

TEKNOLOGI PEMOTONG RANTING ADJUSTABLE DENGAN SISTEM HIDROLIK MINI

Zufri Hasrudy Siregar¹⁾

¹⁾Universitas Quality, Jln. Ring Road Nguban Surbakti No.18 Medan

Email : rudysiregar7@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini merupakan penciptaan teknologi baru yang sederhana dengan merekayasa sistem hidrolik dan prinsip genggaman tangan yang difungsikan sebagai alat pemotong ranting *adjustable* (dapat diatur panjang pendeknya) yang ergonomi, dengan panjang normal 1,5 meter, maksimal 3 meter. Berat 2,8 kg, panjang jangkauan genggaman 94 mm dan diameter gagang 52 mm. Penelitian ini menggunakan metode analisa ergonomi untuk mengetahui kesesuaian alat dengan manusia yaitu dengan pengambilan 95 persentil. Di dapat diameter genggaman tangan 54, 29 mm sedangkan untuk lebar telapak tangan adalah 97,87 mm, tekanan maksimal yang diperlukan untuk memotong ranting adalah 234,39 kg/cm² dengan diameter 5 mm yaitu jenis ranting kakao. Sedangkan dengan analisa NIOSH didapat berat yang disyaratkan adalah 4,89 Kg, kemudian dengan metode QEC didapat level presentase skornya paling tinggi adalah 47,62. artinya diperlukan perbaikan untuk alat tersebut dalam waktu kedepan. Untuk pembebanan kerja agar tidak letih dengan waktu kerja 8,40 menit dan istirahat 7,14 menit. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa alat tersebut masih harus diperbaiki dalam waktu kedepan, sedangkan penggunaannya cukup singkat dan hanya difungsikan untuk pamanenan cengkeh saja serta pamanenan yang lain yang sejenis dengan diameter maksimal (1 cm) saja.

Kata Kunci : Pemotong Ranting, Ranting, Hidrolik

Abstract

This research is the creation of a simple new technology by manipulating the hydraulic system and the principle of hand grip that functioned as an ergonomically adjustable twistable short cutter, with a normal length of 1.5 meters, a maximum of 3 meters. Weight 2.8 kg, long grasp of 94 mm and the diameter of the handle 52 mm. This research uses ergonomic analysis method to know suitability of tool with human that is with taking 95 percentile. At the diameter of the hand grip 54, 29 mm while for the width of the palm of the hand is 97.87 mm, the maximum pressure required to cut the twig is 234.39 kg / cm² with a diameter of 5 mm that is the type of twig cocoa. While the NIOSH analysis obtained the required weight is 4.89 kg, then with the QEC method obtained the highest percentage level of the score is 47.62. it means repair is needed for the tool in the future. For the loading of work so as not to tired with working time of 8.40 minutes and rest 7.14 minutes. The results of the study concluded that the tool still has to be repaired in the future, while its use is quite short and only functioned for clove planting only and other similar harvesting with a maximum diameter (1 cm) only.

Keywords: cutting twig, twig, hydraulic

Pendahuluan

Secara menyeluruh Indonesia merupakan daerah tropis, dan mempunyai curah hujan yang baik serta negara yang memiliki daerah-daerah yang banyak di tumbuh pepohonan. Beraneka ragam jenis tanaman yang tidak dijumpai di tempat-tempat lain, dapat dijumpai disini. Dalam kemajuan dan perkembangan Teknologi, pepohonan sering juga dipakai sebagai penghijauan jalan – jalan serta untuk penghias rumah dan pemukiman. Yang secara estetika dan fungsinya dapat memberikan kesan indah, hidup, dan segar. Untuk mendapatkan kesan dan fungsi tersebut, dibutuhkan *maintenance* yang baik untuk penataannya. Pemotongan ranting diperlukan untuk menghilangkan kesan semerawut dan tidak tertata, sehingga dalam pelaksanaannya, dibutuhkan alat yang *safety*, mudah penggunaannya, serta efisien. Dalam penanganannya, sering terkendala dalam pemotongan ranting – ranting yang dianggap tidak perlu. Sehingga, yang sering terjadi adalah pemotongan dahan pohon, yang mengakibatkan rusaknya ekosistem pohon serta tidak baik secara estetika nya.

Pemanfaatan energi internal Manusia, yang terpasilitasikan dengan Teknologi Hidrolik Mini, merupakan alternatif solusi untuk menghadapi keterbatasan dan pengembangan Teknologi berbasis Industri Kecil. Terciptanya alat tersebut, juga mempertimbangkan *ergonomi*, *antropometri*, dan kebiasaan tubuh manusia yang harapannya menjadi Teknologi / alat yang *aplikatif*, guna menunjang serta

mempermuda dalam hal pemotongan ranting pohon. Dalam pembuatan Teknologi baru pemotongan ranting, proses pendisainan alat sangat diperlukan. Dengan mempergunakan data *anthropometri* dan keteguhan geser ranting membuat alat lebih ergonomis dalam pemakaiannya. Adapun rumusan permasalahan dalam penelitian alat potong ranting *adjustable* ini antaralain :

1. Apakah alat pemotong ranting yang di ciptakan dapat menjawab keterbatasan energi ?
2. Berapakah lama pemakaian alat pemotong ranting yang optimal dengan mempertimbangkan ergonomi alat tersebut *biomekanikal* dan *anthropometri*.

Didalam penulisan dibuat batasan masalah untuk dapat memberikan pemahaman tentang fokus penelitian tersebut. Adapun batasan masalah dari tesis ini adalah:

1. Desain alat potong ranting ditinjau dari segi *ergonomi* dan *anthropometri* manusia Indonesia
2. Alat potong ranting manual dan hidrolik yang telah ada dipasaran
3. Ranting yang dipakai sebagai contoh adalah 3 (tiga) jenis pohon, yaitu
 - a. Pohon cengkeh (*Syzygium aromaticum*, syn. *Eugenia aromaticum*), karena merupakan komoditas asli daerah Maluku Utara yang penanganannya masih secara manual serta sangat susah dalam pemanenannya.
 - b. Pohon jeruk purut (*citrus hystrix dc.*), karena termasuk tanaman perdu yang tingginya 5 – 7,5 meter dan

mempunyai ranting pohon yang banyak untuk perawatan dan pemanenannya sulit sehingga sesuai untuk alat yang akan dibuat

- c. Pohon kakao, karena pohon tersebut merupakan tumbuhan yang tumbuh dengan panjang pohon $\pm 4 - 6$ meter dan memiliki ranting pohon yang sangat banyak yang pada perawatannya membutuhkan waktu yang extra dibanding dengan pohon yang lain.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan teknologi *alternatif* yang dapat membantu masyarakat / petani dalam hal memotong ranting pepohonan,
2. Sebagai Solusi alternatif bagi Dinas Tatakota dalam hal pemotongan ranting pepohonan jalan raya,
3. Pengembangan teknologi tepat guna yang berbasis Industri kecil Menengah yang *aplikatif*,
4. Pemicu pengembangan teknologi sejenis yang lebih baik, efisien dan ramah lingkungan.

Tujuan Penelitian yang penulis lakukan ialah :

1. Memberikan solusi bagi masyarakat Indonesia dalam penanganan dan perawatan pohon diperkotaan, serta pemanenan buah (jeruk purut, cengkeh dan kakao)
2. Membuat teknologi tepat guna yang *aplikatif, markettable*, yang langsung dapat dipergunakan sehari-hari baik dengan

masyarakat Indonesia yang masih awam dengan teknologi,

3. Merancang dan merekayasa alat pemotong ranting pepohonan (*pruning, haevesting*) yang telah ada serta memberikan solusi konkrit dari keterbatasan alat tersebut

Teori

Hidrolik adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair, biasanya oli, untuk melakukan suatu gerakan segaris atau putaran. Sistem ini bekerja berdasarkan prinsip *jika suatu zat cair dikenakan tekanan, maka itu akan merambat ke segala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya*. Sebuah pompa hidrolis yang digerakan secara mekanik (engine) yang mengubah kedalam *pressure energy* dan *kinetic energy* didalam system Hidrolis dan diubah lagi kedalam *mechanical energy* untuk bekerja. Sedangkan hidrolis *power* adalah kekutan "*pressure energy*" yang dihasilkan melalui kerja piston yang bergerak berdasarkan prinsip hukum Pascal, dan diteruskan keseluruh sistem hingga piston yang lain bergerak sebanding dengan tekanan *input* yang dikeluarkan. Ringkasnya hidrolis *power* adalah komponen pengubah tekanan fluida. menurut hukum Pascal yang dikatakan bahwa tekanan pada suatu fluida akan diteruskan kesegala arah. Hal ini mengakibatkan kesetimbangan tekanan yang diberikan sebagai fungsi dari aksi reaksi didalam suatu bejana berhubungan yang diisi sejenis cairan kental (fluida) sehingga tekanan pada kedua pegas menjadi sama ($P_1 = P_2$)

Rem hidrolik adalah suatu penerapan dari prinsip hukum pascal yang mana pada cairan diberi tekanan, maka tekanan yang sama akan diteruskan ke semua arah. Cara kerjanya yaitu bila pedal rem ditekan, batang torak akan melawan tekanan pegas pembalik dan torak digerakkan ke depan. Pada waktu piston cup berada di ujung torak, compensating port akan tertutup. Bila torak maju lebih jauh lagi, tekanan minyak silinder akan bertambah dan melawan tegangan pegas outlet untuk membuka katup. Tekanan hidrolik ini kemudian dipindahkan melalui pipa – pipa rem ke sebelah silinder – silinder roda. Bila pedal rem dibebaskan, maka torak akan mundur ke belakang pada posisi semula dengan adanya pegas pembalik. Dalam waktu yang bersamaan katup outlet tertutup dengan adanya desakan pegas. Ketika torak kembali, piston cup mengerut dan memungkinkan minyak rem yang ada disekeliling piston cup untuk mengalir dengan cepat di kelilingi bagian luar cup masuk ke silinder untuk menjaga agar silinder selalu terisi penuh oleh minyak rem. Dilain pihak, tegangan pegas – pegas sepatu rem bekerja pada minyak rem dapat menyebabkan katup master silinder membuka dan menyebabkan minyak rem dalam pipa – pipa rem kembali ke master silinder. Bila sepatu rem kembali pada posisi semula, maka menjadi seimbang, katup tertutup dan meskipun cairan tidak dapat mengalir ke master silinder, karena masih terdapat tekanan relatif kecil. Hukum pascal dinyatakan “tekanan yang dikerjakan pada suatu fluida dalam ruang tertutup akan

menyebabkan kenaikan tekanan ke segala arah dengan sama besar”.

Prinsip kerja Hukum Pascal yaitu penghisap 1 mempunyai luas penampang A_1 . Jika penghisap 1 ditekan dengan gaya F_1 , maka zat cair akan menekan penghisap 1 ke atas dengan gaya $P.A_1$ sehingga terjadi keseimbangan pada penghisap 1 dan berlalu.

$$P.A_1 = F_1 \Leftrightarrow P = \frac{F_1}{A_1} \dots \dots \dots (a)$$

$$F = P \times A \dots \dots \dots (b)$$

Istilah “Ergonomi” berasal dari bahasa latin yaitu *ERGON* (Kerja) dan *NOMOS* (Hukum Alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yaitu ditinjau secara anatomi, fisiologi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain / perancangan (Eko Nurmianto”Ergonomi Konsep dasar dan aplikasi”). Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia ditempat kerja, dirumah, dan tempat kerja. Didalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungan saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya (Pheasant,S. 1986).

Anthropometri menurut Stevenson (1989) dan Nurmianto (1991) adalah suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Penerapan data Anthropometri ini akan dapat

dilakukan jika tersedia nilai mean (rata-rata) dan SD (standar deviasi) nya dari suatu distribusi normal. Adapun distribusi normal ditandai dengan adanya nilai mean (rata-rata) dan SD (standar deviasi). Persoalan yang muncul berkaitan dengan desain peralatan adalah berkaitan dengan antropometri orang Indonesia adalah *kompatibilitasnya* dengan antropometri tenaga kerja Indonesia. Permasalahan ini timbul karena semuanya itu didesain bukan oleh orang Indonesia dan tidak berdasarkan pada data antropometri tenaga kerja Indonesia, meskipun pada akhirnya hasil rancangan tersebut akan dioperasikan oleh orang Indonesia. Karena itu perlu dilakukan pengukuran data antropometri orang Indonesia untuk menjawab permasalahan yang timbul. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Dwi Ayu Muliastuti yang berjudul “ *Analisa pengaruh postur tangan dan jenis kelamin terhadap tingkat getaran, waktu reaksi pengereman, dan kekuatan genggam*” di ketahui bahwa kekuatan genggam tangan laki – laki 39,50 kg dan wanita 22, 45 kg berdasarkan jumlah sampel 29 orang yaitu laki – laki 15 orang dan perempuan 14 orang penelitian tersebut menggunakan alat ukur genggam tangan yaitu (*Hand Grip jaman Dynamometer*).

QEC adalah metode penilaian terhadap risiko kerja yang berhubungan dengan gangguan otot di tempat kerja. Metode ini menilai gangguan risiko yang terjadi pada bagian belakang punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher. Penilaian pada QEC dilakukan pada tubuh statis (*body*

static) dan kerja dinamis (*dynamic task*) untuk memperkirakan tingkat risiko dari postur tubuh dengan melibatkan unsur pengulangan gerakan, tenaga/beban dan lama tugas untuk area tubuh yang berbeda (Li dan Buckle, 1999).

Exposure level (E) dihitung berdasarkan persentase antara total skor aktual *exposure* (X) dengan total skor maksimum (Xmaks) yaitu (Brown dan Li, 2003):

$$E(\%) = \frac{X}{X_{maks}} \times 100\%$$

Dimana :

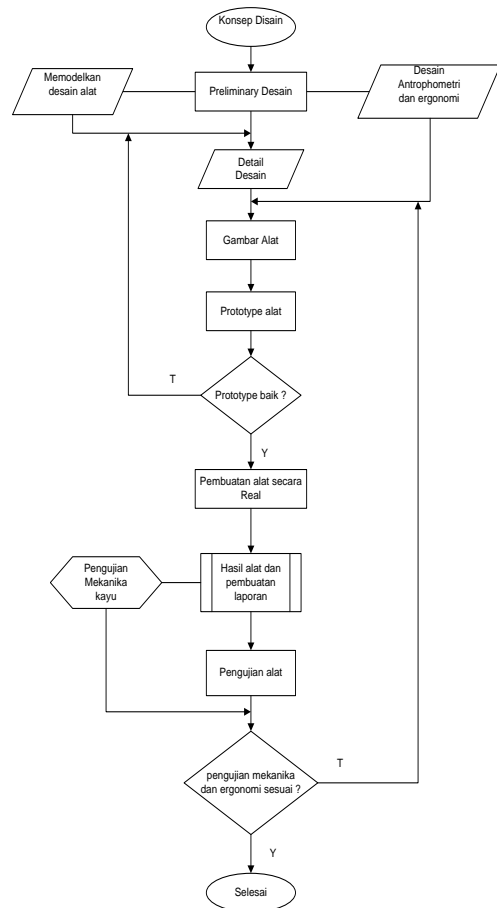
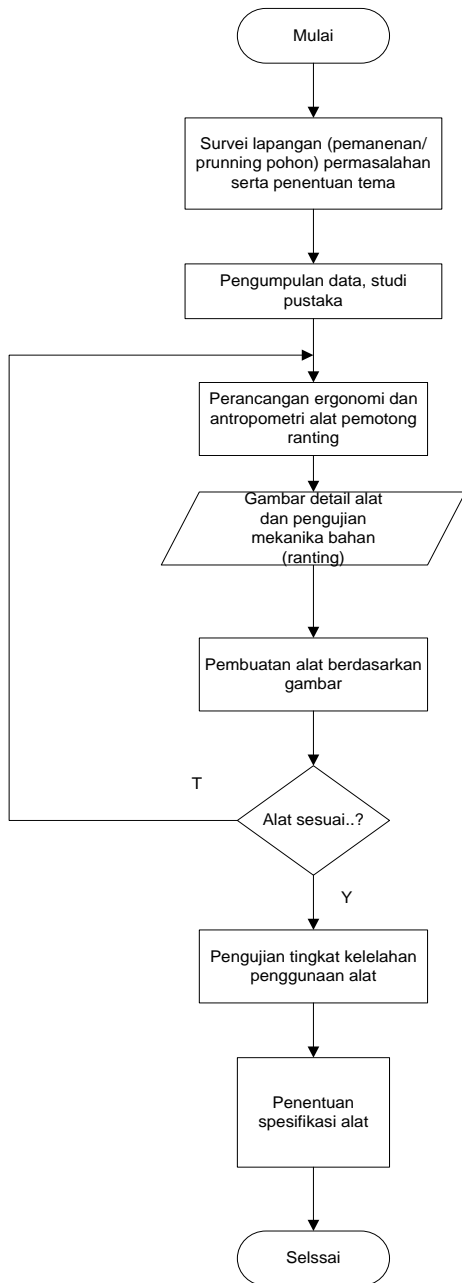
X = total skor yang diperoleh dari penilaian terhadap postur (punggung + bahu/lengan+ pergelangan tangan + leher)

Xmaks = total skor maksimum untuk postur kerja (punggung + bahu/lengan + pergelangan tangan + leher)

Xmaks adalah konstan untuk tipe-tipe tugas tertentu. Pemberian skor maksimum (Xmaks =162) apabila tipe tubuh adalah statis, termasuk duduk atau berdiri tanpa pengulangan (*repetitive*) yang sering dan penggunaan tenaga/beban yang relatif lebih rendah. Untuk pemberian skor maksimum (Xmaks = 176) apabila dilakukan *manual handling* yaitu mengangkat, mendorong, menarik dan membawa beban

Metode Penelitian

Secara garis besar proses penelitian dan pembuatan alat dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir (*Flow Chart*) seperti pembuatan alat potong ranting.

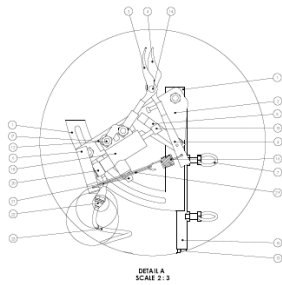


Hasil dan Analisa

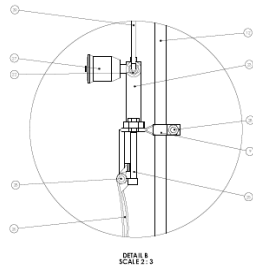
Penulis dalam melakukan penelitian ini menerapkan beberapa tahapan proses dalam merancang suatu produk. Langkah perancangan produk meliputi:



Pembuatan alat pemotong ranting *adjustable* dengan sistem hidrolik mini terbuat dari besi *stainless steel* yang berasumsi bahwa pengelasan dan kekuatannya lebih baik dan tahan terhadap *korosi* dengan panjang ± 3 meter yang dapat di *assembling* dengan masing – masing tongkat mempunyai panjang ± 1 meter.



Gambar 3. Mata pisau pemotong ranting



Gambar 4. Sistem Pompa Genggaman tangan hidrolik

Perinsip kerja alat

Genggaman tangan menekan tuas yang ada pada alat dengan perinsip genggam rem motor serta tangan kiri mengatur keseimbangan alat untuk mendapatkan akurasi pemotongan. Minyak yang ada pada hidrolik menekan piston, piston hidrolik mendorong pisau ranting untuk menutup. Ketika tekanan di hentikan pegas yang ada di pisau pemotong mendorong pisau kembali pada

posisi normal untuk memotong. Serta minyak hidrolik mempunyai tekanan normal sehingga pisau pemotong ranting membuka yang akan berfungsi untuk memotong kembali. Secara matematis, dapat dimodelkan yaitu:

Tekanan, tekanan didefinisikan sebagai jumlah gaya tiap satuan luas.

$$p = \frac{F}{A}$$

Dengan :

p : tekanan (kgf/m² atau N/m²)

F : gaya (kgf atau N)

A : luas (m²)

Di dalam zat cair diam tidak terjadi tegangan geser dan gaya yang terjadi tegangan geser dan gaya yang bekerja pada suatu bidang adalah gaya tekanan yang bekerja tegak lurus pada bidang tersebut

Perhitungan 95 persentil diameter genggaman (maksimum) dari populasi tersebut adalah dengan menggunakan rumus

$$= X + 1,645 SD$$

$$= 51 + 1,645 (2)$$

$$= 54,29 \text{ mm}$$

Perhitungan 95 persentil lebar telapak tangan (sampai ibu jari) dari populasi tersebut adalah dengan menggunakan rumus

$$= X + 1,645 SD$$

$$= 88 + 1,645 (6)$$

$$= 97,87 \text{ mm}$$

Dari perhitungan data *antropometri* untuk mendapatkan data persentil dari genggaman tangan adalah 54,29 mm sedangkan untuk lebar telapak tangan adalah 97,87 mm. Data tersebut berguna untuk perbaikan jangkauan genggaman tangan untuk alat pemotong ranting tersebut.

untuk menghitung gaya yang bekerja pada hidrolik adalah dengan mengetahui diameter pipa minyak 0,9 cm, panjang pipa vertikal 3 m

diameter hidrolik pertama dan kedua adalah 3 cm, dan tekanan yang bekerja adalah $23 \frac{N}{mm^2}$ ($234,39 \frac{Kg}{cm^2}$) di ambil dari tabel diameter Kakao berdasarkan pengujian tingkat keletihan (Lampiran 7) yaitu rata-rata 5,9 mm. Ditabel uji keteguhan geser diambil diameter 5 mm.

$$A = \frac{\pi \cdot d}{4} = \frac{3,14 \cdot 3}{4} = 0,023 \text{ m} = 23\text{mm}$$

$$P = 23 \frac{N}{mm^2}$$

Jadi berdasarkan Hukum Pascal

$$P = \frac{F}{A}$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot \pi \cdot r_2^2}{\pi \cdot r_1^2}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot r_2^2}{r_1^2}$$

Dimana:

- F_1 = Gaya masuk
- F_2 = Gaya keluar
- r_1 = jari – jari piston kecil
- r_2 = jari – jari piston besar

Sehingga,

$$23 \frac{N}{mm^2} = \frac{F_1}{23\text{mm}}$$

$$F_1 = \left(23 \frac{N}{mm^2} \right) 23\text{mm}$$

$$= 529 \text{ N}$$

Jadi bila di lakukan tekanan kepada alat pemotong ranting tersebut sebesar $23 \frac{N}{mm^2}$ ($234,39 \frac{Kg}{cm^2}$) akan menghasilkan gaya 529 N. Bila di konversikan akan sepadan dengan memotong ranting cengkeh dengan diameter 5 mm (490,33 N).

Adapun metode yang dipakai adalah dengan penggunaan persamaan NIOSH (National Occupational Health and Safety Commission (Worksafe Australia))

$$AL \text{ (kg)} = 40 (15/H)(1-0,004/V-75)(0,7+7,5/D)(1-F/F_{\max})$$

Dimana:

H = Posisi horizontal (centimeter atau *Inches*), arah titik tengah mata kaki pada tempat asal sebelum beban diangkat.

V = Posisi vertikal (centimeter atau *Inches*), pada tempat asal sebelum beban diangkat.

D = jarak angkat vertikal (centimeter atau *Inches*). Antara tempat asal dan tujuan dari aktifitas angkat tersebut.

F_{\max} = Frekwensi maksimum yang dapat dilaksanakan

Variabel – variabel tersebut diasumsikan mempunyai batasan – batasan sebagai berikut :

H adalah antara 15 cm dan 80 cm suatu beban tidak dapat lebih dekat dari 15 cm tanpa bersentuhan dengan badan operator sedangkan beban yang berposisi lebih jauh dari 80 cm akan sulit untuk dijangkau oleh kebanyakan orang.

V adalah diasumsikan antara 0 cm dan 175 cm yang menggambarkan rentang jarak untuk aktifitas angkat vertikal pada kebanyakan orang.

D adalah antara 25 cm dan (200-V) cm. Untuk jarak perpindahan vertikal yang kurang dari 25 cm gunakan $D = 2$.

F adalah antara 0,2 (satu aktifitas angkat setiap 5 menit) dan F_{\max} (lihat tabel). Sedangkan aktivitas angkat yang kurang dari satu angkat per 5 menit gunakan $F = 0$.

Untuk angkatan alat pemotong ranting di dapat:

$$H = 100 \text{ cm}$$

$$V = 80 \text{ cm (beban diangkat sampai ketinggian tangan (Kneckle Height))}$$

$$D = 80 \text{ cm}$$

$$F_{\max} = 0 \text{ (aktifitas angkat kurang dari satu angkat per 5 menit)}$$

$$\begin{aligned}
 AL \text{ (kg)} &= 40 (15/H)(1-0,004/V-75)(0,7+7,5/D)(1-F/F_{max}) \\
 &= 40(15/100)(1-0,004/80-75)(0,7+7,5/65)(1-0/F_{max}) \\
 &= 6 (1-0,004 / 5)(0,7+7,5/65) \\
 &= 4,89 \text{ Kilogram}
 \end{aligned}$$

Dari analisa NIOSH di dapat batasan angkatan normal adalah 4,89 Kg, dimana berat alat tersebut adalah ± 3 kg, sehingga terdapat *allowance* (kelonggaran) 1,89 kg. Sehingga alat tersebut masih layak untuk digunakan dalam kurun waktu beberapa lama.

Penilaian pada QEC dilakukan pada tubuh statis (*body static*) dan kerja dinamis (*dynamic task*) untuk memperkirakan tingkat risiko dari postur tubuh dengan melibatkan unsur pengulangan gerakan. Setelah dianalisa dengan metode QEC, dapat ditentukan untuk tindakan penggunaan alat pemotong ranting *adjustable* tersebut bahwa nilai level presentase skornya paling tinggi adalah 47,62. Itu berarti diperlukan perbaikan untuk alat tersebut dalam waktu kedepan. Lama waktu bekerja merupakan rumusan untuk menentukan optimasi seseorang dalam bekerja sebelum timbul rasa letih (*fatigue*) yang ditandai munculnya Asam Laktat. Menurut Murrell (1965) jika seseorang bekerja pada tingkat energi diatas 5,2 kcal per menit, maka saat itu akan timbul rasa lelah. Dari perhitungan % CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan sebagai berikut :

< 30% = Tidak terjadi kelelahan
 30 s/d 60% = Diperlukan perbaikan
 60 s/d 80% = Kerja dalam waktu singkat
 80 s/d 100 % = Diperlukan tindakan segera

>100% = Tidak diperbolehkan beraktifitas

Setelah dilakukan analisa %CVL, didapat nilai rata-rata dari %CVL adalah 44,23 % yang dikategorikan “Diperlukan perbaikan” atau terjadi kelelahan dalam pekerjaan serta lamanya waktu yang optimal untuk melakukan pekerjaan agar tidak terjadi keletihan memotong ranting tersebut adalah 8,40 menit. Dan lamanya waktu istirahat 7,14 menit.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Teknologi pemotong ranting *Adjustable* dengan sistem hidrolik mini , dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Dari pengambilan 95 persentil diameter genggam tangan di dapat genggam tangan yang di disain adalah 54, 29 mm sedangkan untuk lebar telapak tangan adalah 97,87 mm.
2. Input tekanan awal adalah tekanan genggam tangan pengguna alat yaitu $23 \frac{N}{mm^2}$ ($234,39 \frac{Kg}{cm^2}$) (lihat lampiran 5) akan menghasilkan gaya 529 N. Bila di konversikan akan sepadan dengan memotong ranting kakao dengan diameter 5 mm (490,33 N)
3. Dari analisa NIOSH di dapat batasan angkatan normal adalah 4,89 Kg, dimana berat alat tersebut adalah ± 3 kg, sehingga terdapat *allowance* (kelonggaran) 1,89 kg. Sehingga alat tersebut masih layak untuk digunakan dalam kurun waktu beberapa lama, dan dengan metode QEC di dapat nilai level presentase skornya paling tinggi adalah

- 47,62. Itu berarti diperlukan perbaikan untuk alat tersebut dalam waktu kedepan.
4. Analisa %CVL, didapat nilai rata-rata 44,23 % yang dikategorikan “Diperlukan perbaikan” atau terjadi kelelahan dalam pekerjaan serta lamanya waktu yang optimal untuk melakukan pekerjaan agar tidak terjadi keletihan memotong ranting tersebut adalah 8,40 menit. Dan lamanya waktu istirahat 7,14 menit. Dari kesimpulan ini, telah menjawab hipotesis yang dibuat bahwasanya Semakin lama penggunaan alat pemotong ranting akan cenderung diikuti berkurangnya kekuatan genggam tangan.
 5. Dari data tersebut dapat diambil kesimpulan untuk menentukan keteguhan geser yang paling tinggi dari berbagai jenis ranting dan diameternya yaitu ranting cengkeh dengan Keteguhan geser 58, 23 N/mm².
- Daftar Pustaka**
- Ahmad Zaelani, Cucu Cunayah, Etsa Indra Irawan 2006, “Bimbingan pemantapan fisika untuk SMA/MA”, Yrama widya. Bandung.
- Anonim, 1998, “Buku Panduan Kehutanan Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan”. Jakarta.
- _____, 1998, “Pedoman Pembangunan Hutan Tanaman Industri”, Departemen Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta.
- _____, 2004, “Pembangunan Hutan Tanaman Acacia mangium Pengalaman di PT.Musi Hutan Persada, Sumatera Selatan”, Polydoor Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo, 1993, “Hidrolika II”, Yogyakarta: Beta Offset
- Brown S. 1997, “Estimating biomass change of tropical forest”, a primer. FAO Forestry paper 134, FAO, Rome.
- Daniel, Th.W., John Helms dan F.S.Baker, 1987, “Prinsip-Prinsip Silvikutur” Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Dwi Ayu Mulia Sari, 2008, “Analisa Pengaruh postur tangan dan jenis kelamin terhadap tingkat getaran, waktu reaksi pengereman, dan kekuatan genggam” Skripsi, TI-FTMI, FT-UGM.
- Evans, 1982, “Plantation Forestry in The Tropics”, Clarendon Press Oxford.
- Grandjean, E. 1986. Fitting the Task to the Man. 4th ed. Taylor & Francis Inc. London.
- <http://www.wikipedia.org.id/hidrolik>
- [http://id.wikipedia.org/wiki/Mekanika fluida](http://id.wikipedia.org/wiki/Mekanika_fluida).
- <http://images.google.com.sg/imgres?imgurl>.
- Kroemer, K.H.E. 1994. Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Li, G. dan Buckle, P. 1999. “Current Techniques for assessing Physical Exposure to Work-

- Related Musculoskeletal Risk, with Emphasis on Posturew-Based Methods”, *Ergonomics*, 42(5): 674-695
- Nurmianto, E. (1991 b), “Desain stasiun kerja industri” : Tinjauan ergonomi dalam industri. Seminar Nasional Desain Produk Industri, FTSP-FTI ITS, Surabaya.
- Nurmianto, E (2003),”Ergonomi, Konsep dasar dan aplikasinya”,Guna widaya, ITS, Surabaya.
- Pheasant, S. (1986),”Body space : anthropometry, ergonomics and design” London: Taylor and Francis.
- Purnomo, Dwi Edi, Mayor Infantri (1991),”Studi Ergonomi pada bentuk pistol P-1 9 mm buatan PT. PINDAD”. Tugas mata kuliah Ergonomi, TMNI-XII, STTAL- KODIKAL, Surabaya.
- Riduwan, Drs.,M.B.A., Prof.Dr. Akdon, M.Pd (2007),”Rumus dan data dalam Analisis Statistika”Alfabeta, Bandung.
- Sunardi. B. S. P. (1977),”Ilmu kayu”,Yayasan pembina fakultas kehutanan UGM Yogyakarta.
- Stevenson.M.G. (1989),“Lecture notes the principles of ergonomics”,center for safety science, Univ. Of New South Wales, Sydney.
- T.A.Prayitno, (1995).Terjemahan,”Pengujian sifat fisika dan mekanika menurut ISO”, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tarwaka, Solichul HA.Bakri, Lilik Sudiajeng, (2004),”Ergonomi untuk Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Produktivitas”, UNIBA PRESS, Surakarta, Indonesia.
- Thomas Krist, Dr.Ing. (1991),”Hidarulika”, Erlangga
- Van Noordwijk, 1999. Functional Branch Analysis to derive allometric equations of trees. In:Murdyarso D, Van Noordwijk M and Suyamto D A (eds.) *Modelling Global Change Impactson the Soil Environment*. IC-SEA Report No 6: 77-79.
- Wagaurd, Frederick, 1950,”The mechanical properties of wood”, John wiley & sons, Inc. New York, Chapman Q hell, limited, London.
- Yustadi Y CE, 1986,” Seri penyelesaian- Mekanika Fluida ”Cipta Offset