# RANCANG BANGUN PERKAKAS RAGUM TANGAN SERBAGUNA

Rifkia Saputra[1)], Rizki Ramdani[2)]
Mekanik Industri dan Desain, Politeknik TEDC Bandung[1),2)]
Email: rifkia.saputra1933@gmail.com[1)], rizkiramdani@poltektedc.ac.id[2)]

**Abstrak**
Banyak bentuk pengembangan teknologi yang bertujuan menjawab kebutuhan akan efisiensi kerja manusia, maka suatu upaya pengembangan teknologi yang efektif sangat diperlukan. Perkakas ragum tangan Serbaguna adalah perkakas yang digunakan untuk bongkar pasang mur & baut dalam beberapa ukuran, membuka tutup botol, menjadi palu untuk memukul paku dan masih banyak yang lainnya. Ulir adalah komponen utama pada perkakas ragum tangan serbaguna, Permasalahan ulir yang sering timbul yaitu ulir macet akibat karat atau jalur yang sudah aus akibat beban benda kerja tersebut. Bahan Ulir menggunakan St 42 yang mampu menopang dan menekan beban gesek dan beban dengan tekanan. Ujicoba yang dilakukan dengan cara memukul paku, membuka tutup botol, membuka mur dan baut, dan tahan ulir yang mudah digeser. Bahan rangka dan cekam menggunakan bahan *stainless steel* 304. Rancang bangun perkakas ragum tangan serbaguna ini diharapkan bisa menjadi solusi industri untuk mengefektifkan waktu dan tenaga dengan perkakas tersebut saat digunakan dibengkel kecil atau diindustri besar sekalipun.

**Kata Kunci:** Ulir, cekam, Perkakas ragum tangan serbaguna, *allumunium 6061*, *Stainless steel 304*.

***Abstract***
*Many forms of technology development aim to answer needed for human work efficiency. so an effective technology development effort is needed. Multifunctional hand vise tools are tools used to disassemble nuts and bolts in several sizes, open bottle caps, become hammers to hit nails and many others. Threads are the main component in multipurpose hand vise tools. Thread problems that often arise are jammed threads due to rust or worn paths due to the workpiece load. Threaded material uses St 42 which is able to support and suppress frictional loads and loads with pressure. Experiments were carried out by hitting nails, opening bottle caps, opening nuts & bolts, and holding threads that were easy to slide. The frame and chuck materials use stainless steel 304. The design of this Multifunctional hand vise tool is expected to be an industrial solution to streamline time and energy with these tools when used in small workshops or even in large industries.*

***Keywords:*** *Thread, vise, multifuctional handvise tool, allumunium 6061, stainless stee 304.*

## I. PENDAHULUAN

Banyak bentuk pengembangan teknologi yang bertujuan menjawab kebutuhan akan efisiensi kerja manusia, maka suatu upaya pengembangan teknologi yang efektif sangat diperlukan. Seiring kemajuan zaman yang semakin berkembang tentunya banyak sekali perubahan-perubahan terutama pada IPTEK yang mungkin telah menggeser secara total pada wilayah perindustrian, artinya dalam perubahan ini perlu membutuhkan operasional ekstra, yaitu tenaga manusia digantikan oleh tenaga mesin. Salah satunya adalah Perkakas Ragum Tangan Serbaguna. Perkakas Ragum Tangan Serbaguna adalah perkakas yang digunakan untuk bongkar pasang mur dan baut dalam beberapa ukuran, membuka tutup botol, menjadi palu untuk memukul paku dan masih banyak yang lainnya. Khususnya bongkar pasang mur dan baut karena perkakas ini sejatinya adalah untuk bongkar pasang mur& baut Adapun fungsi mur dan baut adalah sebagai penyambung dari komponen utama ke komponen lainnya agar erat yaitu dengan sistem mur dan baut, oleh karenanya kunci atau perkakas diperlukan untuk memastikan aagar ikatan antara mur & baut sudah aman Shigley, J. E. (2006),

Pengerjaan bongkar pasang mur & baut dapat dilakukan dengan menggunakan kunci tertentu seperti kunci soket, kunci pas, dan kunci ring. Oleh karena itu muncullah ide untuk mengembangkan perkakas yang bisa digunakan dengan satu alat saja yang bersifat universal karena seperti kita tahu adanya mur & baut harus ada kunci atau perkakas yang berfungsi untuk mengikat antara keduanya, mur & baut sangat diperlukan diindustri manapun karena menjadi penngikat antara satu dengan yang lainnya, seperti pengaplikasian dalam mesin, di kendaraan dalam dunia otomotif, mainan anak-anak dan masih banyak lagi Shigley, J. E. (2006).

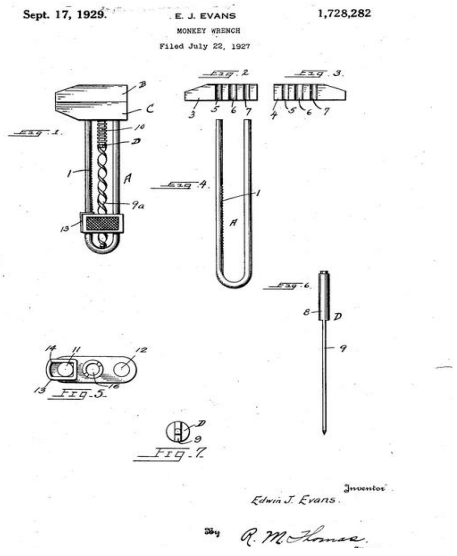
Pada pembahasan ini dilihat dari kegiatan mekanik dari industri hingga bengkel kecil yang ada di tepi jalan yang mana tidak luput bahwa perkakas yang mereka gunakan adalah kunci (*wrench*) untuk membongkar pasang mur dan baut. Ketika ditinjau dari segi efisiennya masih kurang dari segi yang harus sering menggantinya kunci 1 dengan mur dan baut seukuurannya dan lagi resiko hilangnya perkakas, rusaknya tersebut. Tujuan adanya pembuatan perkakas ragum tangan serbaguna ini adalah untuk meringankan kerja dan waktu yang sangat singkat karena prosedur serbaguna dan alat yang praktis dengan desain yang inovatif karena ulir yang mudah digeser.

Mur dan baut merupakan sumber material yang murah akan tetapi jika tidak berhati-hati dan mengakibatkan aus atau salah jalur akan fatal terhadap komponen lainnya, ulir biasa digunakan didunia industry untuk keperluan bermacam-macam mulai dari sambungan pipa, sambungan komponen mesin dan lain sebagainnya. Perkakas ragum tangan serbaguna ini belum dipasarkan diindonesia, karena ke efisennannya yang membuat harganya mahal dipasaran, perkakas ragum tangan serbaguna ini adalah pengembangan dari kunci inggris (*Adjustable Wrench)* yang sistem penyetelannya dirubah seperti ulir ragum yaitu bentuk ulir trapesium, Permasalahan kunci inggris sering timbul yaitu, kunci macet atau mengakibatkan aus pada kepala kunci inggris, karena itu perkakas ini dirancang agar bisa lebih efisien daripada kunci inggris yang ada dipasaran. Keunggulan perkakas yang akan dibuat ini daripada kunci inggris seumumnnya adalah, cekam yang kokoh karena sistem penyetelan ulir trapesium, dudukan untuk penyesuaian mur & baut agar tidak aus saat digunakan.

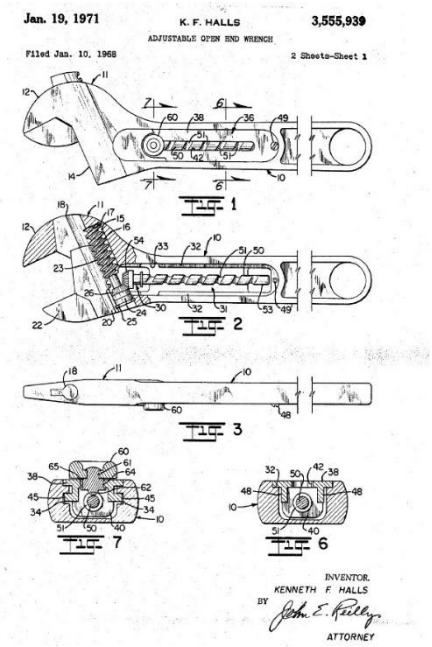
## II. LANDASAN TEORI

Perkakas ragum tangan merupakan alat pengembangan dari kunci inggris yang kegunaannya adalah untuk membuka mur dan baut, hanya saja perbedaannya perkakas ragum tangan serbaguna ini selain membuka mur dan baut fungsinya ada tambahan meliputi berfungsi jadi palu dan pembuka botol.

Perkakas ragum tangan serbaguna adalah alat yang terinpirasi dari desain karya E. J. Evans yaitu karyanya *monkey wrench* dan system ulirnya terinpirasi dari K. F. Halls yaitu karyanya *Adjustable Open End Wrench* dimana kegunaan intinya sama yaitu untuk bogkar pasang mur dan baut (E. J. Evans, 1929 & K. F. Halls, 1971.



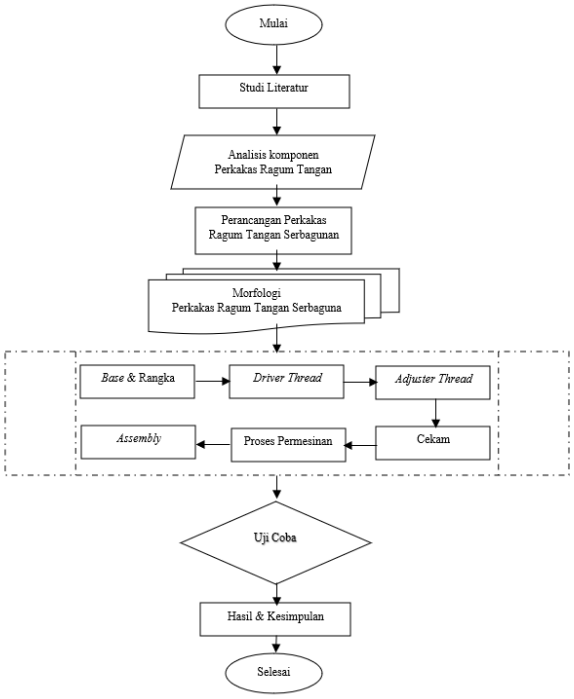

**Gambar 1**. Monkey Wrench (E. J. Evans, 1929)




**Gambar 2.** Adjustable Open End Wrench (K. F. Halls, 1971)

## III. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan pada rancang bangun perkakas ragum tangan serbaguna dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Secara garis besar, tahapan yang dilakukan yaitu perancangan alat, morfologi proses permesinan, dan ujicoba.




**Gambar 3.** Diagram Alir Rancang Bangun Perkakas Ragum Tangan Serbaguna

A. Studi Literatur

Studi literatur adalah mencari referensi & teori yang relefan dengan permaslahan yang akan dibahas. Referensi tersebut berisikan tentang:

a. Pemilihan bahan yang akan digunakan
b. Pembentukan yang akan dilakukan
c. Teori yang mencakup pada perkakas ragum tangan serbaguna

Referensi ini dapat dicari dari buku, jurnal, artikel, laporan penelitian, dan situs-situs di internet. *Output* dari studi literatur ini adalah terkumpulnya seluruh referensi yang relevan mengenai perumusan masalah. Tujuannya adalah untuk memperkuat permasalahan serta sebagai dasar teori dalam melakukan studi dan juga menjadi dasar untuk melakukan perancangan pada mesin bending universal.

B. Analisis Komponen Perkakas Ragum Tangan Serbaguna

Keseluruhan komponen perkakas ragum tangan serbaguna adalah, dimulai dari menganalisis kekuatan ulir yang harus digunakan dan rancangannya sesuai informasi yang sudah ada, selanjutnya penempatan *bearing* untuk poros ulit di terapkan didalam sistem menggunakan baut dan mur, selain itu ulir ditentukan bahannya dan dimensi yang diperlukan agar bisa digunakan sesuai kaidah yang ada, selanjutnya agar stabil turun naiknya ulir atas dan ulir bawah,maka digunakan sliding pada kedua sisi rangka perkakas ragum tangan tersebut agar bisa berfungsi untuk mencekam benda tersebut.

Yang pertama-tama harus diperhatikan pada analisis komponen yaitu pemilihan bahan dilihat dari fungsi, pembebanan, umur, kemampuan dibentuk, di produksi dan akhirnya ongkos produksi dan sering juga kemudahan dicari dipasaran.

Umumnya cukup pemilihan tersebut berdasarkan pengalaman dengan menggunakan bahan dan mutu yang standar (Niemann, 1986)

Bila pengalaman tidak mencukupi. Dimana timbul pokok-pokok utama yang baru (penemuan baru, tuntutan baru, bahan kerja baru, perbandingan harga baru) atau beberapa bahan kerja yanga saling bersaing, maka baru timbul persoalan memilih bahan. (Niemann, 1986)

Ini memiliki penelaahan yang seksama yakni:

a. Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh komponen tersebut (fungsi, pembebanan dan umur)
b. Syarat-syarat produksi (jumlah potongan, pembentukan, cara produksi, dan biaya produksi).
c. Karakteristik bahan dan umumnya hasil percobaan-percobaan kekuatan dari bahan kerja yang akan dipilih tersebut.

Bahan yang dipilih untuk ulir perkakas ragum tangan serbaguna ini adalah St 42 dengan tegangan tarik 42 kg/mm$^2$, bahan st St 42 ini pas untuk perkakas ragum tangan serbaguna karena bahan ini adalah baja paduan (*steel Alloy)* dan memiliki kegunaan untuk komponen pres dan tempa, poros beban sedang, batang engkol kecil, dan mudah dilas.

C. Perancangan Perkakas Ragum Tangan Serbaguna

Perancangan merupakan sebuah proses awal dari sebuah rancang bangun sebuah teknologi yang keberadaannya diperlukan oleh masyarakat di segala bidang (Darmawan, 2004).

Sedangkan perancangan mesin berarti perancanaan dari sistem dan segala yang berkaitan dengan sifat mesin–mesin, produk, struktur, alat-alat, dan instrument.

Dalam sebuah perancangan, khususnya perancangan mesin banyak menggunakan berbagai ilmu yang harus diterapkan di dalamnya. Ilmu-ilmu tersebut digunakan untuk mendapatkan sebuah rancangan yang baik, tepat dan akurat sesuai dengan apa yang diharapkan. Pada umumnya ilmu-ilmu yang diterapkan antara lain ilmu matematika, ilmu bahan, dan ilmu mekanika teknik (Shigley dan Mitchell, 2000).

Pada dasarnya, perancangan adalah susunan kegiatan yang berurutan, karena itu perancangan disebut sebagai proses perancangan yang mencakup seluruh kegiatan yang terdapat dalam perancangan tersebut. Kegiatan-kegiatan dalam proses perancanagan di sebut fase. Fase-fase dalam proses peracangan berbeda satu dengan yang lainnya.

D. Morfologi Perkakas Ragum Tangan Serbaguna

Morfologi perkakas ragum tangan serbaguna adalah suatu kesatuan keseluruhan komponen perkakas ragum tangan serbaguna yang dipecah menjadi beberapa bagian menjadi Base, rangka, ulir Penyetelan, ulir Penyesuaian, cekam, proses permesinan dan *Assembly*.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan digunakan oleh tangan

Karena momen puntir pada mur & baut bermacam-macam maka apabila ini menggunkan tangan manual Diketahui:

gaya pada manusia internasional < 130 N (Niemann, 1982)

diambil F = 100 N konversi ke daya menjadi 100 watt

❖ Mencari Torsi pada perkakas ragum tangan serbagunan

$$T = K\frac{N}{n} = 1\frac{100\ watt}{1\ rad/s} = 100\ Nm$$

T = 100 Nm

Mencari diameter ulir yang dibutuhkan

langkah pertama mencari tegangan geser yang diizinkan

Diketahui: bahan St 42 memiliki tegangan tari 42 Kg/mm$^2$

Dari metode Pugsley dari tabel, maka faktor dipilih dari asumsi kebutuhan sebagai berikut :

A = kualitas material diasumsikan sangat bagus

B = untuk control kelebihan beban kategorikan sangat bagus
C = akurasi tegangan di asumsikan cukup
D = serius karena untuk pembebanan cekam
E = serius karena pemilihan bahan yang dibutuhkan sehingga ekonomi diabaikan

Maka, $Sf_1 = 1{,}3$ & $Sf_2 = 1{,}3$

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1 x Sf_2}$$

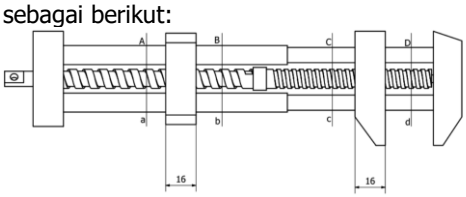
$$\tau_a = \frac{42\ Kg/mm^2}{1{,}3x1{,}3}$$

$$\tau_a = 24{,}8$$

B. Perhitungan Pembentukan Ulir

Ulir Trapesium adalah jenis ulir daya yang sering digunakan Hal ini disebabkan disamping karena proses pembuatannya yang lebih mudah (tidak membutuhkan ketelitian tinggi) juga kekuatannya terhadap tegangan geser lebih tinggi untuk *pitch* yang sama. Namun demikian efisiensinya lebih rendah dibanding ulir segi empat.

1. Menghitung Ulir Peyetelan *(Driver Thread)*
Diketahui seluruh perhitungan ulir penyetelan sebagai berikut:




**Gambar 4.** Ulir Penyetelan

Pitch = 6 mm
Kisar = tunggal
ro = 5 mm
ri = 4,25 mm
rc = 4 mm
Do = 10 mm
Di = 8,5 mm
μc = 0.2 L
μ= 0.10
Luas batang inti ulir = 100 mm
I (*Yield Strength*) = 250 N/mm$^2$
J (*Tensile Strength)* = 490 N/mm$^2$
gaya pemutar ulir penyetelan = 100 N
gaya jepit = 1000 N (100 kg/f)
Penyelesaian :

$$r_m = \frac{1}{4}(Di + Do) \Rightarrow r_m = \frac{1}{4}(10 + 8{,}5) = 4{,}625$$

$$\tan a = \left(\frac{kisar}{2\pi . r_m}\right) = \left(\frac{1}{2.3{,}14.4{,}625}\right) = 0{,}0344^o\ (2^o)$$

Karena **a** kecil maka cos **a** = 1, dan **Θ** = 0, diambil sebesar 15$^o$
Torsi Untuk memutar ulir penyetelan dihitung dengan rumus :

$$T = W\left[r_m\left\{\frac{\tan\alpha + \left(\frac{\mu}{\cos\Theta_n}\right)}{1 - \left(\frac{\mu_s . \tan\alpha}{\cos\Theta_n}\right)}\right\} + \mu_c . r_c\right]$$

$$T = 1000\ N\left[4{,}625\left\{\frac{0{,}0344 + \left(\frac{0{,}10}{0{,}96}\right)}{1 - \left(\frac{0{,}10\ X\ 0{,}0344}{0{,}96}\right)}\right\} + 0{,}2X4\right]$$

$T = 11{,}28\ Nm$ (1,15 kgf-m)

T= F.L =>L= $\frac{T}{F} = \left(\frac{11{,}28}{100}\right) = 0{,}11\ m$
Tegangan maksimum yang terjadi
Tegangan puntir yang terjadi a-A

$$\tau_w = \frac{T . r_m}{J} = \frac{11{,}28\ x\ 4{,}625}{490} = 106\ \text{N}/mm^2$$

Tegangan bengkok yang terjadi
$M_b$ = 100 x 0,15 = 15 Nm
y = $r_i$ = 4,25 mm
I (yield) = 250 N/mm$^2$

$$\sigma = \frac{M_b . y}{I} = \frac{15\ Nm\ x\ 4{,}25\ mm}{250\ N/mm^2} = 0{,}255\ \text{N}/mm^2$$

Tegangan maksimum yang terjadi

$$\tau_{mak} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + {\tau_{xy}}^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_t}{2}\right)^2 + {\tau_w}^2}$$

$$\tau_{mak} = \sqrt{\left(\frac{0{,}255}{2}\right)^2 + 0{,}106^2} = 0{,}027\ Pa$$

Tegangan tekan :

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1000\ N}{\frac{\pi(8)^2}{1000\ mm^2}} = 4976{,}11\ N/mm^2$$

Tegangan punter yang terjadi b-B
Tegangan bengkok dianggap tidak terjadi
Tegangan maksimum dianggap tidak terjadi
Tegangan Maksimum

$$\tau_{mak} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + {\tau_{xy}}^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_t}{2}\right)^2 + {\tau_w}^2}$$

$$\tau_{mak} = \sqrt{\left(\frac{4976{,}11}{2}\right)^2 + 0} = 619\ MPa$$

Efisensi Ulir daya

$$\eta = \frac{W . 2\pi . r_m . \tan\alpha}{2\pi . T}$$

$$\eta = \frac{1000\ N\ .4{,}625\ mm . 0{,}0344}{0{,}11\ Nm}$$

$$\eta = 1446{,}36\ mm$$

Banyaknya lilitan ulir dihitung dengan rumus

$$n = \frac{panjang\ tabung\ ulir}{pitch} = \frac{100\ mm}{6\ mm} = 16{,}6\ \text{pcs}$$

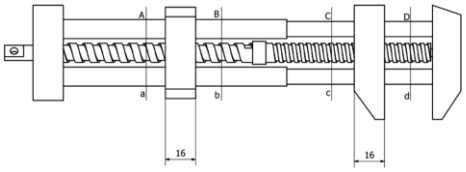
Tekanan bidang

$$\sigma_p = \frac{W}{2\pi . r_m . n . \eta}$$

$$= \frac{1000\ N}{2 . (3{,}14) . (4{,}625\ mm) . (16{,}6\ ) . (1446{,}36\ mm)}$$

$$\sigma_p = 0{,}00143\ N/m^2$$

2. Menghitung Ulir Peyesuaian (Adjuster Thread)




**Gambar 5.** Ulir Penyesuaian

Pitch = 3 mm
Kisar = tunggal
ro = 5 mm
ri = 4,25 mm
rc = 4 mm
Do = 10 mm
Di = 8,5 mm
μc = 0.2 L
μ= 0.10
Luas batang inti ulir = 85 mm
I (*Yield Strength*) = 250 N/mm$^2$
J (*Tensile Strength)* = 490 N/mm$^2$
gaya pemutar ulir penyetelan = 100 N
gaya jepit = 1000 N (100 kg/f)
Penyelesaian :

Panjang pemutar (L) dicari sebagai berikut.

$$r_m = \frac{1}{4}(Di + Do)$$

$$r_m = \frac{1}{4}(10 + 8{,}5) = 4{,}625$$

$$\tan a = \left(\frac{kisar}{2\pi . r_m}\right) = \left(\frac{1}{2.3{,}14.4{,}625}\right) = 0{,}0344^o \ \ (2^o)$$

Karena **a** kecil maka cos **a** = 1, dan **Θ** = 0, diambil sebesar 15$^o$

Torsi Untuk memutar ulir penyetelan dihitung dengan rumus :

$$T = W\left[r_m\left\{\frac{\tan\alpha + \left(\frac{\mu}{\cos\Theta_n}\right)}{1 - \left(\frac{\mu_s . \tan\alpha}{\cos\Theta_n}\right)}\right\} + \mu_c . r_c\right]$$

$$T = 1000\ N\left[4{,}625\left\{\frac{0{,}0344 + \left(\frac{0{,}10}{0{,}96}\right)}{1 - \left(\frac{0{,}10\ X\ 0{,}0344}{0{,}96}\right)}\right\} + 0{,}2X4\right]$$

$T = 11{,}28\ Nm$ (1,15 kgf-m)

T= F.L =>L= $\frac{T}{F} = \left(\frac{11{,}28}{100}\right) = 0{,}11\ m$

a. Tegangan maksimum yang terjadi
Tegangan puntr yang terjadi c-C

$$\tau_w = \frac{T . r_m}{J} = \frac{11{,}28\ x\ 4{,}625}{490} = 106\ \text{N}/mm^2$$

Tegangan bengkok yang terjadi
$M_b$ = 100 x 0,15 = 15 Nm
y = $r_i$ = 4,25 mm
I (yield) = 250 N/mm$^2$

$$\sigma = \frac{M_b . y}{I} = \frac{15\ Nm\ x\ 4{,}25\ mm}{250\ N/mm^2} = 0{,}255\ \text{N}/mm^2$$

Tegangan maksimum yang terjadi

$$\tau_{mak} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + {\tau_{xy}}^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_t}{2}\right)^2 + {\tau_w}^2}$$

$$\tau_{mak} = \sqrt{\left(\frac{0{,}255}{2}\right)^2 + 0{,}106^2} = 0{,}027\ Pa$$

Tegangan punter yang terjadi d-D
Tegangan bengkok yang terjadi dianggap tidak ada
Tegangan maksimum yang terjadi
Tegangan tekan :

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1000\ N}{\frac{\pi(8{,}5)^2}{1000\ mm^2}} = 4407{,}90\ N/mm^2$$

Tegangan Maksimum

$$\tau_{mak} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + {\tau_{xy}}^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_t}{2}\right)^2 + {\tau_w}^2}$$

$$\tau_{mak} = \sqrt{\left(\frac{4976{,}11}{2}\right)^2 + 0} = 619\ MPa$$

Efisensi Ulir daya

$$\eta = \frac{W . 2\pi . r_m . \tan\alpha}{2\pi . T}$$

$$\eta = \frac{1000\ N\ .4{,}625\ mm . 0{,}0344}{0{,}11\ Nm}$$

$$\eta = 1446{,}36\ mm$$

Banyaknya lilitan ulir dihitung dengan rumus

$n = \frac{panjang\ tabung\ ulir}{pitch} = \frac{85\ mm}{3\ mm} = 28{,}3$ pcs

Tekanan bidang

$$\sigma_p = \frac{W}{2\pi . r_m . n . \eta}$$

$$= \frac{1000\ N}{2.(3{,}14).(4{,}625\ mm).(28{,}3\ ).(1446{,}36\ mm)}$$

$$\sigma_p = 0{,}00143\ N/m^2$$

3. Hasil Uji Coba

Ujicoba Perkakas Ragum Tangan Serbaguna dilakukan dengan empat macam benda kerja:

a. Ujicoba pertama dilakukan bongkar pasang mur dan baut pada benda kerja dengan kekuatan tangan manusia.
b. Ujicoba kedua sistem kerja ulir *lock on* Ketika digeser pada cekam oleh tangan, dan mudah digeser oleh tangan Ketika menggeser *adjustable thread*.
c. Ujicoba ketiga dilakukan pemukulan paku oleh perkakas ragum tangan serbaguna.
d. Ujicoba keempat dilakukan membuka tutup botol.

4. Kelemahan

Berdasarkan hasil uji coba konsturksi dan uji coba kinerja mesin bending universal memiliki beberapa kelemahan seperti:

a. Belum memiliki garis ukuran, hanya menyesuaikan lebar minimal dan maksimal lebar cekam.
b. Kapasitas mur & baut yang masih maksimal 14 mm karena dibuatnya versi kecil
c. Kegagalan ulir penyetelan menyebabkan kurang peraktis untuk proses pembukaannya dan pencekaman

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang telah dicapai dari keseluruhan proses yang meliputi perancangan, pembuatan dan pengujian terhadap perkakas ragum tangan serbaguna yang telah dibuat, dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Perancangan menggunakan *Software Autodesk inventor 2021* dan menggunakan perhitungan buku elemen mesin.
b. Alat dan mesin yang digunakan untuk proses pembuatan adalah gergaji tangan, gerinda potong, kikir, penggores, mesin bor, mesin frais, mesin bubut, mistar baja, pengaris siku, penitik, tang, ragum, snay, tap, kikir, dan amplas.
c. Setelah pegujian Perkakas Ragum Tangan Serbaguna ini telah bekerja dengan cukup baik dan mampu memenuhi kapasitas target yaitu mampu memutarkan mur atau baut kepala berukuran max 14 mm.

## DAFTAR PUSTAKA


Darmawan, 2021. *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional

G, Niemann,1982, *Elemen Mesin*. (Anton Budiman: terjemahan, 2022), Jakarta: Erlangga

Hamrock, dkk. 2023. *Fundamentals of Machine Element.* Singapore. Mc Graw-Hill

Johnson, R.A. and Wichern D.W. 2022. *Applied Multivariate Statistical Analysis. Sixth Edition*. Prentice-Hall InternationalNew Jersey.

Kalpakjian, S dan Schmid, S. R. (2022), *Manufacturing Processes for Engineering Materials*,Eighth edition in SI Units New Jersey, Prentice Hall.

Khurmi, R.S., J.K. Gupta. 2001. *A Textbook Of Machine Design (S1 Units).* New Delhi: Eurasia Publising House

Shigley, J. E. (2023). *Mechanical Engineering Design, Eleventh Edition. United States of America : The McGraw-Hill Companies*

Wijaya, Hastono, 2022. *Metrologi Industri,* Malang: UB Pres

Perkakasku, 2019. Jenis-jenis clamp, https://blog.perkakasku.com/2019/01/10/klem-dan-berbagai-jenisnya/ diakses 20 Mei 2024

Teknikkece, 2021. Jenis bentuk ulir, https://teknikece.com/ulir/ diakses 20 Mei 2024