

Perancangan Teknologi Tepat Guna (TTG) Penanganan Bahan TROLI OCE Untuk Pemberdayaan IKM Produsen Sapu *Go Work Handycraft* Purbalingga

Niko Siameva Uletika*¹, Maria Krisnawati², Tigar Putri Adhiana³, Musmuallim⁴, Rani Aulia Imran⁵, Akhlis Rahman Sari Nurhidayat⁶

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

Email: ¹nikosiamewa@unsoed.ac.id, ²maria.krisnawati@unsoed.ac.id, ³tigar.adhiana@unsoed.ac.id,
⁴musmuallim@unsoed.ac.id, ⁵rani.aulia.imran@unsoed.ac.id, ⁶akhlis.rahman@unsoed.ac.id

Received : 18 Maret 2024; 1st Revised : 14 Mei 2024; 2nd Revised : 15 Mei 2024;
Accepted : 15 Mei 2024; Published : 28 Agustus 2024

Abstrak

Kabupaten Purbalingga memiliki sentra industri penghasil sapu. *Go Work Handy Craft* adalah salah satu IKM yang berdiri sejak tahun 2010. Produsen dan eksportir sapu hamada dan sapu lidi. Namun kegiatan penanganan bahan, meliputi transportasi, pendistribusian ke stasiun kerja, penjemuran sapu, pengambilan sapu dan penyimpanan sapu, masih dilakukan secara manual tanpa alat bantu. Untuk memperbaikinya diperlukan pengenalan perancangan alat bantu penanganan bahan. Pengenalan dilakukan agar perancangan alat bantu sesuai dengan kebutuhan produksi. Pengenalan perancangan alat penanganan bahan melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi kebutuhan pengguna, pembuatan konsep dan proses spesifikasi, pemilihan konsep, pengujian konsep, dan pembuatan purwarupa. Metode pengumpulan data dilakukan dengan wawancara, kuisioner dan studi lapangan. Pengabdian ini berhasil merancang, mengembangkan dan membuat purwa rupa berupa teknologi tepat guna, alat penanganan bahan, yaitu TROLI OCE dengan metode ergonomi partisipasi. Penangana bahan yang pada awalnya dilakukan secara manual dengan beban berlebih dan repetitif, dapat diperbaiki dengan menggunakan TROLI OCE. Penggunaan TROLI OCE pada proses produksi sapu sesuai dengan tujuan ergonomi yaitu mengurangi Penyakit Akibat Kerja (PAK).

Kata Kunci: *perancangan dan pengembangan produk, partisipasi ergonomi, Teknologi Tepat Guna (TTG).*

This work is an open access article and licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License



1. PENDAHULUAN

Kabupaten Purbalingga memiliki sentra industri penghasil sapu. Salah satu IKM-nya adalah IKM Sapu “*Go Work Handy Craft*” di RT 03 RW 01 No.168 Kelurahan Mewek, Kecamatan Kalimanah, Kabupaten Purbalingga berdiri pada tahun 2010. Dipimpin oleh Bapak Udin, usaha semakin berkembang dengan pesanan dalam negeri dan luar negeri, diantaranya berasal dari negara Jepang, Malaysia dan Thailand. Rata-rata tanaga kerja di “*Go Work Handy Craft*” mampu membuat 25 buah sapu lidi atau 20 buah sapu hamada pendek atau 15 buah sapu hamada panjang setiap hari. Jumlah tenaga kerja yang dimiliki adalah 40 orang. Rata-rata jumlah produksi adalah 60.000 buah sapu dalam satu bulan.

Proses produksi erat kaitannya dengan penanganan bahan. Menurut *Material Handling Institute*, besar biaya penanganan material antara 30-85% dari biaya produksi (Drury, 2005). Penanganan bahan adalah proses yang mencakup operasi dasar dalam pergerakan, perlindungan, penyimpanan dan pengendalian bahan dan produk di seluruh pembuatan (manufaktur), pergudangan, distribusi, konsumsi dan pembuangan (*disposal*) (Freivalds & Niebel, 2013). Penanganan bahan dapat dilakukan secara manual atau dengan menggunakan mesin. Pekerjaan penanganan beban manual di lingkungan industri berupa aktivitas fisik berulang seperti aktivitas meraih, mengangkat, mendorong, menarik dan membawa beban berat, sering mengakibatkan cedera (Lunin & Glock, 2021).

Penanganan bahan secara manual masih diperlukan karena memiliki kelebihan yaitu bisa dilakukan dalam ruang terbatas dan dilakukan oleh fisik manusia untuk mengangkat barang. Tetapi

penanganan material yang tidak ergonomis, postur yang tidak sesuai dan pekerjaan berulang dapat menimbulkan Penyakit Akibat Kerja (PAK) seperti gangguan otot rangka (Wurzelbacher et al., 2020). Ditambah pula dengan perubahan jaman yang juga mengubah pekerjaan, saat ini lebih banyak pekerjaan paruh waktu, kerja shift, hari kerja yang lebih lama, serta ikatan yang lebih dekat dengan pelanggan utama. Meningkatnya keragaman pekerjaan berarti tuntutan tugas lebih besar, demikian pula dengan penanganan material yang melebihi kemampuan manusia (ILO & IEA, 2010). Proses produksi sapu sebagian besar belum menggunakan alat bantu penanganan bahan, misalnya pengangkutan dengan cara dipanggul di atas bahu seperti dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kegiatan Penanganan Material Manual di IKM Sapu “Go Work Handy Craft”

Peningkatan produksi dapat dilakukan dengan perbaikan metode kerja maupun dilakukan dengan peningkatan teknologi produksi. Perbaikan metode kerja misalnya dengan evaluasi penanganan material manual (Rajendran et al., 2021). Mengetahui rekomendasi penanganan material manual dengan menggunakan bahu (Steele et al., 2014), batas beban yang dapat ditangani (Lee et al., 1996), rekomendasi batas beban dan jarak perpindahan (Resnick & Chaffin, 1997), batasan beban untuk manual material handling (Potvin et al., 2021), maupun rumus untuk menghitung gaya lengan manual maksimum yang dapat diterima untuk pekerjaan di atas bahu (Rempel & Potvin, 2022).

Pada pengabdian teknologi tepat guna diperkenalkan pada pengangkutan material manual. Teknologi tepat guna dapat didefinisikan sebagai teknologi sederhana untuk mencapai tujuan di lokasi tertentu (Lortie et al., 2016). Peremajaan metode mekanisasi mesin tepat guna dengan teknologi yang lebih modern (Ning et al., 2014).

Oleh sebab itu, diperlukan proses perancangan teknologi tepat guna untuk penanganan bahan. Perancangan troli multi-posisi dan multi-fungsi yang dapat membuat kegiatan penanganan lebih mudah. Pendekatan psikofisik terhadap pedoman penanganan material secara manual didasarkan pada dua asumsi, yaitu seorang pekerja dapat memperkirakan akurasi beban kerja maksimum yang dapat ditoleransi dan dapat memilih beban kerja yang dapat diterima pekerja dengan simulasi tugas yang aman (Patnaik & Bhowmick, 2019). Tujuannya agar produksi sapu lebih efektif, efisien dan menjamin kesehatan dan keselamatan kerja para karyawannya.

Berdasarkan analisis IKM “Go Work Handy Craft” berpotensi menjadi pusat pengembangan dan percontohan penanganan bahan untuk IKM sapu lainnya di Purbalingga. Tujuan pengabdian berbasis riset ini adalah merancang, mengembangkan dan membuat purwa rupa alat penanganan bahan tepat guna yang ergonomis dan dapat mengurangi Penyakit Akibat Kerja (PAK).

2. METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah melakukan pendampingan partisipatori ergonomi dengan transfer pengetahuan mengenai pengenalan perancangan penanganan bahan secara ergonomis sesuai standar penanganan bahan dari checklist ILO (ILO & IEA, 2010). Informasi akibat yang ditimbulkan jika penanganan tidak dilakukan sesuai standar. Serta pendampingan pengembangan teknologi tepat guna penanganan bahan.

Pada penelitian ini partisipatori ergonomi dilakukan untuk mengurangi PAK dengan Focus Group Discussion (FGD). Salah satu PAK yang dialami pengrajin sapu adalah gangguan otot dan rangka. Partisipasi ergonomi dapat menjadi solusi untuk mengurangi beban fisik guna mengurangi gangguan otot rangka (Diana et al., 2018). Metode Ergonomi partisipasi untuk mengurangi kemungkinan kecelakaan kerja, dapat dilakukan dengan Focus Group Discussion (FGD) (Restuputri et al., 2021).

2.1. Waktu

Kegiatan pengabdian dilakukan pada tahun 2019 dengan durasi waktu kegiatan delapan bulan.

2.2. Lokasi

Kegiatan pengabdian dilakukan di IKM Sapu “Go Work Handy Craft” di RT 03 RW 01 No.168 Kelurahan Mewek, Kecamatan Kalimanah, Kabupaten Purbalingga.

2.3. Target Peserta

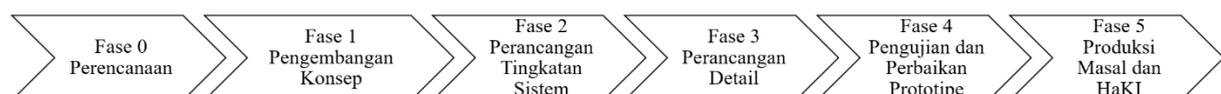
Partisipan pada kegiatan ini adalah pemilik IKM, pengrajin sapu, dan bengkel las untuk proses pembuatan purwarupa. Proses pendampingan dilakukan oleh dosen dan mahasiswa. Kegiatan ini sekaligus sebagai project base mata kuliah kekhasan di Program Studi Teknik Industri Perancangan Pengembangan Teknologi Tepat Guna.

2.4. Tahapan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian teknologi tepat guna alat penanganan bahan melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi kebutuhan pengguna, pembuatan konsep dan proses spesifikasi, pemilihan konsep, pengujian konsep, sampai pembuatan purwarupa. Pengumpulan data dilakukan dengan studi literatur, *brainstroming*, observasi, studi lapangan, wawancara dan Focus Group Discussion (FGD).

Pengembangan produk yang sukses adalah yang dapat diproduksi dan menghasilkan profit. Namun profitabilitas sulit untuk dinilai secara cepat dan langsung. Lima karakter produk sukses digunakan untuk menilai kinerja pengembangan produk yang selalu berkaitan dengan keuntungan. Adapun 5 karakter produk sukses yaitu kualitas produk, biaya produk, waktu pengembangan, biaya pengembangan dan kemampuan pengembangan (Ulrich & Eppinger, 2012). Kelima dimensi ini memiliki pertanyaan masing-masing yang harus bisa dijawab sesuai dengan pengembangan produk yang dilakukan.

Fase pengembangan produk yang terstruktur akan mengurangi kemungkinan kesalahan atau masalah yang merugikan. Fase pengembangan produk terdiri dari fase ke-0 sampai fase ke-5 yaitu: perencanaan, pengembangan konsep, perancangan tingkatan system, perancangan detail, pengujian, perbaikan dan pembuatan prototipe, dan fase ke-5 adalah produksi masal dan HaKI (Ulrich & Eppinger, 2012). Sesuai yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Metode Pelaksanaan Kegiatan

Fase ke-0 adalah perencanaan, pada fase ini perlu direncanakan 4 perihal penting. Perihal tersebut adalah; tipe proses pengembangan, tipe organisasi pengembangan, identifikasi peluang dan pernyataan misi. Tipe proses pengembangan produk bervariasi, terdapat produk *market-pull*, produk *technology-*

push, produk platform, produk intensif-proses, produk custom, produk beresiko tinggi, produk rakit cepat, dan produk sistem kompleks. Tipe organisasi pengembangan produk bervariasi, terdapat organisasi berdasarkan fungsi, organisasi berdasarkan proyek, matrik organisasi proyek beban ringan, dan matrik organisasi proyek beban berat. Identifikasi peluang dapat dilakukan dengan *Real-Win-Worth* (RWW). Yaitu pendekatan untuk mengetahui peluang diterimanya produk, peluang produk yang dirancang mampu bersaing dibanding produk lainnya yang serupa dan apakah peluang yang dipilih layak secara finansial. Pernyataan misi (*Mission Statement*), yaitu pendekatan yang digunakan untuk memberikan panduan pengembangan produk secara jelas, yang terdiri dari deskripsi produk, kelebihan produk dibandingkan dengan produk sejenis lainnya, tujuan utama bisnis, target pasar, asumsi dan stakeholder.

Fase ke-1 adalah pengembangan konsep, yang terdiri atas 7 tahapan. Tahapan yang dimaksud adalah identifikasi kebutuhan konsumen, penetapan target spesifikasi, pembangkitan konsep, pemilihan konsep, pengujian konsep, perencanaan spesifikasi final, pembuatan purwarupa.

Tahap pertama, identifikasi kebutuhan konsumen dikerjakan berdasarkan *mission statement* dari fase ke-0. Merupakan bagian penting dari tahapan pengembangan produk, digunakan untuk menetapkan spesifikasi produk, membuat konsep produk dan menyeleksi konsep produk untuk pengembangan selanjutnya. Identifikasi kebutuhan konsumen terdiri dari 6 pendekatan, yaitu: *Customer selection matrix*, *Customer data template*, *Customer needs* dan List Hirarki *Customer Needs*.

Masing-masing pendekatan diuraikan sebagai berikut. *Customer selection matrix* bermanfaat untuk merencanakan jumlah dan target eksplorasi pasar dan konsumen yang beragam. Eksplorasi pasar contohnya adalah, pengguna, konsumen, penjual atau distributor produk, dan layanan perbaikan. Variasi konsumen dapat dibagi menjadi intensitas konsumen menggunakan produk, yaitu: jarang, sering dan sangat sering menggunakan produk. *Customer data template* adalah pernyataan tertulis dan merupakan hasil dari interpretasi kebutuhan dasar pelanggan lalu disesuaikan dengan rancangan produk. Hal yang dibahas dalam *customer data template* yaitu bagaimana kelebihan maupun kekurangan produk yang digunakan sekarang, serta beberapa masukan untuk pengembangan produk. Untuk mendokumentasikan interaksi dengan konsumen digunakan, rekaman suara, catatan, rekaman gambar dan foto. *Customer needs* berisi tentang apa saja yang dibutuhkan pelanggan dalam suatu produk dan seberapa penting kebutuhan tersebut, terdapat di produk. *Customer needs* diambil dari hasil wawancara pelanggan dari target pasar. Sedangkan List hirarki *customer needs* adalah superset dari semua kebutuhan yang didapat dari wawancara pelanggan, yang dikategorikan menjadi daftar hirarki, terdiri dari satu set kebutuhan primer. Masing-masing kebutuhan primer akan dijelaskan lebih lanjut oleh seperangkat kebutuhan sekunder. List Hirarki *Customer Needs* adalah tingkat kepentingan konsumen. Data dapat diperoleh dari survey, yaitu dengan memberi urutan kebutuhan konsumen. Tanda (!) digunakan untuk menunjukkan kebutuhan dasar konsumen. Tanda (*) digunakan untuk menunjukkan tingkat kepentingan, jika sangat penting ditunjukkan dengan jumlah tanda (*) yang lebih banyak. Akhir tahap ini adalah memberikan tanda terimakasih, sebagai bentuk penghargaan dan kesan yang baik, sehingga tidak kesulitan jika diperlukan informasi yang lebih mendalam. Dokumentasi tahap ini adalah daftar kebutuhan konsumen dan daftar berjenjang kebutuhan primer dan sekunder konsumen.

Tahap kedua, menetapkan target spesifikasi. Kriteria-kriteria yang didapatkan dari hasil data kuisioner dibobotkan dengan penilaian yang melibatkan responden. Selanjutnya ditentukan penjabaran dari kriteria tadi untuk mendapatkan faktor-faktor desain yang termasuk kedalam kriteria. Hal ini akan diformalisasikan berdasarkan hasil pengolahan data aspek ergonomi dan aspek perancangan produk. Penetapan target spesifikasi terdiri dari 5 pendekatan, yaitu: *List metric*, *Needs Metric Matrix*, *Competitive benchmarking* berdasarkan metrik kepuasan kebutuhan pelanggan dan *bill of material*.

Kelima pendekatan tersebut dijelaskan sebagai berikut. *List metric* terdiri dari unit pengukuran dan tingkat kepentingan setiap metriknya. Metrik yang paling berguna adalah metrik yang mencerminkan tingkat di mana produk memenuhi kebutuhan pelanggan. Hubungan antara kebutuhan dan metrik adalah kunci untuk membuat konsep spesifikasi produk. Cara membuat *list metric* adalah dengan memikirkan setiap kebutuhan dan mempertimbangkan karakteristik terukur dari produk yang mencerminkan sejauh mana produk memenuhi kebutuhan itu. Idealnya satu kebutuhan memiliki satu metrik. *Needs Metric Matrix* merupakan matriks yang menggambarkan hubungan antara kebutuhan dan setiap metrik. Baris dalam matriks menunjukkan kebutuhan pelanggan dan kolom dalam matriks menunjukkan metriknya. Tanda “●” menggambarkan hubungan keterkaitan antara kebutuhan dan

metriknya. *Competitive benchmarking* berdasarkan metric merupakan suatu tabel yang berisi beberapa produk *benchmark* yang menyerupai produk yang akan dibuat serta data metrik dari produk benchmark untuk perbandingan. Data ini sangat penting untuk digunakan oleh tim pengembangan produk. *Competitive benchmarking* berdasarkan kepuasan kebutuhan pelanggan. Data ini didapatkan dengan membandingkan persepsi pelanggan mengenai tingkat produk dalam memenuhi kebutuhan mereka. Semakin banyak tanda “●” maka semakin baik dalam memenuhi kebutuhan pelanggan. Spesifikasi target merupakan list data dari metrik serta nilai ideal dan nilai marginalnya. Nilai ideal merupakan nilai spesifik dari suatu produk sedangkan nilai marginal merupakan nilai yang sudah ditambahkan dengan toleransi. *Bill of Material* (BOM) adalah daftar item, bahan atau material yang dibutuhkan untuk merakit, mencampur atau memproduksi produk. BOM digunakan untuk memastikan bahwa biaya yang digunakan untuk membuat produk tidak melebihi anggaran. Anggaran adalah biaya produksi dan distribusi yang sudah ditetapkan dan mampu memberikan keuntungan yang cukup serta dapat memberikan penawaran kepada pelanggan dengan harga yang sesuai. Pembuatan *Bill of Material* untuk mendapat biaya yang sesuai dibuat dengan dua pilihan harga, yaitu tinggi (dengan pemilihan material yang berkualitas baik) dan Rendah (dengan pemilihan material yang berkualitas standar).

Tahap ketiga, membangkitkan konsep adalah proses yang dilakukan berulang kali, melalui 5 langkah, yaitu memperjelas masalah, pencarian eksternal, pencarian internal, eksplorasi sistematis, dan penyelesaian masalah dan proses. Pada langkah memperjelas masalah, dilakukan pemahaman masalah, pemisahan masalah, dan fokus pada sub masalah yang kritis. Pada masing-masing sub masalah dilakukan pencarian eksternal dan pencarian internal. Pencarian eksternal menghasilkan konsep yang telah tersedia dengan melibatkan pengguna produk, konsultan ahli, pencarian paten, publikasi literatur, dan studi banding produk yang berkaitan. Pencarian internal menghasilkan konsep baru melibatkan perseorangan ataupun kelompok. Kemudian konsep baru maupun konsep yang telah tersedia di eksplorasi secara sistematis dengan membuat pohon klasifikasi dan tabel kombinasi. Hasil eksplorasi berupa penyelesaian terintegrasi, yang kemudian dinyatakan menjadi penyelesaian dan proses berupa masukan yang membangun.

Tahap keempat, pemilihan konsep produk merupakan proses menilai konsep dengan pertimbangan kebutuhan pengguna dan kriteria lainnya, membandingkan kekuatan dan kelemahan konsep, serta memilih satu atau lebih konsep untuk penyelidikan atau pengembangan lebih lanjut. Pendekatan pada tahap ini adalah dengan matrik penyaringan konsep dan dilanjutkan dengan penilaian konsep. Penyaringan konsep bertujuan untuk mempersempit jumlah konsep yang sebelumnya dibangun dan untuk meningkatkan konsep. Cara melakukan penyaringan konsep dengan membuat matriks yang berisi konsep-konsep yang dibangun beserta kriteria yang dipertimbangkan lalu memberi skor “lebih baik” dengan (+), “sama dengan” dengan (0) dan “lebih buruk” dengan (-) di setiap sel matriks. Setelah memberikan skor di setiap sel matriks maka langkah selanjutnya adalah membuat peringkat konsep dengan menjumlahkan (+), (0) dan (-). Konsep yang memiliki banyak skor (+) dan paling sedikit skor (-) merupakan konsep yang memiliki peringkat tertinggi. Penyaringan konsep menunjukkan konsep mana yang lebih menjanjikan di masa depan. Pada penilaian konsep, tim pengembangan produk menghitung bobot pemilihan kriteria dan berfokus pada perbandingan dengan masing-masing kriteria. Langkah pertama dalam penilaian konsep adalah membuat matrik seperti pada penyaringan konsep. Lalu selanjutnya menilai konsep dengan skala 1-5 pada setiap kriterianya, nilai 1 merupakan nilai terendah dan nilai 5 merupakan nilai tertinggi. Selain memberi nilai pada kriterianya juga memberikan bobot kepentingan pada kriterianya, nilai bobot ini didapatkan dari customer needs yang sudah dibuat. Langkah selanjutnya adalah menjumlahkan hasil perkalian nilai dengan bobot per konsep dan diranking. Setelah diranking, hasil konsep yang terpilih kembali direview oleh tim pengembang produk untuk menentukan langkah selanjutnya.

Tahap kelima, pengujian konsep digunakan untuk meyakinkan bahwa kebutuhan pelanggan telah terpenuhi. Pendekatan yang dilakukan adalah mendefinisikan tujuan pengujian konsep, memilih populasi responden, memilih format survei, mengkomunikasikan konsep, mengukur respon konsumen, menginterpretasikan hasil, merefleksikan pada hasil dan proses. Tahap keenam adalah perencanaan spesifikasi final yang nantinya akan ditetapkan pada produk. Dalam pembuatan spesifikasi akhir diperlukan pertimbangan antara spesifikasi yang diharapkan dan biaya yang dibutuhkan agar nantinya spesifikasi dari produk dapat sesuai dengan jumlah biaya yang dikeluarkan. Tahap ketujuh adalah

pembuatan purwarupa untuk menjelaskan fungsi produk, aspek ergonomi dan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada IKM Sapu kegiatan terkait transportasi atau perpindahan unit antara lain penyetakan material, pendistribusian material ke stasiun kerja, penjemuran sapu, pengambilan sapu dan penyimpanan sapu. Kondisi saat ini penanganan bahan masih menggunakan cara manual, tidak adanya alat bantu yang mampu meningkatkan produksi yang optimal. Penelitian sebelumnya mengenai perancangan penanganan bahan yang yang dibutuhkan pada IKM salah satunya adalah penelitian untuk meminimalkan penggunaan penanganan bahan dengan metode RULA (Caesaron et al., 2017).

Terdapat 5 karakteristik pengembangan produk sukses untuk menilai kinerja pengembangan produk, yaitu kualitas produk, biaya produk, waktu pengembangan, biaya pengembangan dan kemampuan pengembangan. Karakteristik pertama adalah kualitas produk ditunjukkan dari kepuasan konsumen terhadap produk. Produk mampu dapat digunakan dan bermanfaat. Produk dapat membantu para pekerja di IKM sapu ketika mengangkut material sapu dengan jumlah yang banyak secara ergonomis, praktis, dan tidak merusak produk. Konsumen (pekerja) berpeluang besar menyukai produk ini karena mengubah kebiasaan yang membawa barang berat dengan cara menggendong atau memikul dengan metode yang lebih mudah dan mengurangi kerja otot maksimum. Pekerja yang terbiasa menggendong beban akan merasa lebih nyaman dan aman. Karakteristik kedua adalah biaya pembuatan produk. Biaya pembuatan produk sesuai dengan kesepakatan pengguna dan pemilik IKM. Mulai dari desain, pemilihan bahan dan proses produksi sesuai kebutuhan dan masukan dari konsumen. Hal ini bertujuan agar troli yang dibuat mampu memenuhi kebutuhan konsumen sekaligus menyesuaikan dengan daya belinya. Konsumen juga memahami biaya yang dikeluarkan untuk produksi alat akan memberikan manfaat pada kelancaran proses produksi sapu dan kesehatan pekerja. Kriteria ketiga adalah waktu pengembangan. Waktu yang di perlukan untuk proses pembuatan kurang lebih selama satu minggu. Waktu perancangan dan pengembangan membutuhkan waktu selama kurang lebih 3 bulan. Umur produk dengan pemakaian normal sesuai kapasitas produksi IKM diperkirakan mencapai 5 tahun. Waktu pengembangan produk selama 3 bulan sesuai dengan umur produk. Keempat, biaya pengembangan produk terjangkau. Keuntungan menggunakan produk lebih besar dari pada biaya pembuatan produk. Kelima, kemampuan pengembangan lebih efektif dan ekonomis di masa depan dengan proses pengembangan yang dilakukan berulang-ulang.

Proses pengembangan produk pada pengabdian di IKM “*Go Work Handy Craft*” pada pengabdian ini dilakukan dari fase ke-0 yaitu perencanaan sampai fase ke-1 pengembangan konsep, yang terdiri dari 7 tahapan dengan partisipasi pemilik usaha dan pengrajin sapu. Pengembangan produk teknologi tepat guna diberi nama Troli OCE (Optimal, Cepat dan Ergonomis). Oleh karena itu Troli OCE diharapkan sesuai sebagai alat transportasi produk/bahan baku dengan tempat kerja yang memiliki ketinggian ergonomis dengan kapasitas besar yang dapat menampung banyak bahan baku/produk.

Fase ke-0 adalah perencanaan, diketahui tipe proses pengembangan produk adalah produk *market-pull* dimana pengembangan produk dilakukan berdasarkan peluang pasar yang tersedia dan menggunakan teknologi yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pasar. Tipe organisasi pengembangan produk adalah organisasi berdasarkan proyek. Sesuai jenis proyek pesanan sapu yang diterima.

Identifikasi peluang diketahui dengan *Real-Win-Worth* (RWW), menunjukkan produk yang dirancang berpeluang untuk diterima dan dipilih dibanding produk lainnya yang serupa dan layak secara finansial. Hasil ini diperoleh dengan mengajukan pertanyaan kepada responden, dan diperoleh jawaban sebagai berikut: Pabrik sapu membutuhkan pengangkutan produk. Selama ini, pabrik sapu melakukan pengangkutan produk manual dengan tangan. Untuk memenuhi kebutuhan akan pengangkutan yang lebih cepat, maka pihak pabrik sapu, bersedia untuk membeli produk.

Pernyataan misi (*mission statement*) berisi deskripsi produk, kelebihan produk dibandingkan dengan produk sejenis lainnya, tujuan utama bisnis, target pasar, asumsi dan *stakeholder*. Produk ini merupakan alat transportasi sapu yang digunakan untuk mengangkut sapu dari tempat kerja ke tempat penjemuran. Produk mudah digunakan, terdapat tuas naik-turun sehingga produk bisa digunakan sesuai dengan ketinggian tempat kerja dan memiliki roda sehingga produk praktis berpindah. Tujuan produk ini adalah mengurangi sakit akibat kerja dan meningkatkan kapasitas pemindahan bahan.

Tahapan pertama fase ke-1 adalah identifikasi kebutuhan konsumen. Pendekatan yang dapat digunakan ada 6 yaitu: *Customer selection matrix*, *Customer data template*, *Customer needs* dan *List Hirarki Customer Needs*. Hasil akhir tahap 1 adalah *List hirarki customer needs* yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. List Hirarki Customer Needs Troli OCE

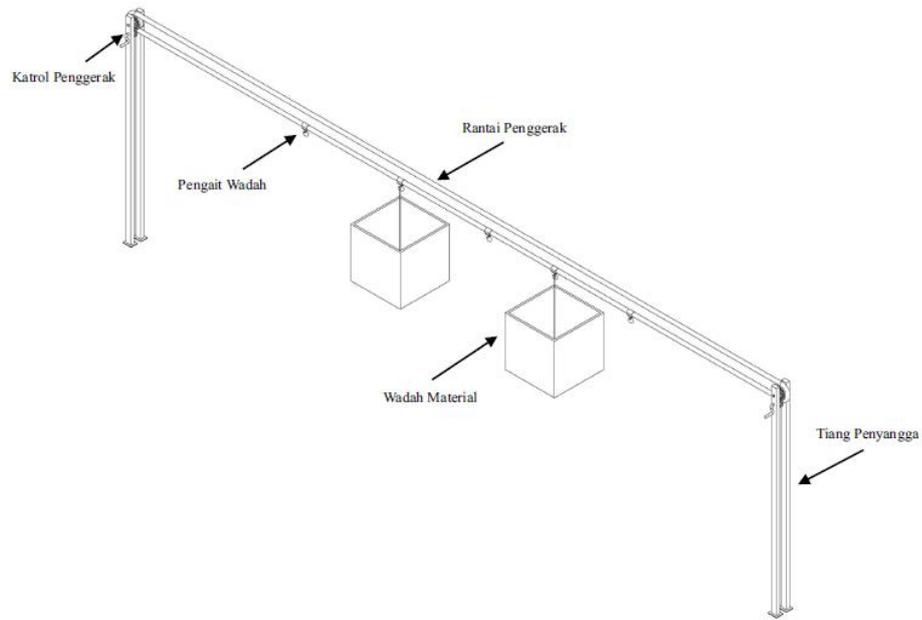
| | |
|-----|--|
| | Kebutuhan Konsumen |
| | Mudah di set-up dan digunakan |
| * | Dapat ditarik. |
| * | Mudah dinaikturunkan dengan menggunakan ulir. |
| | Mudah disimpan |
| * | Dapat dilipat sehingga cepat memindahkan produk jadi saat hujan |
| | Mencegah resiko penyakit akibat kerja |
| * | Mengurangi beban pada bahu saat membawa sapu. |
| | Dapat digunakan untuk mengangkut berbagai material |
| ** | Dapat mengangkut bahan baku dan barang jadi, yaitu: sorgum , bambu, dan sapu |
| | Memudahkan transportasi produk |
| * | Dilengkapi dengan roda |
| *** | Daya tampung besar |
| * | Ketinggian menyesuaikan operator |
| *** | Dapat digunakan secara cepat |

Tahap kedua fase ke-1 adalah menetapkan target spesifikasi. Terdapat 5 pendekatan dalam menetapkan target spesifikasi, yaitu: *List metric*, *Needs Metric Matrix*, *Competitive Benchmarking* berdasarkan metrik, *Competitive Benchmarking* berdasarkan kepuasan kebutuhan pelanggan dan *bill of material*. *Bill of Material* TROLI OCE dapat dilihat pada Tabel 2.

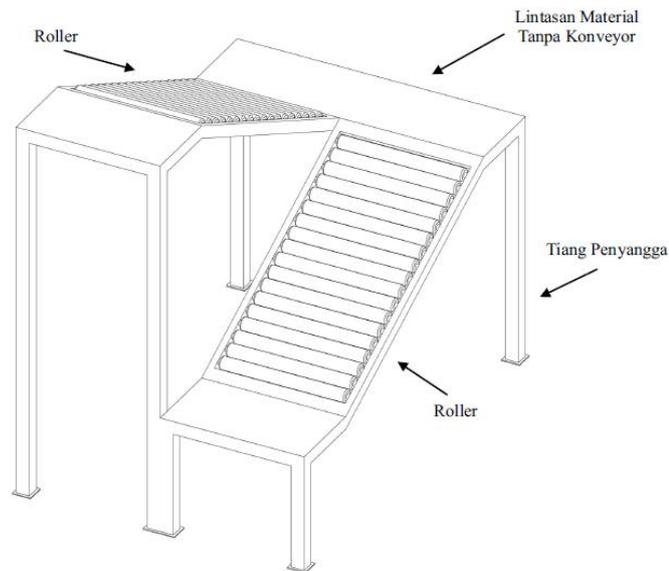
Tabel 2. Bill of Material

| Komponen | Jumlah | Tinggi (Rp) | Rendah (Rp) | Total Tinggi (Rp) | Total Rendah (Rp) |
|----------------------------|--------|-------------|-------------|-------------------|-------------------|
| Besi Holo 4 x 4 (6 meter) | 1 | 400.000 | 20.500 | 400.000 | 20.500 |
| Besi Holo 2 x 4 (6 meter) | 1 | 200.000 | 15.000 | 200.000 | 15.000 |
| As 3/4 | 1 | 150.000 | 150.000 | 150.000 | 150.000 |
| Roda atas | 4 | 50.000 | 30.000 | 200.000 | 120.000 |
| Roda bawah | 4 | 50.000 | 30.000 | 200.000 | 120.000 |
| Papan Kayu 3cm / 20cm x 3m | 1 | 50.000 | 35.000 | 50.000 | 35.000 |
| Engsel | 4 | 10.000 | 3.000 | 40.000 | 12.000 |
| | Total | 910.000 | 283.500 | 1.240.000 | 472.000 |

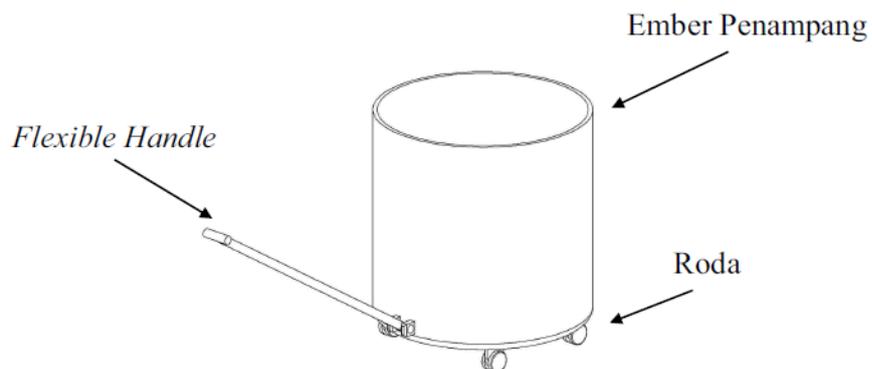
Tahap ketiga fase ke-1 adalah membangkitkan konsep yang dilakukan berulang kali. Beberapa konsep pemindahan bahan dipertimbangkan, misalnya dengan katrol, *roller conveyor*, troli dan modifikasinya seperti dapat dilihat pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 10.



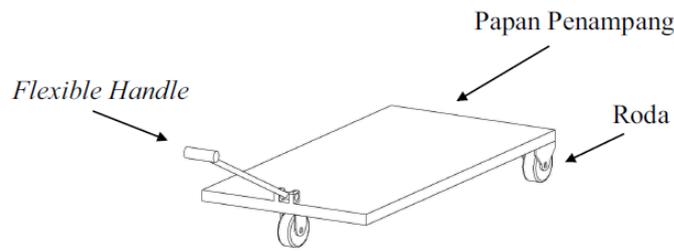
Gambar 3. Konsep Katrol Penanganan Bahan



Gambar 4. Konsep Roller Konveyor

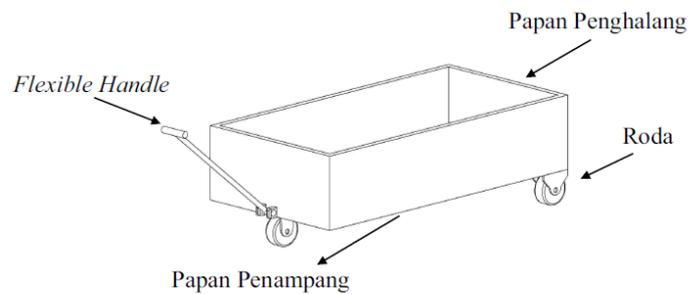


Gambar 5. Konsep Keranjang Beroda



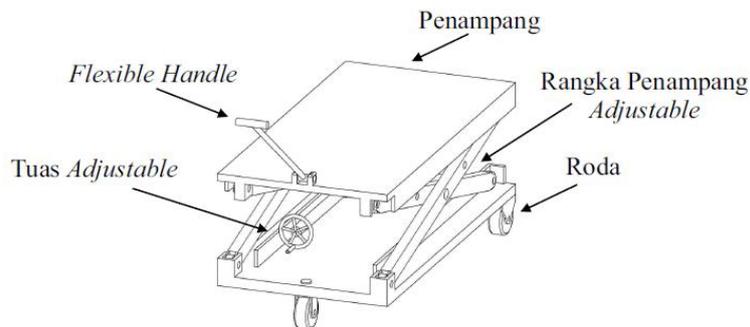
Note: Produk belum menggunakan papan penghalang

Gambar 6. Konsep Troli Statis 3 Roda



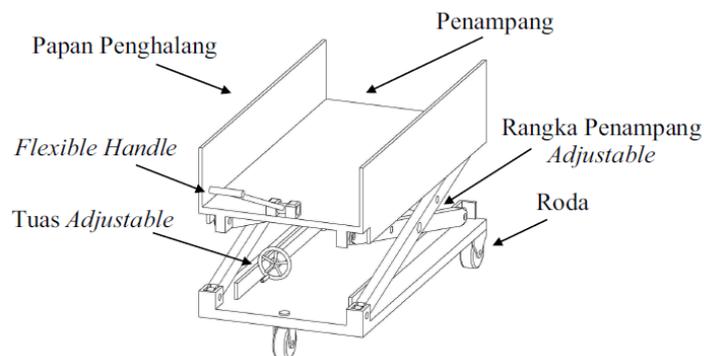
Note: Produk sudah menggunakan papan penghalang

Gambar 7. Konsep Troli Statis Dengan 3 Roda Dengan 4 Sisi Dinding



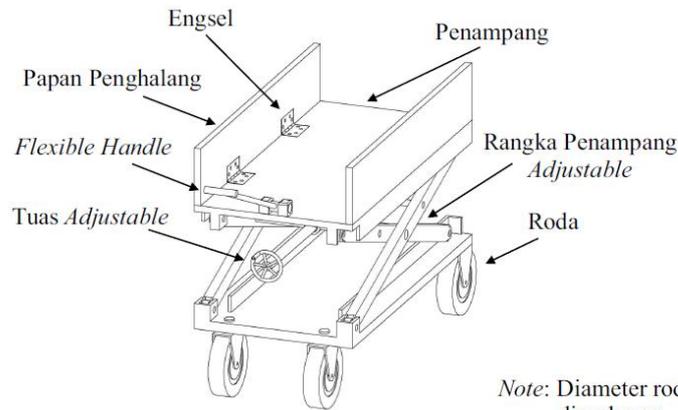
Note: Jumlah roda pada produk tiga buah roda

Gambar 8. Konsep Troli Dinamis 3 Roda



Note: Papan penghalang belum menggunakan engsel dan tidak flexible

Gambar 9. Konsep Troli Dinamis 3 Roda dan 2 Sisi Dinding



Gambar 10. Konsep Troli Dinamis 4 Roda dan 2 Sisi Dinding

Tahap keempat fase ke-1 adalah pemilihan konsep produk, yaitu memberikan penilaian terhadap beberapa konsep yang dibangkitkan. Penyaringan konsep dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Penyaringan Konsep

| | Keranjang beroda | Troli statis 3 roda | Troli statis 3 roda dan 4 sisi | Troli dinamis 3 roda | Troli dinamis 3 roda dan 2 sisi | Troli dinamis 4 roda dan 2 sisi |
|-----------|------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| A | - | 0 | + | 0 | + | + |
| B | 0 | 0 | 0 | - | 0 | + |
| C | - | - | - | 0 | + | + |
| D | + | + | + | 0 | 0 | 0 |
| E | + | 0 | 0 | 0 | - | - |
| F | + | 0 | 0 | + | + | + |
| G | - | - | - | - | + | + |
| H | - | - | 0 | + | + | + |
| Sum + | 3 | 1 | 2 | 2 | 5 | 6 |
| Sum 0 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| Sum - | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Nilai | -1 | -2 | 0 | 0 | 4 | 5 |
| Rangking | 4 | 5 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| Lanjutkan | Tidak | Tidak | Kombinasi | Kombinasi | Ya | Ya |

Tahap kelima pada fase ke-1 adalah pengujian konsep digunakan untuk meyakinkan bahwa kebutuhan pelanggan telah terpenuhi dengan melakukan wawancara terstruktur kepada calon pembeli TROLI OCE. Fitur yang ditawarkan serta perkiraan harga mampu mendapat respon positif, sehingga produk ini layak untuk dibuat dan dikembangkan. Tahap keenam pada fase ke-1 adalah perencanaan spesifikasi final. Tahap ketujuh pada fase ke-1 adalah pembuatan purwa rupa seperti dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Purwarupa Troli OCE

4. KESIMPULAN.

Pengabdian ini berhasil mengenalkan perancangan pengembangan sampai membuat purwa rupa alat penanganan bahan tepat guna yang ergonomis dan dapat mengurangi Penyakit Akibat Kerja (PAK). Diberi nama Troli OCE (Optimal, Cepat, dan Ergonomis) dengan harga terjangkau, terdiri dari roda yang kuat sehingga dapat mencapai kapasitas yang diinginkan, meja yang adjustable dapat disesuaikan tingginya. Transportasi material dapat dengan cara ditarik atau didorong. Penggunaan teknologi tepat guna, yaitu TROLI OCE dalam proses produksi bertujuan untuk mengurangi Penyakit Akibat Kerja (PAK) yang disebabkan oleh beban angkatan atau pengangkutan yang berlebihan, sesuai dengan prinsip ergonomi.

KONFLIK KEPENTINGAN

Author mendeklarasikan bahwa tidak ada konflik kepentingan antar author maupun dengan mitra kegiatan pengabdian di dalam paper ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Universitas Jenderal Soedirman yang telah memberi dukungan finansial kegiatan pengabdian skema Berbasis Riset Lanjutan. Berjudul Pengembangan Prototype Stasiun Kerja Produksi Sapu Untuk Peningkatan Produktivitas IKM *go work hand craft* di Mewek Kalimantan. Sesuai Surat Keputusan No.164/UN23.14/PM.01.00/2019 Tertanggal 29 Maret 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Caesaron, D., Chandra, J., & Tannady, H. (2017). Usulan Perancangan Alat Bantu Untuk Mengurangi Resiko Cidera Pada Buruh Angkut Berdasarkan Penilaian RULA Dengan Menggunakan QFD. *Profesionalisme Akuntan Menuju Sustainable Business Practice*.
- Diana, C., Rasmussen, N., Hendriksen, P. R., Svendsen, M. J., Ekner, D., Hansen, K., Sørensen, O. H., Svendsen, S. W., Beek, A. J. Van Der, & Holtermann, A. (2018). Improving work for the body – a participatory ergonomic intervention aiming at reducing physical exertion and musculoskeletal pain among childcare workers (the TOY-project): study protocol for a wait-list cluster-randomized controlled trial. *Trials*, 19(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s13063-018-2788-z>.
- Drury, C. G. (2005). Manual materials handling implications of global changes in work. *Occupational Ergonomics*, 5, 3–12.
- Freivalds, A., & Niebel, B. (2013). *Niebel's Methods, Standards, and Work Design 13th Edition* (12th ed.). Mc Graw Hill.
- ILO, & IEA. (2010). *Ergonomic Checkpoints* (Second). International Labour Office.
- Lee, K. S., Park, H. S., & Chun, Y. H. (1996). The validity of the revised NIOSH weight limit in a Korean young male population: A psychophysical approach. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18, 181–186.
- Lortie, M., Nadeau, S., & Vezeau, S. (2016). Holistic sustainable development : Floor-layers and micro-enterprises. *Applied Ergonomics*, 57, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.01.017>
- Lunin, A., & Glock, C. H. (2021). Systematic review of Kinect-based solutions for physical risk assessment in manual materials handling in industrial and laboratory environments. *Computers and Industrial Engineering*, 162, 107660. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107660>
- Ning, X., Zhou, J., Dai, B., & Jaridi, M. (2014). The assessment of material handling strategies in dealing with sudden loading: The effects of load handling position on trunk biomechanics. *Applied Ergonomics*, 45(6), 1399–1405. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.03.008>
- Patnaik, J., & Bhowmick, B. (2019). Revisiting appropriate technology with changing socio-technical landscape in emerging countries. *Technology in Society*, 57, 8–19. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.11.004>
- Rajendran, M., Sajeev, A., Shanmugavel, R., & Rajpradeesh, T. (2021). Materials Today : Proceedings Ergonomic evaluation of workers during manual material handling. *Materials Today: Proceedings*, xxx. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.283>
- Resnick, M., & Chaffin, D. B. (1997). An ergonomic evaluation of three classes of material handling

device (MHD). *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19, 217–229.

Restuputri, D. P., Huda, M. C., & Mubin, A. (2021). Work Safety Aspect Using A Participatory Ergonomics Approach. *Spektrum Industri*, 19(1), 15–29.

Steele, T., Merryweather, A., & Bloswick, D. (2014). Manual material handling guidelines for the shoulder : Biomechanical support for the Liberty Mutual Tables as developed by Snook and Ciriello. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(2), 275–280. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2013.10.008>

Ulrich, K., & Eppinger, S. (2012). *Product Design and Development Product Design and Development* (Fifth Edi). McGraw-Hill Companies.

Wurzelbacher, S. J., Lampl, M. P., Bertke, S. J., & Tseng, C. Y. (2020). The effectiveness of ergonomic interventions in material handling operations. *Applied Ergonomics*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103139>