

**PERANCANGAN PORTABLE BELT CONVEYOR UNTUK PENGANGKUTAN TEBU DI
KEBUN TEBU PG KEBONAGUNG, MALANG, JAWA TIMUR**

Wahyunanto A. Nugroho, Bambang Dwi Argo, Yahya W. Prasetya

Departemen Teknik Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang

ABSTRAK

In Indonesia, transporting of harvested cane from a farmland to to the loading trucks is usually carried the workers. Each worker can handle about 40kg of cane in once time with an average speed of 2-3 km / h. To support these activities, a belt conveyor is needed to minimize the travel time of transportation. The purpose of this research is to design a portable belt conveyor. This inclined portable belt conveyor is designed with dimensions of 8768 mm in length, 459 mm in height in the receiving point and highest 915 mm of height in the end point, and a 660 mm of width. From the calculation, the result is as follows: the speed is 165.93 m/min, transport capacity of 576.04 tons/hour and minimal required power is 7.6 HP. To decrease the speed of rotation of the motor, it uses type worm gearbox with a ratio of 60: 1.

Pengangkutan tebu dari lahan tebu rakyat menuju truk pengangkut biasanya dilakukan oleh para buruh angkut. Setiap buruh dapat memindahkan tebu dengan massa 40kg/ikat dengan kecepatan rata-rata 2-3 km/jam. Untuk menunjang kegiatan tersebut, sebuah belt conveyor diperlukan untuk meminimalisir waktu tempuh pengangkutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang sebuah portable belt conveyor. Portable belt conveyor yang dibuat merupakan conveyor dengan arah gerak bidang inklinasi dengan dimensi panjang total 8768 mm, ujung terendah 459 mm, ujung tertinggi 915 mm, dan lebar 660 mm. Dari perhitungan didapatkan hasil sebagai berikut: kecepatan conveyor 165,93 m / min, kapasitas angkut 576,04 ton/jam dan daya minimal 7,6 HP. Untuk menurunkan kecepatan putaran motor digunakan gearbox tipe worm dengan rasio 60 : 1.

Kata kunci : pemanenan, tebu, portable, conveyor

PENDAHULUAN

Pemanenan tebu adalah kegiatan akhir dari setiap siklus penanaman tebu yang terdiri dari penebangan pemuatan dan pengangkutan yang bertujuan untuk mengambil tebu dalam jumlah yang optimal dari suatu petak tebang tertentu. Aktivitas tebang muat angkut (TMA) adalah kegiatan yang sangat kompleks dan sangat dibatasi oleh waktu agar mutu tebu dapat dipertahankan (Santoso, 1985). Kendala yang terjadi pada salah satu kegiatan ini, akan berpotensi mengganggu jalannya aktivitas yang lain setelah itu. Bahkan hasil kinerja perusahaan akan ditampilkan dari kegiatan ini.

Secara garis besar tujuan dari TMA adalah mendapatkan tebu giling yang masak segar bersih (MSB) sebanyak-banyaknya sejak ditebang hingga digiling dalam waktu yang seminimal mungkin. Oleh karena itu, maka aktivitas tebang muat dan angkut (TMA) dapat dikatakan berhasil apabila aktivitas ini dapat mensuplai jumlah tebu yang sesuai dengan quota pabrik (sinkronisasi dengan kapasitas giling), mempertahankan kontinuitas pengiriman tebu ke pabrik, minimalisir kehilangan tebu baik di areal maupun selama perjalanan, menjaga kesegaran tebu dan meminimalkan kehilangan gula selama proses pengangkutan (Rivsi, 1997).

Pengangkutan tebu dari lahan panen menuju truk pengangkut biasanya dilakukan oleh para buruh angkut. Setiap buruh dapat memindahkan tebu dengan massa 40kg/ikat dengan kecepatan rata-rata 2-3 km/jam. Untuk menunjang kegiatan tebang muat dan angkut (TMA) tersebut maka perlu dilakukan inovasi terhadap proses pengangkutan tebu dari lokasi panen menuju truk pengangkut untuk meminimalisir waktu tempuh pengangkutan tebu (Wilbur, 1963). Salah satu alternative pengangkutan di lahan adalah dengan menggunakan *portable conveyor*.

Portable conveyor adalah suatu jenis conveyor yang dapat dibongkar pasang dan dapat dipindah-pindah dari satu lokasi ke lokasi lain. Dalam sebuah conveyor diperlukan sistem penyalur daya yang tepat agar conveyor dapat bekerja secara maksimal. Penyalur daya yang terdapat pada conveyor yaitu meliputi motor penggerak, *pulley*, *idler*, dan *belt*. Motor penggerak adalah perangkat-perangkat yang dipandang sebagai *converter* gerakan yang mentransformasikan bentuk gerakan satu menjadi gerakan berbentuk lainnya. Sedangkan *pulley* digunakan untuk mentransmisikan daya dari motor penggerak menuju *idler/roller*, sehingga *belt* dapat berjalan. Penelitian ini dilakukan untuk melakukan sebuah perancangan *portable belt conveyor*. *Portable conveyor* ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses pengangkutan tebu dari lokasi panen menuju truk pengangkut. Selain itu, penggunaan conveyor ini diharapkan dapat mengurangi biaya pengangkutan dibandingkan dengan cara pengangkutan manual serta dapat memaksimalkan proses pengangkutan dengan cara meningkatkan kapasitas angkut tebu.

METODOLOGI PENELITIAN

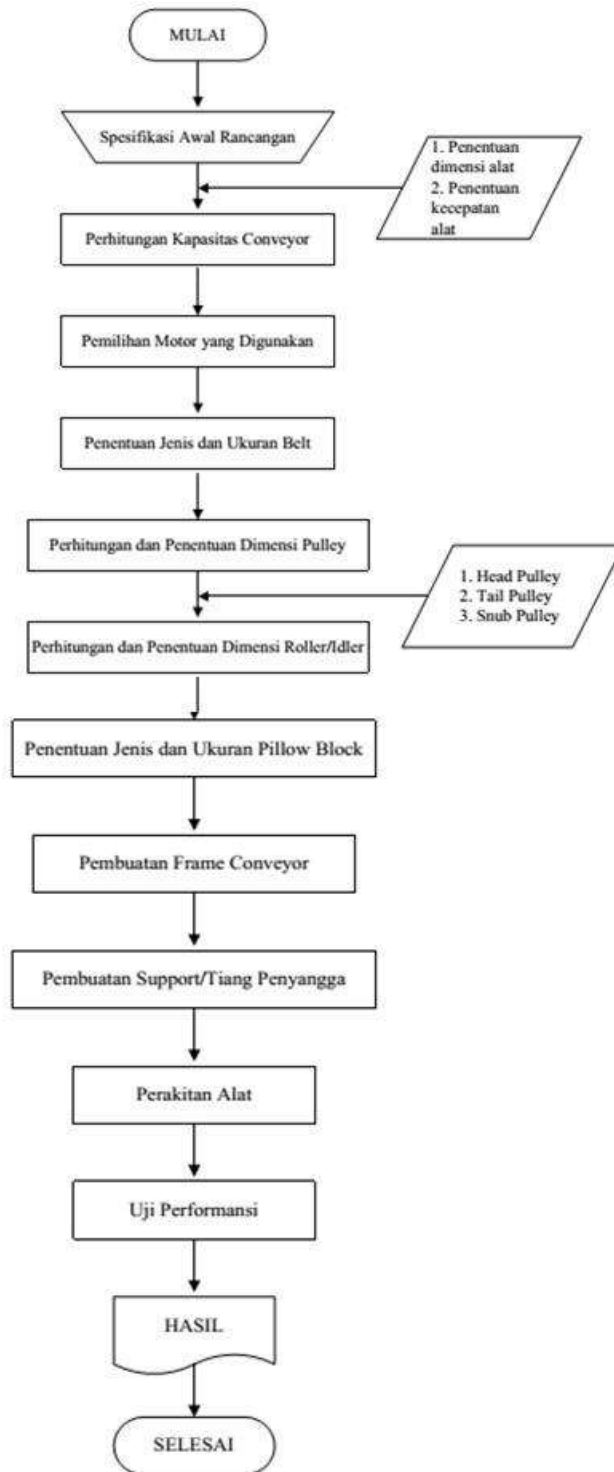
Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2013 sampai Februari 2014. Untuk perancangan alat dilaksanakan di Pabrik Gula Kebon Agung, Jl. Raya Kebonagung, Kabupaten Malang.

Perancangan Alat

Secara keseluruhan, penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu perancangan alat, pembuatan alat yang telah dirancang dan uji kinerja alat. Makalah ini hanya akan menyampaikan tahap pertama dari penelitian ini, yaitu rancangan alat di atas kertas saja, tanpa menuliskan pembuatan alat dan uji kinerja dari alat yang sudah dirancang. Rancangan meliputi : 1) perancangan struktural (yang menjelaskan tentang, bentuk, ukuran, jenis bahan, dan susunan) serta 2) perancangan fungsional menjelaskan tentang fungsi dari susunan tiap bagian.

Perancangan structural terdiri dari perancangan frame dan tiang penyangga. Perancangan fungsional terdiri dari perancangan *pulley*, *roller*, *pillow block*, *V-belt*, *pulley V-belt* serta penghitungan daya motor penggerak. Tahapan perancangan yang dilakukan ditunjukkan oleh Gambar 1. Perancangan dimulai dengan penentuan bentuk umum conveyor belt yang diinginkan serta penentuan spesifikasi conveyor yang digunakan. Penentuan kapasitas kerja alat yang diinginkan kemudian dihitung, yang dilanjutkan dengan penentuan daya motor yang diperlukan. Penghitungan dan pemilihan beberapa elemen alat yang diperlukan adalah tahap selanjutnya. Perancangan struktural yang meliputi frame dan penyangga dilakukan pada tahap akhir setelah perhitungan dan pemilihan bagian-bagian fungsional selesai dilakukan.



Gambar 1. Diagram alir proses perancangan portable belt conveyor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Awal Rancangan

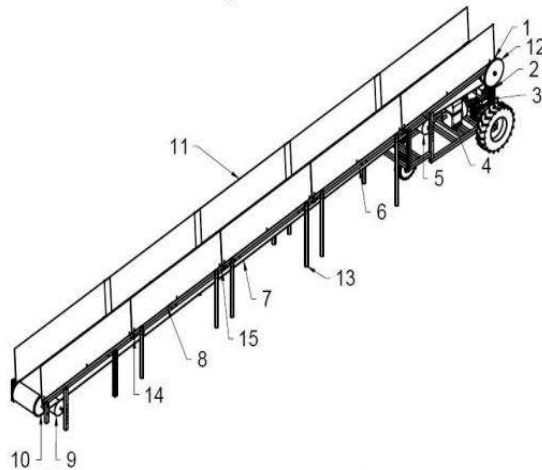
Penentuan spesifikasi alat dilakukan dengan melakukan pemilihan tipe konveyornya terlebih dahulu yang dilanjutkan dengan perhitungan kecepatan conveyor tersebut. Pemilihan jenis conveyor dilakukan dengan mengacu kepada beberapa jenis

konveyor yang ada di pasar, sedangkan perhitungan kecepatan dihitung berdasarkan panduan yang disediakan oleh perusahaan yang memproduksi *belt conveyor*.

Conveyor yang dirancang adalah tipe *flat belt conveyor* yang akan digunakan untuk mengangkat tebu dari lahan menuju truk pengangkut. Jenis tebu yang diangkut berjenis BL yang merupakan salah satu tebu unggulan yang ada di Indonesia (Deptan, 2013). Konveyor ini bersifat portable dengan arah gerak bidang inklinasi. Berdasarkan pengamatan di lapang dan studi literatur, terutama dengan menggunakan buku manual perancangan conveyor, maka spesifikasi umum dari belt conveyor tersebut ditunjukkan pada table 1. Gambar konveyor secara utuh ditunjukkan oleh Gambar 1.

Tabel 1. Pemilihan spesifikasi belt

1	Material yang diangkut	Tebu (jenis BL)
2	Tinggi konveyor	0,5 m
3	Lebar belt	400 mm
4	Panjang belt	20 m
5	Berat belt	90 kg
6	Tinggi konveyor	0,5 m



Gambar 1. *Portable belt conveyori*

Keterangan Gambar 1:






- | | |
|------------------|---------------------|
| 1. Head pulley | 9. Snub pulley B |
| 2. V-belt | 10. Tail pulley |
| 3. Gearbox | 11. Sekat |
| 4. Motor | 12. Pulley v-belt |
| 5. Snub pulley A | 13. Tiang penyangga |
| 6. Frame | 14. Engsel |
| 7. Belt | 15. Lock/pengunci |
| 8. Roller/idler | |

Kecepatan konveyor

Untuk menghitung kecepatan belt konveyor, dibuatlah beberapa asumsi dasar untuk material yang diangkut yang diikuti dengan pemilihan spesifikasi bahan dan belt yang mengacu pada Dunlop (2010). Material yang diangkut pada konveyor ini adalah tebu varietas BL yang mempunyai rata-rata panjang batang yang dipanen sebesar 2,26 m. Denitas kamba dari tebu sebesar $0,96 \text{ ton/m}^3$, dengan diameter satu ikat tebu sebesar 8,5 cm, panjang tebu 2,26 meter dan jarak pemindahan yang dirancang sebesar 8,5 m. Angle of surcharge dan engel of repose masing-masing besarnya adalah 20° dan 34° (lihat Tabel 2). Area of load cross section dari belt yang dirancang sebesar 0.0615 m^2 , dengan jenis *belt conveyor* inklinasi bersudut maksimum 22° .

Kecepatan belt conveyor dapat ditentukan berdasarkan perhitungan pulley v-belt dan kecepatan rpm motor. Pada portable konveyor, kecepatan akhir konveyor diharapkan tidak lebih dari 3 m/s. Kecepatan belt ini ditentukan dengan mengatur ukuran pulley. Dengan melakukan perhitungan perbandingan kecepatan motor yang digunakan dan ukuran beberapa pulley (lihat Tabel 3), maka didapatkan hasil kecepatan dari konveyor tersebut adalah 2,7 m/s.

Table 2. *Angle of Repose* dan *Angle of Surcharge* dari beberapa jenis material

Very Free Flowing 1°	Free Flowing 2°	Average Flowing 3°		Sluggish 4°
5° Angle of Surcharge	10° Angle of Surcharge	20° Angle of Surcharge	25° Angle of Surcharge	30° Angle of Surcharge
				
0°-19° Angle of Repose	20°-29° Angle of Repose	30°-34° Angle of Repose	35°-39° Angle of Repose	40°-Up Angle of Repose
Material Characteristics				
Uniform size, very small rounded particles, either very wet or very dry, such as dry silica sand, cement, wet concrete, etc.	Rounded, dry polished particles, of medium weight, such as whole grain and beans.	Irregular, granular or lumpy materials of medium weight, such as anthracite coal, cottonseed meal, clay, etc.	Typical common materials such as bituminous coal, stone, most ores, etc.	Irregular, stringy, fibrous, interlocking material, such as wood chips, bagasse, tempered foundry sand, etc.

Sumber: Dunlop, 2010

Tabel 3. Ukuran beberapa pulley yang digunakan pada rancangan

1	Diameter pulley motor penggerak	7,5 cm
2	Diamter pulley alat yang digerakkan	35 cm
3	Rpm motor penggerak	2600
4	Gear box ratio tipe worm	60:1
5	Rasio ϕ pulley dari motor menuju input gear box	1:1
6	Rasio ϕ pulley dari output gearbox menuju pulley atas	1:4,6

Kapasitas Belt Conveyor

Kapasitas dipengaruhi oleh jarak tempuh, kecepatan, dan sudut inklinasi konveyor. Kapasitas belt conveyor dapat dinyatakan dengan rumus :

$$Q = k.A.v.\gamma.60$$

dimana,

Q : Kapasitas angkut (ton/jam)

A : Total cross-sectional area yang terbentuk pada belt akibat penopangan idler dan angle of surcharge (m²)

v : Kecepatan belt (m/min)

γ : Densitas material (ton/m³)

k : Faktor pengurangan inklinasi

Dengan kecepatan 2,7 m/detik dalam waktu satu jam, maka diperoleh kapasitas sebesar pengangkutan sebesar 576,04 ton/jam. Dari hasil perhitungan ini terlihat adanya sebuah perbedaan yang sangat signifikan antara penggunaan tenaga manusia secara langsung untuk pengangkutan tebu dibandingkan dengan penggunaan konveyor ini. Jika menggunakan tenaga manusia secara langsung untuk mengangkut tebu, dalam waktu satu jam hanya dapat mengangkut tebu untuk mengisi 5-6 engkel kecil atau sekitar 15 ton/jam. Apabila dikategorikan menurut jenis dan kapasitas angkut truk, maka dengan jumlah kapasitas yang didapat dari hasil perhitungan yaitu 576,04 ton/jam, diperkirakan dalam waktu satu jam dapat mengisi 230 engkel kecil

atau 128 engkel besar atau 76 truk gandeng. Hal ini juga tergantung dari luas lahan yang dipanen dikarenakan luas lahan tiap daerah berbeda-beda.

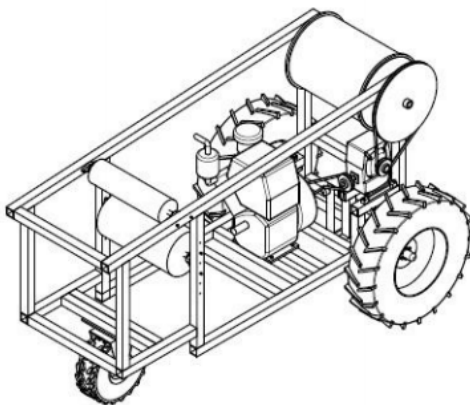
Daya yang Dibutuhkan

Daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan belt conveyor dengan kecepatan 2,7 m/s dan panjang total lintasan 8,5 m adalah sebesar 1,72 HP. Sedangkan daya yang dibutuhkan untuk mengangkat muatan diperlukan daya sebesar 5,8 HP. Sehingga dibutuhkan daya total sebesar minimal 7,52 HP untuk bias memindahkan tebu sesuai dengan kapasitas yang diinginkan. Untuk itu harus digunakan motor yang mempunyai daya 8 HP.

Perancangan Frame

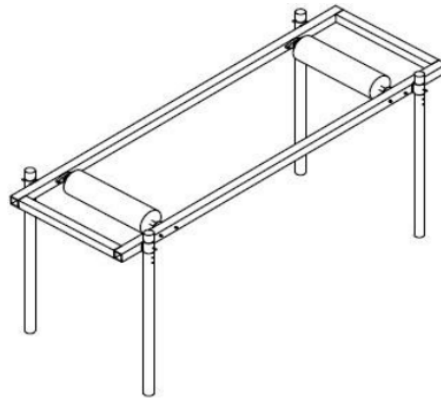
Frame yang akan digunakan terbuat dari balok besi berongga dengan tebal 2 mm dan lebar 40 mm. Frame conveyor sendiri dibagi menjadi tiga bagian yaitu head frame, tail frame, dan middle frame.

1. *Head frame* adalah frame yang terletak pada ujung konveyor yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan *head/drive pulley*. *Head frame* mempunyai panjang 175 cm, lebar 58 cm, dan tinggi 760 mm. Pada bagian depan dan belakang frame diberi penyangga yang tidak bergerak dengan tujuan agar *head frame* kuat menyangga beban keseluruhan dari konveyor. Hal ini karena pada saat konveyor dipindah dari satu tempat ke tempat yang lain, *middle frame* dan *tail frame* akan dilipat per bagian dan lipatan tersebut diletakkan di atas head frame. Pada bagian bawah dibuat rak yang digunakan untuk meletakkan motor penggerak. Untuk memudahkan pemindahan konveyor, pada bagian bawah *head frame* dipasang tiga buah roda, yaitu 1 buah pada bagian depan dan 2 buah pada bagian belakang. Roda belakang yang digunakan adalah roda yang biasanya digunakan pada traktor roda dua. Jenis ban ini cocok digunakan pada lahan tebu yang cenderung mempunyai permukaan tidak rata. Roda depan mempunyai diameter yang lebih kecil daripada roda belakang dan dibuat sedemikian rupa agar dapat bergerak ke kiri dan ke kanan dengan tujuan pada saat didorong konveyor dapat belok dengan mudah.



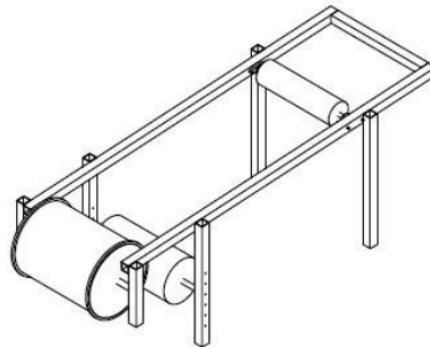
Gambar 2. *Head Frame*

2. *Middle frame* adalah frame yang berada di antara *head* dan *tail frame* yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan rangkaian komponen alat seperti *carrying roller*, *return roller*, *pillow block*, dan *belt*. *Middle frame* mempunyai dimensi panjang 170 cm dan lebar 58 cm. Masing-masing middle frame mempunyai 4 buah penyangga dari pipa besi dengan diameter 1,5 inch dan dapat diatur ketinggiannya.



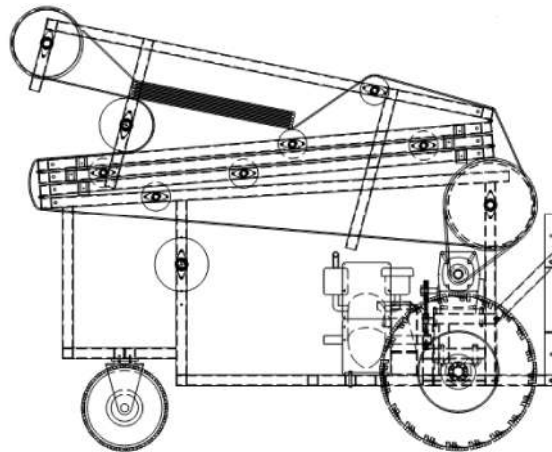
Gambar 3. *Middle frame*

3. *Tail frame* adalah frame yang terletak pada ujung belakang konveyor yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan *tail pulley/non drive pulley*. Jumlah *middle frame* ini ada tiga buah untuk setiap unit konveyor. Dimensi *tail frame* sama dengan *head* dan *middle frame*, yaitu panjang 170 cm dan lebar 58 cm. Frame ini juga mempunyai 4 buah penyangga paten yang tingginya disesuaikan dengan kemiringan konveyor. Pada salah satu penyangga *tail frame* terdapat *snub pulley* yang dipasang menggunakan *pillow block*. *Snub pulley* ini dapat diatur ketinggiannya dengan cara menyetel ketinggian *pillow block*.



Gambar 4. *Tail frame*

Agar bersifat *portable*, frame ini dibuat dengan sistem lipatan. Sistem lipatan yang dimaksud adalah antar bagian frame dapat dilipat dan ditumpuk per bagian satu sama lain. Frame dilipat dimulai dari *tail frame* menuju *middle frame*, kemudian lipatan frame tersebut diletakkan di atas *head frame*. Agar bisa dilipat, antar bagian frame disambung dengan menggunakan engsel. Engsel yang digunakan dibuat sendiri dari plat besi dengan tebal 2 mm dan besi cor dengan diameter 15 mm. Pembuatan engsel ini dilakukan karena di pasaran tidak ditemukan engsel yang mempunyai ukuran besar. Tiap sambungan frame diberi 2 buah engsel dan pemasangan engsel pada tiap frame berbeda yaitu di atas dan di bawah. Hal ini bertujuan agar frame dapat dilipat ke atas dan ke bawah sehingga frame dapat ditumpuk satu sama lain. Gambar 5 menunjukkan kondisi konveyor saat dilipat.



Gambar 5. Portable conveyer saat dilipat

KESIMPULAN DAN SARAN

Secara teori, penelitian ini berhasil merancang alat portable belt conveyor yang akan digunakan untuk mengangkut tebu dari lahan ke truk pengangkutan. Beberapa elemen pendukung juga telah ditetapkan pada proses perancangan ini. Beberapa saran dari para pembaca diharapkan untuk hasil yang lebih baik lagi. Pembuatan alat senyatanya perlu segera dilakukan agar segera dapat diperoleh hasil yang lebih nyata dari perancangan ini dan juga berguna bagi proses pengangkutan tebu yang ada di lahan tebu rakyat mitra PG Kebon Agung, Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- Dunlop, 2010. Conveyor belt technique design and calculation. Australia
- Deptan, 2013. Penampilan 10 Varietas Unggul Tebu di KP Ngemplak-Pati. <http://perkebunan.litbang.deptan.go.id/?p=508>. Diakses tanggal 11 Desember 2013.
- Risvi, H. 1997. Post Harvest and Food Processing Technologies. Regional Network for Agricultural Machinery. Bangkok. Thailand.
- Wilbur, G. H. 1963. Conveyor and Related Equipment. John Willey & Sons. New York