

**PENGUJIAN DAN PERBAIKAN DESAIN *MATERIAL HANDLING EQUIPMENT*
BUNCIS DI PT. ABOFARM UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI KERJA
MENGUNAKAN METODE PENGEMBANGAN PRODUK ULRICH
EPPINGER**

**TESTING AND IMPROVEMENT *MATERIAL HANDLING EQUIPMENT DESIGN*
OF BEANS IN PT. ABOFARM TO INCREASE WORK EFFICIENCY USING
ULRICH EPPINGER PRODUCT DEVELOPMENT METHOD**

I Gede Wisuda Pura¹, Rino Andias Anugraha², Yusuf Nugraho Doyo Yekti³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹wisuda.pura@gmail.com, ²pak.rino@gmail.com, ³doyoyekti2010@gmail.com

Abstrak

Hasil implementasi desain *material handling equipment* menunjukkan terdapat beberapa masalah antara lain tingkat keberhasilan operator dalam menggunakan alat 57%, jumlah kesalahan penggunaan alat yang besar, terdapat keluhan operator terkait teknis alat, Hal tersebut menunjukkan perlu perbaikan pada desain produk. Pada penelitian ini perbaikan desain menggunakan metode pengembangan produk Ulrich Eppinger. Selanjutnya dilakukan pengujian hasil perbaikan dengan menggunakan *usability testing* dan fisiologi kerja, sehingga diperoleh perbandingan antara *prototype material handling equipment improvement 1* dan *prototype material handling equipment improvement 2* berdasarkan aspek *usability* produk dan ergonomi fisiologi kerja. Hasil penelitian ini adalah *prototype material handling equipment* yang mudah digunakan, efektif, efisien dan memuaskan pengguna. Berdasarkan analisis *usability testing* dan fisiologi kerja diperoleh hasil *prototype material handling equipment improvement 2* memiliki waktu kerja, tingkat keberhasilan penggunaan alat, jumlah kesalahan penggunaan alat, keluhan pengguna terkait teknis alat yang lebih sedikit dibandingkan *prototype material handling equipment improvement 1*. Dari hasil *usability questionnaire* diperoleh rata-rata tanggapan pengguna terhadap aspek *learnability* 4.19, aspek *efficiency* 4.84, aspek *memorability* 4.61, aspek *error* 4.6, aspek *satisfaction* 5.03 dari skala likert 1-5. Selain itu berdasarkan analisis pengaruh alat terhadap fisiologi kerja operator terdapat penurunan presentase *cardiovascular load* kondisi *existing* 32% menjadi 20% pada kondisi menggunakan *prototype material handling equipment improvement 2*.

Kata kunci : alat *material handling*, metode Ulrich Eppinger, perbaikan dan pengujian produk, *usability testing*, fisiologi kerja.

Abstract

The implementation of *material handling equipment* shows that there are several issues addressed such as the success rate of the operator in using the equipment has a percentage of 57%, the high number of errors in using the equipment, and user complaints related to equipment usage. Therefore, those problems need to be solved. In this study, the design improvement is using Eppinger Ulrich product development method. Furthermore, the result is tested using *usability testing* and work physiology, so that the comparison between *prototype of material handling equipment in improvement 1* and *prototype of material handling equipment improvement in 2* is obtained based on product *usability* and ergonomics aspects of the work physiology. The results of study is the *prototype of material handling equipment* that is easy to use, effective, efficient, and satisfying user. The analysis of *usability testing* and work physiology leads to the smaller number of working time, success rate, number of errors, and user complaints when using *improvement 2* compared to *improvement 1*. The result of questionnaire depicts the average user response of *learnability* aspect is 4.19, 4.84 of *efficiency* aspect, 4.61 of *memorability* aspect, 4.6 of *error* aspect, and 5.03 of *satisfaction* aspect based on the Likert Scale 1-5. Besides that, based on the analysis of the equipment influence on the operator physiology, there is a decreased percentage in *cardiovascular load* from 32% to 20% when using *prototype of material handling equipment in improvement 2*. **Keywords:** *material handling equipment*, Ulrich Eppinger methods, product improvement and testing, *usability testing*, work physiology.

1. Pendahuluan

Pada penelitian sebelumnya di PT. ABOFARM yang membahas *manual material handling* menghasilkan desain alat bantu yang ergonomi dihasilkan detail desain *material handling*. Tahapan selanjutnya setelah menentukan

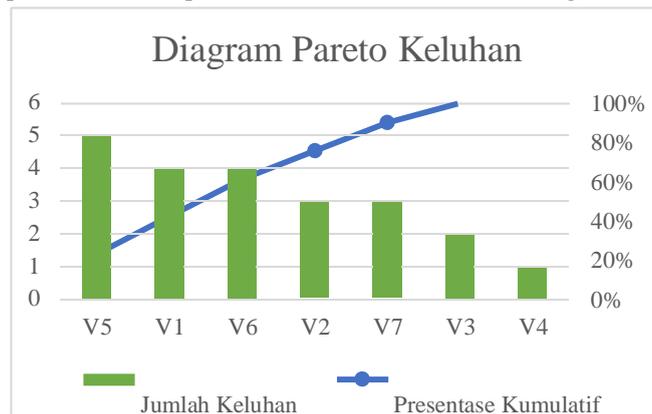
perencanaan detail desain produk perlu dilakukan tahap pembuatan *prototype* dan pengujian untuk meminimalkan ketidaksesuaian antara pengguna dan produk sebelum produk di produksi. Pada tahap pengujian *prototype* pada operator PT.ABOFARM terdapat beberapa permasalahan pada alat.

Permasalahan pertama hasil pengujian yaitu tingkat keberhasilan operator menggunakan alat sesuai target waktu yang ditetapkan tim pengembang produk hanya 57 %, hal tersebut membuktikan alat belum efektif. Permasalahan kedua yaitu kesalahan penggunaan alat, berikut grafik kesalahan penggunaan alat untuk pertama kalinya.



Gambar 1. Grafik Kesalahan Penggunaan Alat

Dari Gambar 1. dapat dilihat dari total tujuh operator, 43% operator melakukan kesalahan saat melakukan tahapan kerja mendorong alat dengan *handle* dan tahapan kerja mendorong alat pada bidang miring. Hal tersebut membuktikan terdapat perbedaan antara persepsi operator sebagai pengguna dengan tim pengembang produk. Permasalahan ketiga yaitu setelah dilakukan pengujian terhadap alat diperoleh beberapa keluhan terkait dengan teknis alat. Berikut grafik pareto keluhan operator PT. ABOFARM terkait dengan teknis alat.



Gambar 2. Grafik Pareto Keluhan Terkait Teknis Alat

Dari Gambar 2. dapat dilihat terdapat tujuh keluhan operator terkait dengan teknis alat. Terdapat empat masalah terbesar yaitu ketinggian *handle* susah diatur, *prototype* susah digunakan pada tanah yang tidak rata, bagian *box prototype* kurang kuat jika terkena benturan, bagian sekat *prototype* susah dilepas atau dipasang dan tutup *prototype* mudah jatuh saat digunakan. Masalah tersebut merupakan 80% masalah terbesar dari keseluruhan masalah yang ada, sehingga keempat masalah teknis tersebut harus diperbaiki.

Berdasarkan hasil wawancara *user acceptance* 29% operator mengatakan *prototype material handling equipment* dapat langsung diaplikasikan pada PT.ABO FARM, 14% operator tidak setuju dan 57% operator mengatakan dapat diaplikasikan jika dilakukan perbaikan. Hal tersebut menunjukkan perlu perbaikan pada 1 *prototype material handling equipment* sesuai dengan keluhan terkait teknis alat.

Produk baru perlu memiliki kegunaan yang lebih tinggi (*high usability*) sehingga dapat digunakan dengan mudah, efektif, efisien dan memuaskan (ISO 9421-11). Sehingga setelah melakukan perbaikan terkait dengan masalah teknis diatas diperlukan pengujian *usability* untuk membuktikan apakah perbaikan sudah optimal atau belum. Oleh karena itu perlu adanya perbaikan dan pengujian *prototype material handling* yang dapat memenuhi kebutuhan konsumen, kriteria ergonomi dan *high usability*. Fokus penelitian ini adalah mengevaluasi *prototype material handling equipment* untuk memastikan alat tersebut mudah digunakan, efektif, efisien dan memuaskan penggunaan alat.

2. Landasan Kepustakaan

2.1. Pengembangan Produk Ulrich Eppinger

Produk merupakan sesuatu yang dijual oleh perusahaan kepada pembeli. Pengembangan produk merupakan beberapa aktivitas yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahap produksi, penjualan dan pengiriman produk. Proses Pengembangan produk secara umum terdiri dari tahapan-tahapan atau sering juga disebut sebagai fase. Menurut Karl T. Ulrich dan Steven D. Eppinger dalam bukunya yang berjudul "Perancangan dan Pengembangan Produk", proses pengembangan produk secara keseluruhan terdiri dari 6 fase yaitu :

- a. Fase 0. Perencanaan, fase ini merupakan kegiatan ini disebut sebagai *zerofase* karena kegiatan ini mendahului persetujuan proyek dan proses peluncuran pengembangan produk aktual.
- b. Fase 1. Pengembangan konsep, pada fase pengembangan konsep dilakukan identifikasi kebutuhan target pasar, alternatif konsep – konsep produk dibangkitkan dan dievaluasi, dan satu atau lebih konsep dipilih untuk pengembangan dan percobaan lebih jauh. Dalam hal ini konsep merupakan uraian dari bentuk, fungsi, dan tampilan suatu produk dan biasanya disertai dengan sekumpulan spesifikasi, analisis produk – produk pesaing serta pertimbangan ekonomis proyek
- c. Fase 2. Perancangan tingkatan sistem, pada fase perancangan tingkatan sistem mencakup definisi arsitektur produk dan uraian produk menjadi subsistem – subsistem serta komponen - komponen. Output pada fase ini biasanya mencakup tata letak bentuk produk, spesifikasi secara fungsional dari pada setiap subsistem produk, serta diagram aliran proses pendahuluan untuk proses rakitan akhir.
- d. Fase 3. Perancangan detail fase perancangan detail mencakup spesifikasi lengkap dari bentuk, material, dan toleransi-toleransi dari seluruh komponen unit pada produk dan identifikasi seluruh komponen standar yang dibeli dari pemasok. Rencana proses dinyatakan dan peralatan dirancang untuk tiap komponen yang dibuat, dalam sistem produksi. Output dari fase ini adalah pencatatan pengendalian untuk produk, gambar untuk setiap komponen produk dan peralatan produksinya, spesifikasi komponen – komponen yang dapat dibeli, serta rencana untuk proses pabrikasi dan perakitan produk.
- e. Fase 4 Pengujian dan perbaikan fase pengujian dan perbaikan melibatkan konstruksi dan evaluasi dari bermacam-macam versi produksi awal produk. Pada fase ini dilakukan uji performansi dan keandalan suatu produk.
- f. Fase 5. Produksi awal, pada fase produksi awal, produk dibuat dengan menggunakan sistem produksi yang sesungguhnya. Tujuan dari produksi awal ini bertujuan untuk melatih tenaga kerja dalam memecahkan permasalahan yang mungkin timbul pada proses produksi sesungguhnya. Pada beberapa titik pada masa peralihan ini, produk diluncurkan dan mulai disediakan untuk didistribusikan [1].

2.2. Usability Testing

Usability testing merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk memastikan apakah produk dapat dipergunakan dengan mudah. Tujuan *usability testing* adalah [3]:

- a. Mengidentifikasi dan memperbaiki kekurangan yang ada terlebih dahulu sebelum produk dilepas ke pasar.
- b. Menemukan masalah dan rekomendasi untuk memperbaiki utilitas perancangan dan pengembangan produk.
- c. Menjamin kreasi produk mudah dipelajari atau digunakan, memuaskan pengguna dan memiliki utilitas dan fungsi bernilai tinggi.

Terdapat kelebihan dan kelemahan di dalam melakukan *usability testing* pada suatu produk. Kelebihan *usability testing* yaitu

- a. Hasil pengujian dapat digunakan untuk membuat catatan historis kemampuan untuk peluncuran masa depan.
- b. Mengurangi biaya pelayanan dan telepon karena produk yang bersifat kemampuan akan menerima pengaduan pengguna lebih sedikit.
- c. Meningkatkan penjualan dan probabilitas pengulangan penjualan terhadap produk karena produk yang bersifat mudah digunakan akan lebih memuaskan pelanggan sehingga pelanggan cenderung menyebarkan berita tersebut ke orang lain dan memilih tetap membeli produk yang sama di masa depan.
- d. Mendapatkan pasar karena produk yang telah lolos uji kemampuan cenderung bersifat lebih mudah digunakan sehingga bisa membedakannya dari produk kompetitor sejenis.
- e. Meminimasi resiko yang terjadi pada produk setelah dikeluarkan.

Sedangkan kelemahan dari *usability testing* adalah pengujian tidak menjamin produk bersifat 100% mudah digunakan karena pengujian merupakan situasi buatan dan pengujian ini tidak selalu merupakan teknik terbaik untuk digunakan sehingga dapat menggunakan cara lain seperti evaluasi untuk melengkapi hasil.

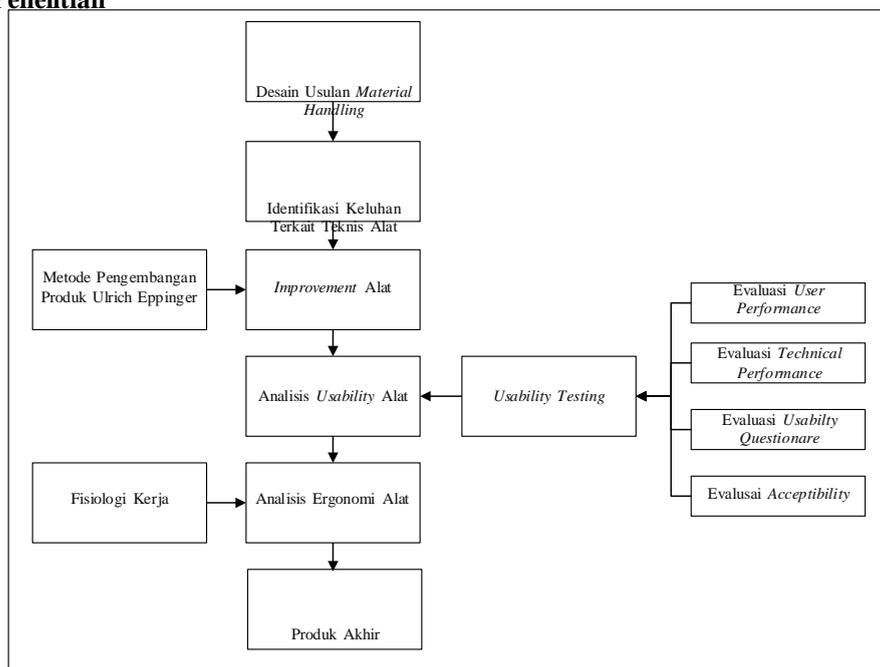
ISO mendefinisikan *usability testing* dalam standar ISO 9421-11, bahwa *usability* merupakan efektifitas, efisiensi dan kepuasan dimana pengguna tertentu mencapai target yang ditetapkan dalam lingkungan tertentu. Selain itu

usability berguna untuk mengetahui sejauh mana sistem alat digunakan atau *user friendly*, hal tersebut diuraikan kedalam beberapa faktor yaitu:

1. *Learnability* : sebuah sistem seharusnya mudah dipelajari sehingga pengguna dapat dengan mudah memulai pekerjaan yang terkait dengan sistem tersebut.
2. *Efficiency* : sebuah sistem seharusnya efisien digunakan, sehingga produktivitas pengguna tinggi ketika pengguna telah mempelajari sistem.
3. *Memorability* : sebuah sistem mudah diingat, sehingga pengguna terbiasa menggunakannya dan dengan otomatis pengguna dapat menggunakannya lagi tanpa harus mempelajari kembali.
4. *Error* : sebuah sistem seharusnya mempunyai tingkat kesalahan yang rendah sehingga ketika pengguna melakukan kesalahan selama menggunakan sistem, maka perbaikan kesalahan dapat dengan mudah dilakukan.
5. *Satisfaction* : sistem seharusnya nyaman digunakan, sehingga dapat memuaskan pengguna dalam menggunakannya [8].

Pengujian *usability* dilakukan dengan melalui pengukuran *usability* dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari pengguna mengenai prototipe alat bantu *material handling* melalui uji coba secara langsung, interview dan pengisian kuisioner. Pengukuran *usability* berdasarkan data yang mengamabarkan hasil interaksi antara pengguna dengan alat kerja.

3. Metode Penelitian



Gambar 3. Model Konseptual Penelitian

Pada penelitian sebelumnya pada PT. ABOFARM dilakukan analisis ergonomi dan perancangan produk ergonomi untuk membantu aktivitas *material handling*. Pada penelitian ini melakukan pengujian usulan desain *material handling equipment* yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya.

Penelitian ini dimulai dengan pembuatan *prototype* desain *material handling equipment* hasil penelitian sebelumnya, Selanjutnya dilakukan pengujian *prototype* pada pengguna (operator PT.ABOFARM). Dari hasil pengujian tersebut di peroleh beberapa masukan dari operator antara lain tingkat keberhasilan penggunaan, tingkat kesalahan penggunaan alat, tingkat kepuasan operator terhadap alat, dan keluhan operator terkait teknis alat.

Dari hasil pengujian tersebut dilakukan perbaikan desain *material handling equipment* dengan menggunakan metode pengembangan produk Ulrich Eppinger. Pada tahap perbaikan dihasilkan desain *material handling equipment improvement 2* yang selanjutnya dibuat *prototype*.

Setelah melakukan perbaikan akan dilakukan pengujian kembali yang bertujuan untuk mengetahui apakah *improvement* yang dilakukan oleh tim pengembang produk, apakah lebih baik atau tidak. Pengujian menggunakan metode *usability testing*. Selanjutnya dilakukan evaluasi ergonomi terhadap alat dengan menggunakan pendekatan fisiologi kerja.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Perbaikan Desain

- a. Identifikasi Keluhan Operator
Berdasarkan hasil wawancara dengan operator, didapatkan informasi mengenai pernyataan operator berupa keluhan tentang *prototype improvement 1*.
- b. Interpretasi Kebutuhan
Kebutuhan operator diperoleh dari identifikasi keluhan operator. Kebutuhan ini berguna untuk menentukan karakteristik produk yang harus di perbaiki.
- c. Penentuan Spesifikasi Target
Target spesifikasi merupakan terjemahan dari atribut kebutuhan menjadi kebutuhan secara teknis. Tahap ini dilakukan dengan menggunakan matriks kebutuhan untuk menerjemahkan kebutuhan operator dengan karakteristik dari produk yang dapat terukur.
- d. Penyusunan Konsep
- e. Penyusunan konsep dilakukan dengan menggunakan pencarian konsep secara eksternal dan internal. Pencarian konsep secara eksternal dilakukan dengan mencari literatur dan referensi terkait serta melakukan brainstorming bersama dengan operator PT.ABOFARM sebagai pengguna utama untuk menentukan part specifications dari alat bantu yang akan dirancang berdasarkan fungsi dan kebutuhan.
- f. Seleksi Konsep
Pada seleksi konsep ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama yaitu *Concept Screening* dan tahap kedua yaitu *Concept Scoring*. Setiap tahap didukung oleh matriks keputusan yang digunakan untuk memberikan rating, ranking, dan memilih satu atau beberapa konsep terbaik yang nantinya akan digabung dan dikembangkan lagi [1].
- g. Arsitektur Produk
Arsitektur produk merupakan skema elemen-elemen fungsional dari produk disusun menjadi *chunks* yang bersifat fisik dan menjelaskan interaksi disetiap masing-masingnya [1]. Hal yang harus dilakukan adalah membuat skema produk, lalu mengidentifikasi interaksi fundamental dan incidental yang terjadi pada setiap hubungan antar komponen penyusun produk. Dari interaksi ini, sesuatu yang dibutuhkan dapat dikembangkan agar interaksi antar komponen lebih baik. Setelah itu, menggambarkan susunan geometris untuk menggambarkan bentuk kasar dari produk.
- h. Hasil Perbaikan Desain
Hasil desain perbaikan merupakan desain akhir yang dihasilkan dari proses perbaikan desain *improvement* pada penelitian sebelumnya. Berikut *prototype* dan spesifikasi hasil proses perbaikan.

Gambar 4. Desain 3D Hasil Proses Perbaikan

Tabel 1. Spesifikasi *Prototype Improvement 2*

Dimension	P X L X T	47x34x42 cm
	Lebar <i>Handle</i>	33 cm
	Tinggi <i>Handle</i>	100,3 cm
	Diameter Roda	15 cm
	Kapasitas Maksimum	23 kg
	Berat Kosong	15 kg
Material	<i>Box</i>	Serat <i>Fiber</i>
	Roda	Karet
	<i>Handle</i>	Besi

4.2. Analisis Hasil Pengujian

a. Analisis *User Performance*

Analisis *usability* dari *prototype material handling improvement 1* dan *improvement 2* pada dimensi *user performance* ini bertujuan untuk mengetahui interaksi antara pengguna dengan alat untuk pertama kalinya.

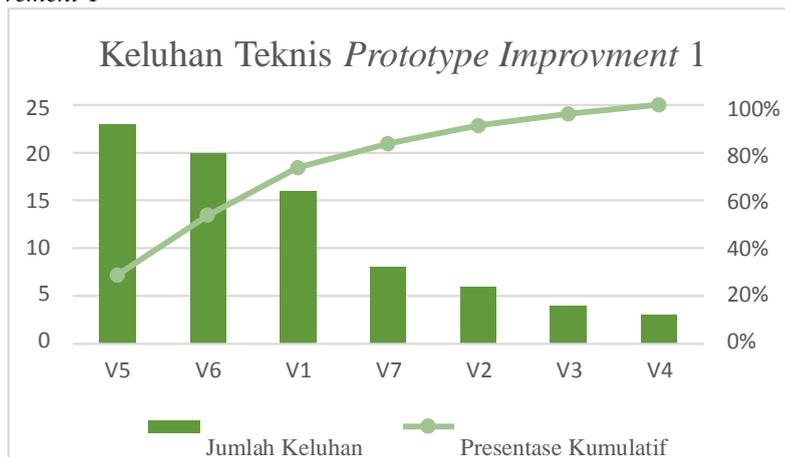
Tabel 2. Hasil Pengujian *User Performance*

Aspek Pengujian <i>User Performance</i>	<i>Prototype Improvement 1</i>	<i>Prototype Improvement 2</i>
Waktu Kerja	289.9	267.49
Waktu Perawatan	198.27	174.2
Jumlah Kesalahan	19	6

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat terdapat perbedaan yang signifikan pada semua aspek pengujian, *Prototype improvement 2* lebih baik dibandingkan *prototype improvement 1* sehingga *improvement* yang dilakukan oleh tim pengembang produk berhasil. Perbedaan hasil pengujian terjadi karena pengguna mengalami kebingungan saat menggunakan *prototype improvement* sehingga waktu penyelesaian tugas menjadi lebih lama.

b. Analisis *Technical Performance*

Technical performance dapat diketahui dari tingkat kesulitan yang dialami oleh pengguna ketika mengalami kendala dalam menggunakan alat untuk pertama kalinya yang terkait dengan teknis alat. Berikut merupakan diagram pareto dari masing-masing *prototype improvement 1* dan *improvement 2*. Diagram pareto ini bertujuan untuk pemisah unsur penyebab dominan dengan unsur penyebab yang lainnya. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang terpenting yang segera diselesaikan. Berikut diagram pareto keluhan terhadap *prototype improvement 1*

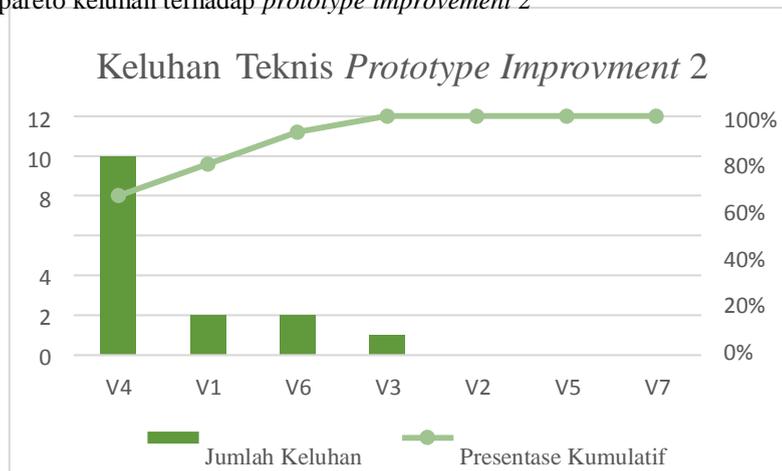


Gambar 5. Grafik Keluhan Teknis *Prototype Improvement 1*

Dari Gambar 5. dapat diketahui bahwa lima masalah terbesar yaitu ketinggian *handle* susah diatur, *prototype* susah digunakan pada tanah yang tidak rata, bagian *box prototype* kurang kuat jika terkena benturan, bagian sekat *prototype* susah dilepas atau dipasang dan tutup *prototype* mudah jatuh saat digunakan.

Berdasarkan observasi masalah ketinggian *handle* susah diatur disebabkan oleh ukuran toleransi antara *part* batang *handle* dan *part* rongga tempat menyimpan batang *handle* pada *box* hanya 0.2 cm sehingga terjadi gesekan saat menyesuaikan ketinggian *handle*. Keluhan *prototype* susah digunakan pada tanah yang tidak rata disebabkan oleh ukuran roda yang kecil hanya 5 cm. Bagian sekat *prototype* susah dilepas pasang disebabkan oleh ukuran toleransi antara tebal sekat dengan rongga tempat penyimpanan sekat pada *box* hanya 0.1 cm sehingga terjadi gesekan saat memasang sekat. Bagian *box prototype* kurang kuat ketika menerima gaya dari luar karena *box* hanya terbuat dari fiber yang dicampur katalis yang bersifat getas. Bagian tutup yang mudah jatuh saat digunakan karena tidak ada pengunci antara tutup dengan *box*. Masalah tersebut merupakan 80% masalah terbesar dari keseluruhan masalah yang ada. Sehingga kelima masalah teknis pada *prototype improvement 1* tersebut harus diperbaiki.

Berikut diagram pareto keluhan terhadap *prototype improvement 2*



Gambar 6. Grafik Keluhan Teknis *Prototype Improvement 2*

Dari Gambar 6. dapat diketahui bahwa dua masalah terbesar yaitu *massa* alat yang berat, sekat susah dilepas, filter *adjustable* untuk ketinggian *handle* ukuran toleransi antara part kurang tepat. Masalah tersebut merupakan 80% masalah terbesar dari keseluruhan masalah yang ada. Sehingga ketiga masalah teknis pada *prototype improvement 2* tersebut harus diperbaiki pada *improvement* selanjutnya. Hal tersebut merupakan salah satu masukan penting bagi perancang dalam melakukan *improvement* selanjutnya. Selain itu dapat dilihat keluhan teknis *prototype improvement 2* lebih sedikit dibandingkan *prototype improvement 1*, maka *improvement* kedua yang dilakukan tim pengembang produk lebih baik.

c. Analisis Hasil *Usability Questionare*

Evaluasi terhadap *usability* alat dengan mengisi kuisioner dan memberikan penilaian berupa rating pada 5 skala Likert lima komponen *usability* antara lain *learnability*, *efficiency*, *memorability*, *error* dan *satisfaction*. Evaluasi *usability testing* dari *prototype material handling improvement 1* dan *improvement 2* fokus pada penilaian responden setelah menggunakan alat untuk pertama kalinya untuk menjawab atribut –atribut kuisioner *usability* yang mempengaruhi *performance* alat dan manusia (operator). Berdasarkan hasil pengolahan data kuisioner *usability* diperoleh analisis sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian *User Performance*

Aspek Pengujian <i>Usability Questionare</i>	<i>Prototype Material Handling Equipment 1</i>	<i>Prototype Material Handling Equipment 2</i>
<i>Learnability</i>	4.26	4.19
<i>Efficiency</i>	4.29	4.84
<i>Memorability</i>	4.56	4.614
<i>Error</i>	4.27	4.36
<i>Satisfaction</i>	4.24	5.03

Berdasarkan Tabel 3. dapat dilihat setelah menggunakan *prototype* alat *material handling improvement 1* dan *improvement 2*, responden memberikan penilaian yang berbeda pada beberapa komponen *usability*. Komponen yang berbeda yaitu *efficiency* dan *satisfaction*. Perbedaan yang paling signifikan pada komponen

efficiency yaitu atribut desain alat sederhana sehingga mudah digunakan. Berdasarkan hasil kuisioner diatas terdapat beberapa responden tidak setuju *prototype* alat *material handling improvement 1* memiliki desain yang sederhana dan mudah digunakan. Sebaliknya operator setuju *prototype* alat *material handling improvement 2* desain alat sederhana sehingga mudah digunakan. Responden menganggap bahwa *prototype* alat *material handling improvement 2* mudah digunakan sehingga tidak perlu mengeluarkan tenaga banyak untuk menggunakan alat. Hal ini terbukti pada sub bab perhitungan %CVL dengan menggunakan *prototype* alat *material handling improvement 2* konsumsi energi atau enegi yang dikeluarkan lebih sedikit dibandingkan menggunakan *prototype* alat *material handling improvement 1*.

Perbedaan yang paling signifikan pada komponen *satisfaction* yaitu atribut alat ini memiliki semua fungsi dan kemampuan yang sesuai dengan harapan responden. Berdasarkan hasil kuisioner diatas terdapat beberapa responden tidak setuju *prototype* alat *material handling improvement 1* memiliki memiliki semua fungsi dan kemampuan yang sesuai dengan harapan responden . Sebaliknya opetaor setuju *prototype* alat *material handling improvement 2* memiliki semua fungsi dan kemampuan yang sesuai dengan harapan responden. Responden menganggap bahwa *prototype* alat *material handling improvement 2* dapat memenuhi ekpektasi responden, responden merasa nyaman, dan alat memiliki fungsi yang dapat memenuhi kebutuhan responden.

d. Analisis User Acceptance

User Acceptance dilakukan untuk mengetahui tanggapan responden setelah menggunakan *prototype material handling improvement 1* dan *improvement 2* untuk pertama kalinya. Hal tersebut diperlukan untuk mengetahui tingkat penerimaan alat *material handling improvement 1* dan *improvement 2* kedepannya apabila digunakan pada PT.ABOFARM untuk membantu dan memudahkan proses *material handling* sayur buncis. Berikut hasil presentase tingkat penerimaan responden terhadap *prototype material handling improvement 1* dan *improvement 2* untuk sehari-hari.

Tabel 4. Presentase *User Acceptance*

<i>Prototype</i>			Ya, Jika dilakukan perbaikan
	Ya	Tidak	
<i>Improvement 1</i>	30%	13%	57%
<i>Improvement 2</i>	83%	0%	17%

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui 30% responden mengatakan *prototype material handling improvement 1* dapat lanngsung diaplikasikan pada PT.ABOFARM, 13% responden tidak setuju dan 57% responden mengatakan dapat diaplikasikan jika dilakukan perbaikan. Sedangkan tanggapan responden mengenai *prototype material handling improvement 2*, 83% responden mengatakan dapat lanngsung diaplikasikan pada PT.ABO FARM dan 17% mengatakan dapat diaplikasikan jika dilakukan perbaikan. Perbaikan yang harus dilakuakn pada *prototype material handling improvement 2* sesuai dengan keluhan teknis yang disampaikan pada analisis *technical performance*.

e. Analisis Fisiologi Kerja

Salah satu parameter keberhasilan dalam perancangan *prototype* adalah aspek ergonomi. Dalam penelitian ini aspek ergonomi yang digunakan yaitu fisiologi kerja. Penilaian beban kerja dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan presentase CVL (*cardiovascular load*). Berikut tabel hasil perhitungan %CVL.

Tabel 5. Rata-rata Presentase CVL

Keadaan	Rata-rata %CVL
<i>Existing</i>	32%
<i>Improvement 1</i>	29%
<i>Improvement 2</i>	20%

Dari hasil perhitungan rata-rata presentase CVL dapat dikelompokan beban kerja operator sesuai dengan tabel kualifikasi %CVL. Pada keadaan *existing* presentase CVL operator 32 % yaitu perlu perbaikan sistem kerja. Selain itu energi yang dikeluarkan oleh operator pada sistem kerja tersebut besar sehingga perlu diperbaiki sistem kerja.

Pada keadaan penyelesaian pekerjaan dengan menggunakan *prototype* alat *material handling improvement 1* presentase CVL operator 29% yaitu tidak terjadi kelelahan. Selain itu energi yang dikeluarkan oleh operator pada sistem kerja tersebut kecil sehingga tidak perlu. Pada keadaan penyelesaian pekerjaan dengan

menggunakan *prototype* alat *material handling improvement 1* %CVL menurun dari keadaan *existing* tapi penurunan %CVL tidak signifikan, sehingga energi yang dikeluarkan hanya berkurang sedikit dari keadaan *existing*.

Pada keadaan penyelesaian pekerjaan dengan menggunakan *prototype* alat *material handling improvement 2* presentase CVL operator 20% yaitu tidak terjadi kelelahan. Selain itu energi yang dikeluarkan oleh operator pada sistem kerja tersebut kecil sehingga tidak perlu perbaikan. Pada keadaan penyelesaian pekerjaan dengan menggunakan *prototype* alat *material handling improvement 2* %CVL menurun dari keadaan pekerjaan dengan menggunakan *prototype* alat *material handling improvement 1* sehingga energi yang dikeluarkan untuk melakukan pekerjaan tersebut lebih kecil dari keadaan sebelumnya.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis maka diperoleh beberapa kesimpulan yang mengacu untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini.

1. Terdapat beberapa kekekurangan pada desain *material handling equipment* saat diimplementasikan meliputi *efektivitas* penggunaan alat 57% dan terdapat beberapa keluhan dari pengguna terkait teknis alat, sehingga diperlukan perbaikan.
2. Perbaikan desain *material handling equipment* dilakukan sesuai dengan keluhan teknis saat pengujian. Terdapat perbaikan di beberapa bagian atau *part* yaitu *part handle*, sekat, roda dan mekanisme tutup. Dengan menggunakan metode pengembangan produk Ulrich-Eppinger di peroleh alternatif-alternatif perbaikan desain yang selanjutnya diseleksi sehingga dipilih salah satu alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan *user* dan dihasilkan desain *material handling equipment improvement* kedua. Selanjutnya desain diimplementasikan dalam bentuk *prototype* dan dilakukan pengujian.
3. Perbedaan hasil pengujian menunjukkan *prototype material handling equipment improvement 2* lebih baik dibandingkan *prototype material handling equipment improvement 1* pada beberapa aspek antara lain jumlah kesalahan penggunaan alat, keluhan terkait teknis alat, efisiensi, tingkat kepuasan, tingkat penerimaan alat dan fisiologi kerja operator saat menggunakan alat.

Daftar Pustaka

- [1] S. D. E. Karl T. Ulrich, *Product Design and Development*, Singapore: McGraw-Hill, 2012.
- [2] S. Wignjosoebroto, *Evaluasi Ergonomi Dalam Proses Perancangan Produk*, 2000.
- [3] J. Rubin and D. Chisnell, *Handbook of Usability Testing (How to Plan, Design and Conduct Effective Test*, Canada: Wiley Publishing, 2008.
- [4] B. S. a. S. Richardson, *Human Factor for Informatics Usability*, Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- [5] J. S. D. a. J. C. Redish, *A Practical Guide to Usability Testing*, USA: Intellect Ltd, 1999.
- [6] S. Wignjosoebroto, *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November, 2003.
- [7] I. 9241-11, "ISO 9241-11:1998(en)," 20 October 2012. [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-1:v1:en>.
- [8] J. Neilsen, *Usability Engineering*, London Sydney Tokyo: Academic Press, 1993.
- [9] T. B. Setyaningsih, "Penentuan Tingkat Penerimaan Perawat Terhadap Alat Pemantau Infus Jarak Jauh Berbasis Usability Testing," Universitas Indonesia, Depok, 2012.