

PERANCANGAN *DUST COLLECTOR* PADA INDUSTRI PAKAN TERNAK MENGGUNAKAN METODE *REVERSE ENGINEERING & REDESIGN* DI CV. XYZ

DUST COLLECTOR DESIGN IN LIVESTOCK FEED INDUSTRY USING REVERSE ENGINEERING & REDESIGN METHOD IN CV. XYZ

¹Arief Kalam Nugroho, ²Agus Kusnayat, ³Ilma Mufidah

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

¹ariefkalam@student.telkomuniversity.ac.id, ²aguskusnayat17@gmail.com, ³ilmamufidah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— CV. XYZ adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang produksi bahan baku untuk pakan ternak. Produksi dilakukan dengan proses penggilingan. Produksi tersebut menghasilkan debu yang berterbangan ke seluruh bagian pabrik untuk mengurangi hal tersebut digunakan sebuah alat untuk menghisap debu dan menampung debu tersebut yaitu *dust collector*. Meski telah menggunakan *dust collector*, masih terdapat beberapa masalah yang merugikan perusahaan seperti masih ada *dust* yang tidak tertampung, tidak dapat digunakan ditengah proses penggilingan dan postur kerja yang tidak sehat. Berdasarkan masalah-masalah yang ditemukan, penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah pada *dust collector* eksisting dan memenuhi *user needs* menggunakan pendekatan *Reverse Engineering & Redesign*. *Dust collector* usulan yang dirancang dapat mengurangi persentase *dust* yang tidak tertampung (*loss goods*), dapat digunakan ditengah proses penggilingan, dan membuat postur kerja lebih baik ketika digunakan.

Kata kunci: bahan baku pakan ternak, *dust*, *dust collector*, *reverse engineering & redesign*.

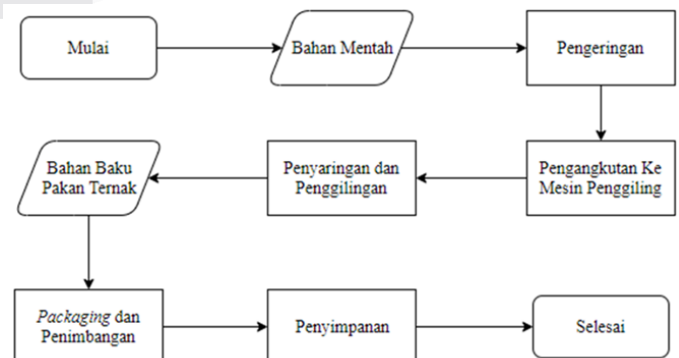
Abstract— CV. XYZ is one of the companies engaged in the production of raw materials for animal feed. Production is carried out by the grinding process. The production produces dust that scattered to every parts of the plant in large quantities, so as to reduce this a tool is used to suck dust and accommodate the dust, namely *dust collector*. Despite using the *dust collector*, there are still several problems that are detrimental to the company such as there is still dust that is not accommodated, it cannot be used in the middle of grinding process and an unhealthy work posture. Based on the problems found, this study was conducted to address the problems in the existing *dust collector* and meet user needs using the *Reverse Engineering & Redesign* approach. The proposed *dust collector* design can reduce the percentage of dust that is not contained (*loss goods*), can be used in the middle of the grinding process, and makes working posture better when used.

Keywords: raw materials for animal feed, *dust collector*, *reverse engineering and redesign*.

I. PENDAHULUAN

Peternakan merupakan salah satu penopang kegiatan perekonomian Indonesia. Pada tahun 2017 terdapat 140 perusahaan peternakan aktif dimana 120 diantaranya melakukan kegiatan penggemukan ternak dan 20 perusahaan melakukan kegiatan pembibitan ternak. Keberadaan industri peternakan, akan memunculkan peluang bagi industri pakan ternak. Makin berkembangnya industri ternak akan mendongkrak pertumbuhan demand untuk pakan ternak. Menurut Nurwahidah et al [1], pakan ternak mempengaruhi produktivitas ternak sebesar 60%. Besarnya pengaruh pakan ternak terhadap produktivitas ini membuat pakan yang baik dalam kualitas maupun kuantitas akan meningkatkan produksi industri ternak.

CV. XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi bahan baku pakan ternak. Bahan yang digunakan untuk membuat bahan baku pakan ternak yang digunakan oleh CV. XYZ antara lain: bungkil sawit, kulit kopi, bungkil kopra, onggok, dan dedak padi. Proses produksi pakan ternak di CV. XYZ menggunakan mesin Hammermill. Output yang dihasilkan oleh mesin tersebut berupa serbuk yang akan dimasukan ke dalam karung sebelum di jual. Berikut adalah proses produksi bahan baku pakan ternak CV. XYZ.



Gambar 1 Alur produksi bahan baku pakan ternak CV. XYZ

Serbuk hasil penggilingan tersebut sangat ringan sehingga mudah berterbangan ke seluruh sudut pabrik. Serbuk yang berterbangan tersebut memiliki nilai jual sehingga membiarkannya terbang begitu saja tentu merugikan perusahaan. Solusi yang digunakan oleh CV. XYZ saat ini adalah menggunakan mesin dust collector untuk menghisap serbuk-serbuk yang berterbangan.

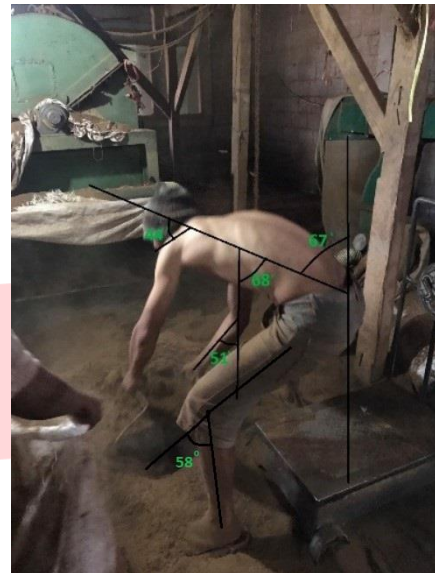
Dalam penggunaan *dust collector*, terdapat serangkaian masalah yang terjadi dimulai dari untuk mengeluarkan *dust* yang terkumpul para pekerja harus melepas *dust bag* yang terpasang terlebih dahulu. Hal tersebut mengakibatkan proses penggilingan harus dihentikan dahulu karena ketika *bag* sudah terisi penuh, pekerja akan melepas *bag* bawah untuk kemudian memindahkan serbuk-serbuk (*dust*) yang terhisap ke dalam karung, sehingga hal tersebut dapat mempengaruhi produktivitas pekerja.

Selain itu, meski telah menggunakan *dust collector*, tetap terdapat *dust* yang tidak tertampung dan tidak dapat dijual. Akibatnya adalah CV. XYZ mengalami kerugian. CV. XYZ mencatat *dust* yang tidak terjual sebagai *loss goods*. Sebagai contoh, berikut adalah data produksi dan persentase *loss goods* penggilingan kulit kopi pada bulan April 2019.

TABEL I
PRODUKSI DAN LOSS GOODS BULAN APRIL 2019

TANGGAL	Bahan keluar (kg)	Hasil (kg)	Loss goods
4/1/2019	5,500	5,300	3.6%
4/2/2019	5,150	5,000	2.9%
4/3/2019	3,100	3,000	3.2%
4/4/2019	5,500	5,300	3.6%
4/5/2019	8,350	8,000	4.2%
4/6/2019	6,200	6,000	3.2%
4/8/2019	5,700	5,500	3.5%
4/9/2019	1,550	1,500	3.2%
4/10/2019	3,150	3,000	4.8%
4/11/2019	2,650	2,500	5.7%
4/12/2019	8,350	8,000	4.2%
4/13/2019	8,350	8,000	4.2%
4/16/2019	8,350	8,000	4.2%
4/16/2019	1,250	1,200	4.0%
4/19/2019	8,850	8,500	4.0%
4/20/2019	8,350	8,000	4.2%
4/22/2019	8,350	8,000	4.2%
4/23/2019	8,350	8,000	4.2%
4/24/2019	8,350	8,000	4.2%
4/25/2019	8,350	8,000	4.2%
4/26/2019	8,350	8,000	4.2%
4/27/2019	8,350	8,000	4.2%

Selain itu, terdapat juga masalah ergonomi pada dust collector eksisting. Bahaya ergonomi dapat dilihat pada postur pekerja saat memindahkan dust ke karung dari dust collector. Postur pekerja dapat menyebabkan musculoskeletal disorder. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Postur Pekerja Pemindahan Dust

Pada gambar tersebut telah dianalisis menggunakan analisis Rapid Entire Body Assessment (REBA). Analisis REBA tersebut menghasilkan angka 11 yang berarti beresiko sangat tinggi dan diperlukan diperbaiki sekarang.

Berdasarkan informasi di atas, untuk mengoptimalkan proses pengosongan Dust Collector guna memaksimalkan produktivitas CV. XYZ, kajian terhadap Dust Collector yang digunakan oleh CV. XYZ harus dilakukan. Rancangan Dust Collector usulan yang dikembangkan memiliki proses pengumpulan dan pengosongan serbuk yang terhisap secara simultan sehingga waktu produksi yang terbangun untuk mengosongkan Dust Collector dapat dihilangkan dan diganti menjadi waktu penggilingan.

Perancangan Dust Collector usulan dilakukan dengan menggunakan pendekatan Reverse Engineering and Redesign. Metode ini digunakan karena Reverse Engineering and Redesign dikatakan sebagai suatu metode pengembangan produk untuk mendukung efisiensi sumber daya dan untuk meningkatkan produktivitas [2]. Metode *Reverse Engineering* telah banyak digunakan dan menjadi salah satu metode utama dalam pengembangan berbagai industri di dunia [3]. Beberapa contoh keuntungan yang didapatkan dengan menggunakan metode ini diantaranya mengurangi siklus pembentukan model dan menghemat biaya pembuatan prototyping dengan memulai dari mode yang telah ada untuk dijadikan dasar dalam mengembangkan model baru [4] dan dapat mendeteksi kelemahan-kelemahan pada produk sebelumnya [5].

II. STUDI LITERATUR

A. Reverse Engineering and Redesign Methodology

Reverse Engineering adalah sebuah prosedur untuk menemukan prinsip-prinsip teknologi dari suatu perangkat, objek,

atau sistem dengan cara menganalisis struktur, fungsi, dan operasi perangkat tersebut. Banyak benda yang dapat dianalisis menggunakan metode Reverse Engineering, seperti alat-alat mekanik, komponen elektronik, maupun program perangkat lunak. [6]. Reverse Engineering memiliki beberapa karakteristik yaitu diantaranya dapat mengurangi siklus pembentukan model dan menghemat biaya pembuatan prototyping dengan memulai dari mode yang telah ada untuk dijadikan dasar dalam mengembangkan model baru [4].

Secara garis besar pendekatan ini memiliki tiga tahapan yaitu reverse engineering, modelling & analysis, dan redesign. Pada pelaksanaannya pendekatan ini dilakukan sebanyak lima tahapan yaitu investigation, prediction & hypothesis, concrete experience, design model, design analysis, dan parametric, adaptive & original design.

1. *Reverse engineering*; investigasi, prediksi, dan hipotesis

Investigasi, prediksi, dan hipotesis merupakan tahap awal dalam metode *reverse Engineering*. Tujuan dilaksanakannya tahap ini adalah memperjelas wilayah sistem pengembangan rancangan mesin, dilanjutkan dengan mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan memprediksi fungsi produk beserta input-outputnya. Adapun tahapan kegiatan yang akan dilakukan pada tahap ini sebagai berikut.

- Penggunaan produk terdahulu
- Identifikasi kebutuhan pengguna
- Prediksi fungsional alat
- Analisis kelemahan produk dan penilaian
- Reverse engineering*; investigasi, prediksi, dan hipotesis

2. *Reverse engineering*; dekomposisi dan eksperimen produk

Pengalaman konkrit kini menjadi penekanan dalam desain ulang. Sehingga arsitektur produk existing harus dipahami secara detail [7]. Tahap ini dilakukan guna memahami dan menyimpulkan bagaimana arsitektur produk terdahulu dengan cara pembongkaran mesin, sehingga dapat menuntun kepada munculnya ide-ide untuk mendesain ulang guna meningkatkan kegunaan fitur atau komponen produk berdasarkan kebutuhan pengguna. Setelah itu, dilakukan eksperimen terhadap produk dengan cara meninjau dan mengamati setiap komponen penyusun produk tersebut.

3. *Reverse engineering*; analisis fungsional

Tahap ini dilakukan dengan pembongkaran produk guna mencari informasi terperinci mengenai fungsi, komponen, dan pemahaman produk agar memudahkan pemahaman cara pengoperasian produk.

4. *Reverse engineering*; batasan penyebaran

Tahap ini dilakukan guna mendapatkan prediksi desain yang tepat dengan cara memahami kendala antar komponen. Pemahaman kendala antara komponen yang baik diperlukan untuk mendapatkan prediksi desain yang tepat [7]. Untuk mengetahui kendala antar komponen dapat dilakukan dengan cara analisis morfologi produk dan kompatibilitas produk.

5. *Reverse engineering*; pembentukan spesifikasi teknis

Langkah akhir dari tahap reverse engineering adalah pembentukan spesifikasi teknis yang memerlukan pembentukan spesifikasi, perbandingan, dan pemilihan sistem produk yang akan dikembangkan [7]. Spesifikasi teknis tersebut diperoleh dari karakteristik teknis yang dibangun berdasarkan kebutuhan pengguna.

6. *Modelling & analysis*; rancangan model

Pada tahap ini dilakukan kegiatan perancangan model berdasarkan konsep yang terpilih dengan menggunakan software Computer Aided Design (CAD).

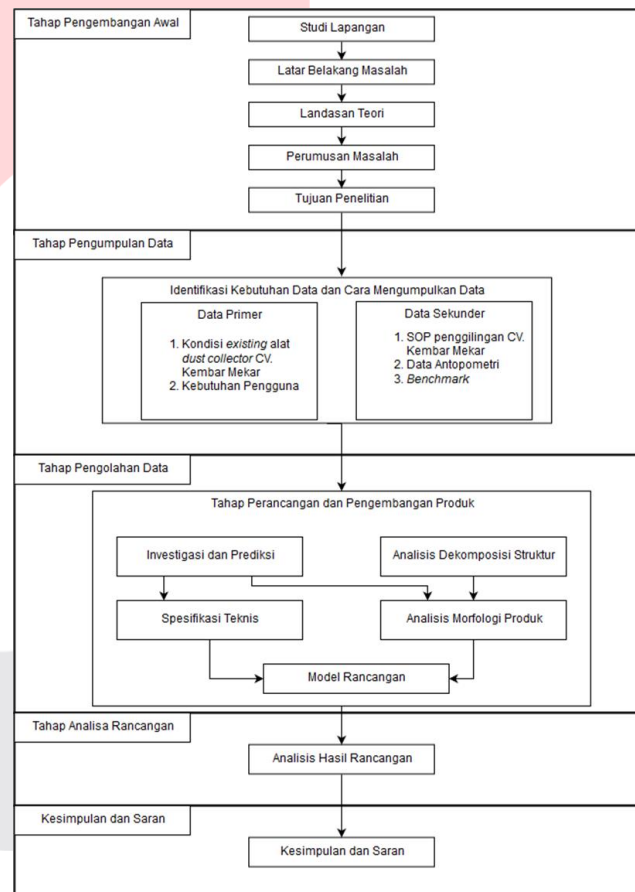
7. *Modelling & analysis*; analisis rancangan model

Rancangan model yang dibuat pada tahap sebelumnya dievaluasi pada tahap ini. Inti dari evaluasi yang dilakukan adalah untuk memastuskan apakah rancangan yang dibuat telah menjawab kebutuhan pengguna.

8. Redesign

Tahap redesign merupakan tahap akhir dari pendekatan perancangan produk dengan metode reverse engineering. Pada tahap ini, seluruh hasil tahap-tahap sebelumnya digunakan untuk membangun sebuah desain ulang telah sukses dan menciptakan produk yang sesuai dengan harapan.

III. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3 Metodologi Penelitian

A. Tahap Penelitian Awal

Tahap awal dari penelitian ini adalah proses pemahaman terhadap kondisi aktual dilapangan untuk mendapatkan alternatif penyelesaian masalah yang terdeteksi. Tahap ini terdiri atas studi lapangan, latar belakang masalah, landasan teori, perumusan masalah, dan tujuan penelitian.

B. Tahap Pengumpulan Data

Terdapat dua tipe data yang dibutuhkan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer terdiri atas alat dust collector eksisting, Standard Operational Procedure (SOP) perusahaan, dan kebutuhan

pengguna yang didapat dari wawancara pekerja. Sedangkan data sekunder pada penelitian ini adalah data antropometri pekerja Indonesia, dan benchmark rancangan produk sejenis.

C. Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan untuk mencapai sasaran tujuan penelitian. Tahap pengolahan data akan dilakukan ketika seluruh data yang diperlukan telah terkumpul. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan pendekatan reverse engineering. Output yang diharapkan dari pengolahan data ini adalah pemenuhan tujuan penelitian yaitu rancangan dust collector yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna.

D. Tahap Analisis

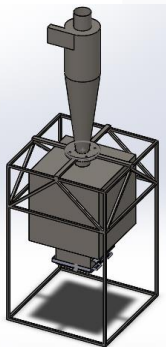
Tahap analisis dilakukan guna menganalisis hasil rancangan dust collector usulan yang telah dikembangkan. Analisis pada tahap ini akan menghasilkan pemahaman apakah dust collector yang dirancang telah memenuhi kebutuhan pengguna.

E. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan adalah tahap terakhir dari penelitian ini. Tahap kesimpulan bertujuan untuk menyimpulkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan apakah penelitian yang dilakukan menjadi solusi bagi masalah yang ada di lapangan. Pada tahap kesimpulan pula seluruh penelitian yang dilakukan dirangkum menjadi beberapa kalimat yang lebih singkat. Kesimpulan yang dihasilkan akan membuahkan satu atau beberapa saran yang dapat diajukan kepada pengguna ataupun penelitian selanjutnya.

IV. HASIL DAN ANALISIS

Konsep produk yang diterima setelah analisis morfologi, concept screening, dan concept scoring adalah konsep F. Konsep F menggunakan Cyclone Separator (versi Stairmand), rangka baja beam, Dust Bin (Steel), Clamp sederhana, dan selorokan (slider) sebagai sistem Dust Gate. Konsep F dapat dilihat pada Gambar 4:



Gambar 4 Model Rancangan Terpilih

Model rancangan terpilih memiliki spesifikasi yang berasal dari Dust Collector eksisting yang diperbarui berdasarkan karakteristik produk terdahulu serta kebutuhan pengguna. Tabel I menunjukkan spesifikasi baru dari Dust Collector eksisting serta usulan.

TABEL II
SPESIFIKASI BARU DARI DUST COLLECTOR EKSTING SERTA USULAN.

Karakteristik Teknis	Eksisting	Target
Penggunaan Cyclone Separator	Body	Cyclone Separator

Karakteristik Teknis	Eksisting	Target
Mekanisme transfer dust	Lepas bag lalu dipindahkan dengan sekop	Sistem transfer dapat dibuka-tutup secara manual
Material penampung dust cukup kuat	Kain	Bahan steel
Volume penampung	0.5	> 0.5 m ³
Mekanisme clamp sederhana	-	Manual Clamp
Nilai REBA	11	≤ 7

Tujuan dilaksanakannya penilitan ini guna memperoleh rancangan Dust Collector yang dapat dikosongkan bersamaan dengan proses penggilingan sehingga dapat menghilangkan proses pengosongan Dust Collector serta memperbaiki postur kerja dengan menggunakan metode Reverse Engineering and Redesign. Pencapaian tujuan penelitian ini memiliki 4 poin utama yang dianalisis yaitu proses pemisahan Dust dari udara, penampungan dan pemindahan Dust, kapasitas penampungan dust dan postur pekerja saat pemindahan Dust.

1. Proses pemisahan dust dari udara

Proses Pemisahan dust dari udara pada produk eksisting menggunakan body dari dust collector eksisting tersebut. Body pada dust collector usulan berbentuk lingkaran dengan diameter 60 cm dan tinggi 15 cm. Pada konsep racangan usulan, pemisah dust dari udara menggunakan sebuah alat bernama cyclone separator yang memiliki fungsi utama untuk memisahkan partikel dari udara. Desain cyclone separator yang digunakan pada konsep rancangan bukan milik penulis, melainkan milik seorang peneliti bernama Stairmand. Desain cyclone separator milik Stairmand dipilih berdasarkan sebuah penelitian yang dilakukan oleh Bartz-Beielstein, Zaefferer, dan Pham pada tahun 2018 yang menyatakan bahwa desain cyclone separator milik Stairmand memiliki average collection efficiency terbaik dengan angka 90,93% dibandingkan dengan desain milik Loffler dengan angka 89,82% dan desain milik Muschelnautz dengan angka 89,50% [8].

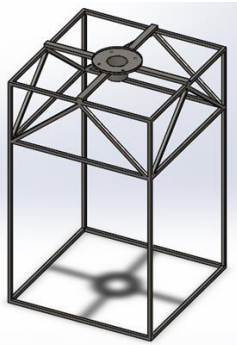
2. Kapasitas penampungan dust dan pemindahan dust

Penampungan dust pada dust collector usulan menggunakan komponen bernama dust bag. Keluhan karyawan CV. XYZ adalah kapasitas penampungan yang tidak mencukupi produksi harian dan bahan dust bag yang terbuat dari kain sehingga mudah robek. Selain masalah penampungan, proses pemindahan dust dari dust collector eksisting ke karung juga menjadi masalah karena dengan desain dust collector eksisting, proses penggilingan harus dihentikan secara total sebelum dust bisa dipindahkan ke karung.

Model rancangan dust collector usulan didesain untung menjawab masalah-masalah tersebut. Model rancangan dust collector usulan menggunakan bahan steel penampung dust dan juga memiliki volume penampungan sebesar 0.84 m³. Untuk menjawab masalah pemindahan dust, model rancangan dust collector usulan menggunakan slider sebagai sistem dust gate yang dapat dibuka-tutup sesuai kebutuhan.

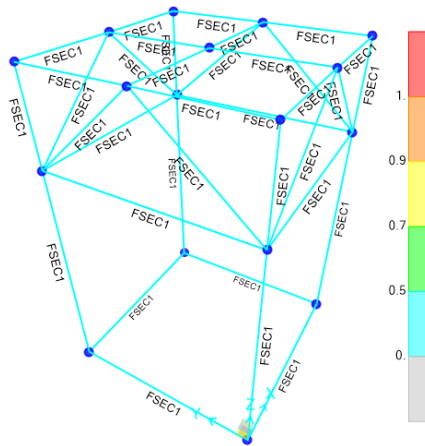
Model rancangan dust collector usulan memiliki kapasitas 252 kg jika terisi penuh, ditambah dengan berat komponen ±126 kg.

Dengan keadaan tersebut dibutuhkan sebuah rancangan rangka yang mampu menahan beban tersebut.



Gambar 5 Rangka Produk Terpilih

Untuk menguji apakah rangka tersebut feasible untuk digunakan atau tidak, dilakukan sebuah analisis menggunakan aplikasi SAP 2000 v.20.0. Analisis yang dilakukan adalah analisis static dengan material Steel dan beban seberat 348 kg. Berikut adalah hasil simulasi yang dilakukan:



Gambar 6 Hasil Simulasi Rangka Produk Terpilih

Berdasarkan hasil analisis diatas, desain rangka yang dirancang dinyatakan *feasible* atau layak digunakan. Hal ini berdasarkan nilai *stress ratio level* yang dicapai oleh masing-masing beam. *Stress ratio level* ditunjukkan pada warna pada masing-masing beam. Berdasarkan gambar diatas, hasil *stress ratio level* terbesar berada pada range 0-0.5. Karena *stress ratio level* yang ditunjukkan < 1, maka desain rangka dapat digunakan [9].

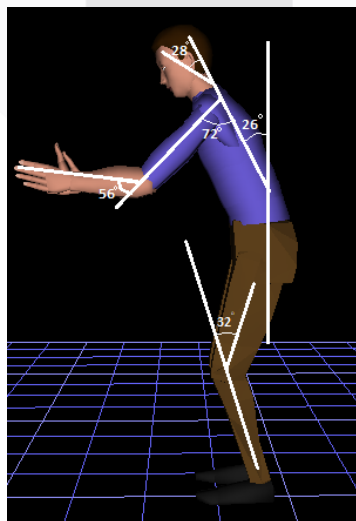
3. Postur pekerja saat pemindahan *dust*

Postur pekerja yang buruk terjadi saat pekerja memindahkan dust yang telah dikumpulkan oleh dust collector. Postur tersebut telah dianalisis melalui perhitungan REBA dan hasil perhitungan menunjukkan angka 11 yang berarti perlu adanya perbaikan sekarang. Rancangan dust collector usulan telah didesain sedemikian rupa agar dapat memperbaiki postur pekerja yang buruk tersebut. Gambaran pekerja ketika menggunakan dust collector usulan dibuat menggunakan aplikasi Jack Simulator. Spesifikasi manusia yang digunakan dalam simulasi tersebut terdapat pada Tabel II.

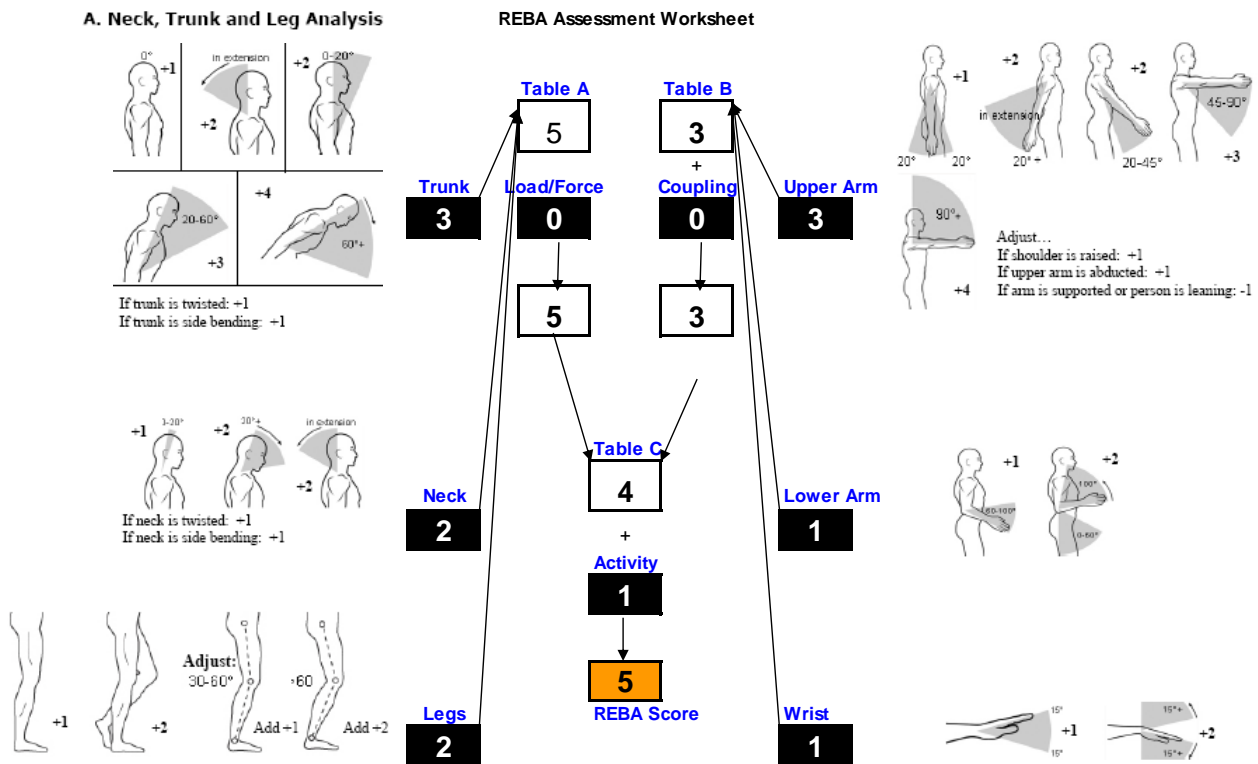
TABEL III
SPESIFIKASI MANUSIA YANG DIGUNAKAN DALAM SIMULASI

Jenis Data	Data Yang Digunakan
Suku	Sunda
Jenis Kelamin	Laki-laki
Tahun	2018
Usia	Seluruh usia
Persentil	50th

Setelah spesifikasi manusia ditentukan, maka manusia dan desain *dust collector* usulan dimasukkan ke dalam Jack Simulator dan posisi manusia diatur sesuai dengan penggunaan alat. Gambar 8 menunjukkan gambaran pekerja saat menggunakan *dust collector* usulan.



Gambar 7 Postur Pekerja saat menggunakan dust collector



Gambar 8 Perhitungan REBA

Dari Gambar 7 dapat dihitung sudut-sudut dari posisi setiap anggota badan manusia yang digunakan. Lalu REBA pekerja saat menggunakan *dust collector* usulan dihitung dan mendapatkan hasil 5 seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 8. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa postur pekerja telah mengalami perbaikan sebanyak 2 tingkat dari sebelumnya.

4. *Prototyping*

Prototype dibuat sesuai dengan konsep desain terpilih. Setelah *prototype* dibuat, *prototype* akan diuji apakah dapat berfungsi sesuai dengan tujuannya atau tidak. Berikut adalah gambar *prototype dust collector* usulan.



Gambar 9 Prototype Dust Collector Usulan

Pengujian *prototype dust collector* usulan dilakukan pada tanggal 8-10 Agustus 2019 di CV. XYZ. Pengujian dilakukan sesuai dengan batasan-batasan yang diberikan perusahaan. Dengan membandingkan persentase *loss goods* yang dihasilkan saat produksi dengan menggunakan *dust collector* eksisting dan *dust collector* usulan.

Hasil dari pengujian menunjukkan dengan memakai *dust collector* terjadi pengurangan persentase *loss goods* dari 4.9% menjadi 1.2%. Angka tersebut dapat diartikan dengan menggunakan *dust collector* usulan, angka kerugian yang diderita oleh CV. XYZ berkurang yang awalnya Rp. 10,200,000 menjadi Rp. 2,475,000.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data pada bab-bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan bahwa rancangan *dust collector* usulan dapat menjadi solusi dari permasalahan yang telah dijelaskan serta dapat memenuhi *user needs* CV. XYZ.

Rancangan *dust collector* memiliki mekanisme pengumpulan *dust* yang lebih baik yaitu dengan penggunaan *cyclone*. *Cyclone* yang dirancang menggunakan ukuran milik Stairmand. *Cyclone* milik Stairmand dipilih karena memiliki *average collection efficiency* sebesar 90,93%. Hasil dari pengujian *prototype* menunjukkan bahwa *dust collector* usulan lebih baik dalam mengumpulkan *dust* dibandingkan dengan desain eksisting, hal ini dibuktikan dengan membandingkan kerugian keuangan yang diderita CV. XYZ. *Dust collector* eksisting menghasilkan kerugian dengan nilai Rp. 10,200,000.

Dengan menggunakan desain *dust collector* usulan, angka kerugian dapat ditekan hingga mencapai Rp. 2,475,000.

Rancangan *dust collector* usulan dapat dikosongkan bersamaan dengan proses penggilingan dengan menggunakan *slider* sebagai mekanisme *dust gate*. Dengan rancangan ini, CV. XYZ tidak perlu lagi menghentikan seluruh proses produksi untuk mengosongkan *dust collector*.

Hasil perhitungan REBA pekerja saat menggunakan *dust collector* usulan telah dihitung dan mendapatkan nilai REBA sebesar 5. Nilai tersebut telah lebih baik 2 level dari nilai REBA pekerja eksisting yaitu 11.

Rancangan *dust collector* usulan memiliki volume penampungan lebih besar dibanding *dust collector* usulan yaitu sebesar 0.84 m³ dibandingkan dengan *dust collector* eksisting yang hanya sebesar 0.5 m³. Bahan yang digunakan pada *dust collector* usulan adalah *steel* sehingga tidak mudah sobek.

Rancangan *dust collector* usulan memiliki *clamp* sederhana. *Clamp* sederhana tersebut digunakan untuk merapatkan karung saat dipasang ke *dust bin* sehingga karung dapat dipasang rapat ke *dust collector* dan mengurangi potensi keluarnya *dust* dari celah-celah karung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurwahidah, A. L. Tolleng, and M. . Hidayat, Pengaruh Pemberian Pakan Konsentrat dan Urea Molases Blok (UMB) Terhadap Pertambahan, *J. Ilmu-Ilmu Peternak.*, vol. 2, no. 2, pp. 111–121, 2016.
- [2] Y. Hermawan, “Pengembangan dan Analisis Ergonomi Kursi Operator Mesin Vulkanisir Ban dengan Metode Reverse Engineering,” *J. ROTOR*, vol. 4, no. 1, pp. 40–49, 2011.
- [3] A. Kumar, P. K. Jain, and P. M. Pathak, “Reverse Engineering in Product Manufacturing: An Overview,” *DAAAM Int. Sci. B.*, pp. 665–678, 2013.
- [4] W. Wang, “Application of Reverse Engineering in Manufacturing Industry,” *Eastec 2013, Sme*, pp. 1–7, 2013.
- [5] O. Shwartz, S. Member, Y. Mathov, M. Bohadana, Y. Oren, and S. Member, “Reverse Engineering IoT Devices : Effective Techniques and Methods,” *IEEE Internet Things*, vol. 5, no. 6, pp. 4965–4976, 2018.
- [6] V. Jovanovic and S. Filipovic, “Reverse Engineering as a Product Design Tool,” *XV Int. Sci. Conf. Ind. Syst.*, pp. 66–70, 2011.
- [7] K. N. Otto and K. L. Wood, “Product Evolution: A Reverse Engineering and Redesign Methodology,” *Res. Eng. Des.*, vol. 10, no. 4, pp. 226–243, 1998.
- [8] T. Bartz-beielstein, M. Zaefferer, and Q. Cuong, “Optimization via multimodel simulation A new approach to optimization of cyclone separator geometries,” *Struct. Multidiscip. Optim.*, 2018.
- [9] I. Computers and Structures, *SAP2000 Integrated Finite Elements Analysis and Design of Structures*, 6.1., no. September. California, 1997.