

Perancangan Konveyor Pengangkat Sampah dari Dasar Sungai

Jamal M. Afiff^{1,a)}, Tono Sukarnoto^{1,b)}, dan Michael Siebert^{1,c)}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti,
Jl. Kyai Tapa No.1, RT. 4 / RW. 16, Tomang, Kec. Grogol Petamburan, Jakarta, Indonesia, 11440.

^{a)}jamal@trisakti.ac.id (corresponding author), ^{b)}tsukarnoto@trisakti.ac.id, ^{c)}twinsiebert@gmail.com

Abstrak

Di Indonesia, sampah terdapat dimana-mana khususnya di daerah perkotaan dan sekarang menjadi masalah terbesar yang dihadapi manusia saat ini. Banyak solusi yang ditawarkan pemerintah setempat, seperti penggunaan *wiremesh* dan *excavator* dengan pasukan oranye yang banyak melibatkan tenaga kerja. Untuk mengurangi keterlibatan banyak tenaga kerja, perlu dirancang konveyor pengangkat sampah secara otomatis dari dasar sungai. Perancangan diawali dengan pengumpulan data, pembuatan konsep rancangan, pemilihan konsep rancangan, perhitungan serta analisis untuk mengetahui defleksi pada poros dan pembuatan gambar teknik dengan *software* Solidworks.. Hasil rancangan ini menggunakan konveyor sabuk Mitsuboshi dengan kecepatan 0,8 m/s, *bucket*, transmisi *v-belt* Mitsuboshi, motor AC TECO dan bantalan dari SKF. Konveyor pengangkat sampah ini akan ditempatkan di Sungai Sekretaris, Duri Kepa, Jakarta Barat. Rancangan pun memakai sistem belt bucket conveyor yang bekerja secara kontinyu.

Kata Kunci: *sampah, belt conveyor, sungai, solidworks.*

Abstract

In Indonesia, waste is everywhere, especially in urban areas and now become the biggest problem that humans are facing today. At this time, many solutions offered by the local government, such as wiremesh and excavators with pasukan oranye as operator that involve a lot of manpower. To reduce the manpower, it is necessary to design a conveyor to lift the trash automatically from the bottom of the river. The design begins with collecting the main data, making the design concepts, selecting the suitable the design concepts, calculations and analysis to get the deflection in shaft, and technical drawing in Solidworks software. The result of this design uses a belt conveyor Mitsuboshi with a speed of 0.8 m/s, bucket, Mitsuboshi v-belt transmission, TECO AC motor and bearings from SKF which will be placed in Sungai Sekretaris, Duri Kepa, West Jakarta. The design uses a belt bucket conveyor system that working continuously.

Keywords: *waste, belt conveyor, river, solidworks.*

I. PENDAHULUAN

Sampah merupakan benda sisa yang tidak bernilai atau tidak berharga lagi yang ada di sekitar lingkungan tempat tinggal suatu masyarakat. Di Indonesia, sampah terdapat dimana-mana khususnya di daerah perkotaan dan menjadi masalah terbesar yang dihadapi manusia saat ini. Sebahagian dari sampah akan terbuang ke sungai dan akan mencemari sungai tersebut. Pada akhirnya sampah akan terbawa oleh aliran arus sungai menuju ke laut lepas. Hal ini merupakan bencana bagi mahluk hidup tidak hanya di sungai, namun juga kehidupan yang ada di laut. Sering didapati ikan-ikan mati karena keberadaan sampah plastik dan juga kehidupan terumbu karang pun menjadi tercemar.

Pada saat ini, sudah ada solusi yang ditawarkan pemerintah setempat, seperti penggunaan *wiremesh*, *excavator* dengan pasukan oranye-nya. Namun solusi ini masih mempunyai banyak kekurangan, salah satunya adalah diperlukan banyak sumber daya manusia (SDM) yang ikut serta sehingga kemampuan dan jam kerja dari solusi penanganan sampah ini menjadi terbatas. Keterbatasan ini akan mengakibatkan penumpukan sampah dan aliran sungai akan tersumbat. Maka perlu adanya metode baru yang dapat mengatasi permasalahan tersebut, salah satunya dengan pengangkatan secara

bertahap tanpa perlu melibatkan banyak operator atau dengan kata lain hanya dengan melibatkan operator seminimum mungkin.

Melihat permasalahan di atas, maka perlu dirancang suatu peralatan untuk mengangkat sampah secara otomatis dari dasar sungai. Pada rancangan ini dipilih peralatan tipe *belt conveyor* yang dimodifikasi sehingga pemakaiannya efektif dan efisien [1].

Perancangan *belt conveyor* pengangkat sampah dari dasar sungai ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

- a. Tipe *Conveyor* : *Bucket belt conveyor.*
- b. Mekanisme kerja : Kontinyu.
- c. Kapasitas maksimal : 288 ton/hr.
- d. Lebar sungai : 2 ~ 3 m.
- e. Kedalaman sungai : 50 ~ 200 cm.
- f. Jenis sampah : Organik dan Anorganik.
- g. Volume sampah : 0,125 m³.
- h. Beban angkut *bucket* : ≤ 100 N.
- i. Jumlah *bucket* : 14.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sampah

Pengertian sampah menurut WHO (World Health Organization) adalah sebuah materi yang tidak terpakai,

tidak disenangi, tidak digunakan, atau segala sesuatu yang berasal dari kegiatan manusia dan telah dibuang [2]. Sampah merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat, pengertian menurut undang-undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 [3]. Sampah yang dikelola berdasarkan sesuai yang tertulis pada undang-undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 pasal 2, sampah terdiri atas:

- a. Sampah rumah tangga.
- b. Sampah rumah tangga merupakan jenis sampah yang berasal dari rumah tangga, tidak termasuk tinja dan sampah spesifik.
- c. Sampah sejenis sampah rumah tangga.
- d. Merupakan jenis sampah yang berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lainnya.
- e. Sampah spesifik, merupakan jenis sampah yang meliputi:
 1. Sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun.
 2. Sampah yang mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun.
 3. Sampah yang timbul akibat bencana.
 4. Puing bongkaran bangunan.
 5. Sampah yang secara teknologi belum dapat diolah dan/atau
 6. Sampah yang timbul secara periodik.

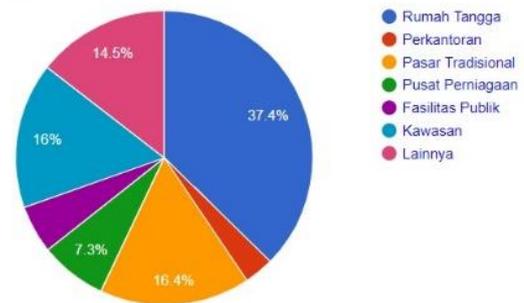
B. Sumber Sampah

Mengacu pada data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) – Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2020, terdapat 6 sumber yang merupakan penyumbang terbanyak sampah yang ada saat ini seperti ditunjukkan pada Gambar 1, yaitu [4] :

- a. Sampah yang berasal dari rumah tangga
Menurut grafik, sampah yang berasal dari rumah tangga merupakan penyumbang terbesar dengan presentase 37,4%. Menurut data dari sumber yang sama, hampir setiap rumah menghasilkan sampah paling sedikit 0,3 kg tiap harinya. Kebanyakan sampah ini berupa sisa-sisa makanan, pembungkus makanan, botol plastik, pakaian, dan lain sebagainya.
- b. Sampah yang berasal dari perkantoran
Sampah yang berasal dari perkantoran menyumbang sampah dengan presentase paling kecil yaitu, 3,2%. Perkantoran disini meliputi semua perkantoran yang ada baik itu perkantoran sederhana maupun perkantoran besar. Kebanyakan sampah ini berupa kertas-kertas dan dokumen ataupun alat-alat perkantoran yang sudah tidak terpakai lagi.
- c. Sampah yang berasal dari pasar tradisional
Sampah yang berasal dari pasar tradisional merupakan penyumbang sampah terbesar kedua dengan presentase 16,4%. Dimana sampah ini biasanya berupa bahan makanan sisa atau yang tidak layak dikonsumsi lagi, kantong plastik, dan makanan.
- d. Sampah yang berasal dari pusat perniagaan
Sampah yang berasal dari pusat perniagaan menyumbang sampah sebesar 7,3%.

- e. Sampah yang berasal dari fasilitas publik
Sampah ini menyumbang sekitar 5,3%. Biasanya sampah ini kebanyakan terdiri dari kantong plastik, botol plastik, *sterofoam*, dan bungkus rokok maupun rokok itu sendiri.
- f. Sampah yang berasal dari kawasan lainnya
Sampah dari kawasan lainnya ini merupakan penyumbang terbesar ketiga setelah pasar tradisional dengan presentase 16% [5].

Komposisi Sampah Berdasarkan Sumber Sampah



Gambar 1. Diagram komposisi sampah berdasarkan sumber sampah [4]

C. Belt Conveyor

Konveyor adalah salah satu material handling yang berfungsi untuk memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lainnya, yang dimana jalur perpindahan tidak berpindah-pindah atau tetap. Konveyor pada umumnya memiliki dua atau lebih puli, yang disambungkan melalui sabuk. Puli yang pertama disebut puli penggerak, yang fungsinya untuk menggerakkan puli lainnya. Sebuah sistem tertutup dibentuk oleh sabuk sehingga puli dapat terus-menerus berputar. Sistem konveyor mempunyai beberapa manfaat, yang utamanya adalah untuk memindahkan barang dalam jumlah banyak. Beberapa manfaat yang lain yaitu, mengurangi resiko kecelakaan kerja, meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga, mengurangi biaya buruh atau pekerja, dan sebagainya. Prinsip kerja *belt conveyor* adalah mentransfer material yang ada di atas *belt*, dimana umpan atau *inlet* pada sisi *tail* dengan menggunakan *chute* dan sesudah material di *head*, material dituangkan karena *belt* berbalik arah, *drive/head pulley* menggerakkan *belt* menggunakan motor penggerak. *Belt* ditarik *head pulley* menggunakan suatu prinsip yaitu gesekan antara permukaan drum dengan *belt*, sehingga gaya gesek tersebut memengaruhi kapasitasnya [6].

D. Jenis-jenis Konveyor

Konveyor sabuk atau dikenal sebagai *belt conveyor* menurut jenisnya terbagi menjadi 3, yaitu:

a. Roller Bed Belt Conveyor

Tipe *Roller Bed Belt Conveyor* ini mempunyai *belt* yang ditopang dengan *roller* yang mempunyai peran untuk menahan beban yang ada di atasnya. Dikarenakan memiliki gesekan yang minimum, *roller* ini dipilih. Konveyor ini memiliki batas-batas pada perancangan, terutamanya pada kemiringan. *Roller*

bed belt conveyor ini tidak mempunyai kemampuan untuk kemiringan yang curam.

b. *Slider Bed Belt Conveyor*

Tipe *slider bed belt conveyor* ini mempunyai keunikan dimana bagian bawah *belt* ditopang menggunakan permukaan licin. Dasar dari konveyor ini merupakan pelat yang licin, terbuat dari UHMW (*Ultra High Molecular Weight Polyethylene*). *Slider bed belt conveyor* ini pun mempunyai batas-batas pada perancangannya jika dibandingkan dengan konveyor bertipe *roller bed belt conveyor* yaitu gaya gesek yang muncul lebih besar.

c. *Bucket Elevator Belt Conveyor*

Tipe *bucket elevator belt conveyor* ini mempunyai fungsi untuk mentransfer benda-benda curah seperti batu bara, biji-bijian, semen, tepung, pasir, kerikil, pupuk, dan banyak lainnya. Konveyor ini dapat bekerja secara horizontal maupun vertikal dengan *bucket* yang terpasang pada konveyor ini. Konveyor ini memiliki kekurangan dimana perancangannya lebih sulit dibanding konveyor lainnya. Konveyor ini pun memiliki kelebihan, dimana jika yang diperlukan itu ruangan kecil namun memiliki perbedaan ketinggian. Ini merupakan solusi paling tepat untuk masalah di atas. [6]

E. Motor Induksi

Motor induksi adalah salah satu motor AC yang banyak digunakan atau dilihat pada saat ini karena konstruksinya yang cukup kuat dan karakteristik kerjanya yang baik, serta motor ini dapat terbilang sangat sederhana. Motor induksi mempunyai beberapa bagian yaitu,

- stator atau bagian yang diam
- rotor atau bagian yang berputar

Diklasifikasikan menjadi dua tipe motor induksi tiga fasa yaitu motor rotor sangkar tupai dan motor rotor lilitan. Kedua motor tersebut menggunakan prinsip dasar yang sama dan mempunyai konstruksi stator yang serupa namun berbeda dalam konstruksi rotor. Dapat disebut motor induksi, karena dalam hal penerimaan tegangan dan arus pada rotor dilakukan dengan jalan induksi. Jadi pada rotor induksi, rotor tidak langsung menerima tegangan atau arus dari luar.

Secara umum motor induksi tiga fasa terdiri dari beberapa bagian yaitu [7] :

- body (frame)*
- stator (bagian yang diam)
- rotor (bagian yang bergerak)
- belitan stator
- bearing*
- name plate*

III. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

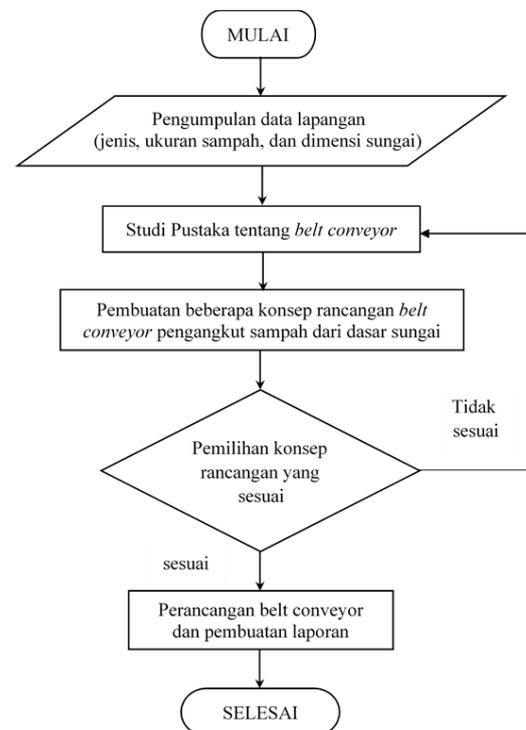
Perancangan ini akan memfokuskan untuk merancang konveyor pengangkut sampah dari dasar sungai sehingga nanti perancangan dapat bermanfaat bagi sekitar. Diagram alir proses perancangan ditunjukkan pada Gambar 2. Tahapan pada perancangan ini meliputi:

- Pengumpulan Data

Pada bagian ini, dipersiapkan data untuk merancang konveyor sabuk pengangkut sampah, baik itu data yang dirancang atau yang terdapat pada literatur maupun sesuai kebutuhan yang didapati di lapangan. Terutama pada data utama yaitu: jenis sampah, ukuran sampah, dan dimensi sungai. Hal ini merupakan proses yang sangat vital karena dimensi dan penggunaan konveyor akan mengacu pada data-data yang ada pada bagian ini.

b. Studi Pustaka

Dalam studi pustaka, dicari dan dipelajari referensi-referensi yang berhubungan dengan perancangan konveyor. Studi pustaka ini untuk memberi gambaran bagaimana alur dan proses perancangan dibuat.



Gambar 2. Diagram alir proses penelitian

c. Pembuatan Konsep Rancangan

Pada proses ini, akan dibuat beberapa konsep rancangan. Dari beberapa konsep rancangan yang dibuat, akan ditentukan konsep rancangan terbaik, efektif, dan efisien. Hal ini akan mengurangi beberapa masalah yang dijumpai pada perancangan nanti.

d. Pemilihan konsep rancangan

Pada tahap ini, penulis akan memilih konsep rancangan berdasarkan prinsip solusi dan evaluasi konsep rancangan.

e. Perancangan *Belt Conveyor* dan Laporan

Pada tahap ini, akan dirancang desain konveyor sabuk menggunakan *software Solidworks* sesuai perhitungan yang telah dilakukan. Perhitungan dilakukan pada volume *bucket*, kapasitas *bucket*, dan gaya efektif pada *bucket*. Setelah didapatkan gaya efektif yang bekerja, akan dirancang dan dipilih tipe sabuk konveyor dan puli konveyor yang akan dipakai. Pemilihan motor dan spesifikasi motor yang

digunakan. Perancang untuk transmisi pada konveyor. Analisis dan perhitungan poros penggerak berikut pasak dan bantalan yang akan digunakan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan ini dilakukan dengan melihat beberapa masalah yang ada di lapangan. Survey telah dilakukan untuk menempatkan hasil perancangan ini. Spesifikasi pada rancangan mengacu pada tempat dan lokasi survey yang telah dilakukan di Sungai Sekretaris, Duri Kepa, Jakarta Barat.

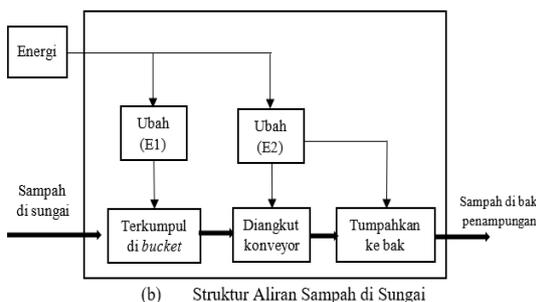
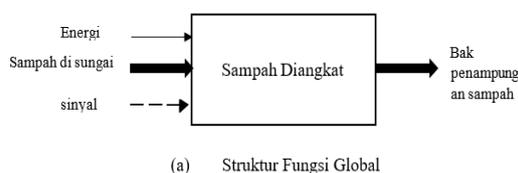
A. Spesifikasi Awal Rancangan Konveyor

Pada awal tahapan rancangan ini, diperlukan beberapa spesifikasi awal rancangan yang telah disesuaikan dengan kebutuhan rancangan di lapangan, yaitu:

- a. Lebar sungai : 1,5 meter.
- b. Kedalaman sungai : 1 meter.
- c. Dimensi sampah : 0,125 m².
- d. Jarak antar kedua puli, C : 2,83 meter.
- e. Tinggi konveyor : 2 meter.
- f. Beban max. angkut bucket, *wb* : 10 kg.
- g. Kecepatan konveyor, *v* : 0,8 m/s.
- h. Sudut Konveyor : 45°.
- i. Jarak antar bucket, *l* : 100 mm.
- j. Jari-jari bucket, *r* : 300 mm.
- k. Lebar bucket, *lb* : 500 mm.
- l. Jumlah bucket : 14.
- m. Jumlah bucket terisi : 7.
- n. Massa total bucket terisi, *Mbt* : 686 N.
- o. Kondisi konveyor : Di air dan di darat.

B. Struktur Fungsi

Cara kerja dari sebuah konveyor sabuk dinyatakan dalam bentuk diagram blok pada gambar. Hubungan (fungsi transfer) antara masukan dan keluaran dinyatakan dalam setiap blok, sedangkan fungsi transfer itu sendiri berupa diteruskan, diubah, dibesarkan dan diproses. Pada Gambar 3 terdapat struktur fungsi global dan struktur aliran sampah di sungai.



Gambar 3. Struktur fungsi rancangan

C. Membuat Prinsip Solusi

Prinsip solusi yang ditunjukkan pada Gambar 4 tersusun berupa matriks dari beberapa solusi yaitu solusi penggerak, solusi transmisi, solusi pengangkut. Pada akhir prinsip solusi akan diberikan pilihan perancangan yang paling mudah, efektif, dan efisien berdasarkan data lapangan [8].

| | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|
| A Prinsip solusi penggerak | AC Motor | DC Motor | |
| B Prinsip solusi transmisi | Transmisi Rantai | Transmisi sabuk | Transmisi roda gigi |
| C Prinsip solusi pengangkut | Bucket Conveyor | Apron Conveyor | Screw Conveyor |

Gambar 4. Prinsip solusi

Dari beberapa prinsip solusi pada Tabel 1, terdapat beberapa variasi konsep rancangan yang bisa dibuat, yaitu:

- 1. Varian 1: A1-B1-C1
- 2. Varian 2: A2-B2-C2
- 3. Varian 3: A1-B2-C1
- 4. Varian 4: A1-B3-C1
- 5. Varian 5: A2-B3-C1
- 6. Varian 6: A1-B1-C2
- 7. Varian 7: A2-B1-C2
- 8. Varian 8: A2-B2-C1
- 9. Varian 9: A1-B2-C3
- 10. Varian 10: A1-B3-C3

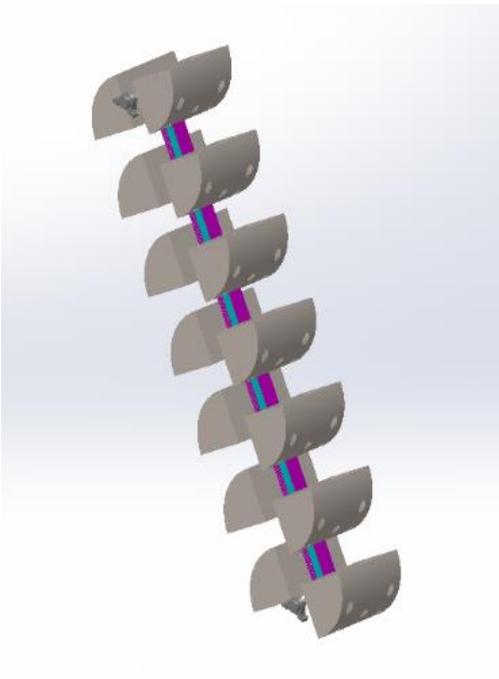
D. Pemilihan Konsep Rancangan

Pemilihan konsep rancangan terbaik dari 10 variasi konsep rancangan berdasarkan indikasi dan alasan yang telah dibuat seperti ditunjukkan pada Gambar 5 [8].

| Variasi | | Keterangan | | | | | | Hasil |
|------------------------------------|---|-------------------------------|---|---|---|---|--|-------|
| Variasi dengan kriteria solusi | | Keputusan tanda solusi varian | | | | | | |
| (+) Ya | | (+) Mengikat solusi | | | | | | |
| (-) Tidak | | (-) Menghilangkan solusi | | | | | | |
| (?) Kekurangan informasi | | (?) Mengumpulkan informasi | | | | | | |
| (!) Periksa spesifikasi | | (!) Memeriksa spesifikasi | | | | | | |
| Sesuai dengan fungsi keseluruhan | | | | | | | | |
| Secara prinsip dapat diwujudkan | | | | | | | | |
| Pengetahuan tentang konsep memadai | | | | | | | | |
| Sesuai dengan keinginan pembuat | | | | | | | | |
| Memenuhi syarat keamanan | | | | | | | | |
| Mudah dioperasikan | | | | | | | | |
| V1 | + | + | + | - | + | - | Memerlukan biaya perawatan lebih dan diperlukan pelumasan | - |
| V2 | - | + | - | - | + | - | Apron conveyor tidak dapat mengangkat sampah dari dasar sungai | - |
| V3 | + | + | + | + | + | + | Sesuai | + |
| V4 | + | + | + | - | + | + | Jarak antar poros jauh | - |
| V5 | + | + | + | - | + | - | Harganya lebih mahal | - |
| V6 | + | + | + | - | + | + | Bisa melebihi dimensi rancangan | - |
| V7 | - | - | + | - | - | - | Apron conveyor tidak dapat mengangkat sampah dari dasar sungai | - |
| V8 | + | + | + | - | + | + | Harganya lebih mahal | - |
| V9 | - | - | - | - | + | - | Screw conveyor tidak dapat mengangkat sampah dari dasar sungai | - |
| V10 | ! | ! | - | - | - | - | Kombinasi sulit direalisasikan | - |

Gambar 5. Pemilihan kombinasi

Sesuai Gambar 5, pemilihan kombinasi terdapat satu varian yang mengikat solusi semua kriteria yang dievaluasi, yaitu varian 3 (V3). Gambar 6 menunjukkan sebuah sketsa dari rancangan berdasarkan varian 3 tersebut.



Gambar 6. Konsep rancangan terpilih

E. Perhitungan Kapasitas Konveyor

Besar volume bucket dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{4} \pi r^2 \cdot lb \\
 &= \frac{1}{4} \pi \cdot (300)^2 \cdot (500) = 35.342.917,4 \text{ mm}^3 \\
 &= 0,035 \text{ m}^3.
 \end{aligned}$$

Besar kapasitas bucket, Q adalah:

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{3600 \cdot Wb}{(l/v)} \\
 &= \frac{3600 \cdot (10)}{(0,1/0,8)} = 288.000 \text{ kg/hr} = 288 \text{ ton/hr}.
 \end{aligned}$$

Perancangan Belt dan Puli Konveyor

Gaya yang bekerja pada konveyor,

$$\begin{aligned}
 W_y &= F \cdot \cos 45^\circ \\
 &= Mbt \cdot \cos 45^\circ \\
 &= 686 \cdot (\cos 45^\circ) = 485,08 \text{ N}.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_x &= F \cdot \sin 45^\circ \cdot \mu \\
 &= Mbt \cdot \sin 45^\circ \cdot \mu \\
 &= 686 \cdot (\sin 45^\circ) \cdot (0,7) = 339,55 \text{ N}.
 \end{aligned}$$

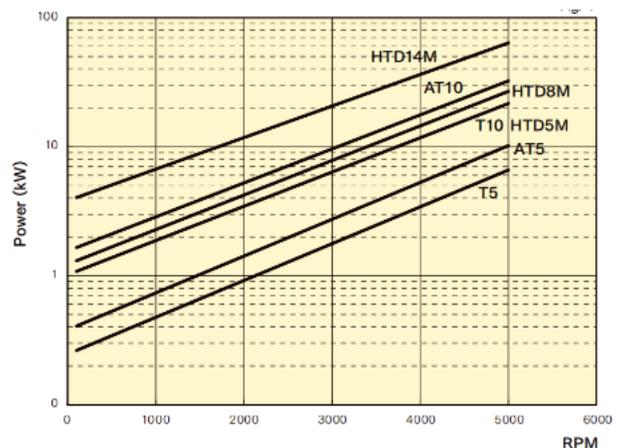
$$\begin{aligned}
 F_k &= W_y + W_x \\
 &= 485,08 \text{ N} + 339,55 \text{ N} \\
 &= 824,63 \text{ N}.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= F_k \cdot v \\
 &= 824,63 \cdot (0,8) \\
 &= 659,70 \text{ W}. \\
 &= 0,66 \text{ kW} = 0,89 \text{ Hp}.
 \end{aligned}$$

Penghitungan putaran maksimum, (Nmax) [9]

$$\begin{aligned}
 N_{max} &= \frac{v \times 19.100}{D_{pmin}} \\
 &= \frac{0,8 \cdot (19.100)}{18,27} = 836,34 \text{ rpm} \approx 837 \text{ rpm}.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Dari N_{max} yang telah dihitung, dipilih profil gigi belt yang sesuai berdasarkan Gambar 7. Mengacu pada $N_{max} = 837 \text{ rpm}$ dan $P = 0,66 \text{ kW}$, dipilih profil gigi belt T10.



Gambar 7. Grafik pemilihan profil gigi

F. Pemilihan Puli [10]

Gambar 8 menunjukkan tabel pemilihan puli. Berdasarkan kebutuhan rancangan akan dipilih puli dengan spesifikasi berikut:

- No. of teeth, Z: 30
- Pulley type : A . B
- Material : Steel
- Outer Diameter. OD : 93,65 mm

e. Pitch Diameter, D_p : 95,49 mm

| Tooth Profile No. of teeth | Pulley Type | Material | T10 | | Product Code | | |
|-------------------------------|-------------|----------|------------|---------|--------------|------------|------------|
| | | | OD (mm) | PD (mm) | | | |
| 12 | A - B | Steel | 36.35 | 38.20 | PT10-15-12 | PT10-25-12 | |
| 14 | A - B | | 42.70 | 44.56 | PT10-15-14 | PT10-25-14 | |
| 15 | A - B | | 45.90 | 47.75 | PT10-15-15 | PT10-25-15 | |
| 16 | A - B | | 49.05 | 50.93 | PT10-15-16 | PT10-25-16 | |
| 18 | A - B | | 55.45 | 57.30 | PT10-15-18 | PT10-25-18 | |
| 20 | A - B | | 61.80 | 63.66 | PT10-15-20 | PT10-25-20 | |
| 22 | A - B | | 68.15 | 70.03 | PT10-15-22 | PT10-25-22 | |
| 24 | A - B | | 74.55 | 76.39 | PT10-15-24 | PT10-25-24 | |
| 25 | A - B | | 77.70 | 79.58 | PT10-15-25 | PT10-25-25 | |
| 26 | A - B | | 80.90 | 82.76 | PT10-15-26 | PT10-25-26 | |
| 28 | A - B | | 87.25 | 89.13 | PT10-15-28 | PT10-25-28 | |
| 30 | A - B | | 93.65 | 95.49 | PT10-15-30 | PT10-25-30 | |
| 32 | A - B | | 100.00 | 101.86 | PT10-15-32 | PT10-25-32 | |
| 36 | A - B | | 112.75 | 114.59 | PT10-15-36 | PT10-25-36 | |
| 40 | A - B | | 125.45 | 127.32 | PT10-15-40 | PT10-25-40 | |
| 44 | W | | Cast Metal | 138.20 | 140.06 | PT10-15-44 | PT10-25-44 |
| 48 | W | | | 150.95 | 152.79 | PT10-15-48 | PT10-25-48 |
| 50 | W | | | 157.30 | 159.15 | PT10-15-50 | PT10-25-50 |
| 60 | W | | | 189.10 | 190.99 | PT10-15-60 | PT10-25-60 |

Gambar 8. Pemilihan puli

Kecepatan putaran pada belt, (n_2)

$$n_2 = \frac{v \times 19100}{D_p} \quad (2)$$

$$= \frac{0,8 \cdot (19100)}{95,49} = 163,01 \text{ rpm} \approx 165 \text{ rpm.}$$

Peripheral force pada belt, (F_u)

$$F_u = \frac{19,1 \times 1.000.000 \times P_d}{D_p \times n_2} \quad (3)$$

$$= \frac{19,1 \cdot (1.000.000) \cdot (0,66)}{95,49 \cdot (165)} = 800,08 \text{ N}$$

Torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan belt, (T_q)

$$T_q = \frac{F_u \times D_p}{2000} \quad (4)$$

$$= \frac{800,08 \cdot (95,49)}{2000} = 38,20 \text{ Nm.}$$

Number of teeth meshing in drive pulley, (Z_m)

$$Z_m = Z \times \frac{\text{arc of contact}}{360^\circ} = 30 \cdot \frac{180^\circ}{360^\circ} = 15$$

Tooth share strength, ($F_{p_{spec}}$)

$$F_{p_{spec} @ 165 \text{ rpm}} = \frac{F_{p_{spec}} - F_{p_{spec}_1}}{F_{p_{spec}_2} - F_{p_{spec}_1}} = \frac{\text{rpm} - \text{rpm}_1}{\text{rpm}_2 - \text{rpm}_1}$$

$$F_{p_{spec} @ 165 \text{ rpm}} = 42,4 \text{ N/cm.}$$

Belt width, (BW)

$$BW = \frac{F_u \times K_s \times 10}{F_{p_{spec}} \times Z_m} \quad (5)$$

$$= \frac{800,08 \cdot (1,7) \cdot (10)}{42,4 \cdot (15)} = 21,4 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm.}$$

Diambil belt width 100 mm dengan berat belt (B_b) = 600 g/m = 0,6 kg/m, sesuai dengan lampiran.

Panjang belt / pitch length, (L_p)

$$L_p = 2 \times C + \frac{\pi (D_p + D_p)}{2} \quad (6)$$

$$= 2 \cdot (2.830) + \frac{\pi (95,49 + 95,49)}{2}$$

$$= 5.959,99 \text{ mm} = 5.96 \text{ m.}$$

Berat belt total, (W_{be})

$$W_{be} = L_p \cdot B_b \cdot g = 5,96 \cdot (0,6) \cdot (9,8) = 35,05 \text{ N.}$$

Pre-tension force pada belt, (F_p)

$$F_p = F_u = 800,08 \text{ N.}$$

G. Pemilihan Motor

Dalam pemilihan motor ini, akan dipakai motor ac 3 phas dengan melihat katalog TECO. Spesifikasi ini dipilih berdasarkan kebutuhan yang telah dihitung di atas adalah:

- Tipe motor : TECO 3 phase Induction Motor.
- Seri : AESV2E.
- Daya output, P_m : 1,1 kW = 1,5 HP.
- Putaran, n_1 : 690 rpm.
- Torsi max. : 15,20 Nm.
- Berat motor : 44,5 kg.
- Efficiency : 74,7 %.
- Power factor : 67,5.
- Current : 3,15 A.
- Diameter Shaft : 24 mm.
- Panjang shaft extension: 50 mm. [11]

H. Perancangan Transmisi

Daya yang akan ditransmisikan dan jarak sumbu poros, Faktor koreksi diambil 1,6 sesuai dengan Tabel koreksi.

$$P_d = f_c \cdot P_m$$

$$= 1,6 \cdot (1,1) = 1,76 \text{ kW} \quad (7)$$

Perbandingan putaran (i)

$$n_1 = 690 \text{ rpm.}$$

$$n_2 = 165 \text{ rpm.}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{690}{165} = 4,2 \quad (8)$$

Torsi yang direncanakan, (T_{d1}) dan (T_{d2})

$$T_{d1} = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n_1} \quad (9)$$

$$= 9,74 \times 10^5 \cdot \left(\frac{1,76}{690}\right)$$

$$= 2.484,4 \text{ kg} \cdot \text{mm} = 24,36 \text{ Nm} = 24.360 \text{ Nmm.}$$

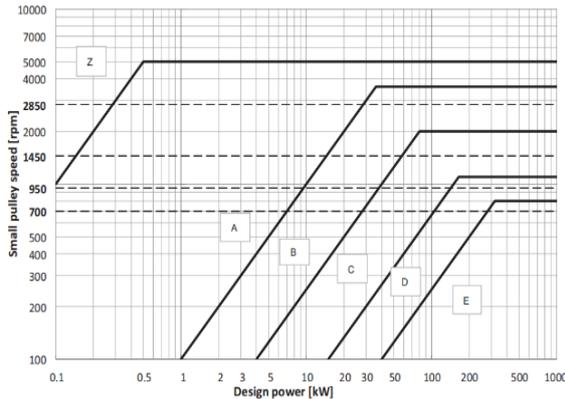
$$T_{d2} = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n_2}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{1,76}{165}\right)$$

$$= 10.389,3 \text{ kg} \cdot \text{mm} = 101,88 \text{ Nm} = 101.880 \text{ Nmm.}$$

I. Pemilihan Penampang Sabuk [12]

Pada pemilihan penampang sabuk dipilih dengan melihat Gambar 9, sesuai dengan perbandingan antara kecepatan puli kecil yang telah dihitung serta daya yang direncanakan.



Gambar 9. Grafik pemilihan penampang sabuk

Dari Gambar 9 grafik pemilihan penampang sabuk, akan dipilih yang sesuai dengan putaran puli kecil 165 rpm dan daya rencana 1,76 kW yaitu, penampang A.

J. Pemilihan diameter puli minimum

Pada pemilihan diameter puli minimum, ditunjukkan pada Gambar 10. dd_{min} merupakan datum diameter puli kecil sedangkan DD_{min} merupakan datum diameter puli besar.

| Belt type | Z | A | B | C | D | E |
|--------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| For wrapped type | 45 | 71 | 112 | 180 | 315 | 450 |
| For raw edge cogged type | 40 | 63 | 90 | 140 | - | - |

Gambar 10. Datum diameter puli minimum

Sesuai Gambar 10, datum diameter puli minimum adalah 71 mm untuk *Wrapped type* dengan penampang sabuk A.

$dd_{min} = 71 \text{ mm.}$

K. Dimensi Puli

Dari Gambar 11 datum diameter puli minimum, dapat ditentukan datum diameter puli kecil dan puli besar.

$ddp = 90 \text{ mm.}$
 $DDp = ddp \cdot i$
 $= 90 \cdot (4,2) = 378 \text{ mm.}$ (10)

| Belt type | Z | A | B | C | D | E |
|------------|-----|-----|-----|------|------|------|
| Difference | 5.0 | 6.6 | 8.4 | 11.4 | 16.2 | 24.0 |

Gambar 11. Perbedaan diameter puli minimum

Gambar 11 menunjukkan perbedaan antara *outside diameter* dan datum diameter, yang dimana tipe A menunjukkan 6,6. Do merupakan *outside diameter* puli besar sedangkan do merupakan *outside diameter* puli kecil.

$do = ddp + (6,6)$
 $do = 90 + (6,6) = 96,6 \text{ mm.}$ (11)

$D0 = DDp + (6,6)$

$D0 = 378 + (6,6) = 384,6 \text{ mm.}$

L. Panjang Sabuk, (Ld)

Panjang sabuk, Ld jenis dan tipe *belt* mitsuboshi yang dirancang:

$Ld = 2C + 1,57 (DDp + ddp)$ (12)
 $= 2 \cdot (300) + 1,57 (90 + 378)$
 $= 3034,76 \text{ mm} \approx 3048 \text{ mm.}$

Sesuai dengan lampiran, dipilih tipe *belt* A 20 dari Mitsuboshi *V-Belt*.

M. Beban v-belt, (Bv)

W merupakan beban *belt* per meter sesuai dengan lampiran.

$Bv = W \cdot Ld \cdot g$ (13)
 $= 0,12 \cdot (3,048) \cdot (9,8) = 3,59 \text{ N.}$

N. Kecepatan Sabuk, v

Sesuai referensi peancangan *v-belt* katalog mitsuboshi *v-belt*, kecepatan *v-belt* tidak boleh melebihi 30 m/s.

$v = \frac{\pi \cdot do \cdot n1}{60 \cdot (1000)}$ (14)
 $= \frac{\pi \cdot (96,6) \cdot (690)}{60 \cdot (1000)} = 3,49 \text{ m/s.}$

Arc of contact puli kecil, (θ_1)

$\theta_1 = 180 - 2 \sin^{-1} \frac{DDp - ddp}{2C}$ (15)
 $= 180 - 2 \sin^{-1} \frac{378 - 90}{2 \cdot (300)} = 122,63^\circ \approx 123^\circ$

Arc of contact puli besar, (θ_2)

$\theta_2 = 180 + 2 \sin^{-1} \frac{DDp - ddp}{2C}$
 $= 180 + 2 \sin^{-1} \frac{378 - 90}{2 \cdot (300)} = 237,37^\circ \approx 238^\circ$

O. Installation and Take-up Allowance,

Pada tahap ini, dapat dipilih instalasi pemasangan *v-belt* dan *take-up* yang diperbolehkan sesuai dengan Gambar 12.

| Length designation | Datum length (mm) | Installation allowance (mm) | | | | | Take-up allowance (mm) All sections |
|--------------------|------------------------|-----------------------------|----|----|----|----|--|
| | | Z | A | B | C | D | |
| 20 ~ 38 | $500 \leq Ld < 970$ | 15 | 20 | 25 | | | 25 |
| 39 ~ 60 | $970 \leq Ld < 1500$ | 20 | 20 | 25 | 40 | | 40 |
| 61 ~ 90 | $1500 \leq Ld < 2200$ | | 20 | 35 | 40 | | 50 |
| 91 ~ 120 | $2200 \leq Ld < 3000$ | | 25 | 35 | 40 | | 65 |
| 121 ~ 158 | $3000 \leq Ld < 4000$ | | 25 | 35 | 40 | 50 | 75 |
| 159 ~ 195 | $4000 \leq Ld < 5000$ | | | 35 | 50 | 50 | 65 |
| 196 ~ 240 | $5000 \leq Ld < 6000$ | | | 40 | 50 | 50 | 65 |
| 241 ~ 270 | $6000 \leq Ld < 6800$ | | | | 50 | 65 | 65 |
| 271 ~ 330 | $6800 \leq Ld < 8400$ | | | | 50 | 65 | 75 |
| 331 ~ 400 | $8400 \leq Ld < 10000$ | | | | 50 | 65 | 75 |
| 400 ~ | $10000 \leq Ld$ | | | | | 75 | 90 |
| | | | | | | | $Ld \times 0,015$ |

Gambar 12. Perbedaan installation and take-up allowance

Sesuai dari Gambar 12, terlihat bahwa *installation allowance* yaitu 25 mm dan *take-up allowance* yaitu 75 mm. [12]

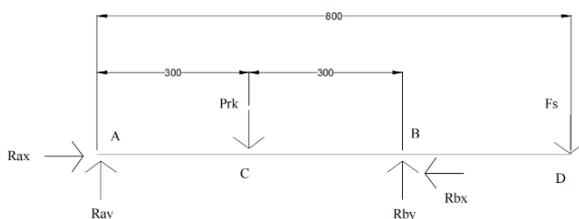
P. Analisis Poros

Pada poros ini, terdapat beberapa gaya yang ditimbulkan *v-belt* dan puli serta gaya dari konveyor. Terdapat gaya radial pada puli dan *belt* konveyor serta pembebanan pada puli dan *v-belt* transmisi. Berikut merupakan gaya-gaya tersebut.

$$Prk = \frac{2 \cdot Tq}{Dp} = \frac{2 \cdot (38,20)}{95,49} = 804,21 \text{ N.}$$

$$Fs = 2 \cdot nb \cdot To \cdot \sin \frac{\theta 2}{2} \cdot 1,5 = 2 \cdot 1 \cdot 314,96 \cdot \sin \frac{238}{2} \cdot 1,5 = 826,41 \text{ N}$$

Prk merupakan gaya radial pada konveyor sedangkan Fs merupakan gaya radial pada transmisi *v-belt*. Dari 2 gaya tersebut, terdapat penambahan gaya pada bantalan di poros, yang diberi simbol Ra dan Rb. Gambar 13 menunjukkan diagram benda bebas (DBB) poros output. [13]



Gambar 13. DBB poros output

$$\begin{aligned} \sum M_a = 0 \\ R_{by}(600) - P_{rk}(300) - F_s(800) = 0 \\ R_{by}(600) - 804,21 \cdot (300) - 826,41 \cdot (800) = 0 \\ R_{by} = \frac{836278,2}{600} = 1503,99 \text{ N.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 \\ R_{By} + R_{Ay} - P_{rk} - F_s = 0 \\ R_{ay} = P_{rk} + F_s - R_{by} \\ R_{ay} = 804,21 + 826,41 - 1503,99 = 126,63 \text{ N,} \end{aligned}$$

Gambar 14 menunjukkan gaya dalam untuk ruas AC

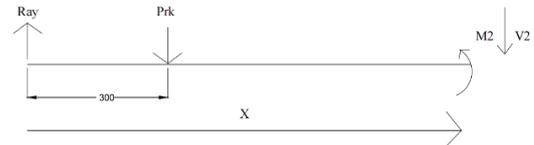


Gambar 14. Gaya dalam untuk ruas AC

$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 \\ R_{ay} - V_1 = 0 \\ V_1 = R_{ay} = 126,63 \text{ N.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{pot} = 0 \\ M_1 + R_{ay}(x) = 0 \\ M_1 = -R_{ay}(x) \\ M_1 = -126,63(x) \\ x = 0 \rightarrow M_1 = 0 \text{ Nmm.} \\ x = 300 \rightarrow M_1 = -37989 \text{ Nmm.} \end{aligned}$$

Gambar 15 menunjukkan gaya dalam untuk ruas CB

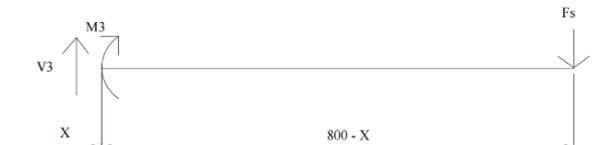


Gambar 15. Gaya dalam untuk ruas CB

$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 \\ -V_2 - P_{rk} + R_{ay} = 0 \\ V_2 = R_{ay} - P_{rk} = -677,58 \text{ N.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{pot} = 0 \text{ m} \\ M_2 - P_{rk}(x - 300) + R_{ay}(x) = 0 \\ M_2 = P_{rk}(x - 300) - R_{ay}(x) \\ M_2 = 804,21(x - 300) - 126,63(x) \\ x = 300 \rightarrow M_2 = -37989 \text{ Nmm.} \\ x = 600 \rightarrow M_2 = 165285 \text{ Nmm.} \end{aligned}$$

Gambar 16 menunjukkan gaya dalam untuk ruas DB

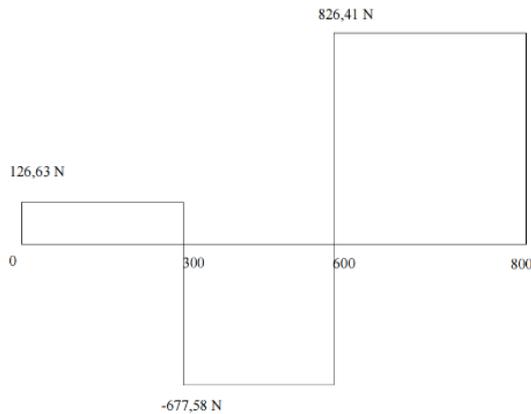


Gambar 16. Gaya dalam untuk ruas DB

$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 \\ V_3 - F_s = 0 \\ V_3 = F_s = 826,41 \text{ N.} \end{aligned}$$

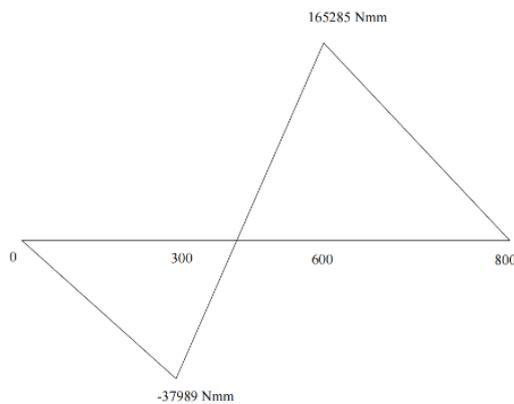
$$\begin{aligned} \sum M_{pot} = 0 \\ F_s(800 - x) - M_4 = 0 \\ M_3 = F_s(800 - x) \\ M_3 = 826,41(800 - x) \\ x = 600 \rightarrow M_3 = 165285 \text{ Nmm.} \\ x = 800 \rightarrow M_3 = 0 \text{ Nmm.} \end{aligned}$$

Gambar 17 menunjukkan diagram gaya geser poros output.



Gambar 17. Diagram gaya geser poros output

Gambar 18 menunjukkan diagram momen lentur poros output.



Gambar 18. Diagram momen lentur poros output

Q. Pemilihan Bahan Poros

Poros untuk mesin umum biasanya dibuat dari baja batang yang ditarik dingin dan difinis, baja karbon konstruksi mesin (disebut bahan S-C) yang dihasilkan dari *killed ingot* (baja yang dideoksidasi dengan ferrosilicon dan kemudian dicor sehingga kadar karbon terjamin). Penarikan dingin membuat permukaan poros menjadi keras dan kekuatannya bertambah besar. Bahan poros yang dipilih sesuai dengan Tabel lampiran adalah batang baja yang difinis dingin S45C-D [13].

R. Perhitungan Tegangan Geser Ijin (τ_a),

Terkait tegangan geser ijin, diperlukan perhitungan faktor pengaman 1 dan 2 (sf_1 & sf_2). Untuk itu dipilih $sf_1 = 6$ dan $sf_2 = 2$. σ_B . Kekuatan tarik bahan poros, yaitu $\sigma_B = 60 \text{ kg/mm}^2 = 588,34 \text{ MPa}$ sehingga:

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{sf_1 \times sf_2} = \frac{60}{6 \cdot (2)} = 5 \text{ kg/mm}^2 = 49,03 \text{ N/mm}^2.$$

S. Perhitungan Diameter Poros, (dp_1) dan (dp_2)

Pada perhitungan diameter poros, diperlukan faktor yang dinyatakan dengan Kt dan faktor pemakaian Cb . Dengan itu, dipilih $Kt = 2$ dan $Cb = 2$.

$$dp_1 = \left[\frac{5,1}{\tau_a} Kt \cdot Cb \cdot Td_1 \right]^{\frac{1}{3}} \quad (16)$$

$$= \left[\frac{5,1}{49,03} \cdot (2) \cdot (2) \cdot (2.484,4) \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$= 21,64 \text{ mm} \approx 24 \text{ mm}.$$

Dari analisis poros, $M_{maks} = 165285 \text{ Nmm}$.

Faktor pembebanan lentur yang tetap (Km) = 1,5

$$dp_2 = \left[\frac{5,1}{\tau_a} \times \sqrt{(Km \times M_{maks})^2 + (Kt \times Td_2)^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (17)$$

$$= \left[\frac{5,1}{49,03} \times \sqrt{(1,5 \cdot (165.285))^2 + (2 \cdot (101.880))^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$= 32,2 \approx 38 \text{ mm}.$$

T. Pemeriksaan Terhadap Tegangan Tarik maksimum Poros Output

Berdasar Pemeriksaan diameter poros output [14], maka tegangan yang terjadi pada poros output, ($\sigma_{poros \text{ output}}$)

$$M_{total} = \sqrt{M_{maks}^2 + \frac{3}{4} Td_2^2} \quad (18)$$

$$= \sqrt{(165.285)^2 + \frac{3}{4} (101.880)^2}$$

$$= 187.360,03 \text{ Nmm}.$$

$$dp_2 = \sqrt[3]{\frac{10 \times M_{total}}{\sigma_{poros \text{ output}}}} \text{ atau } 38 = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot (187360,03)}{\sigma_{poros \text{ output}}}}$$

$$38 = \left(\frac{10 \times 187360,03}{\sigma_{poros \text{ output}}} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ atau } 38^3 = \frac{10 \cdot (187.360,03)}{\sigma_{poros \text{ output}}}$$

$$\sigma_{poros \text{ output}} = 34,15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 34,15 \text{ MPa}.$$

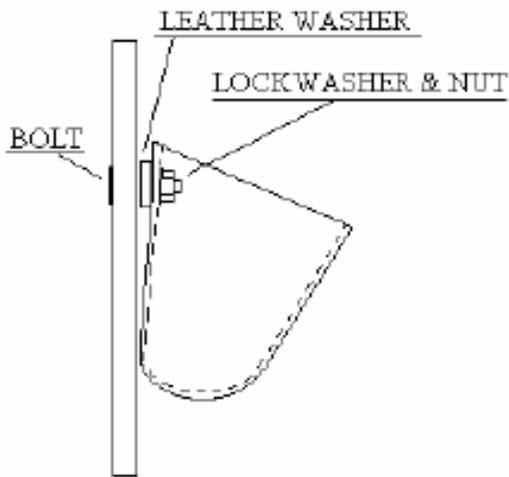
$\sigma_{poros \text{ output}} < \sigma_b$
 $34,15 \text{ MPa} < 588,34 \text{ MPa} \rightarrow$ sudah sesuai dengan batas tegangan tarik yang terjadi pada poros.

U. Pemasangan Bucket pada Konveyor

Pada pemasangan *bucket*, digunakan baut heksagonal, mur, *lockwasher*, dan *leather washer*. Baut yang dipakai ukurannya bisa disesuaikan dengan kebutuhan. Dalam perancangan ini, digunakan baut M10. Pada Gambar 19, ditunjukkan cara pemasangan pada sabuk [6].

V. Gambar Teknik Rancangan

Gambar Teknik diperlukan agar sebagai alat komunikasi antara perencana dan pelaksana untuk kedepannya, agar mudah dalam memproduksi rancangan ini sesuai dengan fungsinya. Gambar 20 adalah gambar teknik perancangan konveyor pengangkut sampah dari dasar sungai.



Gambar 19. Cara pemasangan bucket pada sabuk

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah perancangan konveyor pengangkut sampah untuk menanggulangi masalah banjir di perkotaan terutama di sungai. Dapat mengetahui bagaimana perancangan serta bagian-bagian dari sabuk konveyor.

Diperoleh varian terbaik adalah varian 3, dengan kombinasi prinsip solusi penggerak motor ac, prinsip solusi transmisi v-belt, dan prinsip solusi pengangkut bucket conveyor. Mekanisme penggerak menggunakan motor induksi 3 fasa 1,1 kW dari TECO.

Kapasitas maksimal konveyor adalah 288 ton/hr dengan bekerja selama 10 jam/hari. Pada konveyor

menggunakan sabuk dan puli dari Mitsuboshi dengan tipe adalah 100 T10 dan PT-10-30. Transmisi menggunakan v-belt dan puli dari Mitsuboshi dengan tipe secara berurutan adalah A 20 dan Single Groove Belt Section A.

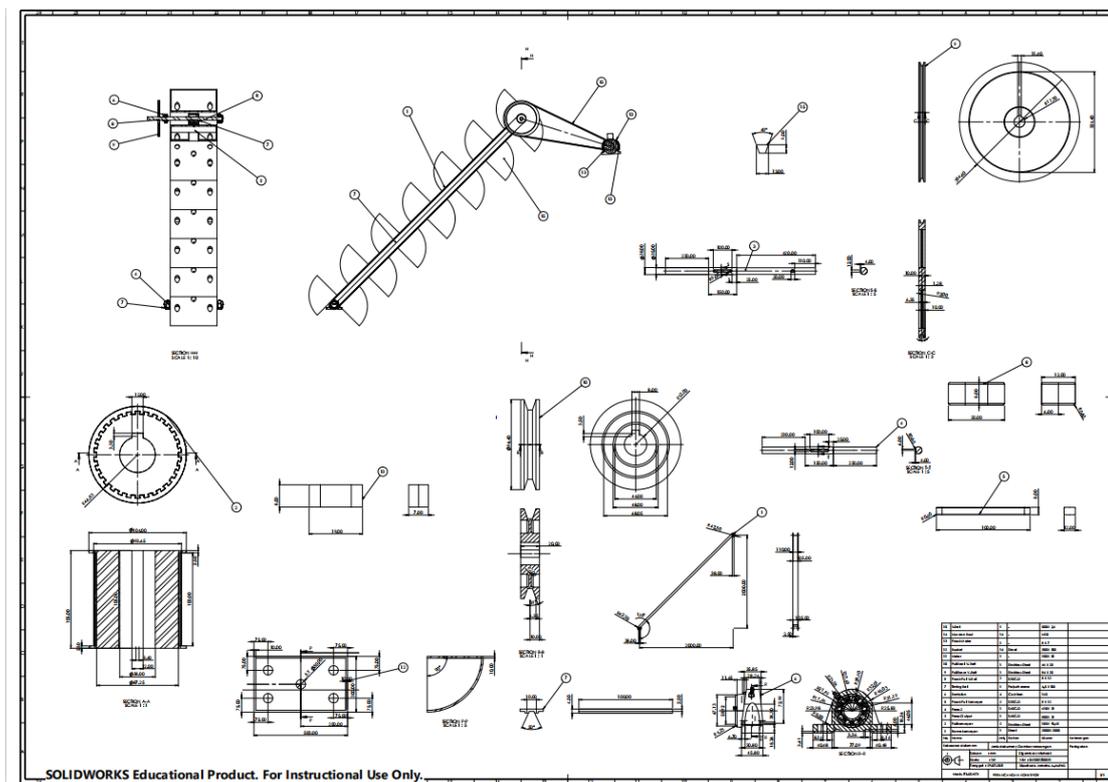
Keuntungan yang paling krusial pada rancangan ini dibandingkan dengan metode-metode yang telah disebutkann diatas adalah efektivitas dan efisiensi dalam pengangkutan sampah di sungai. Terutama dalam hal waktu, biaya, dan tenaga yang perbandingannya cukup signifikan.

Ukuran utama pada konveyor mempunyai Panjang 2.830 mm, dengan lebar 800 mm, dan tinggi 2.000 mm. untuk memudahkan pemasangan dipakai bantalan jenis pillow block ball bearing dari SKF [15].

B. Saran

Setelah dilakukan perancangan konveyor pengangkut sampah dari dasar sungai, terdapat beberapa saran bagi pembaca, yaitu:

- a. Sebaiknya perancangan dilakukan dengan fokus ke data lapangan.
- b. Sungai yang dimana akan ditempatkan konveyor harus sesuai dengan spesifikasi konveyor.
- c. Untuk faktor pengaman, dapat dibuat sekat sebelum sampah menuju konveyor. Hal ini dilakukan agar mengurangi faktor yang dapat merusak konveyor pengangkut sampah dari dasar sungai.
- d. Sebaiknya dilakukan analisis lebih lanjut agar konveyor dapat bekerja lebih efektif dan efisien.



Gambar 20. Gambar teknik rancangan

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti, dan Lembaga penelitian dari Trisakti yang telah mendukung kegiatan selama ini serta masyarakat sekitar Sungai Sekretaris, Duri Kepa, Jakarta Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Adhianto, Perancangan konstruksi trash bucket conveyor (TBC) sebagai mekanisme pembersih sampah di sungai, *Teknik Perancangan Manufaktur*, no. 13, 2018, pp. 16.
- [2] J. Dobiki, Analisis ketersediaan prasarana persampahan di Pulau Kumo Dan, *Jurnal Spasial*, vol. 5, no. 221, 2018, pp. 220-228.
- [3] [UU] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18, 2008.
- [4] Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*, Website: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/>, diakses 12 Juni 2021.
- [5] M. Z. Elamin, Analisis pengelolaan sampah pada masyarakat desa Disanah kecamatan sresih kabupaten sampang, *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 10, No. 4, 2018, pp. 5-8.
- [6] S. Theodore H. Allegri, *Materials Handling Principles and Practice*, Delhi: Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1987.
- [7] A. Hughes, *Electric Motor and Drives*, Oxford: Elsevier Ltd., 2006.
- [8] Noor Edy, M. Jamal, Afiff, Development of waste crusher prototype as disaster mitigation, *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 15, 2020, pp. 23-28.
- [9] Mitsubishi, *Mitsubishi Freespan Belt Catalogue*, Tokyo, 2020.
- [10] Mitsubishi, *Design Manual Timing Belt Catalogue*, Tokyo, 2020.
- [11] TECO e-Motion, *Standard Motor Catalogue*, Taipei, 2014.
- [12] Mitsubishi, *Design Manual V-Belt DIN Catalogue*, Tokyo, 2014.
- [13] Sularso; Suga, Kiyokatsu, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Jakarta: Pradnya Paramita, 2002.
- [14] R. S. Khurmi and J. K. Gupta, *A Textbook of Machine Design*, New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD, 2005.
- [15] SKF, *Rolling Bearing Catalogue*, Gothenburg, 2018.