

PERANCANGAN ALAT BANTU PEMANENAN ERGONOMIS UNTUK MENGURANGI RISIKO MSDS BAGI PETANI SAYUR DI KABUPATEN BANDUNG BARAT

Clara Theresia*, Febbyuli Arrissa, Thedy Yogasara

Pusat Studi Ergonomi, Program Studi Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Ciumbuleuit No. 94, Bandung, Jawa Barat, Indonesia 40141

Abstrak

Aktivitas pertanian di Indonesia sebagian besar masih dikerjakan tanpa alat bantu, sehingga memperlambat produktivitas serta memicu risiko musculoskeletal disorders (MSDs). Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat bantu pemanenan sayuran bagi petani di daerah Kabupaten Bandung Barat. Penelitian diawali dengan identifikasi keluhan tubuh melalui Survei Keluhan Otot dari Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) dan Kuesioner Gangguan Otot Rangka (Gotrak) dari Badan Standardisasi Nasional. Perancangan produk dilakukan menggunakan pendekatan berbasis pengguna atau User Centered Design (UCD) dengan identifikasi kebutuhan melalui wawancara dan observasi. Kemudian, dilakukan pengembangan alternatif konsep rancangan melalui design workshop dan pemilihan konsep terbaik melalui concept scoring yang difinalisasikan melalui SCAMPER. Rancangan final diwujudkan menjadi prototipe fisik dan dievaluasi melalui usability testing. Aktivitas yang diamati adalah pemanenan sayur selada dengan skor keluhan sebesar 14 (berbahaya). Tahapan penelitian dimulai dengan melakukan identifikasi kebutuhan yang menghasilkan 9 pernyataan kebutuhan. Kemudian, dilakukan design workshop berdasarkan daftar kebutuhan yang menghasilkan 3 alternatif konsep. Terpilih 1 konsep dengan skor 3,838 dan difinalisasikan menjadi 2 produk, yaitu alat untuk memanen selada dan wadah untuk mengeringkannya. Prototipe alat panen selada diuji coba pada petani secara langsung dan diperoleh skor Gotrak menjadi 2 (kategori aman) dengan skor rata-rata efektivitas sebesar 92,86%. Dengan demikian, rancangan alat bantu telah dinilai baik karena sudah mampu mengurangi keluhan MSDs petani dari nilai kategori berbahaya menjadi.

Kata kunci: Ergonomi; Kuesioner Gotrak; MSDs; Petani; UCD

[Design of Ergonomic Harvesting Tools To Reduce MSDs Risk For Vegetable Farmers In West Bandung District]
Agricultural activities in Indonesia are still done without assistive tools, causing slower productivity and triggering the risk of musculoskeletal disorders (MSDs). This study aims to design assistive tools for one of the agricultural sectors, that's vegetable farmers in Bandung Barat Regency. The study began with identification of body complaints using Muscle Disorders Survey from the Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) and the Skeletal Muscle Disorder Questionnaire (Gotrak) from the Badan Standardisasi Nasional. The design process used User Centered Design (UCD) while needs identification used interviews and observations. Then, the development of alternative concepts was gained through design workshops. From this, the best concepts are selected through concept scoring and finalized through SCAMPER. The final design is implemented into a physical prototype and evaluated through usability testing. The activity observed was lettuce harvesting with a complaint score of 14 (dangerous). The research stage began with identifying needs which resulted in 9 needs statements. Then, a design workshop was conducted based on the list of needs that resulted in 3 alternative concepts. One concept was selected with a score of 3,838 and finalized into 2 products, the first harvesting tool to pull out lettuce and a container to dry it. The prototype was tested directly on farmers, the Gotrak survey results obtained a score of 2 (safe category) with an average product effectiveness score of 92.86%. In conclusion, the tool design is considered good because it could reduce MSDs complaints from the dangerous category to safe..

Keywords: Ergonomics; Gotrak Questionnaire; Farmers; MSDs; UCD

*Penulis Korespondensi.

E-mail: claratheresia@unpar.ac.id

1. Pendahuluan

Industri pertanian merupakan salah satu sektor yang menjadi mata pencaharian utama bagi masyarakat

serta dapat membuka lapangan pekerjaan bagi penduduk terutama di daerah pedesaan. Menurut hasil sensus Badan Pusat Statistik tahun 2022, sebanyak 40,64 juta penduduk Indonesia masih bekerja sebagai petani (Badan Pusat Statistik, 2020). Data BPS tersebut menunjukkan adanya potensi sumber daya manusia pada sektor pertanian yang penting untuk terus didukung dan dikembangkan agar mampu beradaptasi dengan perubahan yang ada.

Aktivitas pertanian saat ini masih cenderung konvensional yaitu aktivitas dengan menggunakan peralatan seadanya. Sangat disayangkan karena aktivitas pertanian manual akan sangat berdampak pada kondisi kerja petani dan erat kaitannya dengan kesehatan petani. Risiko kesehatan pada lingkup ergonomi berpotensi besar dialami petani karena kesalahan postur tubuh. Kegiatan pertanian menimbulkan beberapa penyakit berbahaya dan yang paling umum terjadi adalah gangguan musculoskeletal disorders (Benos, Tsaopoulos, & Bochtis, 2020). Aktivitas pada sektor pertanian meliputi beberapa kegiatan seperti: menyemai benih, memberikan pupuk dan membasmi hama tanaman, proses memanen hasil, dan pengolahan hasil panen. Kegiatan pada sektor pertanian di Indonesia sebagian besar masih dikerjakan secara manual sehingga hal ini berpotensi menimbulkan keluhan atau cedera otot dan tulang rangka yang disebut juga *musculoskeletal disorders* (MSDs). Keluhan muskuloskeletal merupakan gangguan cedera yang dialami pada bagian otot rangka, sendi dan saraf yang bisa berakibat rasa sakit pada seluruh anggota tubuh seperti bahu, punggung, leher, kaki, dan lainnya.

Berikut ini terdapat beberapa penelitian terdahulu terkait keluhan MSDs pada petani. Temuan pertama menyimpulkan bahwa hampir 70% petani di timur laut Thailand mengalami keluhan MSDs minimal pada satu anggota tubuh secara khususnya pada betis (22,4%), punggung bawah (21,44%), dan bahu (19,68%) (Poochada, Chaiklieng, & Andajani, 2022). Temuan lain dari penelitian ini menjelaskan bahwa pada sektor pertanian pangan, aktivitas penyemaian padi memiliki skor MSDs tertinggi mencapai 90,85% disusul dengan aktivitas pembajakan sawah 83,33%, aktivitas memotong padi 78,13%, dan aktivitas memetik padi 76,6%.

Penelitian lainnya dilakukan dengan menyebarkan survei kepada 947 petani di daerah Gujarat, India (Gadhavi & Shukla, 2019). Hasil penelitian menyimpulkan bahwa keluhan MSDs biasa terjadi ketika adanya pekerjaan yang dilakukan secara repetitif seperti halnya aktivitas pertanian yang banyak pengulangan kegiatan membungkuk serta berjongkok. Keluhan MSDs terbesar berada pada bagian punggung bawah (61%), kaki (33%), bahu (31%), leher (29%), punggung atas (28%), siku (15%) dan lainnya seperti pergelangan tangan, pinggul serta pergelangan kaki berkisar 11-13%. Keluhan MSDs tersebut bisa menurunkan produktivitas petani. Sehingga perlu adanya upaya untuk melakukan intervensi yang tepat.

Penelitian lainnya melakukan analisis risiko MSDs pada petani wanita, dengan melibatkan 36 orang responden yang telah mengisi kuesioner *Nordic Body*

Map dan menggunakan *Quick Exposure Checklist* (QEC) (Restuputri, et al., 2021). Hasil temuan pada penelitian ini yaitu keluhan rasa sakit dialami oleh petani wanita pada bagian leher bawah (70%), punggung (80%), dan pinggang (100%). Hasil evaluasi postur tubuh petani dengan QEC menyimpulkan bahwa rata-rata berada di angka 40% yang artinya perlu penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi postur bermasalah dan melakukan usulan perbaikan.

Kajian Intervensi Ergonomi oleh Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) terhadap petani padi di Kecamatan Pakis Jaya, Kabupaten Karawang, Jawa Barat menemukan bahwa seluruh sampel petani (12 orang) mengalami keluhan Gangguan Otot Rangka (Gotrak) (Perhimpunan Ergonomi Indonesia., 2022). Survei keluhan pada petani Karawang dilakukan dengan menggunakan Kuesioner Keluhan Gotrak dari Badan Standardisasi Nasional (SNI 9011:2021) (Badan Standardisasi Nasional, 2021). Hasil temuan pada penelitian yaitu pada setiap bagian tubuh terdapat keluhan yang dialami oleh sekurangnya 50% responden, dimana bagian tubuh yang memiliki prevalensi keluhan tertinggi yaitu bahu (100%), punggung bawah (92%), pinggul (92%), dan lutut (92%).

Salah satu upaya efektif untuk menurunkan risiko MSDs adalah perancangan alat bantu kerja bagi petani. Seperti pada penelitian yang menghasilkan sebuah alat bantu untuk proses pemanenan nanas (Nofirza, Prayogi, Setyaningsih, & Anggraini, 2018). Rancangan alat bantu berupa pisau pemotong bertangkai panjang beserta gerobak penampungan hasil panen. Alat bantu tersebut mengurangi postur non-ergonomis dari skor 7 (tingkat risiko cedera tinggi) menjadi 3 (tingkat risiko cedera kecil) pada metode penilaian RULA. Keluhan nyeri pada bagian muka dan tangan akibat faktor non-ergonomis berkurang hingga 80%. Selain itu, alat bantu juga mempercepat proses pemotongan nanas sebesar 23,49% dari waktu normalnya.

Risiko MSDs aktivitas petani karet diselesaikan dengan menghasilkan rancangan alat bantu kerja (Anwardi, Harpito, Ikhsan, Norfirza, & Mas'ari, 2019). Perancangan dilakukan menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) yang merupakan pengembangan dari metode *Quality Function Deployment* (QFD) tetapi dengan penambahan hubungan antara keinginan konsumen dan aspek ergonomi produk (Ulrich & Eppinger, 2016). Hasil rancangan berupa capitan untuk menjangkau dan mengambil lateks dari mangkok di batang-batang pohon karet. Penggunaan alat ini dievaluasi efektivitasnya dalam mengurangi risiko MSDs. Sebelum menggunakan alat bantu, action level kegiatan memanen karet berada di tingkat 4. Namun, setelah menggunakan alat bantu action level menurun ke tingkat 2. Artinya risiko MSDs berhasil dikurangi melalui penggunaan alat bantu kerja.

Perancangan alat bantu di sektor pertanian sawah telah dilakukan pada penelitian terdahulu (Nofita, Farras, & Prabaswari, 2019). Penelitian tersebut menghasilkan rancangan alat bantu menggunakan metode *reverse engineering* yang

berhasil menghilangkan postur tubuh membungkuk petani selama proses penanaman padi. Adapun usulan rancangan yang diberikan merupakan modifikasi dari alat kerja penanaman padi yang sudah ada sebelumnya. Di sektor pertanian sawah juga terdapat penelitian terdahulu yang memberikan rancangan alat bantu untuk mengurangi besar beban pengangkatan selama kerja (Fathallah, Tang, & Waters, 2016). Alat bantu ini berhasil meminimasi keluhan nyeri punggung bawah akibat dua aktivitas. Dari aktivitas pengangkatan mengalami penurunan keluhan hingga 41% dan penurunan keluhan sebesar 69% akibat proses pemindahan hasil tani.

Begitu pula dalam penelitian sebelumnya telah memberikan rancangan modifikasi dari alat bantu kerja yang sudah ada bagi petani di Jorong Koto Gadang (Mufti, Duskiardi, & Zoni, 2019). Upaya ini dilakukan untuk memperbaiki gerakan dan postur tubuh petani dalam aktivitas pengolahan tanah. Perancangan alat bantu dilakukan bersama petani yang tergabung dalam Kelompok Usaha Bersama (Kube). Dari hasil diskusi didapatkan keputusan bahwa aktivitas pengolahan tanah membutuhkan 3 alat bantu yang baru. Hasil perancangan berupa modifikasi dari *gearbox weeder* yang ada dan pemberian 2 alat baru; mesin pemotong rumput dan *cultivator*. Dengan usulan ketiga alat tersebut, *action level assessment* RULA dari aktivitas pengolahan tanah menurun hingga 5 poin dari asalnya 10 poin.

Penelitian terdahulu melakukan studi terkait perancangan alat tanam benih ergonomis dengan menggunakan prinsip antropometri (Kusuma, Faiz, Purba, & Sabit, 2018). Penelitian ini melibatkan 30 orang petani laki-laki di wilayah Yogyakarta. Permasalahan awal yang dihadapi petani yaitu kesulitan menanam benih secara sekaligus karena peralatan yang digunakan masih sangat konvensional dengan menggunakan tongkat tanam. Alat bantu yang dirancang telah disesuaikan dengan ukuran antropometri tubuh petani sehingga diharapkan alat tersebut bisa digunakan secara nyaman. Perbedaan spesifik dari rancangan ini yaitu terdapat sepasang tuas pengungkit pada pangkal pegangan yang serupa dengan pegangan rem pada sepeda. Produk juga dibuat sedemikian rupa agar bisa multifungsi yaitu dapat mengolah tanah, menyemai benih, dan mengukur jarak tanam.

Risiko MSDs berpotensi terjadi dalam berbagai jenis aktivitas pertanian, salah satunya aktivitas budidaya sayur. Sayuran merupakan salah satu tanaman hortikultura dengan produksi terbesar, yakni hingga mencapai 14 juta ton pada tahun 2021 (Badan Pusat Statistik, 2020). Salah satu lokasi pertanian sayur yang besar berada di Kabupaten Bandung Barat. Pertanian sayuran masih mendominasi hasil panen di lokasi tersebut. Namun, petani sayuran masih menggunakan peralatan seadanya dan terbatas seperti pisau pemotong untuk melakukan pemotongan sayuran saat panen tiba. Saat menggunakan pisau pemotong tersebut, petani harus membungkuk dalam jangka waktu yang cukup lama. Posisi tubuh membungkuk inilah yang membuat risiko MSDs sangat tinggi di kalangan petani. Oleh sebab itu, penelitian berfokus

pada aktivitas panen sayuran dengan tujuan untuk mengurangi faktor risiko dari aktivitas yang ada.

Beberapa penelitian terdahulu telah berupaya untuk mengurangi risiko keluhan MSDs dengan mengusulkan alat bantu pertanian misalnya pemanenan nanas, karet dan tanaman padi dengan karakteristik pertanian negara Thailand dan India yang bisa jadi berbeda dengan pertanian di Indonesia. Selain itu, penelitian di Indonesia kebanyakan berfokus pada proses panen dari tanaman padi dan belum ada temuan khususnya alat panen untuk sayuran selada. Usulan perancangan alat bantu kerja bagi petani sudah terbukti cukup efektif untuk menurunkan risiko MSDs. Tentu saja alat bantu kerja dirancang dengan mempertimbangkan aspek ergonomis agar dapat memperbaiki gerakan dan postur tubuh petani. Dengan demikian, perancangan perancangan alat bantu juga akan dipilih menjadi solusi dalam menangani risiko MSDs bagi petani sayur di Kabupaten Bandung Barat. Perancangan alat bantu telah mempertimbangkan aspek ergonomis agar dapat memperbaiki gerakan dan postur tubuh petani. Penelitian bertujuan untuk merancang alat bantu pemanenan sayur bagi petani di Kabupaten Bandung Barat untuk mengurangi risiko MSDs yang tinggi. Pentingnya mengupayakan kesehatan petani menjadi dorongan besar untuk melaksanakan penelitian terkait perancangan alat bantu panen sayuran. Kontribusi nyata dari penelitian ini yaitu berfokus pada berkurangnya risiko MSDs yang bisa menghalangi petani saat memanen sayuran.

2. Metode Penelitian

Perancangan alat bantu panen sayuran dilakukan dengan menggunakan pendekatan berfokus pada pengguna atau disebut *User Centered Design* (UCD) (*International Organization for Standardization*, 2010). Pendekatan berfokus pada pengguna yaitu petani menjadi pilihan dalam merancang alat bantu. Hal ini karena karakteristik pengguna yaitu petani yang cukup spesifik sehingga perlu pendekatan khusus untuk mengamati, mengidentifikasi dan menginterpretasikan kebutuhan petani sesungguhnya. Penelitian terbagi menjadi 6 tahapan penelitian. Tahapan pertama dari penelitian ini dimulai dengan identifikasi keluhan MSDs dengan menggunakan survei Gotrak. Identifikasi keluhan tubuh terhadap 13 petani menggunakan instrumen penilaian Survei Keluhan Gangguan Otot Rangka atau Kuesioner Gotrak. Alasan melibatkan hanya 13 orang petani karena jumlah petani di area lokasi pertanian yang dipilih sejumlah angka tersebut. Hal ini dilakukan agar tidak terdapat variasi yang bisa menimbulkan bias jika memilih petani dari lokasi wilayah pertanian yang lain. Survei Keluhan Gangguan Otot Rangka merupakan adaptasi dari metode *Nordic Body Map* yang merupakan salah satu metode subjektif untuk mengukur ketidaknyamanan atau rasa sakit pada tubuh manusia. Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) telah membuat versi Bahasa Indonesia dari *Nordic Body Map* untuk memudahkan pengambilan data penelitian pada tahun 2016. Di sisi lain, Badan Standarisasi Nasional merilis sebuah dokumen Standar Nasional Indonesia (SNI) 9011:2021 atau disebut juga instrumen

pengukuran dan evaluasi potensi bahaya ergonomi di tempat kerja (Badan Standardisasi Nasional, 2021). Wawancara petani dengan memberikan sejumlah pertanyaan terkait aktivitas panen sayuran kondisi aktual, kelemahan dan kelebihan yang dirasakan oleh petani. Wawancara juga dapat dilakukan bersama pengguna potensial, yaitu orang-orang yang menjadi target untuk menggunakan produk di kemudian hari (Octavia, Yogasara, Theopilus, & Theresia, 2022). Proses observasi dilakukan dengan mengamati cara kerja petani dalam memanen sayuran, dengan tujuan memahami alur kerja dan perbaikan yang bisa dilakukan dengan adanya alat bantu.

Tahapan kedua yaitu penentuan spesifikasi konteks dengan melakukan observasi pada karakteristik tugas yang dilakukan oleh petani yaitu khususnya pada aktivitas pemanenan sayuran. Tahapan ketiga yaitu identifikasi kebutuhan pengguna dengan melakukan wawancara pada petani. Pernyataan pada responden ditangkap sebagai pernyataan umum yang kemudian diterjemahkan menjadi kebutuhan terkait fitur produk terkait. Selanjutnya kebutuhan yang diperoleh dikelompokkan dalam diagram afinitas. Diagram afinitas merupakan alat untuk mengatur dan menghimpun fakta, opini, dan ide yang bertujuan mendapatkan suatu hasil dalam bentuk grafis (Sembiring, Meliala, & Harahap, 2022). Namun, diagram afinitas juga mampu menggabungkan kebutuhan yang tampaknya memiliki perbedaan konsep ke dalam satu kelompok, tergantung pada cara pengkategorian kelompoknya. Daftar kebutuhan yang telah dibentuk berdasarkan hierarki belum cukup menjelaskan tingkat kepentingan dari pengguna, apalagi setiap pengguna bisa memiliki kebutuhan yang berbeda. Namun, dalam pengembangan produk tentu ada beberapa *trade-off* karena keterbatasan penelitian. Dalam rangka menghindari kesalahan *trade-off* kebutuhan, maka diperlukan penentuan tingkat kepentingan terhadap daftar kebutuhan. Penentuan tingkat kepentingan relatif dilakukan melalui survei lanjutan kepada tujuh responden wawancara. Survei dilakukan dengan wawancara singkat untuk menanyakan penilaian pengguna terhadap masing-masing pernyataan kebutuhan. Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert 1-5, dengan nilai 1 berarti sangat kurang dibutuhkan sampai 5 berarti sangat dibutuhkan.

Tahapan keempat dalam penelitian ini yaitu perancangan solusi dilakukan dengan melakukan Desain *Workshop* dengan melibatkan 3 orang desainer. Perancangan solusi diawali dengan pembentukan konsep dari serangkaian ide yang dapat dihasilkan oleh desainer. Hal ini untuk menghasilkan beberapa alternatif konsep solusi alat bantu. Sebelum *design workshop*, terdapat materi yang perlu dipelajari berupa tujuan *design workshop*, konteks penggunaan alat bantu, daftar kebutuhan pengguna beserta urutan kepentingannya, dan produk *benchmark* yang digunakan untuk referensi perancangan. Setelah itu, dilakukan *briefing* untuk memastikan bahwa seluruh peserta sudah memiliki pemahaman yang sama terhadap konteks *design workshop* sehingga nantinya dihasilkan rancangan solusi yang tepat.

Rancangan solusi berupa gambar sketsa dari desainer kemudian dikumpulkan dan diberikan penilaian dengan *concept scoring*. Selanjutnya untuk melakukan finalisasi hasil rancangan digunakan Metode SCAMPER yang terdiri dari *Substitute, Combine, Adapt, Modify, Put to Another Use, Eliminate* dan *Reverse*. Metode ini biasanya digunakan untuk menyempurnakan hasil rancangan sebelum dibuat menjadi prototipe. Perancangan alat bantu selanjutnya dibuat menjadi rancangan prototipe fisik produk (3 dimensi dengan bentuk fisik menyerupai produk yang dirancang) dan prototipe analitik (hasil analisis produk). Pembentukan komponen penjepit pada prototipe revisi pun dilakukan melalui *3D printing*. Hasil alat bantu selanjutnya dievaluasi dengan melakukan uji coba secara langsung pada petani sayuran atau disebut dengan *usability testing*. *Usability testing* merupakan serangkaian tahapan yang dilakukan untuk menguji coba sebuah produk sebelum dijual di pasaran (Octavia, Yogasara, Theopilus, & Theresia, 2022). Kriteria yang digunakan pada pengujian *usability testing* yaitu pengukuran keberhasilan penggunaan alat bantu sesuai dengan fungsinya atau yang disebut dengan indikator efektivitas produk. Prototipe fisik diujikan pada pengguna dan dievaluasi efektivitasnya. Pengujian sendiri dilakukan tepat sebelum evaluasi dimana prototipe akan berinteraksi dengan seorang calon pengguna produk (Lewrick, Link, & Leifer, 2020).

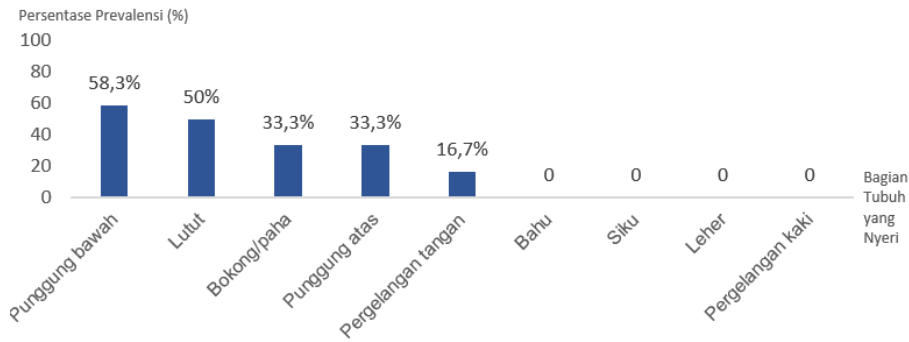
Tahapan akhir dari penelitian dilakukan post-interview dan menyebarkan survei Gotrak pada petani. *Post-interview* digunakan untuk mendapatkan umpan balik dari petani setelah alat bantu digunakan. Petani dapat memberikan masukan-masukan terkait prototipe alat panen sayuran yang memberikan perbaikan untuk menyempurnakan alat yang ada. Survei Gotrak disebarkan kembali pada petani dengan tujuan meninjau skor prevalensi risiko MSDs dari aktivitas pemanenan sayuran.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Identifikasi risiko MSDs dengan Gotrak

Identifikasi prevalensi keluhan tubuh selama 12 bulan terakhir menggunakan Survei Keluhan Gangguan Otot Rangka dari (Perhimpunan Ergonomi Indonesia, 2016). Identifikasi keluhan selama 12 bulan terakhir dilakukan dengan memberikan gambaran pada petani dan memastikan bahwa rasa sakit yang dideskripsikan memang berasal dari pekerjaan atau aktivitas pertanian. **Gambar 1** menunjukkan hasil prevalensi keluhan tubuh petani. Ditemukan bahwa bagian tubuh yang mengalami nyeri paling besar dengan persentase melebihi 50% adalah punggung bawah, lutut, dan punggung atas. Berdasarkan wawancara lanjutan, para petani umumnya mengabaikan nyeri tersebut karena keluhan nyeri tubuh yang dirasakan tidak terjadi secara konstan. Hanya 5 dari 13 petani sayur yang menyatakan pernah berobat ke Puskesmas ketika mengalami nyeri tubuh.

Berdasarkan pengamatan, keluhan nyeri tubuh yang dirasakan petani disebabkan oleh ketidaktepatan postur tubuh saat bekerja. Para petani sering membungkuk atau berjongkok untuk menjangkau



Gambar 1. Prevalensi Keluhan Tubuh Selama 12 Bulan Terakhir



Gambar 2. Aktivitas Membungkuk pada Petani

Tabel 1. Potensi Bahaya Faktor Ergonomi Proses Pemanenan

No	Potensi Bahaya	Durasi Bahaya 1 Siklus (s)	Durasi 1 Siklus Kerja (s)	Per Siklus (%)
1	Leher menekuk ke belakang $< 5^{\circ}$	4	5	80
2	Bahu kiri terangkat	3,4	5	68
3	Pergelangan tangan kanan	2,4	5	48
4	Gerakan lengan intensif	5	5	100
5	Tubuh menekuk ke samping	5	5	100
6	Tubuh membungkuk ke depan $> 45^{\circ}$	5	5	100

sayuran karena variasi sayuran yang dibudidayakan mayoritas adalah tumbuhan merambat. Aktifitas membungkuk pada petani dapat dilihat pada **Gambar 2**. Selain itu, aktivitas yang menimbulkan frekuensi postur non-ergonomis nyatanya adalah aktivitas pemanenan sayur.

Dalam satu kali panen, petani harus menyelesaikan 1.500-3.000 sayur sehingga durasi panen dapat mencapai 5 jam. Fenomena ini mendorong penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi besar keluhan nyeri akibat aktivitas pemanenan. Identifikasi dilakukan untuk menilai potensi bahaya faktor ergonomi menggunakan daftar periksa dari Kuesioner Keluhan Gangguan Otot Rangka (Gotrak) dari Badan Standardisasi Nasional. Hasil rekapitulasi dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Hasil penilaian menemukan 6 potensi bahaya dalam proses memanen sayur. Satu siklus memanen sayur merupakan durasi yang dibutuhkan untuk memanen satu buah sayur yaitu 5 detik. Dalam satu siklus tersebut, dicatat durasi ke-6 postur ekstrim yang teridentifikasi menjadi potensi bahaya. Setelah itu, dilakukan perhitungan persentase durasi terpapar

potensi bahaya dalam satu siklus. Selanjutnya, akan dihitung durasi petani terpapar potensi bahaya dari rata-rata total jam kerja pemanenan. Durasi ini didapatkan melalui perkalian antara persentase terpapar bahaya 1 siklus dengan durasi jam kerja memanen, yaitu 5 jam. Dengan begitu, akan didapatkan durasi petani terpapar potensi bahaya dalam satuan jam. Durasi paparan bahaya ini kemudian dicari nilai persentasenya terhadap total jam kerja petani, yakni 7 jam. Persentase tersebut dapat dihitung menggunakan Persamaan 1 berikut.

Persentase paparan bahaya =

$$\frac{\text{Durasi paparan bahaya (jam)}}{\text{Durasi 1 hari kerja (jam)}} \times 100\% \quad (1)$$

Sebagai contoh, jika potensi bahaya ke-1 memakan durasi paparan bahaya 4 jam dalam satu hari, maka didapatkan besar persentase potensi bahaya ke-1 adalah 57,14%. Hasil persentase masing-masing potensi bahaya kemudian dikonversikan dalam skor tertentu sesuai ketentuan dari daftar periksa kuesioner Gotrak. Hasil akhir yang akan dianalisis dari

perhitungan ini adalah total skor dari keenam potensi bahaya yang teridentifikasi.

Total skor penilaian potensi bahaya ergonomi adalah 14 yang sudah melebihi indikator penilaian kategori berbahaya dengan skor ≥ 7 . Indikator penilaian kategori dapat dilihat pada **Tabel 2**. Hasil ini yang memperkuat adanya risiko MSDs akibat aktivitas memanen pada petani sayur di Kabupaten Bandung Barat. Ditambah lagi, aktivitas pemanenan sayur merupakan aktivitas yang rutin dilakukan oleh petani karena siklus pertumbuhan tanaman yang cepat. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk menghindari risiko MSDs.

3.2. Spesifikasi Konteks Pengguna

Berdasarkan identifikasi masalah, petani sering mengalami postur ekstrim, terutama dalam aktivitas memanen sayur. Dalam memanen sayur, petani pun tidak memiliki alat bantu apapun kecuali pisau *cutter*

untuk memotong akar sayur. Keterbatasan ini tidak memberikan pilihan bagi petani untuk bekerja dengan postur yang nyaman. Tingginya intensitas postur ekstrim pada petani terbukti memiliki risiko ergonomi, musculoskeletal disorders (MSDs), yang tinggi. Keluhan nyeri tubuh yang teridentifikasi sebelumnya juga memperkuat adanya risiko MSDs pada petani. Oleh karena itu, tujuan perancangan produk dalam penelitian ini adalah memfasilitasi cara kerja yang lebih baik bagi postur tubuh petani demi mengurangi risiko menderita MSDs.

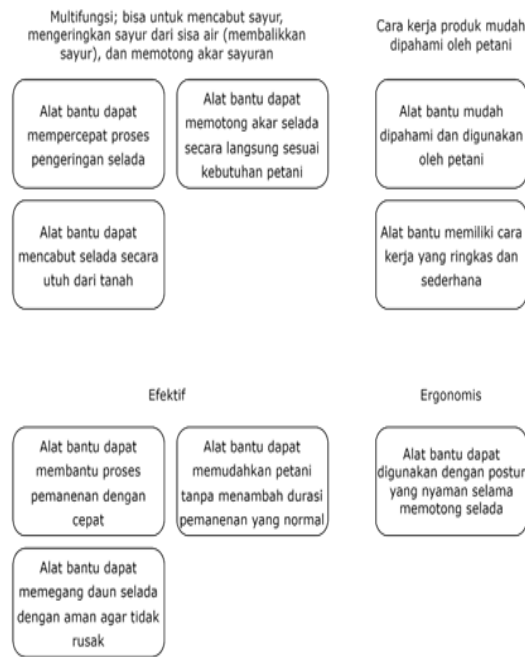
Pengguna alat bantu merupakan petani sayur yang rata-rata telah menjalankan profesinya selama puluhan tahun. Usia dari para petani pun sudah tidak muda lagi, yakni sekitar 40-60 tahun, meskipun masih dalam kategori usia produktif. Para petani juga sudah terbiasa untuk melakukan pekerjaan fisik, terlihat dari rata-rata durasi kerja yang cukup.

Tabel 2. Skor Potensi Bahaya

No	Potensi Bahaya	Durasi Bahaya (jam)	Paparan Bahaya (%)	Skor
1	Leher menekuk ke belakang $< 5^0$	4	57,14	2
2	Bahu kiri terangkat	3,4	48,57	2
3	Pergelangan tangan kanan	2,4	34,29	2
4	Gerakan lengan intensif	5	71,43	3
5	Tubuh menekuk ke samping	5	71,43	2
6	Tubuh membungkuk ke depan $> 45^0$	5	71,43	3
Total Skor				14

Tabel 3. Penerjemahan Pernyataan Kebutuhan

Sumber	Pernyataan Responden	Pernyataan Kebutuhan
Petani A	"Harus berjongkok atau membungkuk dalam waktu lama untuk memotong selada langsung dari tanah" "Kendala saat panen biasanya membungkuk terlalu lama atau harus duduk di tanah karena pegal"	Alat bantu dapat digunakan dengan postur yang nyaman selama memotong selada
Petani B	"Daun dipegang seperti biasa, seperti dicengkeram pada bagian agak bawah agar yang terpotong adalah bagian batang bukan daun" "Panen selada harus rapi dan hati-hati agar selada tetap awet dan tidak cepat busuk"	Alat bantu dapat memegang daun selada dengan aman agar tidak rusak
Petani C	"Sepertinya alat bantu hanya akan dipakai di awal karena sudah terbiasa tanpa alat"	Alat bantu mudah dipahami dan digunakan oleh petani
Petani A, D	"Masih belum pasti untuk panen menggunakan alat karena sebelumnya sudah pernah ada alat bantu untuk menanam, tetapi proses kerja jadi lebih lama dari biasanya"	Alat bantu dapat memudahkan petani tanpa menambah durasi pemanenan yang normal
Petani B, E	"Panen dilakukan bergantung pada kebutuhan pengiriman. Jika pengiriman jauh ke luar kota, maka panen harus pakai akar. Akan tetapi, kalau pengiriman dekat hanya ke pasar, bisa panen langsung dipotong dengan akarnya" "Ya, selada bisa dipanen dengan akar tetapi di sini lebih sering panen dengan potong akar langsung dari tanah agar tidak dua kali kerja"	Alat bantu dapat memotong akar selada secara langsung sesuai kebutuhan petani
Petani D, F	"Proses memanen cukup lama. Setelah dipotong harus menunggu selada kering baru bisa dimasukkan ke plastik" "Bisa saja memanen selada dengan alat, tetapi akarnya belum tentu terpotong semua" "Panen dengan alat sepertinya mudah tetapi akan susah untuk melihat batangnya dan takut tidak tercabut semua" "Harus bekerja dengan cepat, terutama saat musim hujan, agar selada tidak terkena banyak air" "Bersedia menggunakan alat tergantung fungsionalitasnya karena biasanya kerja dengan alat bisa menjadi dua kali proses, habis dicabut masih harus dipotong sendiri akarnya"	Alat bantu dapat mempercepat proses pengeringan selada Alat bantu dapat mencabut selada secara utuh dari tanah
		Alat bantu dapat membantu proses pemanenan dengan cepat Alat bantu memiliki cara kerja yang ringkas dan sederhana



Gambar 3. Diagram Afinitas Kelompok Kebutuhan

Tabel. 4 Hasil Penilaian Daftar Kebutuhan

No	Ergonomis	Cara kerja produk mudah dipahami	Multifungsi	Efektif
1	4	5	3	3
2	4	5	4	5
3	5	5	5	4
4	4	5	3	5
5	3	5	5	5
6	5	4	1	5
7	3	4	3	5
Rata-rata	4,00	4,71	3,43	4,57
Rank	3	1	4	2

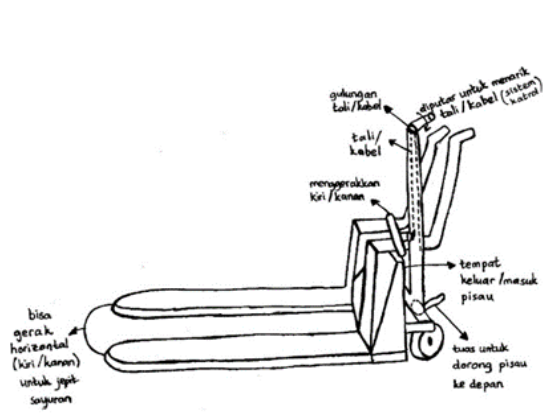
3.3. Identifikasi Kebutuhan Pengguna

Identifikasi kebutuhan pengguna dilakukan melalui dua instrumen pengambilan data, yaitu wawancara dan observasi. Wawancara dilakukan secara semi terstruktur, sehingga perlu menyusun daftar pertanyaan terlebih dahulu. Penanya juga dapat merespon dan menggali jawaban menggunakan pertanyaan *follow-up* (Pertanyaan tambahan untuk melakukan konfirmasi atas jawaban yang diberikan sebelumnya). Dengan begitu, pengambilan data dapat tetap terarah dan tidak menghilangkan fleksibilitas interaksi.

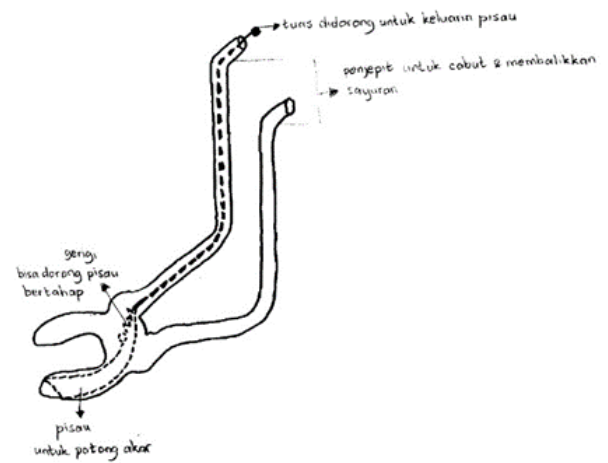
Wawancara berhasil dilakukan terhadap 7 petani sayur dengan mengajukan 8 pertanyaan. Jawaban wawancara dari petani sayur merupakan customer statement yang menggambarkan kebutuhan mereka. Pernyataan-pernyataan tersebut direkapitulasi dan diterjemahkan menjadi daftar pernyataan kebutuhan seperti pada Tabel 3. Hasil wawancara menghasilkan 9 pernyataan kebutuhan yang kemudian dikelompokkan menjadi hierarki. Daftar kebutuhan yang ada saat ini bisa terdiri atas beragam jenis kebutuhan seperti kebutuhan fungsional, nonfungsional, data, kondisi lingkungan, karakteristik pengguna, tujuan penggunaan, dan pengalaman pengguna (Sharp, Rogers, & Preece, 2019).

Pengelompokan menjadi hierarki dapat mereduksi daftar kebutuhan pengguna yang berjumlah besar. Pengelompokan daftar kebutuhan dilakukan menggunakan diagram afinitas berdasarkan kemiripannya. Gambar 3 menjelaskan hasil pengelompokan melalui diagram afinitas. Pengelompokan menghasilkan 4 kelompok kebutuhan baru. Kelompok pertama menunjukkan sifat produk yang multifungsi agar bisa melakukan seluruh proses pemanenan sesuai kebutuhan petani. Sedangkan, kelompok kedua mendeskripsikan cara kerja produk yang mudah dipahami agar petani cepat beradaptasi dan tertarik untuk menggunakan produk. Kelompok ketiga merupakan sifat produk yang efektif karena petani ingin hanya ingin menggunakan produk yang aman bagi sayuran tanpa memakan waktu kerja yang panjang. Kemudian, kelompok terakhir adalah ergonomis yang menunjukkan kebutuhan pengguna akan produk yang nyaman bagi postur tubuhnya.

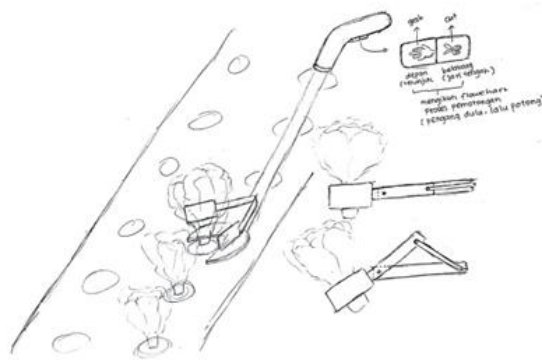
Hasil pengelompokan kebutuhan diperoleh 4 kebutuhan utama yaitu alat bantu yang ergonomis, efektif, cara kerja produk yang mudah dipahami dan produk multifungsi. Selanjutnya dilakukan penilaian kepentingan relatif didapatkan dengan merata-ratakan jawaban dari seluruh responden terhadap masing-masing pernyataan. Hasil penilaian dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 4. Alternatif Solusi Pertama



Gambar 5. Alternatif Solusi Kedua



Gambar 6. Alternatif Solusi Ketiga

3.3. Perancangan Solusi

Setelah seluruh proses identifikasi kebutuhan pengguna terlaksana, maka solusi penelitian pun dapat mulai dirancang. Solusi yang diinginkan dalam penelitian ini adalah produk berupa alat bantu kerja. Proses perancangan solusi merupakan penerjemahan kebutuhan-kebutuhan pengguna menjadi desain produk. Hasil rancangan solusi dari desainer dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Alternatif pertama berupa produk adaptasi dari *forklift* untuk mencabut selada (**Gambar 4**). Di belakang bagian fork terdapat pisau untuk memotong akar selada yang sudah tercabut. Kemudian, selada dapat diangkat ke atas agar bisa dijangkau dan dipindahkan oleh petani. Alternatif kedua merupakan adaptasi dari produk tang pemotong kabel dengan dua fungsi dalam satu tuas, yaitu memegang dan memotong kabel. **Gambar 5** merupakan tang dengan tiang yang tinggi agar dapat digunakan dalam posisi berdiri. Fungsi alat ini adalah mencengkram sayur di tanah agar dapat dicabut oleh petani. Pada bagian dalam penjepit terdapat pisau untuk memotong akar sayur yang sudah dicabut.

Bentuk dari alternatif ketiga diadaptasi dari tongkat *litter picker* yang dimodifikasi dengan penambahan gunting di bagian terbawah. Alternatif ketiga dapat dilihat pada **Gambar 6**. Terdapat 2 fungsi yang dijalankan, yaitu *grab* dan *cut*, yang diaktifkan melalui tombol. Fungsi *grab* berada di bagian atas untuk mencengkram sayur. Sedangkan, fungsi *cut* adalah pisau di bawahnya untuk memotong akar

sayuran agar tercabut dari tanah. Dengan rancangan ini, petani dapat mengaktifkan kedua fungsi di waktu yang berbeda sesuai kebutuhannya. Selain itu, terdapat fitur engsel untuk membengkokkan batang tongkat ketika sayur sudah tercabut, sehingga posisi sayur dapat terbalik dan bisa dikeringkan.

Setelah seluruh sesi *design workshop* dilaksanakan, didapatkan tiga alternatif rancangan solusi. Namun, hanya satu rancangan yang akan dikembangkan lebih lanjut, sehingga diperlukan pemilihan secara objektif bersama seluruh peserta. Langkah ini dilakukan untuk mencegah bias dari peneliti seorang dan memberikan ruang kepada para peserta untuk mengutarakan sarannya terhadap ketiga rancangan solusi yang ada. Teknik pemilihan yang digunakan adalah *concept scoring* dengan **Gambar 3** ditunjuk sebagai rancangan referensi. Kemudian, kedua peserta *design workshop* bersama peneliti memberikan penilaian terhadap dua rancangan alternatif lain dalam satu forum. **Gambar 5** terpilih menjadi rancangan terbaik dan kemudian ditunjukkan kepada petani untuk mendapatkan pandangannya terkait rancangan sebelum dikembangkan lebih lanjut.

3.4. Finalisasi Rancangan Solusi

Sebelum diimplementasikan menjadi prototipe, rancangan terpilih perlu ditinjau lebih lanjut agar menjadi rancangan yang spesifik. Perancangan solusi final dibuat secara mandiri oleh peneliti dengan mengacu pada rancangan terpilih. Perancangan solusi final dilakukan menggunakan metode SCAMPER yang

dapat membantu proses pengembangan produk dari ide yang sudah ada. Hasil penilaian daftar kebutuhan dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Dengan keempat poin tersebut, didapatkan rancangan final dengan kinerja yang lebih baik dari semula. Fungsi produk yang mampu dijalankan meliputi pencabutan sayur dari tanah dan pemotongan akar sayur. Kemudian, kedua fungsi tersebut akan dikendalikan melalui satu *handle*. Rancangan final dari pengembangan alternatif solusi ketiga adalah seperti **Gambar 7**. Terdapat satu fungsi yang belum bisa dilakukan oleh rancangan saat ini, yaitu pengeringan sayur. Fungsi ini hilang ketika fitur engsel dieliminasi dari rancangan. Oleh karena itu, fungsi ini akan dibuat dalam produk tambahan untuk mendukung kinerja petani.

Gambar 8 menunjukkan rancangan dari produk pendukung untuk mengeringkan sayur. Produk tersebut merupakan wadah penyimpanan sementara untuk sayur yang baru dipanen. Wadah terdiri atas dua sisi, atas dan bawah, untuk menampung sayur. Jika salah satu sisi

penuh, maka pengguna dapat menutupnya dan memutarbalikkannya agar dapat menggunakan sisi lain.

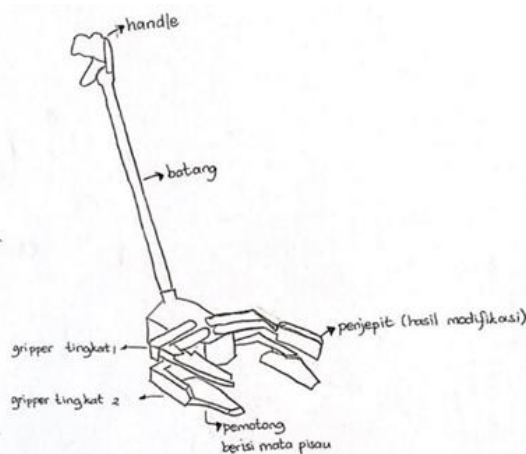
3.5. Perancangan Prototipe

Tahapan setelah mendapatkan rancangan final alat bantu berdasarkan kebutuhan pengguna adalah perancangan detail produk. Tahap ini merupakan tahap pembuatan rancangan final alat bantu dengan tingkat ketelitian lebih lanjut. Tahap perancangan detail ini biasanya diimplementasikan melalui pembuatan prototipe.

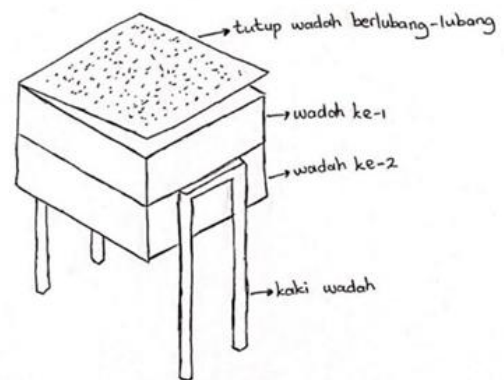
Gambar 9 menunjukkan CAD produk yang memiliki dua komponen mekanis yaitu penjepit di bagian atas dan pemotong di bagian bawah. Keduanya digerakkan oleh satu *handle* yang sama di ujung atas tongkat. Tinggi produk secara keseluruhan adalah 85 cm. Ukuran ini diambil dari dimensi tulang ruas persentil 95th yaitu 84,44 cm. Ukuran ini dipilih untuk mencegah posisi bungkuk bagi pengguna tinggi dan dapat digunakan pengguna lebih pendek. Sedangkan, komponen penjepit dan pemotong akar sayur dirancang secara bertingkat dengan jarak 5 cm dan lebar yang

Tabel 5. Hasil Penilaian Daftar Kebutuhan

No	Poin	Keterangan
1	<i>Substitute</i>	Mengganti tombol menjadi <i>handle</i>
2	<i>Combine</i>	Mengkombinasikan dua fungsi tombol ke dalam satu <i>handle</i>
3	<i>Modify</i>	Modifikasi bentuk penjepit dan pisau pemotong
4	<i>Eliminate</i>	Menghilangkan fitur engsel pada batang



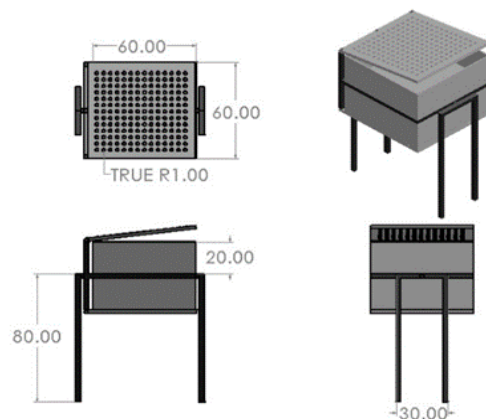
Gambar 7. Rancangan Final Alat Panen Sayur



Gambar 8. Rancangan Final Produk Tambahan



Gambar 9. CAD Alat Panen



Gambar 10. CAD Wadah Pengeringan Sayur



Gambar 11. *Physical Prototype* Alat Panen



Gambar 12. *Physical Prototype* Wadah Pengeringan Hasil Panen

sama yaitu 30 cm. Ukuran lebar diambil dari diameter selada yaitu sekitar 25-30 cm. Selain itu, terdapat komponen *handle* yang ukurannya diambil dari dimensi lebar fungsional maksimum persentil 5th, yakni 12,2 cm. Dimensi ini ikut dipertimbangkan untuk mencegah kesulitan genggam bagi pengguna dengan telapak tangan kecil.

Produk pada **Gambar 10** berfungsi untuk menampung sayur dan meniriskan sayur dari sisa air pada daun-daunnya. Satu sisi wadah diestimasi mampu menampung sebanyak 6–12 sayur. Wadah sayur memiliki kaki setinggi 80 cm yang diambil dari dimensi tinggi ujung jari persentil 95th yaitu 80,21 cm. Sedangkan, lebar antar kaki adalah 30 cm yang disesuaikan dengan lebar minimum jalan setapak di area perkebunan.

Selanjutnya, dilakukan pembuatan *physical prototype high-fidelity* yang komprehensif. Sebuah *high fidelity prototype* merupakan prototipe dengan produk akhir yang lebih mirip dengan produk akhir yang diharapkan (Sharp, Rogers, & Preece, 2019). *Physical prototype* sekaligus berguna untuk menjadi *working prototype*. Untuk itu, seluruh fungsi yang direncanakan dalam rancangan diharapkan dapat berjalan baik. Adapun titik berat dari *physical prototype* yang dikembangkan adalah berjalannya tiga fungsi utama dalam pemanenan sayur, yaitu pengangkutan sayur, pemotongan akar sayur, dan penirisan sayur.

Pembuatan alat panen sayur sebagian besar menggunakan bantuan *3D Printing* melalui subkontrak kepada ahli di bidangnya. Komponen-komponen hasil print dirakit dengan sekrup dan mur. Akan tetapi, ditemukan kendala dalam mekanisme kerja *handle*. *Handle* kesulitan untuk menarik dua tingkat komponen penjepit dan pemotong sekaligus akibat bobot yang besar. Prototipe fisik alat panen dinyatakan berhasil

secara dimensional tetapi belum dapat disebut sebagai prototipe fungsional. Kondisi ini dapat dilihat pada **Gambar 11**. Maka itu, dilakukan perbaikan dan modifikasi untuk menghasilkan prototipe fungsional sesuai rencana.

Wadah sayur terbuat dari batang beton, pipa *hollow stainless steel*, dan *impraboard polypropylene* (PP). Batang beton digunakan untuk membuat rangka wadah dan tutup wadah. Sedangkan, pipa *hollow steel* digunakan untuk membentuk kaki yang menopang wadah. **Gambar 12** memberikan tampilan wadah sayur dengan bagian kotak berwarna putih. Wadah terdapat pada dua sisi, yaitu atas dan bawah yang dapat saling berotasi. Prototipe fisik wadah sayur sudah berfungsi sebagaimana mestinya, sehingga tidak diperlukan perbaikan lebih lanjut.

Perbaikan prototipe fisik alat panen dilakukan menggunakan metode SCAMPER seperti pada tahap finalisasi rancangan terpilih. Adapun poin SCAMPER yang digunakan pada perbaikan prototipe adalah kombinasi (*combine*), *put to another use*, modifikasi (*modify*), dan eliminasi (*eliminate*). Komponen yang cukup bermasalah pada rancangan pertama dan mampu diubah kembali adalah penjepit. Oleh sebab itu, pada model baru ingin dilakukan pengurangan bobot dan penyederhanaan bentuk penjepit.

Pada perbaikan ini, digunakan satu unit produk *benchmark*, pemetik buah, yang dialihfungsikan sebagai tumpuan dari komponen penjepit hasil modifikasi. Perbaikan produk dapat dilihat pada **Gambar 13**. Dengan kata lain, komponen penjepit yang baru akan digabungkan pada komponen penjepit dari pemetik buah agar bisa bergerak. Komponen *handle* dan batang pada prototipe pun akan diambil dari produk pemetik buah agar tidak merusak atau mengganggu mekanisme kerja yang sudah ada.

Gambar 14 merupakan perbaikan *physical prototype* berdasarkan perancangan ulang yang sudah dilakukan. Modifikasi penjepit dilakukan dengan menggabungkan komponen pemotong menjadi satu agar tidak terpisah pada dua tingkat berbeda seperti pada rancangan awal. Penjepit hasil modifikasi memiliki bentuk seperti mangkuk yang berfungsi untuk menjepit sayuran. Pada permukaan bawah penjepit terdapat celah untuk melekatkan mata pisau. Dengan begitu, penjepit dapat mencengkram sayuran dan memotong akarnya sekaligus.

Hasil perbaikan *physical prototype* alat panen dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Kedua penjepit dapat ditarik oleh *handle* yang ada. Kemudian, terdapat fitur *stopper* juga pada *handle* yang berfungsi untuk menahan posisi penjepit tetap menutup setelah mencengkram sayuran. Dengan begitu, pengguna tidak perlu menahan *handle* ketika ingin memindahkan sayuran dari bawah ke tempat lain.

3.6 . Evaluasi

Tahap terakhir dari penelitian ini adalah pengujian dan evaluasi. Pengujian evaluasi produk akan dilakukan secara langsung pada petani (Octavia, Yogasara, Theopilus, & Theresia, 2022). Proses uji coba atau *usability testing* yang dilakukan pada alat bantu panen sayuran dengan melibatkan petani, dimana



Gambar 13. Alat Pemetik Buah
(Sumber: Alibaba.Com)

petani diminta untuk melakukan sejumlah tugas sesuai dengan 7 skenario yang telah disusun yang dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Pengukuran efektivitas produk alat bantu panen sayuran dapat dilihat pada **Tabel 7**. Dengan rata-rata penyelesaian yang cukup baik, namun sejumlah tugas belum dapat dilaksanakan dengan baik (dapat dilihat dari kategori silang atau tidak berhasil).

Berdasarkan **Tabel 7**, ditemukan bahwa alat bantu sudah memiliki efektivitas baik sebesar 92,85% yang sudah melebihi skor minimal 70% (Rubin & Chisnell, 2008). Kesalahan terjadi pada aktivitas memindahkan sayur karena sayur terjatuh dari alat. Dari hasil wawancara, petani juga menyatakan beragam komentar positif. Adapun permasalahan dari produk yang diberikan petani adalah efektivitas pisau pemotong pada alat panen yang mudah jeblos ke dalam celah slot. Usulan perbaikan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memperbanyak sekrup di sisi-sisi dari mata pisau agar posisi pisau lebih kuat terhadap dorongan dari luar.

Kemudian, permasalahan kedua adalah ukuran wadah sayur yang terlalu besar sehingga sulit dipindahkan. Usulan yang dapat diberikan untuk perbaikan produk ini adalah dengan membuat wadah sayur dengan bentuk memanjang ke bawah bukan melebar ke samping agar lebih hemat tempat. Wadah



Gambar 14. Perbaikan *Physical Prototype* Alat Panen Sayur

Tabel 6. Skenario Tugas *Usability Testing*

No	Skenario Tugas
1	Bukalah wadah sayur
2	Posisikanlah alat bantu untuk menjangkau selada
3	Cabutlah selada
4	Angkat selada dan pindahkan ke wadah sayur
5	Letakkan selada dalam wadah sayur
6	Jangkau kembali selada dengan alat bantu
7	Tutup putar balikkan wadah sayur

Tabel 7. Hasil Evaluasi Efektivitas Alat Bantu Panen

Responden	Tugas						
	1	2	3	4	5	6	7
1	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
2	☑	☑	☑	⊗	☑	☑	☑
Jumlah responden yang berhasil mengerjakan tugas tanpa kesalahan	2	2	1	1	2	2	2
Rata-rata (%)	100	100	50	50	100	100	100
Rata-rata efektivitas (%)	92,86						
Keterangan							
☑ = Berhasil tanpa kesalahan							
⊗ = Berhasil dengan melakukan kesalahan							
⊘ = Tidak berhasil mengerjakan tugas							

Tabel 8. Potensi Bahaya Setelah Menggunakan Alat Bantu

No.	Potensi Bahaya	Durasi terpapar bahaya (jam)	Terpapar bahaya saat kerja	Skor
1	Tubuh membungkuk ke depan dengan sudut antara 20-45 ⁰	1,25	17,86	0
2	Bahu: lengan yang tidak ditopang dengan posisi di atas tinggi perut	1,875	26,79	2
Total				2

Tabel 9. Perbandingan Kondisi Kerja Sebelum dan Sesudah

Aspek perbandingan	Sebelum memakai alat bantu	Sesudah memakai alat bantu
Waktu siklus	5	8
Potensi bahaya	14	2
Bagian tubuh terpapar bahaya	5	2
Postur tubuh saat bekerja	- Berdiri sambil membungkuk - Berjongkok	- Berdiri dan menggunakan satu tangan - Berdiri dan menggunakan dua tangan

juga dapat dibuat menjadi produk yang dapat dilipat agar mudah dibawa dan dapat dirakit ketika ingin digunakan. Penggunaan roda pada kaki-kaki wadah juga dapat mempermudah pemindahan wadah dari satu tempat ke tempat lain.

Evaluasi kedua dilakukan terhadap postur tubuh petani ketika memanen sayur menggunakan alat bantu. Penilaian dilakukan dengan memeriksa daftar potensi ergonomi yang terdapat dalam Kuesioner Gotrak. Hasil penilaian ini berupa skor potensi bahaya ergonomi yang kemudian dibandingkan dengan skor potensi bahaya sebelum menggunakan alat bantu pada **Tabel 2**.

Berdasarkan **Tabel 8** total skor potensi bahaya yang teridentifikasi ketika petani memanen sayur menggunakan alat bantu adalah dua. Artinya, kondisi kerja petani setelah menggunakan alat bantu berada dalam kategori aman. Namun, terdapat perubahan waktu panen satu siklus akibat penggunaan alat bantu seperti pada **Tabel 9**. Pada **Tabel 9** terdapat perubahan nilai potensi bahaya ergonomi yang dialami petani akibat penggunaan alat bantu kerja. Ketika bekerja tanpa menggunakan alat bantu, petani mengalami cukup banyak postur non-ergonomis dalam durasi yang cukup lama. Berdasarkan **Tabel 2** terdapat 5 bagian tubuh yang terpapar bahaya, yaitu leher, punggung, pergelangan tangan, lengan, dan bahu. Sedangkan, dengan penggunaan alat bantu petani dapat menghilangkan banyak postur non-ergonomis dan bekerja dengan nyaman. Hal tersebut disebabkan oleh perubahan postur tubuh menjadi berdiri. Alat bantu panen pun bisa digunakan menggunakan satu atau dua

tangan sesuai kenyamanan petani. Sebelum menggunakan alat bantu skor risiko MSDs dari Gotrak adalah 14 (kategori bahaya) turun menjadi skor 2 (kategori aman) setelah menggunakan alat bantu. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu terkait perancangan alat bantu panen buah nenas dimana terdapat penurunan skor risiko dari 7 menjadi 3 dengan penilaian postur tubuh RULA (Nofirza, Prayogi, Setyaningsih, & Anggraini, 2018). Temuan lainnya juga selaras dengan penurunan faktor risiko MSDs dari skor 4 menjadi 2 pada petani panen karet dengan instrumen penilaian postur tubuh RULA dan QFD (Anwardi, Harpito, Ikhsan, Norfirza, & Mas'ari, 2019).

4. Kesimpulan

Rancangan alat bantu untuk aktivitas memanen sayur terdiri atas dua produk, yaitu alat panen dan wadah pengeringan sayur. Alat panen merupakan produk fungsional yang dapat memanen sayur dari tanah dengan cara menjepit dan memotong akar sayur. Sedangkan, produk kedua adalah wadah sayur yang fungsi utamanya untuk mengeringkan sayur, tetapi bisa juga digunakan untuk menampung sayur sementara sebelum dikemas dalam kantong plastik. Alat bantu panen sayuran terbukti efektif dalam mengurangi keluhan MSDs pada petani, dimana skor survei gangguan otot rangka (Gotrak) sebelum menggunakan alat bernilai 14 (kategori sangat berbahaya) turun menjadi skor 2 (kategori aman). Artinya dengan menggunakan alat bantu keluhan MSDs yang dialami oleh petani dapat direduksi.

Hasil rancangan alat bantu telah dievaluasi tingkat *usability*-nya berdasarkan aspek efektivitas produk yang diuji melalui serangkaian tugas yang saling menghubungkan penggunaan alat bantu dan wadah sayur. Nilai efektivitas untuk seluruh alat bantu adalah 92,86 %. Sedangkan, untuk alat panen sendiri, efektivitasnya adalah 91,67 % dan wadah sayur adalah 100 %. Maka, dapat disimpulkan bahwa produk sudah memiliki *usability* yang baik. Walaupun begitu, secara kualitatif masih terdapat dua keluhan terhadap produk dari hasil wawancara, yaitu kesulitan pemotongan akar dan kesulitan dalam pemindahan wadah sayur. Namun, kedua kendala tersebut dapat diselesaikan dengan memperbaiki pisau pada alat panen dan menambahkan roda pada kaki wadah sayur.

5. Daftar Pustaka

- Anwardi., Harpito., Ikhsan, M., Norfirza, & Mas'ari, A. (2019). Perancangan Alat Bantu Memanen Karet Ergonomis Guna Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorder Menggunakan Metode RULA dan EFD. *Jurnal Teknik Industri*, 5(2), 139-147.
- Badan Pusat Statistik (2020). Statistik Hortikultura Badan Pusat Statistik Indonesia. Katalog BPS: 5204003.
- Badan Pusat Statistik (2021). *Statistik Hortikultura 2020. Badan Pusat Statistik Indonesia*. Katalog BPS: 5204003.
- Badan Standardisasi Nasional (2021). *Pengukuran dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi di Tempat Kerja SNI 9011:2021*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Benos, L., Tsaopoulos, D., & Bochtis, D. (2020). Review on Ergonomics in Agriculture. Part I: Manual Operations. *Applied Sciences*, 10, 1905. doi:<https://doi.org/10.3390/app10061905>
- Fathallah, F., Tang, S., & Waters, T. (2016). Development and Evaluation of Ergonomic Interventions for Bucket Handling on Farms. *Human Factors*, 58, 758-775. doi:<https://doi.org/10.1177/0018720816631902>
- Gadhavi, B., & Shukla, Y. (2019). Prevalence of Work Related Musculoskeletal Disorders in Farmers of Gujarat. *International Journal of Research & Review*, 6 (11), 231-236.
- International Organization for Standardization, I. (2010). *ISO 9241-210: 2010 Ergonomics of Human System Interaction Part 210: Human-Centered Design for Interactive Systems*. . Switzerland: International Organization for Standardization.
- Kusnandar, V. (2022, Maret 8). *Sekitar 40 Juta Penduduk Indonesia Bekerja di Sektor Pertanian pada Februari 2022* diakses dari <https://databoks.katadata.co.id/ketenagakerjaan/statistik/35b3e244a036ddb/sekitar-40-juta-penduduk-indonesia-bekerja-di-sektor-pertanian-pada-februari-2022>
- Kusuma, D., Faiz, A., Purba, R., & Sabit, M. (2018). Perancangan Alat Tanam Benih Ergonomis dengan Pendekatan Antropometri. *Seminar Nasional IENACO* (hal. 99-105). Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Lewrick, M., Link, P., & Leifer, L. (2020). *The Design Thinking Toolbox: A Guide to Mastering the Most Popular and Valuable Innovation Methods (1st ed)*. New Jersey: Wiley.
- Mufti, D., Duskiardi, & Zoni, M. (2019). Pemanfaatan Teknologi Dalam Upaya Mengantisipasi Musculoskeletal Disorders (MSDS) Petani DiKube Usaha Basamo. *Jurnal Masyarakat Merdeka*. DOI: 10.51213/jmm.v2i2.24
- Nofirza, Prayogi, G., Setyaningsih, I., & Anggraini, W. (2018). Perancangan Alat Bantu Panen Nanas Yang Ergonomi. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI-10)*, (hal. 567-576).
- Nofita, S., Farras, M., & Prabaswari, A. (2019). Perancangan Alat Penanam Padi Ergonomis Untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorder Dengan Metode Reverse Engineering. *Seminar Nasional IENACO*, (hal. 215-221).
- Octavia, J. R., Yogasara, T., Theopilus, Y., & Theresia, C. (2022). *Desain Interaksi: Fundamental dan Proses*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Perhimpunan Ergonomi Indonesia (2016, Desember 27). *Survei Keluhan Gangguan Otot Rangka*. Diambil kembali dari <https://pei.or.id/survey-keluhan-gangguan-otot-rangka>
- Perhimpunan Ergonomi Indonesia. (2022). *Laporan Kajian dan Intervensi Ergonomi di Sektor* diakses dari <https://repository.pnb.ac.id/4936/>
- Poochada, W., Chaiklieng, S., & Andajani, S. (2022). Musculoskeletal Disorders among Agricultural Workers of Various Cultivation Activities in Upper Northeastern Thailand. *Safety*, 8, 61.
- Priyatna, B. (2019). Penerapan Metode User Centered Design (UCD) Pada Sistem Pemesanan Menu Kuliner Nusantara Berbasis Mobile Android. *AIMS Jurnal Accounting Information System*, 17-30.
- Pusat Kajian Anggaran DPR, R. (2021, Maret 8). *Tinjauan Kritis Produksi Padi Nasional*. Diambil kembali dari <https://berkas.dpr.go.id/puskajianggaran/analisis-apbn/publicfile/analisis-apbn-public-60.pdf>
- Restuputri, D., Bagos, Novianti, D., Tias, E., Dresanala, M., Raditya, N., & Syafa, T. (2021). Analisis Musculoskeletal Disorders Petani Wanita Indonesia dengan Metode Quick Exposure Check. *Jurnal Perempuan dan Anak*, 1(1), 25-35.
- Rubin, J., & Chisnell, D. (2008). *Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Test, 2nd Ed.*, . Indiana: Wiley Publishing, Inc.
- Sembiring, Meliala, & Harahap. (2022). Analisis Permasalahan Menggunakan Cause and Effect Diagram, Fault Tree Analysis dan Affinity Diagram Proses Produksi Stasiun Persiapan. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*. DOI: <https://doi.org/10.32734/ee.v5i2.1561>

Sharp, H., Rogers, Y., & Preece, J. (2019). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction* (5th ed.). Indiana: John Wiley & Sons.

Ulrich, K., & Eppinger, S. (2016). *Product Design and Development 6th eds.* Boston: McGraw Hill.