pertama.

Pengujian pertama dilakukan dengan bentuk *guide rail* seperti pada gambar 7, dilakukan pengujian dengan panjang total 13 m. jumlah botol yang dipakai berjumlah 4 krat atau 96 botol. Kedua motor *drive* menggunakan *inverter* sehingga dapat diatur *output* frekuensi motor.

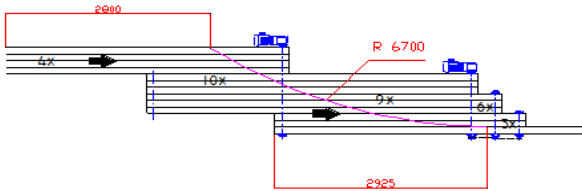
Pada bentuk *guide rail* seperti gambar 7, jarak masuk *guide rail* dibuat cukup panjang untuk memperluas akumulasi botol sementara. Sehingga dengan menentukan derajat kemiringan *guide rail* yang maksimal sebesar  $22^{\circ}$ , diharapkan botol dapat berjalan lancar menuju *single line*. Namun setelah diuji, botol tidak mendapat tempat yang cukup untuk bisa membentuk satu baris dan masuk ke *single line*, sehingga tidak dapat memenuhi kapasitas botol yang diinginkan. Sehingga pada percobaan berikutnya akan dilakukan perubahan pada *guide rail* untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.



Gambar 8. Bentuk *guide rail* kedua.

Pada pengujian kedua, jumlah botol yang digunakan tetap sama, namun ada perubahan pada *guide rail*. Jarak masuk *guide rail* sedikit diperkecil, dan ubahan pada *guide rail* dibuat sedemikian rupa supaya botol dapat menghasilkan barisan yang sejajar sebelum memasuki *single line*. Perubahan *guide rail* kali ini menghasilkan pemerataan botol yang cukup memuaskan. Bisa dilihat pada gambar 8, bahwa bentuk *guide rail* yang demikian dapat memberikan pemerataan botol yang lebih baik dibandingkan sebelumnya. Ini disebabkan karena botol mendapat tempat yang cukup panjang untuk bisa berbaris sebelum masuk menuju *single line*. Dengan jumlah botol yang sama dan posisi *guide rail* yang sama pula, pengujian dilakukan dua kali dan diputuskan untuk menambah jumlah botol yang sebelumnya sebanyak 96 botol

menjadi 168 botol. Setelah jumlah botol ditambah dan diuji kembali, masih terjadi *bottle neck* saat memasuki *single line*. Karena itu kapasitas botol dengan menggunakan bentuk *guide rail* tidak terpenuhi, sehingga bentuk *guide rail* ini tidak optimal dan harus dilakukan perubahan bentuk *guide rail*.



Gambar 9. Bentuk *guide rail* ketiga.

Karena kegagalan pada bentuk *guide rail* sebelumnya, maka pengujian ketiga ini mengikuti bentuk *guide rail* seperti gambar 9. Bentuk *guide rail* tersebut memiliki sudut yang tidak tajam dan diharapkan dapat memberikan ruang yang cukup untuk botol-botol berbaris lancar memasuki *single line*. Jumlah botol yang digunakan adalah 168 botol. Hasil pengujian yang dilakukan dengan bentuk *guide rail* ini cukup memuaskan. Disamping lancarnya proses *transfer* botol, kapasitas botol juga terpenuhi. Pengujian dilakukan beberapa kali hingga tidak ada kekurangan yang cukup berarti. Selanjutnya, bentuk *guide rail* ini yang akan digunakan pada line produksi.

## 5. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah *pressless combiner conveyor* untuk mentransfer botol kosong pada industri minuman botol sehingga proses transfer akan berjalan dengan baik tanpa adanya gangguan *bottleneck*. Dengan adanya *pressless combiner conveyor* diharapkan dapat mengatasi permasalahan *bottleneck* yang ada serta dapat meningkatkan unjuk kerja *table top chain conveyor* dalam pengisian botol minuman. Dalam penelitian ini digunakan tiga belas *lines conveyor* dengan kecepatan masing-masing yang berbeda, dimulai dari kecepatan masuk 12 m/menit pada *line* pertama, dan terus meningkat hingga kecepatan keluar 40 m/menit pada *line* terakhir. Dengan adanya penambahan *pressless combiner conveyor* dapat meningkatkan kapasitas produksi yang merupakan unjuk kerja *table top chain conveyor* yang semula mempunyai kapasitas produksi 10000 botol/jam menjadi 40000 botol/jam (meningkat 334 %)

## 6. Daftar Pustaka

1. Byhtheth S.H., Broman G., Holmberg J., Lundqvist U., dan Robert K.H. A Method for Sustainable product Development in Small and Medium Sized Enterprises. , 2004.
2. Deutschman, Aaron D. *Machine Design Theory and Practice*. New York: Macmillan Publishing Co, Inc. 1975.
3. Marbett C *Conveyor Components Catalogue*. 2005.
4. Rex. *Tabletop : Engineering Manual*. 1998.
5. Rex, *Tabletop and MatTop chains Catalogue*. 2004.
6. Rudenko, N. *Material Handling Equipment*. Moscow : Peace Publisher. 1964.
7. SKF *General Catalogue*. 2004.
8. SEW *Motor Drive Catalogue*. 2004.
9. Ullman, David G. *The mechanical design process*. New York : McGraw-Hill Book Company. 2003.
10. Weenen, J C van. Concept, context, and co-operation for sustainable technology. Proc. International Seminar on Design and Manufacture for sustainable development 2002 (Liverpool) june 27-28, pp 3-12. 2002.
11. Wijaya, Sonny. *Perencanaan dan Pembuatan Pressless Combiner Conveyor*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Petra. 2006