

PEMBUATAN CAKRAM REM SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN MATERIAL BAJA KARBON TIPE S45C

Afif Arya Nugraha Darma¹, Syahbuddin²

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

Jl. Raya Lenteng Agung No.56-80, RT.1/RW.3, Srengseng Sawah, Jakarta, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta

afifaryanugraha012@gmail.com , syahbuddin5mh@gmail.com

ABSTRAK

Sistem Pengereman sangat berperan penting untuk kenyamanan dan keamanan pengendara motor, cakram adalah salah satu bagian sistem pengereman yang dapat aus karena menerima beban mekanis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari nilai kekerasan cakram rem yang dibuat dan mendapatkan struktur mikro martensit. Penelitian ini menggunakan bahan baja karbon S45C dengan perlakuan panas hardening dan quenching, kemudian dilakukan pengujian menggunakan alat uji hardness rockwell dan alat uji mikroskop. Hasil penelitian mendapatkan tingkat kekerasan yang memiliki nilai rata – rata 65,2 HRC dengan proses *heat treatment* pada temperatur 1000 °C dengan suhu penahanan 90 detik dan dilakukan pendinginan cepat menggunakan media oli SAE 40. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pancasila Jakarta dengan standar pengujian dilakukan sesuai dengan buku pedoman BOHLER dan diagram *Time Temperatur Transformation*.

Kata Kunci : Cakram Rem, Sepeda Motor, Baja Karbon S45C, *Heat Treatment*, Struktur Mikro.

ABSTRACT

The braking system plays an important role for the comfort and safety of motorcyclists, the disc is one part of the braking system that can wear out due to mechanical loads. The purpose of this research is to find the value of the hardness of brake discs and obtain a martensite microstructure. This study used S45C carbon steel with hardening and quenching heat treatment, then tested using a Rockwell hardness test instrument and a microscope test instrument. The results showed that the hardness level had an average value of 65.2 HRC with a heat treatment process at a temperature of 1000 °C with a holding temperature of 90 seconds and a fast cooling was carried out using SAE 40 oil media. This research was conducted at the Mechanical Engineering Laboratory, Pancasila University Jakarta using materials S45C steel with test standards carried out according to BOHLER manual and Time Temperature Transformation diagram.

Keywords: motorcycle, disc brake, S45C carbon steel, heat treatment, microstructure.

PENDAHULUAN

Menurut data yang diambil dari Asosiasi Sepeda Motor Indonesia (AISI) menunjukkan penjualan unit sepeda motor sampai tahun 2019 sendiri sudah mencapai 7.926.104 unit [1]. Rendahnya kondisi pelayanan transportasi publik [2], kepemilikan kendaraan pribadi menjadi salah satu solusi yang tidak dapat dihindarkan. Banyak masyarakat dengan pendapatan menengah kebawah memiliki sepeda motor karena harganya yang relatif murah dan fleksibel [3] sehingga akan membuat berkembang pesatnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi pada berbagai bidang terutama dalam bidang otomotif semakin tidak dapat dipisahkan dari pergerakan manusia dalam melakukan

perjalanan. Inovasi di bidang otomotif saat ini menjadi terobosan teknologi terbaru untuk memenuhi tuntutan konsumen agar lebih mudah, aman dan nyaman. Secara umum sepeda motor terdiri dari beberapa komponen seperti mesin, sistem pengereman, *chasis* mesin memiliki perangkat keamanan & *performance* yang tinggi serta kenyamanan lengkap yang berfungsi optimal. Semua jenis kendaraan baik roda dua maupun roda empat bisa disebut baik jika dapat memberikan rasa yang aman dan nyaman dan dilengkapi pula oleh berbagai sistem, yang salah satunya yaitu sistem pengereman [4]. Pada saat sekarang ini, tidak ada satu kendaraan pun yang di produksi tanpa di lengkapi sistem pengereman yang telah ditetapkan oleh pemerintah [5]. Saat

pengereman, pada kendaraan akan terjadinya suatu gesekan antara cakram rem dan kampas rem yang memiliki suatu fungsi utama untuk memperlambat laju atau menghentikan kendaraannya dengan cara mengubaha tenaga kinetik/gerak dari kendaraannya tersebut hingga menjadi suatu tenaga panas.

Sistem rem tidak hanya menghasilkan jumlah tenaga gesekan yang besar, tetapi juga harus mempunyai sifat bahan yang tahan pada gaya gesekan dan tidak mengakibatkan sifat panas yang bisa menyebabkan bahan tersebut meleleh hingga menjadikan bahan tersebut berubah bentuk. Bahan-bahan yang tahan terhadap gaya gesekan tersebut biasanya merupakan suatu gabungan dari beberapa jumlah bahan yang disatukan yaitu dengan cara melakukan suatu perlakuan tertentu. Bahan-bahan tahan panas tersebut di antaranya adalah: karbon, kevlar, resin, tembaga, timah, fiber, kuningan dan bahan-bahan aditif/tambahan lainnya[5].

Pada dunia industri, baja karbon adalah logam yang paling banyak digunakan. Salah satu jenisnya adalah baja AISI 1045 atau baja karbon sedang[6]. Pada jenis material baja karbon S45C umumnya digunakan pada cakram rem mobil namun sampai saat ini belum pernah digunakan pada kendaraan bermotor. Alasan pemilihan baja karbon S45C pada penelitian ini sebagai material cakram rem karena sifatnya yang sangat keras, bisa diubah menjadi struktur mikro martensit dan harganya yang relatif murah.

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Januari sampai dengan bulan Agustus 2020. Tempat penelitian ini bertempat pada Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila Jakarta.

B. Alat Yang Digunakan

1. Mesin Gegaji *Hacksaw*
2. Mesin Gerinda Tangan
3. *Hardness Rockwell*
4. Mikroskop
5. Mesin Bubut Konvensional Tipe C6240A
6. Mesin Milling NANTONG

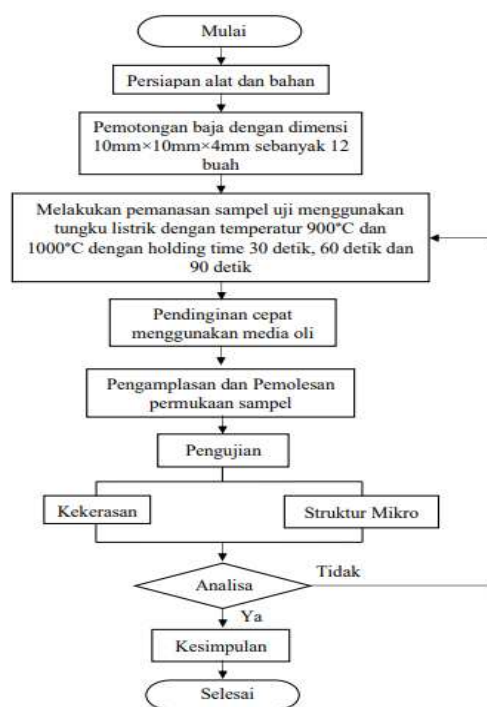
7. Mesin *Blander Cutiing*
8. *Dividing Head*
9. Ragum
10. Tang Penjepit
11. Tungku Listrik
12. *Thermometer Infrared*
13. Jangka Sorong
14. Sarung Tangan
15. Mata pahat lubang tipe TNMC holder 12mm
16. Mata pahat bubut luar, samping kanan dan samping kiri tipe TNMG holder 25mm
17. Mata bor diameter 7,5mm
18. Mata End Mill diameter 5mm

C. Bahan Yang Digunakan

Bahan yang diperlukan dalam pembuatan Cakram Rem adalah sebagai berikut :

1. Plat baja karbon tipe S45C ketebalan 6mm
2. Amplas dengan tingkat kekasaran 0 – 2000 grit
3. Minyak Tanah
4. Autosol

D. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Flow Chart Kerangka Penelitian

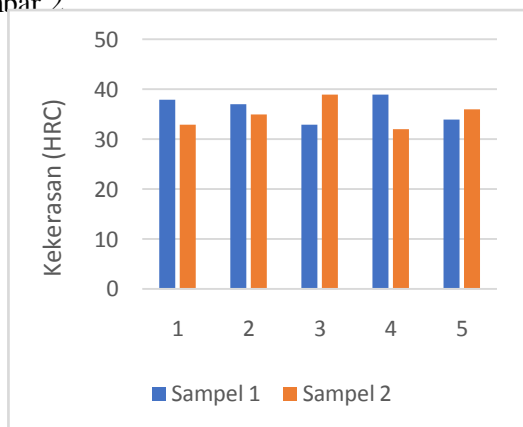
E. Proses Pembuatan

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Pemotongan baja S45C dengan dimensi 10mm × 10mm × 4mm.
3. Melakukan heat treatment sampel uji menggunakan tungku listrik dengan temperatur 900 °C dan 100 °C dengan holding time 30s, 60s, dan 90s.
4. Pendinginan cepat menggunakan media oli.
5. Pengamplasan dan pemolesan permukaan sampel.
6. Pengujian kekerasan dan struktur mikro
7. Menganalisa hasil uji.
8. Pembuatan desain.
9. Pemotongan plat baja menggunakan blander cutting untuk pembuatan pola lingkaran.
10. Pembubutan untuk menjadikan diameter 190mm × 4mm.
11. Pembuatan lubang tengah diameter 58mm dan lubang 7,5mm sebanyak 30 lubang.
12. Pembuatan profil cakram rem menggunakan milling sebanyak 12 profil.
13. Finishing untuk menghilangkan bagian – bagian yang kasar.

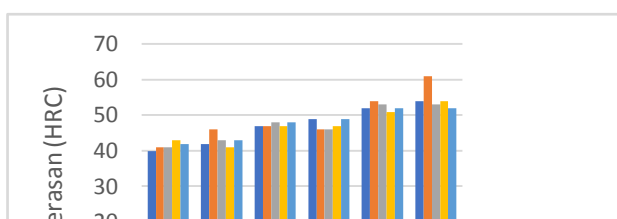
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Eksperimen Kekerasan (*Hardness*)

Hasil eksperimen diperoleh data hasil pengukuran kekerasan yang ditampilkan pada gambar 2

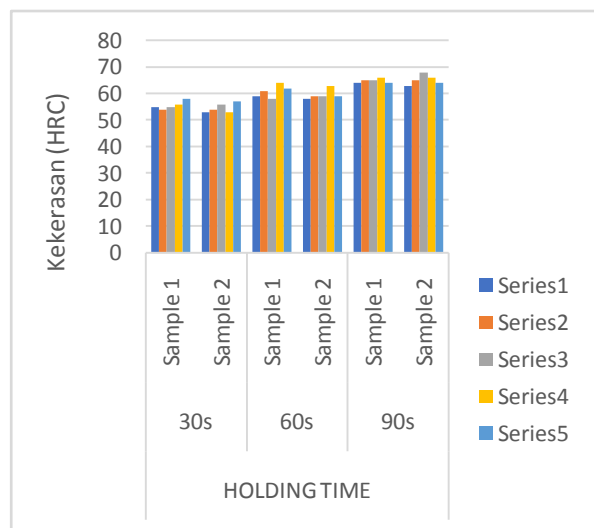


Gambar 2. Data Hasil Eksperimen Kekerasan Baja S45C Sebelum Proses *Heat Treatment*



Gambar 3. Data Hasil Eksperimen Kekerasan Baja S45C Sesudah Proses *Heat Treatment* Temperatur 900°C

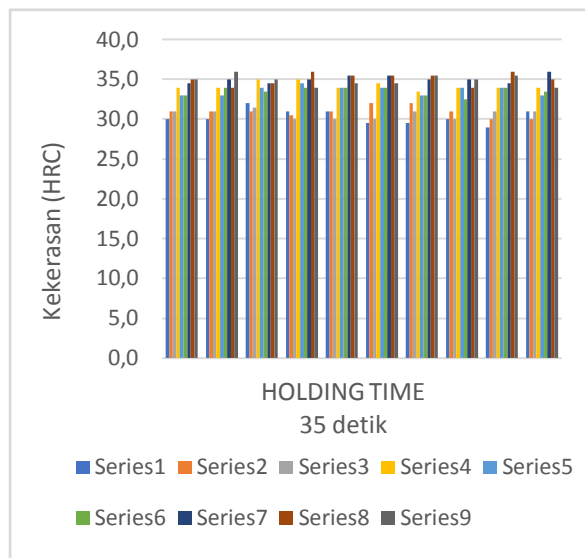
Hasil eksperimen pengujian kekerasan pada material baja S45C pada gambar 3 dengan proses *heat treatment* menggunakan temperatur 900 °C dengan waktu penahanan suhu 30s mendapatkan hasil rata-rata 43 HRC, 47,6 HRC pada 60s, dan 52,8 HRC pada 90s. Pada pengujian dengan suhu 900°C ini, tingkat kekerasan meningkat setelah proses *heat treatment*. 90s yaitu 52,8 HRC dengan beban indentasi 100 kg.



Gambar 4. Data Hasil Eksperimen Kekerasan Baja S45C Sesudah Proses *Heat Treatment* Temperatur 1000°C

Pada gambar 4, hasil eksperimen pengujian kekerasan dengan proses *heat treatment* menggunakan temperatur 1000 °C dengan *holding time* 30s, 60s, 90s masing - masing menggunakan 2 sampel. Waktu penahanan suhu 30s rata - rata 55,6, penahanan suhu 60s rata - rata 60,8, penahanan suhu 90s rata - rata 65,2 dengan beban indentasi 100 kg. Temperatur yang digunakan pada proses *heat treatment* dan *holding time* adalah salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kekerasan[7], terlihat dari perbandingan proses *heat treatment* pada suhu 900°C dengan suhu 1000°C terdapat perbedaan 12,4 HRC pada sampel 2. Semakin lama *holding time* yang digunakan, akan semakin tinggi pula nilai kekerasan yang didapat jika menggunakan diagram *Time Temperatur Transformation*[8]. Baja S45C yang dilakukan *heat treatment* pada temperatur 1000 °C dengan *holding time* 90 detik menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi sebesar 30 HRC dibandingkan dengan baja S410, hal ini disebabkan oleh struktur mikro (gambar 8) yang dihasilkan berupa martensit dan bainite. Semakin banyak jumlah martensitnya maka akan semakin tinggi nilai kekerasan yang diperoleh[9].

Dibawah ini ada sebuah perbandingan data yang telah dilakukan pengujian kekerasan oleh peneliti lain menggunakan bahan baja Nirkarat S410.



Gambar 5. Data Hasil Eksperimen Kekerasan Baja S410[10].

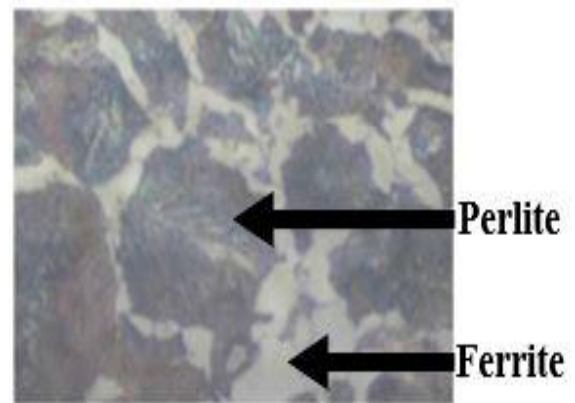
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hari Iswanto dengan judul Optimasi Parameter Proses Heating dan Pressing Quenching Cakram Rem Berbahan S410, didapatkan spesifikasi kekerasan

baja S410 yang telah diuji kekerasannya adalah 32 - 38 HRC.[10] Pada cakram rem yang menggunakan bahan baja S45C dan dilakukan *heat treatment* dengan temperatur 1000 °C dengan *holding time* 90s mendapatkan hasil kekerasan 65,2 HRC. Dari hasil kekerasan yang diperoleh, S45C lebih kuat dibandingkan menggunakan bahan baja S410 dengan perbandingan kekerasan sebesar 27,2 HRC.

B. Hasil Pengamatan Struktur Mikro

Dibawah ini adalah pengujian dan hasil uji struktur mikro yang dilakukan pada penelitian ini.

Hasil pengujian metallografi pada sampel sebelum dilakukannya proses perlakuan panas yang diperlihatkan pada gambar 6 sebagai berikut.

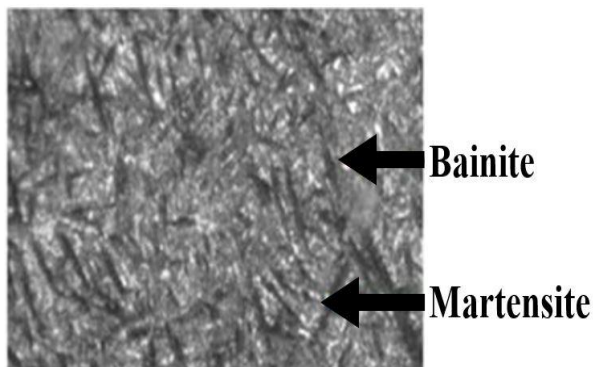


Gambar 6. Foto Struktur Mikro Baja S45C Sebelum Proses *Heat Treatment* skala pembesaran 500x.

Dari hasil pengamatan pada gambar 6 sebelum dilakukannya *heat treatment*, fasa yang terbentuk adalah fasa perlit dan ferrite yang ditunjukkan pada gambar panah dengan skala perbesaran 500x. Pada struktur material tersebut yaitu perlit (warnanya cenderung lebih gelap kehitaman) dan ferrit (warnanya terang). Pada fasa perlit dan ferrite nilai kekerasan yang didapat rendah dikarenakan butiran strukturnya besar[9]. Pada sampel uji ini, temperatur austenitnya mendapatkan laju pendinginannya lambat yaitu dengan menggunakan udara ke temperatur ruang, jadi struktur yang dapat terbentuknya adalah perlit. Struktur perlit adalah campuran dari struktur ferrite dan semenite.

Struktur mikro baja karbon dari sampel yang telah dilakukan *heat treatment* pada suhu 900

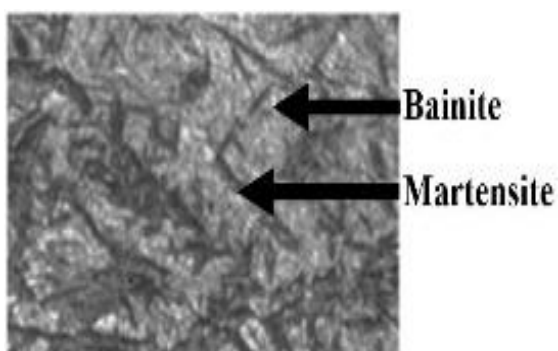
⁰Cholding time 90 detik diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Foto Struktur Mikro Baja S45C Sesudah Proses *Heat Treatment* Temperatur 900⁰C skala pembesaran 500x.

Setelah dilakukan *heat treatment* dengan temperatur 900⁰C dan *holding time* 90 detik *quenching* menggunakan media oli SAE 40 terjadi perubahan struktur mikro baru yaitu fasa bainite (warna putih) dan martensite (bentuk seperti jarum) yang ditunjukkan pada gambar panah dengan skala pembesaran 500x. Pada hasil pengujian ini fasa bainite yang didapat masih cukup banyak dan hasil uji kekerasannya hanya akan meningkat sedikit dari sebelum proses *heat treatment*[9].

Struktur mikro baja karbon dari sampel yang telah dilakukan *heat treatment* pada suhu 1000⁰C *holding time* 90 detik diperlihatkan pada gambar 8.



Gambar 8. Foto Struktur Mikro Baja S45C Sesudah Proses *Heat Treatment* Temperatur 1000⁰C skala pembesaran 500x.

Hasil pengamatan pada gambar 8 memperlihatkan bahwa struktur mikro yang didapat setelah proses *heat treatment* 1000⁰C dan *holding time* 90 detik *quenching* menggunakan media oli SAE 40

dengan skala perbesaran 500x memiliki struktur mikro yang sama hanya saja martensite lebih dominan dibandingkan dengan bainite hingga menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi. Dengan terbentuknya fasa baru tersebut menunjukkan bahwa proses *hardening* sudah sesuai pada tujuan penelitian yang ditandai dengan terbentuknya martensite[9].

KESIMPULAN

Pembuatan Cakram Rem sepeda motor dengan bahan baja S45C tingkat kekerasannya pada temperatur 900⁰C *holding time* 90 detik mendapatkan rata-rata kekerasan 52,8 HRC dan struktur mikro yang didapat fasa martensite dan bainite yang lebih mendominasi. Tingkat kekerasan pada temperatur 1000⁰C *holding time* 90 detik mendapatkan rata – rata kekerasan 65,2 HRC menggunakan media *quenching* dengan oli SAE 40 mampu mempengaruhi perubahan struktur mikro spesimen baja S45C dari perlit dan ferrite menjadi struktur bainite dan martensite yang lebih mendominasi memiliki sifat sangat keras dan ulet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AISI “Data Statistik Penjualan Sepeda Motor”
- [2] M. F. Ramadhany *et al.*, “Pengaruh Variasi Putaran Mesin Dan Waktu Pengereman Terhadap Temperatur Dan Koefisien Gesek Pada Brake Pads Dan Brake Shoe Dengan Alat Uji Berbasis Remote Monitoring System,” Jurnal. Teknik. Mesin, vol. 4, no. 1, pp. 25–32, 2016.
- [3] Y. Herwangiet *al.*, “Peran dan Pola Penggunaan Sepeda Motor Pada Masyarakat Berpendapatan Rendah di Kawasan Perkotaan Yogyakarta,” Jurnal. Perencanaan. Wilayah. dan Kota, vol. 26, no. 3, pp. 166–176, 2015.
- [4] H. Dadang., “Gaya Tekan Pad Rem Terhadap Disk Rotor Pada Kendaraan Mini Buggy,” TeknikMesin, vol. 1, no. April, pp. 29–34, 2016.
- [5] M. H. Albana, Y. Putra., “VARIASI JUMLAH LUBANG VENTILASI DISC BRAKE SERTA PENGARUHNYA TERHADAP JARAK Pengereman DAN TEMPERATUR PERMUKAAN DISC,” Program Studi Teknik Mesin,

- Politeknik Negeri Batam, vol. 9, no. 2, pp. 125–128, 2017.
- [6] E. Nugrohoet *al.*, “Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin pada Proses Heat Treatment Baja AISI 1045 terhadap Kekerasan dan Laju Korosi,”Jurnal. Program. Studi. Teknik. Mesin, Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung, vol. 8, no. 1, pp. 99–110, 2019.
- [7] T. Rajan *et al.*,*Heat Treatment, Principles and Techniques, Prentice Hall of India, New Delhi*, 2014.
- [8] S. Era., “Optimalisasi Sifat-Sifat Mekanik Material S45C,”FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI, UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA, 2013.
- [9] Y. Handoyo. “PENGARUH QUENCHING DAN TEMPERING PADA BAJA JIS GRADE S45C TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO CRANKSHAFT” Jurnal Ilmiah TeknikMesin, Universitas Islam 45 Bekasi vol. 3, no.2, pp 102-115, 2015.
- [10] I. Hari, Syahbuddin. “OptimasiParameter ProsesHeating dan PressingQuenchingCakram Rem Berbahan S410”Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin, vol. 10, no. 1, pp. 27–33, 2019.
- [11] K. Priyono *et al.*, “PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA JIS S45C”Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Banten, 2016.
- [12] Barita, Ebron Rudianto Silaban, Zainuddin, Eswanto, 2018, Pengaruh Kinerja Kompresor Pada Mesin Pendingin Dengan Penggunaan Variasi Bahan Refrigran, Jurnal Ilmiah “MEKANIK” Teknik Mesin ITM, Vol. 4 No. 1, Mei 2018 : 48 – 55