

# STUDI ANALISA MATERIAL DAN DESAIN PRODUK PERKAKAS TANGAN

Melya Dyanasari Sebayang<sup>1)</sup>, Augustinus Genius Gultom<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Lecturer <sup>2)</sup> Student of Mechanical Engineering of Christian University of Indonesia  
email: [melcan\\_sebayang@yahoo.co.id](mailto:melcan_sebayang@yahoo.co.id); HP: 08159223026

## Abstract

Based on observations of hand tools distribution in Jakarta area, Today many brands are emerging with various types and innovations provided by each tool manufacturer. In the industrial world the quality of hand tools is very important because of the heavier work and the limited work area. The comparisons made in this paper, especially on design and materials provide a good reference for determining what tools are appropriate for industry or normal everyday use. Examples such as ring lock fitting with vanadium chrome material are common but have less resistance. Or a socket with flank drive design will provide many conveniences and coupled with good material such as chrome vanadium molybdenum. Based on the results of research in the market that most hand tools that use Chrome Vanadium material as a key element in the production of various types of tooling, Especially in the 3 types of tools studied. This is because with the strength and the level of violence resulting from the combination of materials is enough to meet the needs and the use in general. This is because with the strength and the level of violence resulting from the combination of materials is enough to meet the needs and the use in general. Adding or replacing the Chrome Vanadium Steel alloy element to Chrome Boron Steel's new alloy element on the lock will boost the boiling point to 15% higher and its melting point increased by 8.6%.

**Keywords :** Hand tools, materials, design, chrome vanadium, molybdenum, flank drive, industry

## PENDAHULUAN

Seperti dikutip dari *Wikipedia*, perkakas tangan adalah alat-alat yang digunakan dengan kekuatan tangan manual (tenaga manusia) dan bukan dengan mesin (seperti halnya *power tool*)<sup>(1)</sup>. Beberapa contoh peralatan tangan adalah palu, kunci pas, tang, obeng dan pahat. Perkakas tangan umumnya tidak terlalu berbahaya jika dibandingkan dengan perkakas elektrik.

Perkakas tangan dapat dikategorikan ke dalam beberapa lingkup pekerjaan, seperti : pemotong, pemukul, penggerak, pemutar, pengukur, pengikat, sampai alat khusus, dengan masing-masing memiliki bentuk sesuai

dengan fungsinya. Pada saat penggunaannya, perkakas tangan ini pada umumnya memberikan rasa kurang nyaman bagi penggunanya. Pada saat pemakaian jangka panjang, perkakas tangan biasa dapat mempengaruhi struktur dari tangan atau bagian tubuh penggunanya, seperti penggunaan gergaji, palu atau bahkan obeng. Hal ini yang kemudian membuat banyak pabrikan untuk berinovasi untuk membuat perkakas tangan yang secara fungsi tetap sama namun memberikan rasa nyaman dan mempermudah pekerjaan dari si penggunanya. Pada studi analisa ini, difokuskan pada 2 jenis perkakas tangan yang memiliki fungsi masing-masing pemutar,

pemotong/pemegang. Seperti kunci atau dalam Bahasa Inggris *wrench*, kunci soket atau *socket*, dan tang atau *plier* (bisa digunakan untuk pemotong atau pemegang).

Pada analisa kali ini dibatasi pada material dan desain untuk 3 jenis perkakas tangan, dengan area penelitian yang menjadi topik tugas akhir ini adalah di Jakarta. Produk-produk yang diteliti adalah produk keluaran terbaru atau sudah ada pembaharuan dari tipe sebelumnya, seperti

1. Kunci (*Wrenches*)

Yaitu, perkakas tangan yang berfungsi untuk membuka baut/mur berbagai ukuran.

2. Kunci Soket (*Interchangeable Socket*)

Yaitu, salah satu perkakas tangan yang digunakan untuk membuka baut/mur berbagai ukuran namun diaplikasikan bersamaan dengan batang soket.

3. Tang (*Pliers*)

Yaitu, alat yang digunakan untuk memegang benda kerja.

**Tujuan Penulisan**

Adapun tujuan Studi Analisa Material dan Desain Produk Perkakas Tangan ini adalah

1. Mengetahui kualitas perkakas tangan dengan jenis material yang berbeda.
2. Mengetahui desain perkakas tangan terhadap kualitas kerja.
3. Membantu masyarakat di dalam memilih perkakas tangan yang sesuai dengan kebutuhan, dan

**METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bagian ini, penulis akan menjabarkan hasil kajian terhadap produk perkakas tangan yang dijual di Indonesia, terutama di Jakarta sebagai lingkup penelitian. Kajian yang

didapat dari produk yang ada di pasaran meliputi material dan desain produk dari masing-masing perkakas.

**Tabel 1. Perbandingan Merk XXX dan Merk B**

	XXX		B	
Parameter Jenis	Material	Desain	Material	Desain
Kunci	Chrome Boron Steel	Flank drive	Chrome Vanadium Steel	Non flank drive
Kunci Soket	Chrome Vanadium Molybdenum Steel	Flank drive	Chrome Vanadium Steel	Non flank drive
Tang	High Carbon Steel	Power Edge	Chrome Vanadium Steel	Basic cutting edge

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada umumnya material yang digunakan di pasaran saat ini adalah *chrome vanadium*. Pada pembahasan berikut menjabarkan masing-masing material dan desain.

**Data Material**

**Chrome (Chromium)**

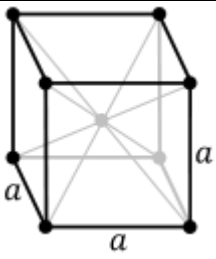
*Chrome* atau Chromium adalah unsur kimia dalam tabel periodik dengan nomor atom 24 dan lambang *Cr*<sup>(11)</sup>. Penambahan *chromium* menghasilkan berbagai bentuk karbida *chromium* yang sangat keras, tetapi juga memberi baja yang sifatnya lebih daktil dibanding baja dengan kekerasan yang sama dari hasil penambahan kadar karbon. Ketika

dipanaskan, akan membentuk oksida kromat hijau.



Gambar. 1 Kristal *chrome*

Tabel 2 Karakteristik *Chrome* <sup>(12)</sup>

Symbol	Cr
Atomic number	24
Element category	Transition metal
Standard atomic weight	51.996
Phase	Solid
Melting point	1907°C / 2180 K / 3465 °F
Boiling point	2672 °C / 2944 K / 4840°F
Density	7.19 g/cm <sup>3</sup> at room temperature 6.3 g/cm <sup>3</sup> when liquid at melting point
Thermal expansion	4.9µm/(m·K)(at 25°C)
Hardness Vickers	1060 MPa
Hardness Brinell	687 – 6500 MPa
Crystal structure	 Bcc

### Boron

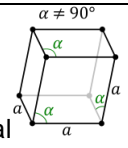
*Boron* merupakan unsur paduan yang paling penting pada paduan *Boron Steel*. Dalam jumlah terbatas, *Boron* banyak digunakan untuk meningkatkan kekerasan baja, biasanya

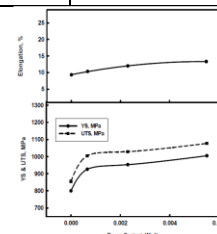
dibawah 0.003% <sup>(7)</sup>. Selain itu juga memberikan keuntungan kemampuan-mesinan dan *extrudability* yang lebih baik dibandingkan tanpa penambahan *Boron*. Baja dengan paduan *Boron* juga akan lebih tahan terhadap retak pada proses *quenching* dan mengurangi distorsi pada saat perlakuan panas.



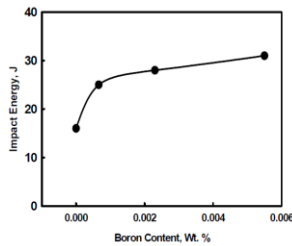
Gambar 2 *Boron*

Tabel 3 Karakteristik *Boron* <sup>(12)</sup>

Symbol	B
Atomic number	5
Element category	Metalloid
Standard atomic weight	10.81
Phase	Solid
Melting point	2076°C / 2349 K / 3769 °F
Boiling point	3927 °C / 4200 K / 7101°F
Density	2.08 g/cm <sup>3</sup> when liquid at melting point
Thermal expansion	5-7µm/(m·K)(at 25°C)
Crystal structure <sup>(10)</sup>	 Rhombohedral



Gambar 3 Pengaruh *Boron* pada *mechanical properties*

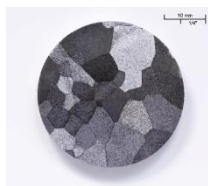


**Gambar 4 Pengaruh boron pada kuat impact pada suhu 25°C**

Pada Gambar 3 dapat dinyatakan dengan menambahkan *boron* sampai dengan 0.0023% dapat meningkatkan *yield strength* dan *ultimate tensile strength*. Dan semakin ditambah *boron* sampai dengan 0.0055% elongasi dari baja juga akan meningkat. Pada Gambar 4 juga menggambarkan bahwa dengan komposisi penambahan *boron* sampai dengan 0.0023% kuat impact akan lebih optimum. Penambahan *boron* akan meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja dengan komposisi dibawah 0.0030%<sup>7)</sup>.

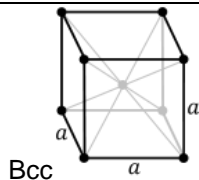
### Vanadium

*Vanadium* memberi daerah kekerasan yang luas bagi baja, dan campuran ini dapat diperkeras dari suatu suhu yang lebih tinggi. Adalah sulit untuk melunakkan baja *Vanadium* melalui penyejukan, walaupun begitu, cara ini banyak dipakai dalam pembuatan baja perkakas (*tool steel*)<sup>(14)</sup>. Sifat dari *Vanadium* murni adalah logam berwarna putih cemerlang dan lunak. *Vanadium* juga tahan korosi terhadap larutan basa, asam sulfat, dan asam klorida atau air garam. Namun bisa teroksidasi diatas 660°C.



**Gambar 5 Vanadium**

**Tabel 4 Karakteristik Vanadium<sup>(12)</sup>**

Symbol	V
Atomic number	23
Element category	Transition metal
Standard atomic weight	50.9415
Phase	Solid
Melting point	1910°C / 2183 K / 3470 °F
Boiling point	3407 °C / 3680 K / 6165°F
Density	6.0 g/cm <sup>3</sup> at room temperature 5.5 g/cm <sup>3</sup> when liquid at melting point
Thermal expansion	8.4µm/(m·K)(at 25°C)
Hardness Vickers	628 – 640 MPa
Hardness Brinell	600 – 742 MPa
Crystal structure	 Bcc

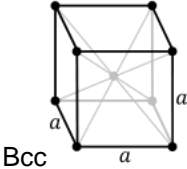
### Molybdenum

*Molybdenum* menambah daerah suhu kritis dan pada dasarnya menurunkan titik transformasi<sup>(15)</sup>. Karena penurunan titik transformasi ini, *molybdenum* adalah bahan paling efektif dalam menghasilkan sifat yang diinginkan dari pengerasan dengan menggunakan oli (*oil hardening*) dan udara (*air hardening*). Kecuali terhadap karbon, bahan ini mempunyai pengaruh pengerasan yang paling besar, dan karena itu juga akan menyumbangkan ukuran butiran yang kecil, yang menghasilkan sumbangan yang besar terhadap kelihatan.



**Gambar 6 Molybdenum**

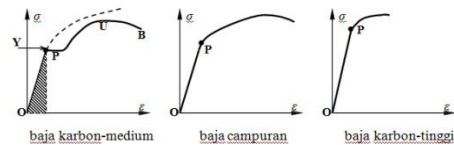
**Tabel 5 Karakteristik Molybdenum<sup>(12)</sup>**

Symbol	Mo
Atomic number	42
Element category	Transition metal
Standard atomic weight	95.95
Phase	Solid
Melting point	2623°C / 2896 K / 4753 °F
Boiling point	4639 °C / 4912 K / 8382°F
Density	10.28 g/cm <sup>3</sup> at room temperature 9.33 g/cm <sup>3</sup> when liquid at melting point
Hardness Vickers	1400 – 2740 MPa
Hardness Brinell	1370 – 2500 MPa
Thermal expansion	4.8µm/(m·K)(at 25°C)
Crystal structure	

*Molybdenum* memiliki sifat yang keras, dengan warna seperti logam perak dengan titik leleh yang sangat tinggi. Dengan mencampur dengan baja, akan meningkatkan kekuatan, ketangguhan dan ketahanan terhadap keausan dan korosi, dan juga mampu untuk mengeraskan baja itu sendiri.

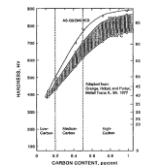
### Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi (*high carbon steel*) mengandung kadar karbon antara 0,5% -1,5% C dan setiap satu ton baja karbon tinggi mengandung karbon antara 70 – 130 kg. Baja ini mempunyai kekuatan paling tinggi dan banyak digunakan untuk material tools. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja.



**Gambar 7 Kurva Tegangan – Regangan Baja**

Penggunaan baja karbon tinggi pada perkakas untuk mendapatkan tingkat kekerasan dan kekuatan yang lebih baik. Namun sebaliknya, baja dengan kadar karbon lebih tinggi tingkat elongasi atau elastisitasnya juga akan berkurang seperti terlihat pada Gambar 7. Pada baja dengan karbon tinggi, tingkat kekerasannya juga akan meningkat dengan mencegah pergeseran kisi kristalnya. Pada Gambar 8 menunjukkan kurva perbandingan kadar karbon yang bisa mempengaruhi kekerasan dari baja itu sendiri.



**Gambar 8 Kurva kekerasan baja karbon**

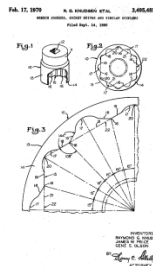
### Data Desain

Dari sisi desain, 2 merk yang diteliti memiliki istilah yang berbeda-beda namun pada fungsi yang sama. Pada bagian ini akan dijelaskan dari masing-masing desain, baik merk XXX dengan pembandingnya. Perbandingan desain berfokus pada manfaat lebih pada saat penggunaan. Dari setiap perkakas dibahas mengenai 2 bagian utama, yaitu gagang atau *handle* dan kepala (bagian yang bersinggungan dengan baut/mur).

### Flank Drive

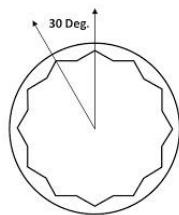
Desain *flank drive* ini adalah hak paten yang dimiliki oleh merk XXX, dengan inovasi pada bagian kepala kunci atau soket. Fungsi utamanya sama dengan desain pada

umumnya yaitu untuk melepas atau memasang baut/mur.



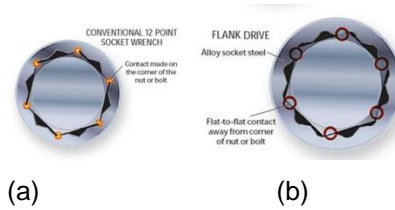
**Gambar 9 Desain Flank Drive**

Gambar 9 adalah bentuk dari desain *flank drive*. Desain ini ada pada perkakas kunci dan soket, yaitu di bagian kepalanya. Bagian utama pada desain ini adalah pada bagian lembah atau cekungan kepala kunci/soket yang membentuk sudut  $144^\circ$  pada bagian luar. Sedangkan pada desain konvensional, sudut yang dibentuk lebih kecil atau cenderung lebih tajam. Desain konvensional dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 10 Desain konvensional dari kepala kunci atau soket**

Pada desain konvensional, sisi dari kepala baut akan bersinggungan langsung dengan sudut kepala kunci/soket. Hal ini membuat sisi kontak akan lebih kecil (*point to point*) (Gambar 11a). Dan pada desain *flank drive* membuat kepala baut akan bersinggungan dengan bagian radius dari dinding kepala kunci/soket (Gambar 11b). Sehingga sisi kontak akan lebih besar dibandingkan dengan desain konvensional. Aplikasi dari penggunaan desain *flank drive* pada Gambar 12.



**Gambar 11. Perbandingan desain konvensional dan flank drive**

Desain *flank drive* akan menambah torsi pada saat penggunaan dengan adanya sisi kontak yang lebih besar dibandingkan desain konvensional. Dan dari segi ketahanan, desain *flank drive* memungkinkan umur pakai dari kunci/soket maupun baut/mur akan lebih tahan lama.



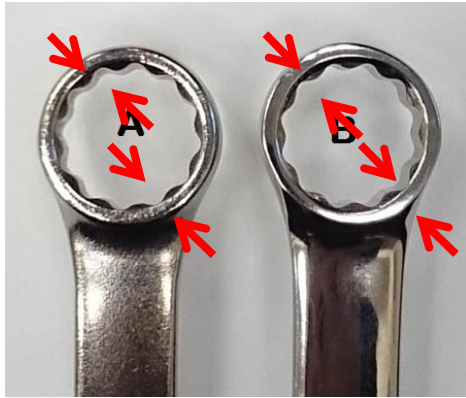
**Gambar 12 Contoh penggunaan soket dengan desain flank drive**

Dengan desain *flank drive* ini, memberikan konsekuensi pada ketebalan dinding soket lebih tipis sehingga memberikan kemudahan akses pada saat pemakaian di area yang sempit atau terbatas (Gambar 13a). Sedangkan pada merk B, ketebalan dinding soket lebih tebal dan berbeda-beda (Gambar 13b).



(a) (b)

**Gambar 13. Perbandingan tebal dinding soket merk XXX (a) dan merk B (b)**



**Gambar 14 Perbandingan tebal dinding kepala kunci merk XXX (a) dan merk B (b)**

Pada Gambar 14, kepala kunci merk XXX yang menggunakan desain *flank drive* juga memiliki ketebalan dinding yang lebih tipis dan juga sama setiap sisinya. Dan pada merk B, memiliki ketebalan yang lebih tebal dan tidak seragam pada sisi berseberangannya. Dinding yang lebih tebal pada merk B untuk mendapatkan kekuatan pada saat pemakaian.

### Power Edge

Istilah *power edge* pada merk XXX terletak pada bagian mata potong dari perkakas tang, baik tang kombinasi, tang potong, atau tang kabel. Fitur dari *power edge* adalah kekuatan dari mata potongnya yang lebih baik dibandingkan dari merk B. Desain ini dimulai dari bentuk gagang atau *handle* yang ergonomis dan memiliki panjang lengan yang lebih panjang sehingga didapatkan momen gaya yang lebih baik. Desain mengikuti dari perhitungan momen gaya dengan rumus :

$$\tau = F \cdot L$$

Dengan momen torsi ( $\tau$ ) akan meningkat dengan penambahan lengan gaya (L) (gagang tang) dengan gaya tekan (F) yang sama. Sehingga akan mempermudah si pengguna dalam pemakaian tang.



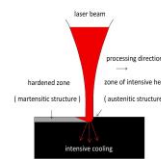
Merk XXX



Merk B

**Gambar 15 Bentuk gagang/lengan pengungkit tang**

Selain itu pada bagian mata potong dilakukan *laser hardening* yaitu dipanaskan khusus agar lebih keras hanya pada bagian mata potongnya saja (Gambar 15a). Proses ini dilakukan untuk mendapatkan daya potong material kawat atau kabel yang lebih baik dibandingkan dengan merk B. Dan juga meningkatkan ketahanan mata potong lebih lama dibandingkan tanpa proses *laser hardening*.



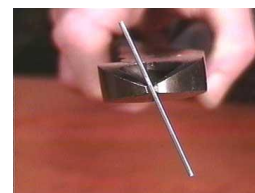
(a)



(b)

**Gambar 16 Proses laser hardening**

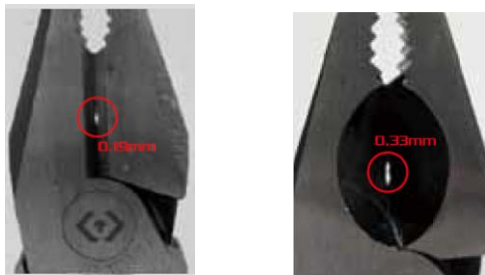
Sedangkan pada merk B tidak dilakukan proses *hardening* pada bagian mata potongnya, setelah dilakukan perlakuan panas pada keseluruhan badan tang. Tang pada merk B hanya dilakukan *heat treatment* biasa pada keseluruhan badan tang untuk mendapatkan kekerasan dari perkakas itu sendiri.



**Gambar 17 Aplikasi pemotongan kawat menggunakan tang**

Konsekuensi dari *laser hardening* ini sendiri adalah dapat memperkeras mata potong.

Sehingga cocok untuk memotong kawat atau kabel yang keras atau tebal.



(XXX)

(b)

**Gambar 18 Hasil pengujian mata potong untuk memotong kawat piano ukuran 1.6mm sebanyak 2000 kali**

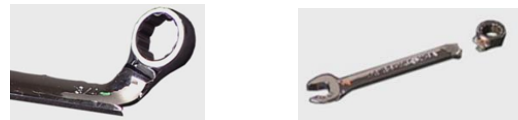
Pada Gambar 18 adalah hasil pengujian mata potong yang digunakan untuk memotong kawat piano ukuran 1.6 mm sebanyak 2000 kali menunjukkan perbedaan antara mata potong dengan *laser hardening* dan yang tanpa *laser hardening*. Pada Gambar 18a, efek pada bagian mata potong lebih baik atau lebih kuat dibanding dengan Gambar 18b. Pengujian tersebut membuktikan bahwa dengan proses *laser hardening* seperti penjelasan pada Gambar 16 akan memberikan daya tahan yang lebih lama dan lebih kuat.

### Analisa Data

#### Kunci

Berdasarkan perbandingan yang telah dijelaskan pada data material pada pembahasan subbab sebelumnya, kunci merk XXX dengan material *chrome boron*, akan memiliki kualitas yang lebih baik. Dengan penambahan *boron* pada paduan baja, dan *chrome* akan membuat perkakas menjadi lebih kuat, keras dan tahan lama pada saat pemakaian. Terutama karena kunci biasanya digunakan untuk membuka baut/mur yang membutuhkan torsi besar, maka akan lebih

aman pada saat dipakai atau menghindari patah atau rusak.



(a)

(b)

**Gambar 19 Hasil uji bending terhadap merk XXX (a) dan merk B (b)**

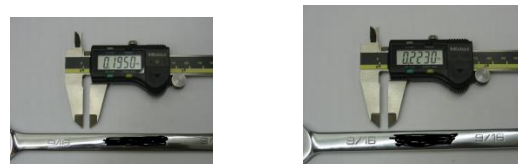
Dari sisi desain produk, *flank drive*, memberikan tingkat ketahanan lebih lama pada kepala kunci ataupun baut/mur itu sendiri terhadap pemakaian berulang. Dan juga memberikan gaya yang lebih baik dengan sisi kontak yang lebih besar dibandingkan merk B. Desain *flank drive* membuat genggamannya kepala kunci terhadap kepala baut/mur lebih baik dan pas. Profil kepala kunci juga memiliki ketebalan yang lebih tipis untuk mendapatkan kemudahan akses yang lebih baik (Gambar 3.20).



(a)

(b)

**Gambar 3.20 Perbandingan profil kepala kunci merk XXX (a) dan merk B (b)**



(a)

(b)

**Gambar 3.21 Perbandingan profil gagang kunci merk XXX (a) dan merk B (b)**

#### Soket

Material soket pada umumnya *chrome vanadium* sudah baik, namun pada merk XXX dengan penambahan *molybdenum*, secara perpaduan baja akan meningkatkan kekerasan



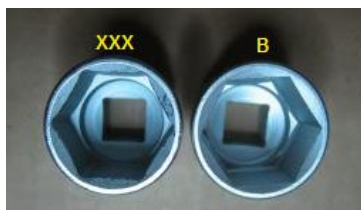
dan memberikan kemampuan tahan korosi lebih baik. Penambahan *molybdenum* digunakan juga untuk mendukung dari desain soket yang memiliki ketebalan yang lebih tipis dibandingkan merk B. Yaitu untuk memberikan tingkat kekerasan dan kekuatan sehingga terhindar dari kerusakan atau patah. Pada merk B, pemakaian *chrome vanadium* karena lebih murah dan lebih mudah dalam proses produksinya, namun dengan konsekuensi tebal dinding soket lebih tebal.



**Gambar 22 Kondisi soket yang patah (*crack*) pada saat pemakaian**

Secara desain, soket pada merk B memiliki desain biasa atau dengan sudut kepala soket yang lebih tajam. Pada desain soket merk XXX, memiliki sisi kontak yang lebih besar. Sama halnya dengan desain dari kepala kunci, *flank drive*. Sehingga akan menambah gaya torsi pada saat penggunaan dan menambah umur dari soket atau baut/mur itu sendiri.

Model desain *flank drive* saat ini sudah banyak diadaptasi, namun dengan kualitas yang tidak lebih baik dari merk XXX. Karena untuk membuat *flank drive* yang baik dibutuhkan tingkat presisi dan konsistensi yang tinggi untuk mendapatkan hasil yang baik.



**Gambar 23 Desain soket : XXX *Flank drive* dan soket B konvensional**

## Tang

Tang masih menggunakan material *high carbon steel*. Hal ini dikarenakan lebih murah dan juga proses produksi lebih sederhana. Tujuannya untuk mendapatkan nilai jual yang lebih murah dipasaran. Tang pada merk XXX sudah menggunakan *chrome vanadium*, yang memiliki tingkat kekerasan yang lebih baik. Pada merk B masih menggunakan *high carbon steel*. Dengan menggunakan *chrome vanadium*, pada tang merk XXX juga akan lebih tahan terhadap korosi. Sehingga untuk pemakaian jangka panjang akan lebih baik dan tahan lama. Desain dari tang merk XXX, *power edge*, memberikan kenyamanan yang lebih baik kepada si pengguna. Dengan membutuhkan tenaga yang sama pada saat memakai tang merk B, namun akan memberikan kemudahan pada saat pemotongan kawat atau kabel. Selain itu desain yang ergonomis memberikan kenyamanan pada pengguna untuk pemakaian yang lama. Pada Gambar 24 menunjukkan jarak poros ke mata potong lebih dekat dan dengan lengan atau gagang yang lebih panjang, memberikan momen gaya yang lebih besar dibandingkan merk B.



**Gambar 24 Jarak poros dengan mata potong dan desain gagang/lengan**

## Kesimpulan

Dari analisa perbandingan literatur yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian di pasar bahwa kebanyakan perkakas tangan yang ada menggunakan material *Chrome Vanadium* sebagai unsur utama dalam produksi berbagai jenis perkakas, terutama dalam 3 jenis perkakas yang diteliti. Hal ini dikarenakan dengan kekuatan dan tingkat kekerasan yang dihasilkan dari perpaduan material tersebut sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan dan penggunaan pada umumnya
2. Pada kunci soket dengan penambahan unsur *Molybdenum* pada unsur paduan *Chrome Vanadium Steel* menjadi *Chrome Vanadium Molybdenum Steel* akan menghasilkan kunci soket yang lebih keras dan liat serta lebih tahan terhadap korosi. Penambahan *Molybdenum* meningkatkan titik didih sebesar 37.3% dan titik leleh menjadi lebih tinggi sebesar 36.1%. Dengan peningkatan titik didih dan titik leleh ini, menjadikan kunci soket dengan penambahan *Molybdenum* lebih cocok digunakan pada area yang kerja berat dan area-area panas.
3. Pemilihan *High Carbon Steel* sebagai unsur paduan pembuatan tang dikarenakan sifatnya yang keras dan kuat. Terutama pada bagian mata potong yang diharuskan lebih keras dan kuat dibandingkan material objek yang akan dipotong tersebut. Dengan kadar karbon antara 0.5% -1.5% maka mampu bentuk material mencapai suhu 1249°C.

4. Dari sisi desain, desain *flank drive* mampu memberikan kualitas pemakaian yang lebih baik pada saat digunakan di area kerja berat. Dan juga dapat memberikan kemudahan akses yang baik dibandingkan desain konvensional. Saat ini inovasi mesin dan alat yang lebih kompak atau kecil, sehingga dibutuhkan suatu perkakas yang menunjang area terbatas tersebut. Untuk pemakaian sehari-hari juga dapat membantu terutama untuk servis mesin kendaraan dengan area kerja terbatas. Namun dengan desain konvensional juga sudah cukup untuk pemakaian pada umumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Scott P. Schneider (1998). "Tools". Di Jeanne Mager Stellman.
2. Henry C. Mercer, *Ancient Carpenters' Tools: Illustrated and Explained, Together with the Implements of the Lumberman, Joiner and Cabinet- Maker*, 1928, reprint Courier Corporation - 2013, pages 271-272
3. Tien-I Handbook. *Professional Tools*. 2004
4. [www.lenntech.com/periodic/elements/cr.htm](http://www.lenntech.com/periodic/elements/cr.htm) (Sub Bab 3.2.1)
5. [www.lenntech.com/periodic/elements/b.htm](http://www.lenntech.com/periodic/elements/b.htm) (Sub Bab 3.2.1)
6. A. Bardelcik, C. P. Salisbury, S. Winkler, M.A. Wells and M. J. Worswick, "Effect of Cooling Rate on High Stain Rate Properties of Boron Steel ," *International Journal of Impact Engineering*, Vol. 37, No. 6, 2010, pp. 694- 702.
7. G.V. Samsonov, ed. (1968). *"Mechanical Properties of the Elements"*. Handbook of the physicochemical properties of the elements. New York, USA: IFI-Plenum.

8. <http://www.rsc.org/periodic-table>
9. Conventional Atomic Weights 2013. Commission on Isotopic Abundances and Atomic Weights
10. [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_chemical\\_elements](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_chemical_elements)
11. <http://www.ciaaw.org/reference-materials.htm>
12. "Hand Tools:Tongs, pincers, and pliers". *Encyclopædia Britannica*. Retrieved Mar 14, 2013.
13. Moskalyk, R. R.; Alfantazi, A. M. (2003). "Processing of vanadium: a review". *Minerals Engineering*. **16** (9): 793–805
14. Lide, David R., ed. (1994). "Molybdenum". *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. **4**. Chemical Rubber Publishing Company. p. 18
15. Modulus of Elasticity, Strength Properties of Metals – Iron and Steel, retrieved 23 April 2009