

Uji Performansi *Prototype Belt Conveyor* Pengangkut Tebu di Perusahaan Gula Kebon Agung – Malang

Meutia Nuraini R*, Sumardi Hadi Sumarlan, Rini Yulianingsih

Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: email@ub.ac.id

ABSTRAK

Tebu merupakan bahan pokok dalam pembuatan gula yang digunakan sebagai salah satu bahan utama pengolahan makanan maupun minuman dalam kehidupan sehari-hari terutama bagi penduduk Indonesia, sehingga banyak dari pabrik industri tebu yang telah dimulai sejak ratusan tahun yang lalu. Pada beberapa pabrik, pengangkutan tebu dari lahan ke tepi lahan masih dikerjakan secara manual dengan mempekerjakan buruh angkut. Salah satu alternatif peralatan pengangkut adalah *dengan menggunakan belt conveyor*, sehingga pengangkutan tebu dengan menggunakan tenaga buruh angkut dapat dikurangi dengan adanya *belt conveyor*. Hasil pengujian kecepatan *prototype belt conveyor* dengan membawa satu ikat tebu sebesar 1.52 m/s. Tegangan minimum belt untuk mencegah slip 494.48 Newton dan tegangan minimum belt untuk membatasi kelonggaran 106.24 Newton. Kapasitas *prototype belt conveyor* 12360.51 kg/jam, serta waktu pengangkutan tebu sebanyak kapasitas truk sebesar 1.24 jam, dibandingkan dengan waktu pengangkutan sebanyak kapasitas truk menggunakan satu orang buruh angkut yaitu 7.21 jam.

Kata kunci: *Belt conveyor*, kapasitas, tebu, waktu tempuh.

Prototype Belt Conveyor Test Performance to Carrying Sugar Cane in the PG. Kebon Agung–Sukun Malang

ABSTRACT

Sugar cane is the main ingredient to make the sugar which it will be used by one of food processing or beverage in the daily life consumptions needed especially for Indonesian people. Therefore, many of sugar cane's manufactures which start from a hundred years ago. In several sugar factory, transportation of sugar cane from side to side sugar cane's land still using manual process with employing the worker who's carrying sugar cane on the back. One of the transportation equipment is using a belt conveyor. Therefore belt conveyor could decrease the worker for carry the sugar cane. Test result on the speed of prototype belt conveyor with carrying one bunch sugar cane was 1.52 m/s. The minimum tension of the belt to prevent slip was 494.48 Newton, and the minimum tension of belt to limit the slag was 106.24 Newton. Prototype belt conveyor's capacity was 12360.51 kg/hr, and the carting time of sugar cane as much as the truck capacity was 1.24 hours, as compared to the carting time of sugar cane as much as the truck capacity by one person porter was 7.21 hours.

Key words: Belt conveyor, capacity, sugar cane, carting time

PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia yang hidup pada sektor pertanian banyak mengusahakan berbagai jenis tanaman, salah satu jenis tanaman yang saat ini banyak diusahakan adalah tanaman perkebunan yaitu tanaman tebu. Gula sebagai bahan produk utama dari bahan baku tebu yang merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia termasuk bagi penduduk Indonesia (Subiyono dan Wibowo, 2005). Melihat banyaknya kebutuhan hidup masyarakat akan konsumsi gula, maka semakin banyak pula pabrik yang mengelola gula dari bahan baku tebu dimulai sejak ratusan tahun yang lalu. Pengangkutan tebu pada beberapa pabrik, pengangkutan tebu dari lahan ke tepi lahan masih dikerjakan secara manual dengan mempekerjakan buruh angkut. Akan tetapi buruh angkut semakin lama semakin kurang diminati sehingga perlu dicari alternatif dalam pengangkutan tebu.

Salah satu alternatif peralatan pemindah barang (transportasi) pada penanganan material (*material handling*) adalah *dengan menggunakan* konveyor. Kesederhanaan peralatan, pengoperasian dan kemampuan operasi yang efektif dan efisien di berbagai medan menjadikannya sebagai salah satu peralatan yang banyak dan terus digunakan dan dikembangkan. (Rudenko, 1978).

Perusahaan yang akan menerapkan sistem pengangkutan hasil panen tebu dengan menggunakan *conveyor* yaitu Perusahaan Gula Kebon Agung Malang, dimana selama ini pengangkutan hasil panen tebu dari lahan panen ke jalan masih membutuhkan tenaga buruh angkut. Namun dengan menurunnya minat pekerjaan sebagai buruh angkut maka semakin langka buruh angkut untuk mengangkut tebu. Sehingga dengan pemanfaatan *conveyor* dapat memudahkan pengangkutan dan mengurangi tenaga kerja dalam pengangkutan. Uji performansi *conveyor* merupakan salah satu hal penting yang harus diperhitungkan dalam penyelesaian pembuatan *conveyor* yang akan digunakan dalam pengangkutan tebu untuk menguji kinerja konveyor. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat membuat konveyor yang nantinya dapat membawa bahan dengan jarak tempuh yang lebih jauh dibanding *prototype belt conveyor* ini.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini terdiri dari meteran, *tachometer*, penggaris, *stopwatch*, dan timbangan, sedangkan bahan yang digunakan adalah satu ikat tebu dengan massa 19.2 kg dan bahan bakar solar.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, yaitu dengan melakukan pengujian secara langsung dan metode empiris dengan melakukan pengukuran dan perhitungan dari data-data yang diperoleh. Pengujian alat meliputi pengukuran massa tebu, pengukuran RPM motor, dan waktu tempuh dengan 3 kali pengulangan. Data-data yang diperoleh kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui kecepatan alat, kapasitas alat, waktu pengangkutan untuk mengisi truk, serta tegangan minimum untuk slip.

Waktu Tempuh *Belt Conveyor*

Waktu tempuh *belt conveyor* dapat dihitung berdasarkan waktu tempuh *belt* dari ujung alat hingga mencapai ujung lainnya dengan menggunakan *stopwatch*. Pengukuran waktu tempuh dengan dua tahap yaitu pada saat kosong (tanpa beban) dan dengan beban. Waktu yang dibutuhkan *belt* untuk mencapai ujung yang diperhitungkan dalam menentukan kecepatan.

Kecepatan *Belt Conveyor*

Perhitungan kecepatan baik pada saat kosong dan dengan beban tebu dapat dihitung dengan membagi jarak tempuh *belt* dengan waktu tempuh sesuai dengan rumus (1) di bawah ini (Foster, 2007) :

$$v = \frac{S(m)}{t(s)} \text{ (m/s)} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

v = kecepatan *belt conveyor* (m/s)

S = jarak tempuh (m)

t = waktu tempuh (s)

Parameter yang diperlukan yaitu jarak tempuh *belt* dan waktu tempuh *belt* untuk sampai ke ujung *conveyor*.

Perhitungan Kapasitas

Kapasitas *belt conveyor* dihitung berdasarkan waktu dalam pengangkutan beban. Dari rumus (3), besar kapasitas pada *belt conveyor* dapat diketahui dengan cara menghitung massa yang dihasilkan per satuan waktu (Anas, 2010):

$$Q = \frac{m(kg)}{t(jam)} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

m = massa hasil pemindahan oleh *belt conveyor* (kg)

t = waktu yang diperlukan dalam pemindahan (jam)

Q = kapasitas kerja (kg/jam)

Parameter yang diperlukan yaitu massa hasil pemindahan oleh *belt conveyor* dan waktu yang diperlukan dalam pemindahan.

Perhitungan Waktu Pengangkutan Sebanyak Kapasitas Truk

Waktu pengangkutan tebu sebanyak kapasitas truk dapat dihitung dengan rumus di bawah ini dan parameter yang diperlukan yaitu kapasitas truk dan kapasitas *conveyor*.

$$\frac{\text{Kapasitas truk (kg)}}{\text{Kapasitas conveyor (kg/jam)}} \dots\dots\dots (3)$$

Perhitungan Slip

Rumus tegangan minimum *belt* agar tidak terjadi slip (T_m), yaitu (Dunlop, 2010) :

$$T_m = k \times T_e \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

T_m = tegangan minimum untuk slip

T_e = tegangan Efektif

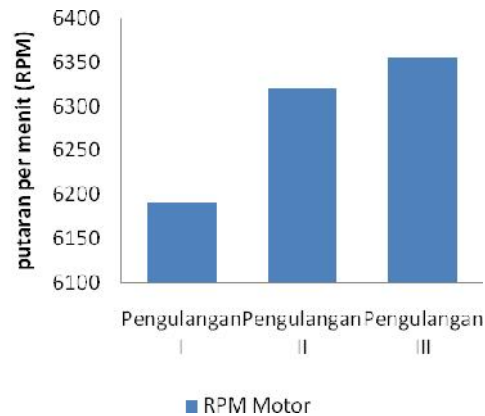
k = *drive factor* pada sudut 180°

Parameter yang diperlukan yaitu tegangan efektif dan beberapa turunan rumus untuk menghitung tegangan efektif seperti yang tertera pada literatur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Performansi *Belt Conveyor*

Pengujian alat meliputi waktu tempuh *belt*, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan matematis untuk mengetahui kecepatan *belt*, kapasitas konveyor, perbandingan waktu pengangkutan tebu sebanyak kapasitas truk dan tegangan *belt*. Massa tebu yang digunakan yaitu sebesar 19.2 kg. Panjang tebu yang digunakan sama dengan tebu yang nantinya akan dipindahkan dengan alat yang akan direalisasikan nantinya yaitu sepanjang 1.5 meter. histogram data pengukuran RPM motor dapat dilihat pada Gambar 1.

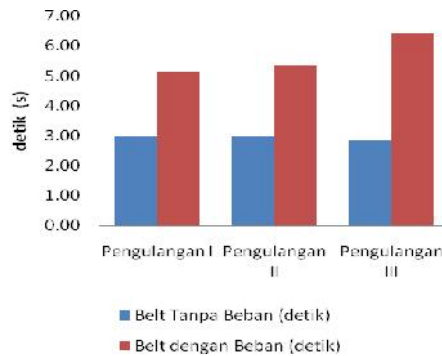


Gambar 1. Histogram RPM motor

Data di atas menunjukkan bahwa pada pengulangan pertama, didapat hasil putaran motor sebesar 6190 RPM dan pada pengulangan kedua putaran motor yang didapat sebesar 6320 RPM, sedangkan pada pengulangan ketiga didapat hasil putaran motor sebesar 6355 RPM. Perbedaan pada ketiga pengulangan dapat dipengaruhi oleh goyangnya *tachometer* pada saat pengukuran yang disebabkan oleh cepatnya putaran motor sehingga sulit untuk alat dapat tegak lurus dengan sempurna. Sedangkan menurut Risman (2013), tata cara pengukuran RPM dengan *tachometer* yaitu dengan mengkalibrasi alat kemudian tekan tombol pengukuran sambil menempelkan sensor secara tegak lurus pada *pulley* motor yang berputar agar hasil maksimal. Penempelan sensor *tachometer* dilakukan selama beberapa detik sampai jarum penunjuk RPM berputar kemudian lepas tombol pengukuran dan catat hasil RPM yang didapat.

Pengukuran Waktu Tempuh *Belt Conveyor*

Pengukuran waktu tempuh *belt* dari ujung konveyor ke ujung lainnya dihitung dengan menggunakan *stopwatch*. Pengukuran waktu tempuh dilakukan untuk mengetahui waktu tempuh *belt conveyor* tanpa beban dan dengan membawa 1 ikat tebu seberat 19.2 kg. Masing-masing pengulangan dilakukan sebanyak tiga kali untuk dapat diketahui perbedaannya, histogram waktu tempuh *belt* tanpa beban dan dengan membawa beban dapat dilihat pada Gambar 2.

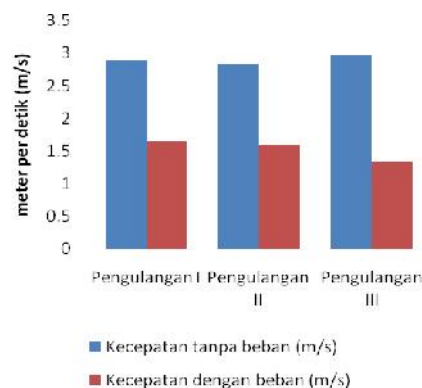


Gambar 2. Histogram waktu tempuh *belt* tanpa beban dan dengan beban

Gambar 2 menunjukkan bahwa waktu tempuh *belt* yang diperoleh yaitu sebesar 2.95 detik untuk *belt* tanpa beban dan 5.15 detik untuk *belt* dengan beban sebesar 19.2 kg pada pengulangan pertama, kemudian diperoleh waktu tempuh *belt* sebesar 3.00 detik pada perlakuan *belt* tanpa beban dan 5.33 detik pada perlakuan *belt* dengan membawa beban pada pengulangan kedua, dan waktu tempuh *belt* yaitu sebesar 2.86 detik untuk *belt* tanpa beban dan 6.40 detik untuk *belt* dengan beban pada pengulangan ketiga. Waktu tempuh *belt* tanpa beban yang terjadi lebih cepat dibandingkan dengan waktu tempuh pada *belt* yang membawa beban karena semakin besar massa yang menyebabkan besarnya pula tekanan ke bawah (gravitasi) sehingga menyebabkan gesekan antara *belt* dan pulley penggerak semakin besar dan menghambat peluncuran *belt* dalam mencapai ujung konveyor. Menurut Ribeiro (2011), hukum Newton II menyatakan bahwa percepatan berbanding lurus dengan jumlah gayanya dan berbanding terbalik dengan massa bendanya, sehingga semakin adanya beban pengangkutan pada *belt* maka semakin lama waktu tempuh dan kecepatannya akan semakin kecil yaitu pada ketiga pengulangan dengan *belt* yang membawa beban dibandingkan dengan waktu tempuh pada ketiga pengulangan dengan *belt* yang tidak membawa beban.

Perhitungan Kecepatan *Belt Conveyor*

Kecepatan *belt conveyor* diukur berdasarkan jarak tempuh dan waktu tempuh tebu melewati *conveyor* yang berjalan. Data hasil perhitungan kecepatan *belt* yang dihasilkan pada tiap pengulangan tanpa membawa beban tebu dan dengan membawa beban tebu ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram kecepatan *belt* tanpa beban dan dengan beban

Gambar 3 menunjukkan bahwa kecepatan *belt* tanpa membawa beban tertinggi yaitu pada pengulangan ketiga sebesar 2.97 m/s dengan waktu tempuh 2.86 detik, dan kecepatan terendah terjadi pada pengulangan kedua yaitu sebesar 2.83 m/s dengan waktu tempuh 3 detik, sedangkan

kecepatan pada pengulangan pertama yaitu sebesar 2.88 m/s dengan waktu tempuh 2.95 detik, sehingga kecepatan rata-rata *belt* dengan membawa beban yaitu 2.90 meter per detik. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama *belt* menuju ujung konveyor maka kecepatannya semakin kecil, karena faktor pembagi jarak yaitu waktu tempuh semakin besar maka hasil kecepatan semakin kecil, dan sebaliknya jika semakin cepat *belt* menuju ujung konveyor maka kecepatannya semakin besar, karena faktor pembagi jarak yaitu waktu tempuh semakin kecil maka hasil kecepatan semakin besar.

Sedangkan kecepatan *belt* tanpa membawa beban tebu tertinggi yaitu sebesar 1.65 m/s dengan waktu tempuh 5.15 detik pada pengulangan pertama, kemudian kecepatan *belt* tertinggi kedua yaitu sebesar 1.59 m/s dengan waktu tempuh 5.33 detik pada pengulangan kedua, sedangkan kecepatan *belt* yang terendah yaitu sebesar 1.33 m/s dengan waktu tempuh 6.40 detik pada pengulangan terakhir yaitu pengulangan ketiga, sehingga kecepatan rata-rata *belt* dengan membawa beban yaitu 1.52 meter per detik. Semakin lama *belt* menuju ujung konveyor maka semakin kecil kecepatan yang dihasilkan karena faktor pembagi jarak tempuh yaitu waktu tempuh semakin besar, dan sebaliknya semakin cepat *belt* menuju ujung konveyor maka semakin besar kecepatan yang dihasilkan karena faktor pembagi jarak tempuh semakin kecil.

Perhitungan Kapasitas

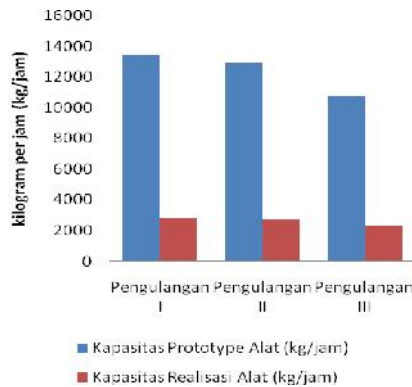
Kapasitas tertinggi dihasilkan yaitu sebesar 13421.36 kg/jam dengan waktu tempuh 0.001431 jam atau 5.15 detik pada pengulangan pertama, dan kapasitas tertinggi kedua yaitu sebesar 12968.11 kg/jam dengan waktu tempuh 0.001481 jam atau 5.33 detik pada pengulangan kedua, sedangkan kapasitas terendah yaitu sebesar 10800.00 kg/jam dengan waktu tempuh 0.001778 jam atau 6.40 detik pada pengulangan ketiga. Hal ini menunjukkan bahwa semakin cepat *belt* berjalan maka semakin besar kapasitas yang dihasilkan dan sebaliknya, semakin lama *belt* berjalan maka semakin kecil kapasitas yang dihasilkan.

Perhitungan kapasitas teoritis pada *prototype belt* konveyor diukur berdasarkan berat tebu yang diangkut dikali dengan jumlah tebu yang dapat diangkut sepanjang *belt* dibagi dengan waktu tempuh sepanjang *belt* yang dihasilkan pada masing-masing pengulangan, sehingga dibutuhkan perhitungan banyaknya tebu yang dapat diangkut di sepanjang *belt* konveyor.

Kecepatan rata-rata *belt* dengan membawa beban per detik yaitu 1.52 meter dan jarak penempatan tebu berikutnya yaitu lebih kurang 0.5 meter dan ditambah dengan jarak kosong *belt* dengan panjang tebu sebesar 1.5 meter, maka dalam panjang *belt* sebesar 8.5 meter dapat diisi sebanyak empat ikat tebu. Sehingga kapasitas teoritis pada *prototype belt* konveyor dengan asumsi kecepatan rata-rata 1.52 m/s dengan membawa empat ikat tebu yaitu sebesar 49199.23 kg/jam.

Jika diasumsikan bahwa kecepatan *belt* per detik pada alat realisasi dengan panjang *belt* sebesar 40 meter adalah sama dengan kecepatan *belt* per detik pada *prototype* alat, maka dalam panjang *belt* sebesar 40 meter kapasitas realisasi konveyor dengan membawa satu ikat tebu yang terbesar yaitu 2852.04 kg/jam dengan waktu tempuh 0.006732 jam atau 24.24 detik pada pengulangan pertama, dan kapasitas tertinggi kedua yaitu sebesar 2755.72 kg/jam dengan waktu tempuh 0.006967 jam atau 25.08 detik pada pengulangan kedua, sedangkan kapasitas terendah yaitu sebesar 2295.00 kg/jam dengan waktu tempuh 0.008366 jam atau 30.12 detik pada pengulangan ketiga.

Realisasi *belt* konveyor dengan panjang 40 meter rata-rata dapat diisi sebanyak dua puluh ikat tebu dengan jarak penempatan antara tebu lebih kurang 0.5 meter. Sehingga kapasitas teoritis pada realisasi konveyor dengan asumsi kecepatan rata-rata 1.52 m/s dengan membawa dua puluh ikat tebu yaitu sebesar 54716.44 kg/jam. Histogram perbandingan kapasitas *prototype conveyor* dan kapasitas realisasi *conveyor* dapat dilihat pada Gambar 4.

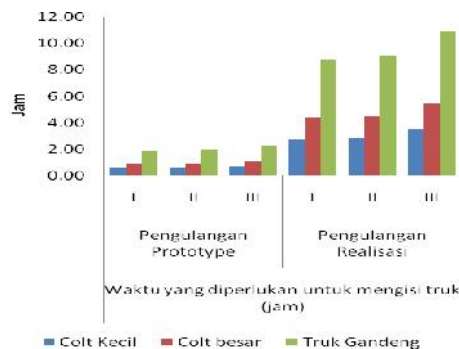


Gambar 4. Histogram kapasitas *prototype* dan realisasi konveyor

Gambar 4 menunjukkan bahwa kapasitas yang diperoleh oleh realisasi *conveyor* jauh lebih kecil dibanding dengan kapasitas *prototype conveyor* dengan kecepatannya diasumsikan sama yaitu sebesar 1.65 meter per detik pada pengulangan pertama, 1.59 meter per detik pada pengulangan kedua dan 1.33 meter per detik pada pengulangan ketiga. Hal ini disebabkan oleh semakin jauhnya jarak tempuh pada realisasi konveyor yaitu 40 meter sehingga dengan satu ikat tebu yang dibawa akan memakan waktu lebih lama dibandingkan pada *prototype conveyor* sepanjang 8.5 meter.

Waktu Pengangkutan Tebu untuk Mengisi Truk

Gambar 5 menunjukkan perbandingan antara *prototype conveyor* dengan realisasi konveyor. Waktu pengangkutan sebanyak kapasitas *colt* kecil sebesar 80 kuintal atau 8000 kilogram pada *prototype conveyor* yang tercepat yaitu sebesar 0.60 jam pada pengulangan pertama dibandingkan dengan 0.62 jam pada pengulangan kedua dan 0.74 jam pada pengulangan ketiga. Begitu pula dengan waktu pengangkutan tebu sebanyak kapasitas *colt* besar yaitu 125 kuintal atau 12500 kilogram yang tercepat yaitu sebesar 0.93 jam pada pengulangan pertama dibandingkan dengan 0.96 jam pada pengulangan kedua, dan 1.16 jam pengulangan ketiga. Waktu pengangkutan tebu sebanyak kapasitas truk gandeng yaitu 25000 kuintal atau 25000 kilo gram yang tercepat yaitu sebesar 1.86 jam pada pengulangan pertama dibandingkan dengan 1.93 jam pada pengulangan kedua dan 2.31 jam pada pengulangan ketiga. Hal ini dikarenakan kapasitas *prototype conveyor* pada pengulangan pertama yaitu sebesar 13421.36 kg/jam lebih besar dibandingkan dengan kapasitas pada pengulangan *prototype conveyor* pada pengulangan kedua sebesar 12968.11 kg/jam dan pada pengulangan ketiga sebesar 10800.00 kg/jam. Kapasitas *prototype* tersebut masih dapat meningkat ataupun menurun sesuai dengan kecepatan *belt* dan operator yang mengatur kopleng maupun operator yang menjalankan motor diesel sebagai penggerak sehingga waktu pengangkutan tebu sebanyak yang diperlukan untuk mengisi truk masih dapat lebih cepat maupun lebih lambat.



Gambar 5. Histogram waktu pengangkutan untuk mengisi tebu

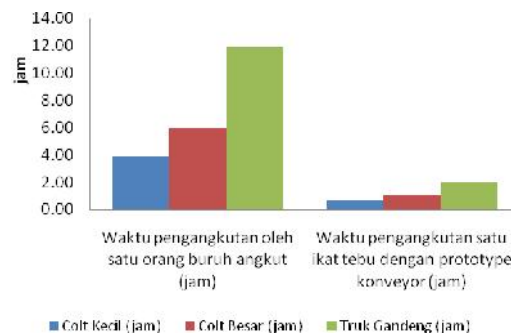
Waktu pengangkutan tebu sebanyak kapasitas 1 *colt* kecil pada realisasi alat yang telah diperkirakan dengan asumsi waktu tempuh per detiknya adalah sama yaitu sebesar 2.81 jam pada pengulangan pertama, 2.90 jam pada pengulangan kedua, dan 3.49 jam pada pengulangan ketiga. Waktu pengangkutan tebu sebanyak kapasitas 1 *colt* kecil paling cepat terjadi pada pengulangan pertama, dan yang tercepat kedua yaitu pada pengulangan kedua dan yang paling lama pada pengulangan ketiga. Waktu pengangkutan tebu sebanyak kapasitas 1 *colt* besar pada perkiraan realisasi alat juga menunjukkan hasil yang sama yaitu waktu yang tercepat terjadi yaitu sebesar 4.38 jam pada pengulangan pertama, 4.54 jam pada pengulangan kedua yang merupakan waktu tercepat kedua, dan yang terlama yaitu 5.45 jam pada pengulangan ketiga.

Begitu pula dengan waktu pengangkutan tebu sebanyak kapasitas truk gandeng pada realisasi alat dari ketiga pengulangan, pengulangan tercepat yaitu 8.77 jam pada pengulangan pertama, 9.07 jam pada pengulangan kedua, dan paling lama yaitu 10.89 jam pada pengulangan ketiga. Seperti halnya pada *prototype conveyor*, yang menyebabkan lebih cepatnya pengulangan pertama dibanding pengulangan lain yaitu karena kapasitas dan kecepatan pada pengulangan pertama lebih besar dibandingkan dengan kapasitas dan kecepatan pada pengulangan pertama dan kedua. Perbedaan kapasitas ini dipengaruhi oleh kecepatan yang berbeda pada tiap pengulangan yang disebabkan oleh beberapa faktor antara lain gesekan maupun operator dan disebabkan oleh slip yang mungkin terjadi sehingga menghambat kecepatan dan terjadinya perbedaan.

Perbandingan pengangkutan tebu dengan buruh angkut

Berdasarkan studi kasus para buruh angkut, kecepatan pekerja untuk berjalan dengan membawa beban yaitu sekitar 0.5 meter per detiknya sedangkan kecepatan rata-rata *prototype conveyor* dari ketiga pengulangan yaitu 1.52 meter per detik. Sehingga jika dalam sekali putaran buruh angkut yang disewa dianggap sama yaitu satu orang seperti halnya dalam pengangkutan dengan *prototype conveyor* yang membawa satu ikat tebu sepanjang *belt* dan dengan jarak tempuh yang sama yaitu 8.5 meter dan dengan beban yang dianggap sama yaitu ± 20 kg.

Waktu yang diperlukan untuk membawa tebu yang nantinya akan diisi ke dalam satu *colt* kecil yaitu sebesar 3.80 jam, dan jika dibandingkan dengan rata-rata waktu yang diperlukan untuk membawa tebu pada *prototype conveyor* yang membawa satu ikat tebu dalam sepanjang *belt* konveyor yaitu sebesar 0.65 jam, maka waktu pengangkutan tebu dengan satu orang buruh angkut lebih lama dibandingkan dengan pengangkutan *prototype* konveyor. Waktu pengangkutan tebu yang akan diisi ke dalam satu *colt* besar dengan mempekerjakan satu orang buruh angkut yaitu sebesar 5.94 jam dibandingkan dengan rata-rata waktu pengangkutan *prototype* konveyor yaitu sebesar 1.02 jam. Dan waktu pengangkutan tebu yang akan diisi ke dalam satu truk gandeng dengan mempekerjakan satu orang buruh angkut yaitu sebesar 11.88 jam dibandingkan dengan rata-rata waktu pengangkutan *prototype* konveyor sebesar 2.04 jam. Histogram perbandingan waktu pengangkutan tebu dengan satu orang buruh dan dengan *prototype* alat dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Histogram perbandingan waktu pengangkutan tebu dengan buruh dan *prototype* alat

Waktu pengangkutan dengan mempekerjakan buruh yang lebih banyak dapat memakan waktu yang lebih cepat dari perhitungan, namun jika kecepatan buruh melambat akibat kelelahan ataupun ditambah dengan waktu beristirahat maka waktunya dapat lebih lambat jika dibandingkan dengan konveyor yang kecepatannya relatif konstan

Perhitungan Tegangan Minimum *Belt* untuk Slip

Dalam berjalannya *belt* pada konveyor, dapat terjadi slip dan kendur pada *belt* jika tegangan melebihi tegangan minimum sesuai dengan perhitungan tegangan *belt*. Sehingga tegangan slip pada *belt* dapat diketahui besarnya dengan melakukan perhitungan tegangan *belt*.

Menurut Dunlop (2010), ketegangan maksimum dan minimum pada *belt conveyor* dapat diketahui sesuai dengan perhitungan tegangan minimum *belt* untuk slip yang mungkin terjadi sehingga perhitungan diperlukan dalam perangkaian alat untuk lebih maksimal.

Tegangan minimum *belt* untuk menghindari slip yaitu sebesar 494.48 Newton dan tegangan *belt* minimum untuk membatasi kelonggaran yaitu sebesar 106.24 Newton. Sedangkan tegangan maksimum *belt* pada titik T_1 yang didapat yaitu sebesar 1083.15 Newton dan kekuatan tegangan dari sabuk yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebesar 2.41 kilo Newton untuk tiap meternya.

KESIMPULAN

Rata-rata kecepatan *prototype belt conveyor* yang dihasilkan tanpa membawa tebu yaitu sebesar 2.90 m/s, sedangkan dengan membawa tebu (19.2 kg) yaitu sebesar 1.52 m/s. Tegangan minimum *belt* agar tidak terjadi slip yaitu sebesar 494.48 Newton dan tegangan *belt* minimum untuk membatasi kelonggaran yaitu sebesar 106.24 Newton. Rata-rata kapasitas yang dihasilkan *prototype belt conveyor* yaitu sebesar 12360.51 kg/jam. Sedangkan rata-rata kapasitas perkiraan pada realisasi alat dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan *prototype belt conveyor* yaitu sebesar 2634.25 kg/jam. Waktu pengangkutan tebu sebanyak kapasitas truk rata-rata dengan menggunakan *prototype belt conveyor* yaitu sebesar 1.24 jam, dan pengangkutan tebu sebanyak kapasitas truk rata-rata dengan menggunakan realisasi alat yaitu sebesar 2.64 jam, serta waktu pengangkutan tebu sebanyak kapasitas truk rata-rata dengan menggunakan satu orang buruh angkut yaitu sebesar 7.21 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardi. 2012. Konveyor (Bagian 1). Dilihat 02 Februari 2013. <<http://noerpamoengkas.wordpress.com>>
- Dunlop, F. 2010. *Conveyor Belt Technique Design and Calculation*. Dunlop. Australia
- Foster, B. 2007. Fisika untuk kelas IX SMA. Erlangga. Jakarta
- Kartolo. 1991. Perencanaan *Belt* Konveyor dengan Kapasitas 30 Ton Per Jam. Skripsi Teknik Mesin. Universitas Diponegoro. Semarang
- James, D. 2008. Perancangan Sistem *Conveyor*. Skripsi Teknik Mesin. Universitas Indonesia. Depok
- Mulyana, W. 2001. Tebu dan Praktek Cocok Tanam Tebu dengan Segala Masalahnya. Aneka Ilmu. Semarang
- Notojoewono, R.A.W. 2000. Tebu. PT. Soeroengan. Jakarta
- Riberio, Basilio. 2011. Hukum-Hukum Newton Chapter IV. Unesa. Surabaya
- Risal, Muhammad. 2013. Kelajuan dan Kecepatan. Dilihat 18 Februari 2014. <<http://rumus-fisika.com>>
- Risman. 2013. Laporan Tune-Up Motor Diesel. Dilihat 12 April 2014. <<http://dunia-otomotif-kita.blogspot.com>>
- Rudenko. 1978. *Material Handlings Equipment*. MIR Publishers. Moscow
- Subiyono dan Wibowo, R. 2005. Agribisnis Tebu. PERHEPI (Perhimpunan Ekonomi Pertanian Indonesia). Jakarta
- Spivakovsky, A. 1980. *Conveyor and Related Equipment*. MIR Publisher. Moscow
- Thayab, A. 2004. Konveyor Rantai. Digitized USU Digital Library. Sumatra Utara
- Thohir, Anas, A. 2010. Rancang Bangun dan Uji Performansi Mesin Pemintal Sabut Kelapa. Skripsi Teknik Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Wilbur, G. H. 1963. *Conveyor and Related Equipment*. John Willey & Sons. New York
- Zainuri, A. Muhib. 2006. Mesin Pemindah Bahan. Penerbit Andi. Malang