

Improve penggantian transmisi rantai ke *timing belt* pada unit lipatan produk alat kesehatan dalam rangka peningkatan produktivitas di PT Aman Jaya

Alfian Ady Saputra¹, Yulia Widhianti¹, Maison Sormin¹

¹Program Studi Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa
Jl. Kalibaru Timur, Kel. Kalibaru Medan Satria, Bekasi, Jawa Barat
Email korespondensi : alfianadys@gmail.com

Abstrak

Di era globalisasi saat ini, persaingan semakin ketat, sehingga perusahaan harus melakukan sesuatu agar bertahan maupun maju. PT Aman Jaya merupakan salah satu perusahaan alat kesehatan, di mana pada pembuatan alat kesehatan, terdapat sub proses yaitu proses lipatan produk. Pada proses tersebut terjadi masalah yang mengurangi running hours dan menyebabkan produktivitas menurun. Data yang digunakan berasal dari perusahaan serta observasi lapangan dan dianalisis untuk melakukan pembaharuan transmisi alat lipatan produk, untuk mengurangi stop time, sehingga produktivitas dapat meningkat. Salah satu penyebab masalah adalah transmisi alat lipatan, yaitu rantai. Transmisi ini berkarat akibat kurang pelumas, jika diberi pelumas, abu bubuk kertas dapat menempel hingga menebal, sehingga putaran menjadi tidak stabil, rantai macet, lepas dari sprocket, dan putus. Setelah dianalisis dan dihitung, transmisi rantai diganti dengan timing belt tipe L, nomor 165L, gigi yakni 44, panjang adalah 408,10 mm, dan gigi pulley kecil yakni 14, gigi pulley besar yakni 20, jarak poros adalah 120 mm, rasio motor adalah 1: 3, putaran yakni 1500 rpm dan putaran pulley lipatan adalah 350 rpm. Dengan menggunakan timing belt pengganti rantai, diharapkan dapat mengurangi trouble lipatan produk untuk meningkatkan produktivitas. Hasil pembaharuan dapat mengurangi masalah lipatan, dari rata-rata stop time sebesar 74 menit, hingga menjadi 6 menit. Dengan pengurangan stop time, masalah lipatan dapat menambah running hours dan produktivitas bertambah sebanyak 40,800pcs.

Kata kunci: produktivitas, lipatan produk, perbaharuan, timing belt, timing pulley.

Abstract

In the current era of globalization, competition is getting tougher, so companies must do something to survive and advance. PT Aman Jaya is a medical device company, where in the manufacture of medical devices, there is a sub process, namely the product folding process. In this process, problems occur that reduce running hours and cause productivity to decrease. The data used is from the company as well as field observations and analyzed to update the transmission of the product folding device, to reduce stoptime so that productivity increases. One of the causes of the problem is the transmission of the folding device, namely the chain. This transmission rusts due to lack of lubrication and if lubricated, the ash of the paper pulp sticks which over time becomes thick. So that the rotation is unstable, the chain jams, detaches from the sprocket, and breaks. After being analyzed and calculated according to the reference, the chain transmission was replaced with a timing belt of type L, number 165L, tooth are 44, length is 408.10 mm, and small pulley is 14, large pulley is 20, axle distance is 120 mm, for 1: 3 of motor ratio, 1500 rpm of rotation and 350 rpm of fold pulley rotation. By using a chain replacement timing belt, it is expected to reduce product folding trouble to increase productivity. The resulting update can reduce the folding problem, from an average stoptime of 74 min to 6 min. By reducing stoptime, folding problems can increase running hours and increase productivity by 40,800pcs.

Keywords: productivity, product fold, renewal, timing belt, timing pulley.

1. Pendahuluan

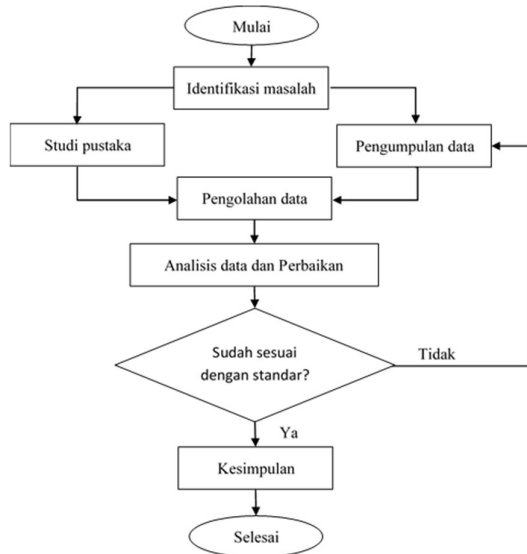
Dalam proses pembuatan alat kesehatan, sering terjadi masalah di area lipatan produk. Masalah tersebut menyebabkan mesin dapat berhenti beberapa kali untuk perbaikan dan mengakibatkan hasil lipatan produk menjadi tidak stabil. Hal tersebut mengakibatkan produktivitas menjadi kurang maksimal dan juga kualitas produk menjadi berkurang, hingga berdampak terhadap nilai jualnya di konsumen [1]. Berdasarkan data masalah yang ada

di PT Aman Jaya pada bulan Januari–April di tahun 2021, terlihat ada beberapa masalah terjadi. Kajian yang diambil yakni permasalahan area lipatan produk, karena area lipatan produk merupakan proses terakhir pada pembuatan alat kesehatan sebelum dilanjutkan ke proses pengemasan [2]. Proses tersebut adalah proses di mana produk alat kesehatan sudah dapat digunakan, sebelum proses pengemasan ke dalam plastik hingga akhirnya dipasarkan, sehingga sangat disayangkan apabila produk hampir selesai, namun berpotensi terjadi

masalah, membuat produktivitas menurun atau *loss* meningkat [3, 4, 5]. Maka melalui masalah tersebut, dilakukan kajian pembaharuan penggantian transmisi rantai ke *timing belt* pada unit lipatan produk.

2. Metode

Secara garis besar mengenai rangkaian kajian, dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar tersebut menjelaskan tentang proses analisis, dimulai dari mengidentifikasi masalah, lalu mengumpulkan dan mengolah data yang dianalisis, kemudian menganalisis permasalahan, sehingga menemukan akar masalah. Akhir kajian ini juga diberikan kesimpulan dan saran yang didapatkan berdasarkan data dan hasil dari proses analisis.



Gambar 1. Diagram alir.

3. Hasil dan Pembahasan

Gambaran Masalah Area Lipatan Produk

Dari data permasalahan yang terlihat, masalah yang lebih tinggi yakni di area lipatan produk tidak bagus. Data frekuensi masalah ditampilkan di Tabel 1, sedangkan data waktu *stop* ditunjukkan pada Tabel 2, serta Tabel 3 menunjukkan kuantitas *loss* yang masih dapat digunakan.

Tabel 1. Data frekuensi masalah (times).

Masalah	Jan'21	Feb	Mar	Apr	Ave
laju produk tidak bagus	7	6	3	4	5
Lipatan produk tidak bagus	6	13	12	9	10
Conveyor transfer kotor	9	3	4	2	5
Material tidak ada	3	5	1	2	3
Potongan material NG	1	2	1	3	2
Sambungan material	3	2	3	4	3

Tabel 2. Waktu stop akibat masalah (stop time).

Masalah	Jan'21	Feb	Mar	Apr	Ave
laju produk tidak bagus	16	10	12	15	13
Lipatan produk tidak bagus	50	95	85	65	74
Conveyor transfer kotor	15	6	12	5	10
Material tidak ada	7	10	5	6	7
Potongan material NG	3	5	3	8	5
Sambungan material	6	6	10	12	9

Tabel 3. Loss quantity yang masih bisa digunakan akibat permasalahan (save loss).

Masalah	Ave	save loss qty (speed 600pcs/min)
laju produk tidak bagus	13	7950
Lipatan produk tidak bagus	74	44250
Conveyor transfer kotor	10	5700
Material tidak ada	7	4200
Potongan material NG	5	2850
Sambungan material	9	5100

Stop time yang terjadi dapat mengurangi *running hour* dan produktivitas menjadi rendah. Tabel 3 menunjukkan bahwa *loss productivity* dengan *speed* mesin sebesar 600 *pcs/min* berjumlah cukup besar jika dijumlahkan secara keseluruhan. Total *loss* yang dapat menambah produktivitas dari rata-rata *stop time* masalah yakni berjumlah 70.050 *pcs*, dan sumbangan paling besar yakni dari masalah lipatan produk berjumlah 44.250 *pcs*.

Masalah lipatan produk tidak bagus diakibatkan dari beberapa faktor, dan lebih difokuskan adalah di area transmisi yang digunakan yaitu rantai [6]. Area transmisi ini banyak menyumbang *stop time* terbesar saat terjadi masalah lipatan produk, di mana saat perbaikan membutuhkan waktu yang cukup lama [7, 8]. Mulai dari bongkar rantai, *sprocket* (saat gigi patah), hingga pemotongan rantai untuk menyesuaikan panjangnya.

Berikut Gambar 2 merupakan penyebab masalah yaitu putaran rantai sering tidak stabil, macet, putus, lepas dari *sprocket*. Hal itu dikarenakan oleh rantai yang berkarat, karena kurang pelumasan, dan saat diberi pelumas, rantai menjadi kotor hingga menumpuk tebal, akibat dari debu bubuk kertas yang menempel di pelumas rantai (Gamabr 3).



Gambar 2. Rantai macet.



Gambar 3. Abu bubuk kertas menempel di rantai.

Dari data yang didapatkan, untuk meningkatkan produktivitas di PT Aman Jaya, maka perlu dilakukan pembaharuan di area transmisi lipatan produk, yaitu penggantian rantai ke *timing belt* [9]. Hal itu, mengacu dari referensi yang didapatkan [10, 11], seperti gambaran karakteristik transmisi antara rantai, *v-belt*, dan *timing belt* (Tabel 4).

Tabel 4. Karakteristik rantai, *v-belt*, *timing belt*.

Karakteristik	Rantai	V-belt	Timing Belt
			
Presisi transfer	×	×	○
Kebisingan	×	○	△
Pemeliharaan/perawatan	×	△	○
Mitigasi kejutan	×	○	△
Konduksi cepat	×	○	△
Kekuatan transmisi	○	×	△

Sumber: handbook PT Aman Jaya.

Pembaharuan Transmisi (Timing Belt)

Berikut adalah data-data yang didapatkan di PT Aman Jaya untuk kebutuhan perhitungan pembaharuan transmisi *timing belt*: motor dengan daya 40 Watt, putaran yakni 1500 rpm dengan rasio 1:3 dan diameter poros 16 mm, untuk putaran unit lipatan adalah 350 rpm dan diameter poros yakni 18 mm. Jarak sumbu motor dan unit lipatan yakni 120 mm, mesin beroperasi selama 24 jam/hari [12]. Melihat kondisi area, diameter dan lebar *timing pulley* dibatasi lebih kecil dari 100 mm dan 25 mm.

$$P_m = 40 \text{ watt} = 0,04 \text{ Kw}$$

$$D_{pu} = 18 \text{ mm}$$

$$N_m = 1500 \text{ Rpm} \times \frac{1}{3} = 500 \text{ Rpm}$$

$$N_u = 350 \text{ Rpm}$$

$$D_{pm} = 16 \text{ mm}$$

$$C_r = 120 \text{ mm}$$

Perbandingan Transmisi

Diperoleh rasio reduksi (*i*) yakni ditunjukkan pada Persamaan 1 berikut.

$$i = \frac{N_m}{N_u} = \frac{500}{350} = 1,43 \tag{1}$$

Daya Rencana

Mesin perkakas bekerja selama 24 jam, sehingga didapatkan faktor koreksi (*f_c*) = 1,6, dan faktor koreksi tambahan dengan rasio reduksi (*i*) = 1,43, didapatkan *f'c* = 0,1 dan kerja selama 24 jam/hari, sehingga didapatkan *f'c* = 0,2. Diperoleh daya rencana sesuai Persamaan 2 berikut.

$$P_r = (f_c + f'c) \times P_m \tag{2}$$

$$P_r = (1,6 + 0,1 + 0,2) \times 0,04 \text{ kW} = 0,076 \text{ kW}$$

Momen Rencana

Momen rencana motor dan unit lipatan menggunakan Persamaan 3 berikut [13].

$$T_m = 9,74 \times 10^5 \frac{P_r}{N_m} \tag{3}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \frac{0,076 \text{ kW}}{500 \text{ Rpm}} = 148,04 \text{ kgf. mm}$$

$$T_u = 9,74 \times 10^5 \frac{P_r}{N_u}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \frac{0,076 \text{ kW}}{350 \text{ Rpm}} = 211,49 \text{ kgf. mm}$$

Perhitungan Poros

Tegangan geser yang diizinkan menggunakan Persamaan 4 [14].

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 / Sf_2) \tag{4}$$

$$\tau_a = \frac{58}{6 \times 2} = \frac{58}{12} = 4,83 \text{ kg/mm}^2$$

Diameter poros menggunakan Persamaan 5.

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3} \tag{5}$$

$$d_{sm} = \left[\frac{5,1}{4,83 \text{ kg.mm}} 2 \times 1,5 \times 148,04 \text{ kg/mm}^2 \right]^{1/3} = 7,76 \text{ mm}$$

$$d_{su} = \left[\frac{5,1}{4,83 \text{ kg.mm}} 2 \times 1,5 \times 211,49 \text{ kg/mm}^2 \right]^{1/3} = 8,75 \text{ mm}$$

Diameter yang didapatkan dari perhitungan merupakan diameter minimal, diameter poros yang digunakan pada transmisi tidak diubah/sesuai standar diameter poros unit yang digunakan di PT Aman Jaya, untuk menjaga kinerja dari unit lainnya [15].

Pemilihan Timing Belt

Dari data putaran motor ($N_m = 500 \text{ Rpm}$) dan Daya rencana ($P_r = 0,076 \text{ kW}$), maka *timing belt* yang cocok digunakan yaitu *timing belt* tipe L dengan penampang sabuk L didapatkan jarak bagi sebesar $p = 9,525 \text{ mm}$.

Pemilihan Jumlah Gigi

Pemilihan jumlah gigi menggunakan Persamaan 6 dan Persamaan 7.

$$i = \frac{Nm}{Nu} = \frac{Zm}{Zu} \tag{6}$$

$$Zu = i Zm^* \tag{7}$$

$$Zu = 1,43 \times 14 = 20,02 \approx 20$$

Pemilihan Diameter Timing Pulley

Pemilihan diameter *timing pulley* menggunakan Persamaan 8.

$$d_p = \frac{p \times Z}{\pi} \tag{8}$$

$$d_{pm} = \frac{p \times Zm}{\pi} = \frac{9,525 \times 14}{3,14} = 42,46 \text{ mm}$$

$$d_{pu} = \frac{p \times Zu}{\pi} = \frac{9,525 \times 20}{3,14} = 60,66 \text{ mm}$$

Pemilihan Panjang Keliling

Pemilihan panjang keliling menggunakan Persamaan 9.

$$L_p = \frac{Zm \cdot Zu}{2} + 2 \frac{cr}{p} + \left[\frac{(Zu - Zm) / 6,28}{cr/p} \right]^2 \tag{9}$$

$$L_p = \frac{14 \times 20}{2} + 2 \frac{120}{9,525} + \left[\frac{(20 - 14) / 6,28}{120 / 9,525} \right]^2 = 42,20 \approx 44$$

Ukuran *timing belt* yang dapat digunakan sesuai hasil perhitungan yaitu *timing belt* 165 L dengan jumlah gigi *timing belt* sebanyak 44 [16, 17].

Jarak antar Sumbu Poros

Jarak antar sumbu poros didapatkan dengan Persamaan 10.

$$C_s = \frac{1}{4} \left[\left(Lp - \frac{Zm + Zu}{2} \right) + \sqrt{\left(Lp - \frac{Zm + Zu}{2} \right)^2 - \frac{2}{9,86} (Zm - Zu)^2} \right] \tag{10}$$

$$C_s = \frac{1}{4} \left[\left(44 - \frac{14 + 20}{2} \right) + \sqrt{\left(44 - \frac{14 + 20}{2} \right)^2 - \frac{2}{9,86} (14 - 20)^2} \right] = 13,46$$

$$C = C_s \times p$$

$$C = 13,46 \times 9,525 = 128,26 \text{ mm}$$

Kecepatan Linear Timing Belt

Kecepatan linear *timing belt* didapatkan dengan Persamaan 11.

$$v = \frac{\pi \cdot dpm \cdot Nm}{60 \times 1000} \tag{11}$$

$$v = \frac{3,14 \times 42,46 \times 500}{60 \times 1000} = 1,11 \text{ m/detik}$$

Daya ditransmisikan

Daya yang ditransmisikan setiap satuan lebar *timing belt* digunakan *pulley* kecil dengan jumlah gigi sebanyak 20, dengan interpolasi berikut.

$$P_o = 0,15 \text{ (400)}$$

$$P_o = 0,31 \text{ (600)}$$

Interpolasi:

$$\frac{500 - 400}{600 - 400} = \frac{x - 0,15}{0,31 - 0,15} \rightarrow \frac{100}{200} = \frac{x - 0,15}{0,16}$$

$$X = \left(\frac{100}{200} \times 0,16 \right) + 0,15$$

$$X = 0,08 + 0,15$$

$$X = 0,23$$

Jadi daya setiap satuan lebar *timing belt* yakni 0,23 kW.

Sudut Kontak

Sudut kontak dihitung sesuai Persamaan 12.

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(Dpu - dpm)}{c} \tag{12}$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(60,66 - 42,46)}{128,26} = 171,91^\circ$$

Jumlah Gigi Terkait

Jumlah gigi terkait dihitung sesuai Persamaan 13.

$$JGT = \frac{\theta}{360} Zm \quad (13)$$

$$JGT = \frac{171,91}{360} 14 = 6,7$$

Didapatkan JGT 6,7 > 6, maka diperoleh $f_t = 1,0$.

Lebar Gigi Timing Belt dan Pulley

Pertama, dihitung faktor lebar gigi sesuai Persamaan 14 berikut.

$$f_w = \frac{Pr}{pof_t} \quad (14)$$

$$f_w = \frac{0,076}{0,23 \times 1} = 0,33$$

Didapatkan nilai $f_w = 0,33$, sehingga lebar *timing belt* standar yakni 0,50 inchi. Lebar gigi *timing belt* yakni:

$$W_b = 0,5 \text{ inchi}$$

$$W_b = 0,5 \times 25,4 = 12,7 \text{ mm}$$

Lebar gigi *timing pulley* yakni:

$$W_p = W_b \times 1,3$$

$$W_p = 12,7 \times 1,3 = 16,51 \text{ mm}$$

Dengan hasil lebar 16,51 < 35 mm, masih di bawah standar lebar yang diizinkan, maka hasil perhitungan lebar dapat diterima (*timing belt* dapat dipakai).

Gaya Tarik Efektif

Gaya tarik efektif dihitung dengan Persamaan 15 berikut.

$$F_{rated} = \frac{102 \times Pr}{v} \quad (15)$$

$$F_{rated} = \frac{102 \times 0,076}{1,11} = 6,97 \text{ kgf}$$

Tegangan Maksimal

Tegangan maksimal dihitung dengan Persamaan 16 berikut.

$$\sigma_{max} = \sigma_0 + \frac{F}{2A} + \frac{v^2}{10 \times g} + Eb \frac{h}{D_{min}} \quad (16)$$

$$= 5,7 + \frac{6,97}{2(1,27 \times 0,361)} + \frac{1,25 \times (1,11)^2}{10 \times 9,81} + 800 \frac{0,361}{6,064}$$

$$= 5,7 + 7,601 + 0,015 + 47,62$$

$$= 60,94 \text{ kg/cm}^2$$

Jumlah putaran Timing Belt

Jumlah putaran *timing belt* dihitung dengan Persamaan 17 berikut.

$$U = \frac{v}{L_p} = \frac{1,11 \text{ m/s}}{0,044 \text{ m}} = 25,22 \text{ s} \quad (17)$$

Jumlah putaran *timing belt* per detik adalah 26 putaran/detik.

Umur Timing Belt

Umur *timing belt* dihitung dengan Persamaan 18 berikut.

$$H = \frac{N_{base}}{3600 \times U \times a} \left[\frac{\sigma_{fat}}{\sigma_{max}} \right]^m \quad (18)$$

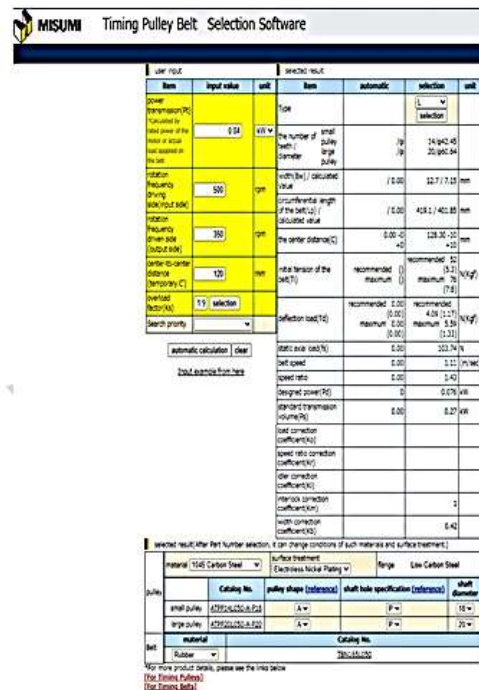
$$= \frac{10^7}{3600 \times 25,22 \times 2} \left[\frac{90}{60,94} \right]^8$$

$$= 55,07 \times 22,62$$

$$= 1245,97 \text{ jam}$$

Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis, maka transmisi unit lipatan produk dari rantai ke *timing belt* dapat dilakukan dengan melihat ukuran standar *timing belt* yang telah beredar. *Timing belt* yang digunakan adalah *timing belt* tipe L, nomor sabuk yakni 165 L, jumlah gigi sebanyak 44, panjang adalah 408,10 mm, jumlah gigi *pulley* kecil yakni 14 dan jumlah *pulley* besar adalah 20, jarak antar poros adalah 120 mm.



Gambar 4. Software pemilihan timing belt.

Hasil hitungan yang dilakukan mendekati hasil simulasi *software* pemilihan *timing belt* dari sebuah simulasi komponen mesin (misumi.co.ltd). Gambaran hasil perhitungan yang sesuai yaitu *speed ratio*, *design power*, *diameter pulley*, jumlah gigi, jarak poros, *speed belt*, sehingga dengan hasil yang tidak berbeda, maka perhitungan yang dilakukan pada kajian dapat diaplikasikan untuk pembaharuan transmisi pada unit lipatan produk.

Dilihat dari masalah yang terjadi dari bulan September-Desember di tahun 2021 (Tabel 5),

masalah di area lipatan produk mengalami penurunan, sehingga dengan menurunnya masalah dapat menambah jumlah *running hour* dan produktivitas menjadi naik dari sebelumnya.

Tabel 5. Masalah yang sering timbul.

Masalah	Ave Jan-Apr'21	Sep	Okt	Nov	Dec	Ave
laju produk tidak bagus	13	11	9	12	10	11
Lipatan produk tidak bagus	74	5	5	7	6	6
Conveyor transfer kotor	10	8	12	5	5	8
Material tidak ada	7	10	5	8	12	9
Potongan material NG	5	7	12	6	8	8
Sambungan material	9	6	10	10	8	9

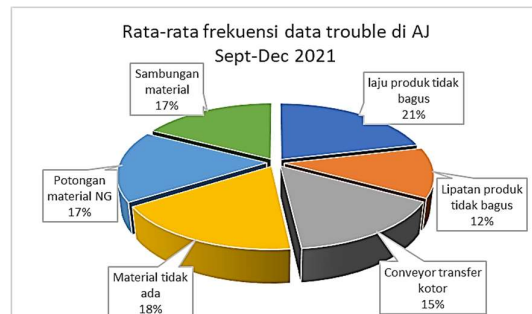
Dari hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa untuk *save loss quantity* yang didapatkan dari pembaharuan yang sudah dilakukan (Gambar 5) sebagai berikut:

Speed mesin : 600 pcs/min

Ave Jan-Apr 21 : 74 min x 600 = 44.400 pcs

Ave Sep-Dec 21 : 6 min x 600 = 3.600 pcs
= 40.800 pcs

Pembaharuan penggantian transmisi dari rantai ke *timing belt* dapat mengurangi masalah area unit lipatan, meningkatkan *running hour* mesin dan menambah produktivitas.



Gambar 5. Data save loss quantity setelah pembaharuan.

4. Kesimpulan

Dari analisis yang dilakukan, maka didapatkan simpulan bahwa hasil perubahan dari rantai ke *timing belt* dapat menurunkan masalah di area lipatan. Hasil analisis yang dilakukan, baik dengan perhitungan secara teoritis maupun menggunakan *software* memiliki hasil yang sama. Perubahan rantai ke *timing belt* dapat meningkatkan produktivitas mesin karena *trouble loss* berkurang. Meningkatkan *running hour* mesin dan menambah produktivitas sebanyak 6 menit operasi mencapai 3600 pcs atau 600 pcs/menit.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur kehadirat Tuhan YME, sehingga kajian ini terlaksana dengan baik, dan tak lupa Penulis ucapkan terima kasih untuk pihak-pihak terkait

seperti Lembaga LPPM Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa, PT. Aman Jaya, dan seluruh pihak yang terlibat dalam kajian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Khurmi, RS, Gupta J.K. 2005. A textbook of machine design. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD.
- [2] Sularso, Kiyokatsu Suga. 1978. Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [3] Robert L. Motto P.E. 2009. Elemen-elemen mesin dalam perancangan mekanis. Edisi 1. Yogyakarta: Andi.
- [4] Dobrovolsky.v. 1978. Machine Elements second edition. Moscow: Peace.
- [5] Mitshuboshi. 2014. Design manual timing belt. Mitshuboshi belting LTD.
- [6] Robert L. Motto, Edward M. Vavrek, dan Jyhwen Wang. 2018. Machine elements in mechanical design. Sixth edition. Pearson education, Inc.
- [7] Kemendikbud. 2015. Mekanika dan elemen mesin 2. Jakarta.
- [8] Zainuri Achmad. 2010. Diklat Elemen Mesin II. Mataram : Universitas Mataram.
- [9] Authors guide. 2014. Diklat Elemen Mesin II. Banjarbaru : Universitas Lambung Mangkurat.
- [10] Optibelt Arntz group. Technical manual rubber Timing belt drives. Germany.
- [11] Mectrol Gates. 2006. Timing belt theory. Northwestern : Tomkins company.
- [12] Kumar Pravin. 2013. Basic mechanical engineering. Pearson education, Inc.
- [13] Misumi, INC. Configurable timing pulleys & timing belts. First edition. Schaumburg : USA Corporate Headquarters.
- [14] Nurdin H., Ambiyar, dan Waskito. 2020. Perencanaan elemen mesin. Padang: UNP Press.
- [15] Harlin, Puspita Sari D., dan Darlius H. 2017. Modul elemen mesin. Indralaya : FKIP UNSRI.
- [16] Bamb, Sular, dan Sumadi. 1995. Tabel elemen mesin. Solo: Akademi Teknik Mesin Industri Surakarta.
- [17] STTDB. 2011. Pedoman penulisan skripsi STTDB. Bekasi.