

PERANCANGAN ALAT PEMANEN KANGKUNG DARAT ELEKTRIK BERDASARKAN ASPEK SISTEM

ELECTRIC HERVESTER DESIGN for “KANGKUNG DARAT” BASED on ASPECT of SYSTEM

Adhi Pratama Nugraha¹ Yanuar Herlambang S.Sn., M.Ds² Terbit Setya Pambudi S.T., M.Ds³

Program Studi Desain Produk

Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom

E-mail: putra.adhi05@gmail.com, mr.yanuarherlambang@gmail.com, sunsign.terbit@gmail.com

Abstrak

Indonesia merupakan negara asia tenggara yang terkenal akan hasil sumber daya pertaniannya yang subur. Terutama sebagai negara Agraris salah satu komoditas ekspor dan industrinya adalah pertanian. Di daerah perkotaan yang pada ahir ini hanya dapat memungkinkan sektor lahan pertanian skala kecil membuat penggunaan mesin berat dan pendukungnya tidak efisien maka dari itu buruh tani yang sering dijumpai masih menggunakan alat tradisional atau alat alternatifnya. Etem merupakan alat untuk memanen padi tetapi dapat dialihkan menjadi alat panen tanaman lain sebagai alternatifnya. Pertanian kangkung menggunakan alat yang sama dengan padi dikarenakan tempat lahan biasanya digunakan untuk menanam padi. Alat etem masih memiliki sejumlah masalah yang umumnya berakibat kecelakaan kerja dan rapuhnya alat. Tidak sesuainya tingkat mekanisasi dan alat yang digunakan menjadi topik utama perancangan dengan referensi sumber internasional menurut FAO (Food and Agriculture Organization) dari PBB untuk negara berkembang seperti negara-negara Asia dan Afrika Metode untuk merancang alat panen yang khusus digunakan untuk memanen kangkung seharusnya membahas masalah-masalah tersebut dengan produk kompetitor sebagai rujukan. Menggunakan metode seleksi kriteria, sistematik desain dengan membagi sistem menjadi struktur-struktur yang dapat dianalisa lebih jelas sebelum akhirnya di nilai dengan metode rubrikasi.

Kata Kunci: hortikultur, kangkung, pertanian, sistem, mekanisasi

ABSTRACT

Indonesia is a Southeast Asian country that is famous for its fertile agricultural resources. Especially as an agricultural country, one of the export and industrial commodities is agriculture. In urban areas which today can only allow small-scale agricultural land sector and to make use of heavy machinery and its support component deemed inefficient, farm workers who are often encountered still use traditional tools or alternative tools. Etem is a tool for harvesting rice but can be converted into another crop harvesting tool as an alternative. Chinese spinach (Kangkung Darat) farming uses the same tools as rice because the land is usually used to grow rice. The etem tool still has a number of problems which generally result in work accidents and the fragility of the device. The incompatibility of mechanization and tools used is the main topic of design with international source references according to the FAO (Food and Agriculture Organization) of the United Nations for developing countries such as Asian and African countries. Methods for designing harvest tools specifically used for harvesting chinese spinach should address the problem. - the problem with the competitor's product as a reference. Using the criteria selection method, systematic design by dividing the system into structures that can be analyzed more clearly before finally being valued by the rubric method.

Keywords: horticulture, chinese spinach, agriculture, systems, mechanization

1. Latar Belakang

Sudah berabad-abad lamanya manusia menggunakan alat untuk membantu berbagai

tugas terutama diantaranya mengacu pada pekerjaan agrikultur. Pada masa kini mulai

meningkatkan kebutuhan alat kerja yang didesain secara ergonomis dikalangan professional (Schmudtke, 1984; Snow, 1984). Buruh agrikultur bermain peran yang signifikan dan krusial di berbagai operasi agrikultur mulai dari pengembangan tanah hingga tahap akhir panen dimana mereka menggunakan berbagai macam alat kebun, mesin dan peralatan pendukung lainnya. Penggunaan mesin agrikultur yang efisien membutuhkan pengetahuan yang luas dan peralatan yang didesain guna meningkatkan efisiensi kerja, keamanan kerja, dan kenyamanan pengguna mesin itu sendiri (Onuoha, 2013). Kondisi geografis Asia Tenggara yang beriklim tropis memungkinkan beragamnya varietas tanaman hijau yang melimpah.

Proporsi tenaga kerja di dunia secara mayoritas ada di bidang agrikultur dan profesi sejenisnya, di India contohnya sekitar 300 juta tenaga kerja di bidang pertanian dan perkebunan (Sensus 2001) sebagai 1/5 dari total tenaga kerja di bidang agrikultur. Di Indonesia sendiri dari jumlah total 112.8 juta tenaga kerja jumlah tenaga kerja di sektor industri agrikultur berkisar 39% yang setengahnya merupakan tenaga kerja wanita. Sebagian besar dari porsi pekerjaan masih menggunakan alat yang menggunakan tangan meskipun sisanya sudah menggunakan mesin-mesin canggih di banyak industri. Tingkat mekanisasi agrikultur di daerah Asia-Pasifik dan Afrika memiliki angka dibawah 60%. Tingkat mekanisasi agrikultur di Indonesia berada di urutan ke-10 dari negara-negara Asia berkisar 36% atau 0.41 hp/ha (RNAME 1994) dan hanya >5% pada proses panen sehingga beberapa kendala bermunculan terkait dengan produktivitas dan eksploitasi kerja buruh petani.. Untuk horti kangkung darat itu sendiri di Indonesia umumnya memasuki tingkat teknologi mekanisasi menengah dengan alat panen sederhana baik yang menggunakan mesin ataupun non mesin. Alat panen yang biasa digunakan berupa pisau kecil dapat dijumpai di daerah Sunda ini disebut ani-ani, gleng, etem, atau ketam memiliki sistem yang sangat sederhana untuk memotong. Mesin yang

digunakan dipasaran masih memiliki kendala umumnya di bagian struktur dan komponennya yang dapat dikatakan belum disesuaikan dengan sistem panen kangkung darat di Indonesia.

Produktivitas mempengaruhi roda kerja pada industri hortikultura. Dalam produktivitas kerja, secara garis besarnya terdapat dua faktor utama yaitu: (1) teknis: yaitu faktor yang berhubungan dengan pemakaian dan penerapan peralatan atau teknologi dan lingkungan kerja dan (2) manusia: faktor yang berpengaruh terhadap usaha yang dilakukan manusia di dalam menyelesaikan pekerjaan yang menjadi tugas dan tanggung jawabnya. Faktor teknis berpengaruh lebih dari pilihan alat dan tingkat teknologi yang diterapkan sedangkan faktor manusia lebih berpengaruh dari keahlian dan pengalaman penggunaannya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Data Teoritik

2.1.1 Kangkung Darat

Kangkung termasuk suku Convolvulaceae (keluarga kangkung-kangkungan). Muchtadi (2000) menjelaskan kangkung sebagai sayuran yang tergolong memiliki sumber serat makanan yang tinggi. Kangkung dapat dikatakan sebagai tanaman ekonomis baik dari sudut pandang produsen maupun konsumen. Tingkat kesulitan budidaya kangkung relatif mudah baik dari segi pembibitan maupun perawatan hingga panen dengan umur panen yang relatif singkat. Harga pasar kangkung sangat terjangkau untuk rata-rata konsumen sehingga permintaan pasar relatif stabil baik dipasar tradisional maupun pasar moderen.

2.1.2 Panen Kangkung

Menurut Palada dan Chang dalam Maryam (2009), kangkung dapat dipanen pada umur 30-45 hari setelah tanam tergantung varietas dan tipe tanaman. Selain itu, penelitian Kusandryani dan Luthfy dalam Maryam (2009) menunjukkan kangkung aksesori 511, 504 dan 512 masing-masing memiliki umur panen 42, 43 dan 40 hari

setelah tanam. Selain itu, hasil panen kangkung berbeda-beda disebabkan oleh faktor genetik tanaman. Kangkung aksesori 511, 504 dan 512 masing-masing memiliki bobot tanaman per rumpun sebesar 468.5, 470.0 dan 630.5.

Palada dan Chang dalam Maryam (2009) juga menyatakan kangkung dapat dipanen sekali dengan mencabut tanaman hingga ke akarnya atau beberapa kali dengan memotong sepanjang 15-25 cm pada bagian batang. Pemanenan yang sering dilakukan akan menghambat pembungaan dan menstimulasi pertumbuhan tunas samping. Tanaman yang tidak dipanen menyebabkan tunas samping berkembang menjadi daun yang panjang. Panen pertama dilakukan pada hari ke 21 setelah tanam. Saat ini kangkung sudah tumbuh dengan panjang batang kira-kira 20-25 cm dan panen kedua dilakukan pada hari ke 42 setelah tanam. Pemanenan bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan cara dipotong dan dicabut.

2.1.3 Teori Sistem

Sistem adalah sebuah kumpulan set yang saling berhubungan satu sama lain (von Bertalanffy, Miller. 1965). Jagat raya terdiri dari kumpulan hierarki sistem-sistem, yang di tiap-tiap tingkat yang lebih tinggi terdapat sistem yang lebih rendah (Miller. 1965). Pernyataan ini tegaskan oleh Simon (Miller 1965) dalam deskripsinya: “ Yang dimaksud dengan sistem hierarki ialah sistem yang memiliki sub-sistem yang menimbulkan efek tangga atau struktur hierarki sampai ke bagian yang paling dasar terendahnya”. Segala sesuatu yang hidup tumbuh dari kumpulan makhluk hidup atau sistem kehidupan. Manusia hidup karena bagian dari sistem kehidupan, tetapi keluarga tersusun dari kumpulan makhluk hidup jadi dapat dikatakan sistem yang hidup (McConnell. 1977).

Sebuah sistem adalah kumpulan penyusun yang membentuk struktur untuk membangun sistem itu sendiri. Sistem alat kerja dapat dikatakan kumpulan struktur dan komponen dengan tugas masing-masing yang saling berhubungan bertujuan untuk melaksanakan tugas.

2.1.4. Desain Sistematis

Metode ini dapat disederhanakan sebagai berikut:

a. Spesifikasi dan tentukan input dan output:

- Masukan
- Keluaran (hasil)

b. Spesifikasi dan tentukan fungsi Proses

- Tugas

c. Seleksi komponen fisik

- Capability (kemampuan)

d. Paparkan simulasi

- flow process (jalur proses)

Dalam merancang suatu sistem dibutuhkan kriteria sebagai penentu suatu rancangan dapat diterima. Kriteria ini berfungsi sebagai alat seleksi dari komponen sistem-sistem agar sesuai dengan karakteristik tertentu.

Kriteria di pecah menjadi beberapa poin-poin objek yang ditentukan sebagai syarat dalam berupa data atau range data. Poin objek yang dikatakan tidak sesuai atau tidak tercapai dimasukkan ke bagian data “not passed” dan yang sesuai dimasukkan ke bagian data “passed” pengelompokkan kriteria dapat ditambah seperti Kriteria A, B, atau C jika dikonversikan ke dalam bentuk matriks melalui simulasi. Kriteria dengan kata lain adalah parameter dan batasan perancangan suatu desain.

Metode kriteria dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Tentukan poin objek
- b. Pengelompokkan data
- c. Ranking, berupa peringkat sesuai dengan kriteria

Spesifikasi hampir sama dengan kriteria dengan perbedaan bahwa kriteria merupakan prosedur objek tidak berwujud atau sifat karakteristik menjadi bentuk kongkrit pengukuran objek sedangkan spesifikasi merupakan prosedur dimana pihak ketiga atau sponsor menentukan poin-poin objek sebelum dimasukkan ke dalam proses desain.

2.1.5 Teori Mekanisasi Agrikultur

FAO mendefinisikan mekanisasi sebagai “ Aplikasi, implementasi, mesinisasi alat-alat untuk mencapai produksi agrikultur” (Carke

1997) Pada dasarnya, mekanisasi pertanian merupakan perubahan teknologi melalui adopsi sumber daya non-manusia untuk melakukan operasi pertanian. Mekanisasi adalah bagian dari proses intensifikasi pertanian. Menurut Boserup (1965) dan Ruthenberg (1980), dan dari perspektif evolusi jangka panjang sistem pertanian dan teknologi pertanian, intensifikasi pertanian didefinisikan sebagai peningkatan aplikasi tenaga kerja dan input lainnya per unit tanah (intensif penggunaan input) dan lebih sering tanam lahan melalui pengurangan periode bera (penggunaan lahan intensif). Namun, dalam literatur ekonomi pertanian yang tidak fokus pada evolusi jangka panjang dari sistem pertanian, intensifikasi pertanian secara eksklusif mengacu pada penggunaan input yang intensif, sedangkan penggunaan intensif dari tanah yang sering mengarah pada perluasan area tanam dengan mengurangi hutan atau lahan kosong disebut ekstensifikasi pertanian (Tachibana et al, 2001). FAO (2014b) merangkum alasan utama untuk mengubah sumber daya untuk produksi tanaman dari otot (manusia atau hewan) menjadi traktor.

Manfaat mekanisasi

Selain pengurangan beban manusia dan biaya operasi pertanian, mekanisasi menawarkan manfaat potensial dari peningkatan pengembalian dari input pertanian. Peningkatan pengembalian dari input pertanian dapat dicapai dengan cara-cara berikut:

1. Peningkatan kualitas dan hasil panen per hektar
2. Perpanjangan area budidaya
3. Kemungkinan meningkatkan tanaman baru dan ternak yang pada awalnya tidak mungkin
4. Peningkatan ketepatan waktu operasi pertanian, penyediaan tepat waktu kondisi dan lingkungan yang cocok untuk pertumbuhan tanaman dan hewan,

Tingkat mekanisasi optimal

Tingkat optimal mekanisasi adalah tingkat mekanisasi yang menghasilkan sistem produksi paling menguntungkan dalam hal efisiensi dan pengembalian ekonomi.

Menurut Nowacki (1974), indikator dibawah ini digunakan untuk menilai beberapa jenis tingkat mekanisasi:

1. Hand tools (M1) = 1, Level paling sederhana pada mekanisasi agrikultur, dimana tenaga manusia digunakan sebagai sumber utama melalui implementasi alat sederhana. Petani yang hanya menggunakan teknologi hand tool hanya dapat mengolah 1 hektar lahan. Ia tidak dapat berkerja lebih dari itu dikarenakan oleh beberapa fakta yang teruji. (Odigboh,1991). Telah dianjurkan nilai intensitas power untuk tingkat level tenaga manusia pada mekanisasi agrikultur pada 0,4 kW/ha.

2. Ditarik Hewan (M2) = 2, Karena keterbatasan ketersediaan tenaga manusia di lapangan, kuda, bagal, lembu dan lembu jantan menjadi sumber daya utama di pertanian.

3. Tractorized / Mechanized (M3) = 3, Kekuatan mekanik seperti yang digunakan di pertanian terdiri dari mesin pembakaran internal, motor listrik, dan mesin uap kadang-kadang disebut mesin pembakaran eksternal, roda air dan kincir angin. Tingkat mekanisasi yang lebih tinggi lebih disukai oleh petani untuk memastikan ketepatan waktu, untuk meningkatkan hasil panen, dan untuk mengurangi biaya budidaya, asalkan ukuran pertanian cukup besar untuk menggunakan mesin dan tenaga kerja yang memadai dengan upah yang wajar tidak tersedia bila diperlukan. Untuk memaksimalkan keuntungan, teknologi mekanisasi alternatif diadopsi dengan menggunakan sumber daya bernyawa dan mekanis untuk menyelesaikan operasi lapangan yang berbeda untuk tanaman yang berbeda (Singh, 1992, 1997, 2006; Singh & Chandra, 2001; Singh & Singh, 2003; Pemerintah India, 1961, 1971, 1981, 1991)

4. Dapat diperbaharui (M4) = 4 (Indeks ini diperkenalkan). Semua sumber energi yang

disebutkan di atas berdampak pada lingkungan. Kekhawatiran tentang efek rumah kaca dan pemanasan global, polusi udara, dan keamanan energi telah menyebabkan meningkatnya minat dan lebih banyak pengembangan dalam sumber energi terbarukan seperti matahari, angin, panas bumi, tenaga ombak dan energi nuklir.

Sistem distribusi juga dipengaruhi oleh teknologi mekanisasi. Sistem Gapoktani yang diterapkan juga mampu mempercepat dan menguntungkan masyarakat tani, selain menjaga harga dan kualitas produk. Sistem ini membutuhkan prasarana yang lebih *mobile* dan praktis.

2.2 Data Empirik

2.2.1 Sistem dan Harvester

a. Kategori *Grass harvester* (Sistem A)

Grass Harvester digunakan untuk memanen bahan silase bertubuh kurus seperti kacang-kacangan, poaceae, dan semanggi. Umumnya digunakan untuk memanen varietas kebun rerumputan.



Gambar 2.1 Grass Harvester

(Sumber: agriexpo.online)

b. Kategori *forage harvester* (Sistem B)

Forage Harvester (juga dikenal sebagai pemanen silase, pengumpul atau perajang) adalah alat pertanian yang memanen tanaman hijau untuk dijadikan silase. Silase adalah rumput, jagung atau tanaman lain yang telah dipotong-potong kecil, dan dipadatkan bersama dalam silo penyimpanan, bunker silase, atau dalam tas silase



Gambar 2.2 Forage Harvester

(Sumber: deere.com)

c. Reaper (Sistem C)

Merupakan alat panen yang umum digunakan untuk memanen padi dan gandum.



Gambar 2.3 Reaper w/ Binder harvester

(Sumber: arabic.alibaba.com)

d. Brush Cutter (Sistem D)

Brush Cutter atau disebut juga trimmer merupakan alat pemotong rumput dengan basis tongkat dengan pisau rotor.



Gambar 2.4 Brush trimmer

(Sumber: indiamart.com)

Tingkat Teknologi Mekanisasi

Teknologi mekanisasi yang digunakan adalah tingkat M1 yaitu mekanisasi penggunaan alat tangan tanpa bantuan mesin. Mekanisasi tingkat ini umum dijumpai pada lahan konvensional pertanian kangkung. Penggunaan alat masih menggunakan alat tradisional sederhana yang dibuat lokal.

Ketidak sesuaian dengan intensivitas kerja membuat buruh tani harus bekerja lebih keras dari yang seharusnya serta resiko kesehatan tubuh yang menjadi kendala dikemudian hari bila tidak diatasi.

Kondisi Lahan Tanam



Gambar 2.5 Bedengan

(Sumber: tanipedia.co.id)



Gambar 2.6 Petak kebun kangkung

(Sumber: pucangan.kec-sadang.kebumenkab.go.id)

Karakteristik tanah lembab dan tidak rata antara Bedengan dengan dimensi lebar Bedengan 1 meter.



Gambar 2.7 prosesi panen kangkung

(Sumber: data penulis)

Proses panen masih menggunakan alat tradisional tanpa mekanisasi atau tingkat mekanisasi tingkat 1 (M1) walaupun luas lahan keseluruhan lebih dari 1 Ha. Level intensivitas panen termasuk pada tingkat tinggi (annual) dengan prosesi panen melebihi 1 kali setahun bahkan dapat dikategorikan 1 bulan sekali. Level operasi masuk ke dalam kategori operasi

3. Analisis

3.1. Analisa Sistem Pemotong

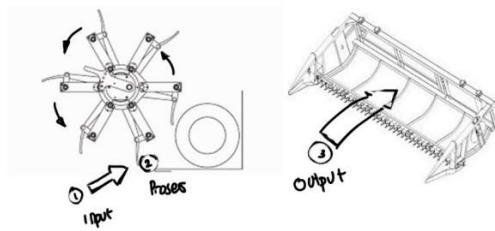
3.1.1. Sistem A : Grass Harvester

- Analisis komponen fisik

Komponen reel merupakan komponen yang berpengaruh pada kualitas hasil panen. Dalam proses input ruang untuk meraih dan kapasitas tergolong sempit sehingga tanaman rusak karena terjepit. Untuk tanaman berbatang tinggi seperti kangkung penggunaan reel kurang cocok karena berpotensi merusak batang. Selain Input, proses output juga tidak tepat bila diterapkan untuk panen kangkung karena proses output panen kangkung berupa batangan tidak teracak seperti kol, bayam, atau sayuran daun lain.

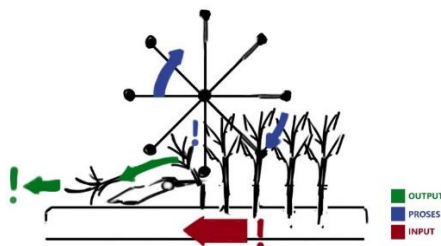
- Simulasi

Agar lebih mudah mengamati fase proses input-proses-output secara sederhana dapat dibuat simulasi seperti berikut:



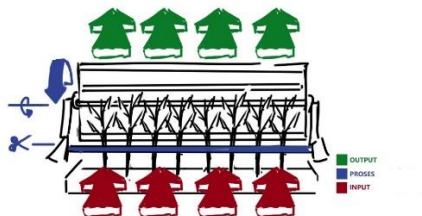
Gambar 3.1 Komponen per sistem

(Sumber: Data Penulis)



Gambar 3.2 Serangkaian proses dilihat dari samping

(Sumber: Data Penulis)



Gambar 3.3 Serangkaian proses dilihat dari depan

(Sumber: Data Penulis)

Dibandingkan dengan spesifikasi kriteria setiap sistem dapat dibuat dalam bentuk tabel sebagai berikut untuk menentukan skor.

Sistem	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3	Skor (6/6)
Input	√	√	-	3
Proses	√	√	√	6
Output	-	√	-	1

Tabel 3.1 Tabel skoring tiap sistem

(Sumber: Data Penulis)

Kesimpulan penilaian jika diterapkan pada proses panen kangkung

Sistem Grass Harvester memiliki nilai proses input yang cukup baik (3/6) dengan cakupan input yang sama rata dan walaupun tingkat elevasi yang tidak rata (kriteria 1) dan gerakan konstan reel membuat setiap petak tanaman tidak tertinggal atau tergilas (kriteria 2). Namun masih tidak sesuai dengan kangkung yang berbatang cukup tinggi.

Sistem Grass Harvester memiliki nilai proses pemotong yang sangat baik (6/6) dengan hasil potongan bersih tanpa ada tanaman yang terjepit atau terbelah (kriteria 2) dikarenakan sistem yang umum dan paling sesuai untuk sayuran daun (kriteria 1) selain itu prosesi ini tidak merusak hasil akhir (kriteria 3).

Proses Output untuk sistem ini cenderung buruk (1/6) dengan hasil output yang teracak (kriteria 1) dan penumpukkan untuk tanaman batang seperti kangkung akan merusak batang (kriteria 3) walaupun tempat penyimpanan sementara diterapkan (kriteria 2).

3.1.2. Sistem B : Forage Harvester

• Analisis komponen fisik

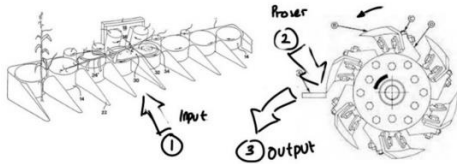
Komponen fisik yang berpengaruh adalah ukuran pisau. Memiliki peluang jika ukuran pisau dapat diskala sesuai dengan kriteria alat panen kangkung yang ideal. Karena proses potong berupa rotasi pisau kecepatan potongan bisa lebih cepat namun ukuran potong dapat terpengaruh.

• Simulasi

Agar lebih mudah mengamati fase proses input-proses-output secara sederhana dapat dibuat simulasi seperti berikut:

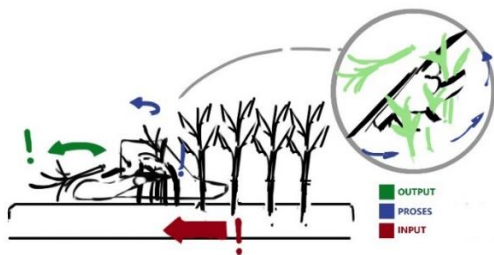
Tabel 3.2 Tabel skoring tiap sistem

(Sumber: Data Penulis)



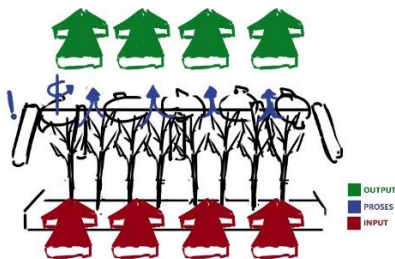
Gambar 3.4 Komponen per sistem

(Sumber: Data Penulis)



Gambar 3.5 Serangkaian proses dilihat dari samping

(Sumber: Data Penulis)



Gambar 3.6 Serangkaian proses dilihat dari depan

(Sumber: Data Penulis)

Dibandingkan dengan spesifikasi kriteria setiap sistem dapat dibuat dalam bentuk tabel sebagai berikut untuk menentukan skor.

Sistem	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3	Skor (6/6)
Input	√	√	√	6
Proses	-	-	-	0
Output	-	√	-	1

Kesimpulan penilaian jika diterapkan pada proses panen kangkung

Sistem Forage Harvester dalam prosesi input memiliki nilai yang tinggi (6/6) dikarenakan komponen header nya. Penyisiran rata (kriteria 1) dan tidak ada yang tertinggal atau tergilas (kriteria 2) selain itu tidak merusak panen.

Proses pemotongan forage harvester tergolong kasar dan keras berdampak buruk pada tanaman kangkung (0/6). Karakteristik proses tidak cocok dengan sayuran daun (kriteria 1) hasil potongan tidak bersih karena tanaman ditarik oleh mesin sebelum proses potong menjadikan hasil tidak bersih dan rata (kriteria 2). Tentu saja hasilnya tanaman kangkung akan rusak di bagian daun yang akan rontok dan batang yang layu karena terjepit (kriteria 3).

Sistem output kurang lebih sama dengan grass harvester (1/6) dengan hanya memenuhi kriteria tempat penyimpanan sementara sebelum didrop off (kriteria 2). Hasil diacak dan tidak disortir (kriteria 1) dan penumpukkan seperti ini beresiko merusak batang dan merontokkan daun (kriteria 3).

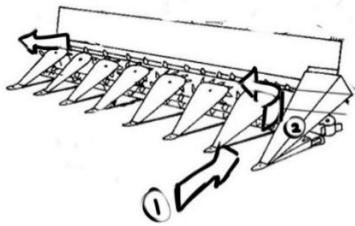
3.1.3. Sistem C : Reaper , Reaper w/ Binder

- Analisis komponen fisik :

komponen yang dapat dikembangkan dan disesuaikan untuk proses memanen kangkung ada pada komponen *crop divider* dengan penyesuaian skala dapat digunakan untuk memanen kangkung darat.

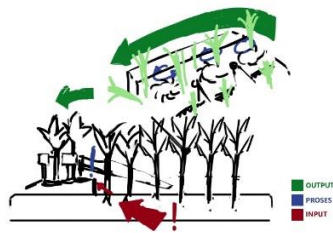
- Simulasi

Agar lebih mudah mengamati fase proses input-proses-output secara sederhana dapat dibuat simulasi seperti berikut:



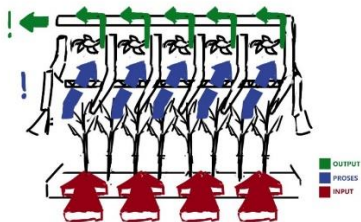
Gambar 3.7 Komponen per sistem

(Sumber: Data Penulis)



Gambar 3.8 Serangkaian proses dilihat dari samping

(Sumber: Data Penulis)



Gambar 3.9 Serangkaian proses dilihat dari depan

(Sumber: Data Penulis)

Dibandingkan dengan spesifikasi kriteria setiap sistem dapat dibuat dalam bentuk tabel sebagai berikut untuk menentukan skor.

Sistem	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3	Skor (6/6)
Input	√	√	√	6
Proses	-	√	√	5

Output	√	√	√	6
--------	---	---	---	---

Tabel 3.3 Tabel skoring tiap sistem

(Sumber: Data Penulis)

Kesimpulan

Sistem input Reaper w/ Binder memiliki skor tinggi karena potensi penyesuaiannya yang kompatibel bila diterapkan untuk memanen kangkung (6/6). Cakupan input sama rata (kriteria 1), Tidak ada yang tertinggal (kriteria 2), dan tidak merusak tanaman (kategori 3).

Proses pemotongan dapat dinilai baik dan berpotensi untuk aplikasi kangkung darat (5/5) namun kombinasi dari setiap sistem belum tentu cocok sehingga reduksi fitur kemungkinan diterapkan. Proses pemotongan memang tidak bertujuan untuk memotong tanaman daun seperti kangkung (kategori 1) walaupun hasil potongan bersih dan rapih (kategori 2) dan tidak merusak bagian daun (kategori 3).

Sistem output menggunakan binder dapat nilai tinggi untuk kesesuaian (6/6). Hasil output di stacking dan tidak diacak memudahkan sorting (kategori 1), dan proses *drop off* teratur dan tertata bila diarahkan dengan kontainer sementara agar lebih terpusat (kategori 2) selain itu tanaman tidak akan rusak karena tidak ditumpuk secara acak (kategori 3).

3.1.4. Sistem D : Brush Cutter

Dapat disimpulkan sistem ini adalah penyederhanaan reaper w/ binder dengan proses kerja aktif. Kualitas hasil potongan banyak bergantung pada keahlian penggunaannya.

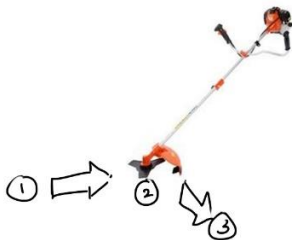
- Proses : Rotor blade, Proses masih menggunakan tambahan gerakan tangan dengan mekanika mesin hanya pada dibagian pisau. Lebih cepat dari cara konvensional tetapi akurasi potongan tidak terjamin.
- Analisis komponen fisik :

komponen yang berpengaruh cukup besar adalah komponen penyambung antara pengguna dan alat. Tingkat mekanisasi belum penuh diterapkan karena masih banyak pengerjaan manual saelain dengan proses pemotongan itu sendiri.

Sistem	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3	Skor (6/6)
Input	-	√	√	4 (-2)
Proses	-	√	√	5 (-2)
Output	√	-	√	5

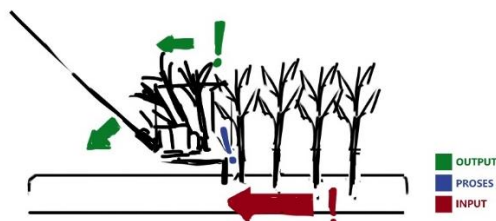
- Simulasi

Agar lebih mudah mengamati fase proses input-proses-output secara sederhana dapat dibuat simulasi seperti berikut:



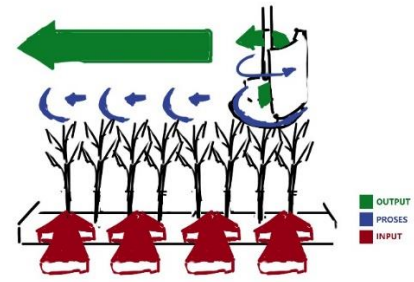
Gambar 3.10 Komponen per sistem

(Sumber: Data Penulis)



Gambar 3.11 Serangkaian proses dilihat dari samping

(Sumber: Data Penulis)



Gambar 3.12 Serangkaian proses dilihat dari depan

(Sumber: Data Penulis)

Dibandingkan dengan spesifikasi kriteria setiap sistem dapat dibuat dalam bentuk tabel sebagai berikut untuk menentukan skor.

Tabel 3.4 Tabel skoring tiap sistem

(Sumber: Data Penulis)

Kesimpulan

Sistem input brush cutter memiliki skor yang cukup baik bila diadopsi untuk memanen kangkung (4/6) namun mendapatkan *safety* penalty pengurangan skor (-2). Walaupun hasil tidak ada yang tertinggal (kriteria 2) dan tidak merusak (kriteria 3) hal ini memiliki faktor terbesar oleh pengaruh user.

Proses pemotongan cenderung baik bila diterapkan (5/6) karena pisau rotor yang memiliki bilah datar sehingga potongan bersih (kriteria 2) dan tidak merusak bagian daun (kriteria 3). Sama dengan reaper dimana sistem ini tidak bertujuan utama untuk memotong tanaman sayuran daun karena umumnya digunakan untuk padi, gandum, dan tanaman sejenis *stalks* lain.

Output memiliki skor baik (5/6) hanya kurangnya sistem *drop off* yang terpusat (kategori 2) namun hasil rapih dan tertata (kategori 1) dan tidak berdampak pada kerusakan tanaman (kategori 3).

3.2. Seleksi Kriteria

3.2.1. Kriteria Input

Menurut hasil observasi dan literatur ditemukan kriteria ideal sebagai berikut:

- Penyisiran tanaman (*crop divider*) rata dari segi elevasi.
- Tidak ada tanaman yang tertinggal pada proses penyaringan
- Proses tidak merusak tanaman.

3.2.2. Kriteria Proses

Menurut hasil observasi dan literatur ditemukan kriteria ideal sebagai berikut:

- Proses umum digunakan untuk memotong sayuran daun
- Hasil potongan bersih (clean cut)
- Proses tidak merusak tanaman.

3.2.3. Kriteria Output

Menurut hasil observasi dan literatur ditemukan kriteria ideal sebagai berikut:

- Hasil output tidak berantakan teracak
- Adanya *storage* sementara
- Proses tidak merusak tanaman..

3.2.4. Rubric Scoring

Untuk menentukan perbandingan antara sistem satu dengan yang lain penerapan penilaian rubrikasi cek list dapat ditentukan bobot nilai masing-masing kriteria yang dicapai setiap sistem.

Sistem input

Sistem	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3	Skor (6/6)
Sistem A	Penyisiran tanaman (<i>crop divider</i>) rata dari segi elevasi.	Tidak ada tanaman yang tertinggal pada proses penyaringan	-	3
Sistem B	Penyisiran tanaman (<i>crop divider</i>) rata dari	Tidak ada tanaman yang tertinggal	Proses tidak merusak tanaman.	6

	segi elevasi.	pada proses penyaringan		
Sistem C	Penyisiran tanaman (<i>crop divider</i>) rata dari segi elevasi.	Tidak ada tanaman yang tertinggal pada proses penyaringan	Proses tidak merusak tanaman.	6
Sistem D	-	Tidak ada tanaman yang tertinggal pada proses penyaringan	Proses tidak merusak tanaman.	4

Tabel 3.5 Tabel skoring sistem input

(Sumber: Data Penulis)

Bobot skor

Kriteria 1 : 2 Kriteria 2 : 1 Kriteria 3 : 3

Sistem proses

Sistem	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3	Skor (6/6)
Sistem A	Proses umum digunakan untuk memotong sayuran daun	Hasil potongan bersih (clean cut)	Proses tidak merusak tanaman.	6
Sistem B	-	-	-	0
Sistem C	-	Hasil potongan bersih (clean cut)	Proses tidak merusak tanaman.	5
Sistem D	-	Hasil potongan bersih (clean cut)	Proses tidak merusak tanaman.	5

Tabel 3.6 Tabel skoring sistem proses

(Sumber: Data Penulis)

Bobot skor

Kriteria 1 : 1 Kriteria 2 : 2 Kriteria 3 : 3

Sistem output

Tabel 3.7 Tabel skoring sistem output

(Sumber: Data Penulis)

Bobot skor

Kriteria 1 : 2 Kriteria 2 : 1 Kriteria 3 : 3

Peringkat analisis Sistem

Berdasarkan analisis hasil dari simulasi dapat ditentukan peringkat kesesuaian dengan kriteria sebagai berikut

Poin Objek	A	B	C	D
Input	3	6	6	4
Proses	6	0	5	5
Output	1	1	6	5
Total	10	7	17	14

Tabel 3.7 Tabel peringkat nilai analisis

(Sumber: Data Penulis)

Simpulan

Sistem paling ideal untuk proses input ada pada sistem B dan C. sedangkan untuk proses ada pada Sistem A dan proses Output ada pada sistem C.

Matrix

Sistem	A	B	C	D	T	#
Sistem A	-	1	0	1	2	#2
Sistem B	0	-	0	1	1	#3
Sistem C	1	1	-	1	3	#1

Sistem D	0	0	0	-	0	#4
----------	---	---	---	---	---	----

Tabel 3.8 Tabel matrix

(Sumber: Data Penulis)

Sistem	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3	Skor (6/6)
Sistem A	-	Adanya storage sementara	-	1
Sistem B	-	Adanya storage sementara	-	1
Sistem C	Hasil output tidak berantakan teracak	Adanya storage sementara	Proses tidak merusak tanaman.	6
Sistem D	Hasil output tidak berantakan teracak	-	Proses tidak merusak tanaman.	5

1. Sistem C
2. Sistem A
3. Sistem B
4. Sistem D

3.3. Analisa Kebutuhan Sistem Penggerak

Alat penggerak berupa mesin dibutuhkan untuk tingkat teknologi mekanisasi level 3 (M3) berupa motor elektrik. Agustami Sitorus (2018) dalam jurnal "Load Static Simulation of Transmission Rod For Design of Chinese Spinach (*Ipomoea Reptans* Poir.) Harvester" mengatakan kebutuhan tenaga mesin yang digunakan untuk memotong 1 Bedengan tanaman kangkung dalam kecepatan 32 km/jam dengan traktor tangan adalah 0,97 kW atau setara dengan 1.3 HP. Bila disetarakan dengan kecepatan 5 km/jam dapat disimpulkan bahwa tenaga minimal 0.15 kW dikatakan cukup untuk mesin pemotong.

3.3.1. Dinamo

Mesin penggerak untuk menggerak membutuhkan tenaga mesin untuk mencapai tingkat mekanisasi mesinasi (M3) menggunakan

motor elektrik atau dinamo. Berikut adalah pembahasan untuk menentukan mesin yang cocok dan sesuai dengan keadaan di lapangan.

4. Term of Reference

4.1. Spesifikasi Ergonomi

Berdasarkan hasil penelitian berdasarkan aspek ergonomi oleh Andrie Nugroho ditemukan rekomendasi spesifikasi sebagai berikut:

- Berat maksimal alat <5kg
- Dimensi tinggi minimum 90cm dan tinggi maksimum 100cm untuk handel
- Letak user di belakang alat.
- Operasional alat yang ideal dikerjakan pada posisi berdiri.

4.2. Spesifikasi Produktivitas

Berdasarkan hasil penelitian berdasarkan aspek Produktivitas oleh Harry Wahyudi ditemukan rekomendasi spesifikasi sebagai berikut:

- *Storage* sementara untuk menyimpan hasil panen.

Berdasarkan hasil analisis aspek-aspek diatas dapat ditentukan *Term of Reference* sebagai dasar referensi perancangan diantaranya

- Lolos seleksi kriteria berdasarkan kriteria lapangan.

Sistem yang cocok secara umum adalah sistem C yaitu sistem dari alat reaper w/ binder karena memiliki nilai total 17 dari total 18. Dengan prinsip siluet dari hand traktor sebagai penyederhanaan dan familiarisasi produk sesuai dengan kondisi teknologi mekanisasi di lapangan.

- Lolos seleksi kriteria berdasarkan kriteria Sistem

Untuk proses input yang akan diadopsi dan diaplikasikan untuk alat panen kangkung adalah sistem crop divider dari forage harvester karena memiliki nilai 6 dari 6.

Proses pemotongan menggunakan sistem trimmer dengan sickle bar seperti sistem yang dipakai pada grass harvester karena memiliki nilai kesesuaian 6 dari 6 atau sangat cocok.

Output mengadopsi sistem dari alat reaper karena pertimbangan kriteria untuk memudahkan packing dan sorting dengan memusatkan titik *drop off* melalui pengaplikasian kontainer sementara yang akan di *drop* ketika penuh. Tanpa user mengosongkan kontainer secara manual. Skor penyesuaiannya adalah 6 dari 6.

- Memiliki spesifikasi ergonomis

Perancangan mengacu pada prinsip ergonomi sesuai dengan rekomendasi oleh Andrie Nugroho yang membahas batasan-batasan ergonomis. Hal ini yang mempengaruhi konstruksi rangka secara keseluruhan dan dimensi alat. Pengaplikasian akan dijelaskan lebih lanjut di bab selanjutnya.

- Memiliki spesifikasi yang efisien dan produktif berdasarkan hasil motion study.

Hasil rekomendasi oleh Harry Wahyudi yang membahas produktivitas dan efisiensi panen menyatakan keharusan alat panen yang mudah bermanuver dari satu Bedengan ke Bedengan lain, rekomendasi ini menjadi acuan sebagai pertimbangan desain selanjutnya terutama pada bidang mobilitas.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang dibahas pada bab sebelumnya mengenai perancangan alat panen kangkung darat, maka dapat disimpulkan bahwa perancangan sistem yang sesuai dengan alat panen kangkung darat dapat meningkatkan persentase mekanisasi agrikultur. Perancangan aspek sistem pada alat dapat dipecah menjadi beberapa bagian yang memiliki tugas berbeda-beda sehingga lebih mudah dikembangkan dari struktur dan komponennya. Selain itu, perancangan yang tepat guna pada proses panen kangkung dapat diterapkan pada berbagai

macam sayuran daun dengan hanya mengubah beberapa konfigurasi.

Konstruksi rangka memiliki pengaruh besar terhadap kinerja dan penempatan komponen. Hal ini diatasi dengan menentukan komponen utama kemudian menentukan penempatan yang tepat sebelum keseluruhan konstruksi rangka dibuat. Proses pembuatan produk membutuhkan *tooling* dan komponen khusus sehingga dapat bekerja secara maksimal. Pengerjaan membutuhkan waktu 4 hari sampai dengan proses *finishing*.

Kinerja produksi bergantung erat pada proses *drop off* pada saat pengerjaan dan mekanisasi

6. Daftar Pustaka

- Adiluhung, H., & Herlambang, Y. (2018). "Perancangan Sistem Penjaga Kualitas Produk Pada Sarana Jual Komoditas Hortikultura". *eProceedings of Art & Design*, 5(3).
- Ameresh.2013. "Progressive Tool Design and Analysis for 49 Lever 5 Stage Tools".4(7):1-2.
- Aspelin, K. 2005. "Establishing Pedestrian Walking Speeds". Albuquerque, New Mexico.Portland State University.
- Ashburner, John E.2013. "Agricultural Hand Tools in Emergencies: Guidelines for Technical and Field Officers".Roma:FAO
- Diao, X., Silver, J., Takeshima,H. 2016. "Agricultural Mechanization and Agricultural Transformation". INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE. 6-15
- Harris, V., Herlambang., Y., & Syarif, E. B. (2018). "Perancangan Saung Dengan Unsur Budaya Sunda Melalui Aspek Sistem". *eProceedings of Art & Design*, 5(3).
- Herlambang, Y. 2015. "Peran Kreativitas Generasi Muda Dalam Industri Kreatif Terhadap Kemajuan Bangsa". *Jurnal sistem pendukungnya*. Penyesuaian sesuai dengan kondisi lahan pada lahan kangkung memiliki dampak besar pada kemampuan bermanuver alat panen seperti cara alat berputar dan berbelok sesuai dengan studi motion studi. Perancangan alat disesuaikan dengan user lokal sehingga ditemukan rancangan yang ergonomis sesuai kemampuan user mengoperasikan alat. Tingginya peningkatan efisiensi dan kualitas kerja berkat penggunaan alat meningkatkan kesadaran akan penerapan mekanisasi pada alat agrikultur secara signifikan.
- Teknologi Informasi dan Komunikasi (Tematik), 2(1), 61-71.
- Herlambang, Y., Sriwarno, A. B., & DRSAS, M.I. (2015). "Penerapan Micromotion Study Dalam Analisis Produktivitas Desain Peralatan Kerja Cetak Saring". *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (Tematik)*, 2(2), 26-34.
- Kurnia. 2014. "Perbandingan Produksi Panen Pertama Dan Kedua Pada Budidaya Kangkung Darat". Universitas Negeri Gorontalo.
- Kumar, Rajender.2008. "Anthropometry and Agriculture Tools; Design Aspect: A Review".paper.
- Li, W., Wei, X., Zhu, R., Guo. K. 2018. "Study on Factors Affecting the Agricultural Mechanization Level in China Based on Structural Equation Modeling". College of Mechanical and Electronic Engineering.
- M. V. Achutha, Sharath Chandra. N, Nataraj.2016. G.K, "Concept Design and Analysis of Multi-purpose Farm Equipment". 3(2)
- Saifuddin, Azwar. 2001. "Metode Penelitian. Pustaka Pelajar". Yogyakarta.91.
- Sims, B., Hilmi, M., Kienzle, J. 2016. "Agricultural mechanization A key input

for sub-Saharan African smallholders". Roma. FAO Integrated Crop Management (23).

Sitorus, A. 2018. "Load Stactic Simulation of Transmission Rod for Design of Chinese Spinach (Ipomoea Reptans Poir.) Harvester". International Journal of Engineering and Applied Technology (IJEAT). 1 : 49-53

Slocum, Alexander.2008. "Fundamentals of Design".

Sugiyono. 2012. "Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D)", Alfabeta, Bandung, 398-399.

Suharsimi, A. 2010. "Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik, Rineka Cipta". Jakarta. 274