

# Pengaruh Perlakuan Temperatur dan Waktu Penahanan *Pack Carburizing* Terhadap Umur Lelah Baja St 42

K Suarsana<sup>1)\*</sup>, Cok Istri Putri K<sup>2)</sup>, I Made Astika<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali 80362

doi: 10.24843/JEM.2018.v11.i01.p05

## Abstrak

Pack carburizing merupakan suatu proses laku panas untuk memperoleh pengerasan hanya pada bagian permukaan dengan menggunakan media carburizer padat. Dengan memberikan temperatur pemanasan dan waktu penahanan yang tepat diharapkan dapat meningkatkan umur lelah suatu material baja St.42. Metode pada penelitian ini menggunakan *pack carburizing* padat berupa serbuk, yang dibuat dalam bentuk kotak dan di dalamnya diisi serbuk carbon. Penelitian ini membahas tentang pengaruh waktu penahanan dan temperatur *pack carburizing* terhadap umur lelah baja ST 42 dengan menggunakan variasi temperatur pemanasan adalah : 850, 900 dan 950°C dan waktu penahanan 4, 6 dan 8 jam. Kedua variabel ini diamati pengaruhnya terhadap umur lelah. Berdasarkan hasil penelitian bahwa waktu penahanan dan temperatur *pack carburizing* berpengaruh nyata terhadap umur lelah, dimana umur lelah tertinggi yaitu pada 993.089 cycle pada temperatur pemanasan 950 °C dan waktu penahanan 8 jam. Umur lelah paling rendah adalah 440.613 cycle terjadi pada temperatur pemanasan 850 °C dan waktu penahanan 4 jam.

Kata kunci : Pack carburizing, Carburizer, Umur lelah

## Abstract

Pack carburizing is a hot-selling process to obtain only hardening on the surface by using solid carburizer media. Providing proper heating temperature and retention time is expected to increase the fatigue life of a steel material of St.42. The method in this study using a solid pack carburizing of powder, which is made in the form of a box and inside it is filled with carbon powder. This study discusses the effect of detention time and pack carburizing temperature on ST 42 fat age by using variation of heating temperature are: 850, 900 and 950°C and holding time 4, 6 and 8 hours. Both of these variables were observed to influence the fatigue life. Based on the result of research that the holding time and temperature of pack carburizing have a significant effect on fatigue life, where the highest fatigue age is 993,089 cycles at heating temperature 950 °C and 8 hours of detention time. The lowest fatigue period was 440,613 cycles occurring at a heating temperature of 850 °C and a 4 hour detention time.

Keyword: Pack Carburizing, Carburizer, Fatigue life

## 1. Pendahuluan

Pada beberapa komponen mesin yang berputar diharuskan memiliki kekerasan yang cukup tinggi pada permukaannya. Namun agar komponen mesin tersebut juga tangguh terhadap beban kejut dan pembebanan dinamis maka diperlukan inti yang ulet. Seperti misalnya pada poros yang sering mengalami kerusakan berupa kepatahan (*fracture*) akibat beban berlebih atau terjadi beban kejut. Selain itu poros juga dapat mengalami keausan akibat gesekan pada permukaannya atau bersinggungan dengan komponen mesin yang lain, seperti terjadi pada pena torak dengan dudukannya, poros engkol dengan noken as dan juga antara poros lurus dengan dudukan roda gigi atau bantalan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan proses pengerasan permukaan (*case hardening*). Dengan pengerasan permukaan diperoleh kekerasan yang tinggi pada bagian permukaan sedangkan bagian dalam (inti) masih tetap ulet, sehingga material menjadi lebih tahan terhadap beban gesek dan juga tangguh dalam menerima beban dinamis atau beban kejut. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil dari *pack carburizing* antara lain adalah waktu penahanan dan temperatur, karena kadar karbon dan tebal lapisan yang dihasilkan dari proses *pack*

*carburizing* tergantung pada temperatur dan lama waktu penahanan [1]. Pengerasan permukaan dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satu diantaranya adalah dengan *pack carburizing*. *Pack carburizing* adalah metode pengerasan permukaan dengan mengubah komposisi kimia permukaan bahan dengan menambah kadar karbon, biasanya dilakukan pada baja. Baja yang di *pack carburizing* adalah baja karbon rendah dengan kandungan karbon  $\leq 0,3\%$ . Salah satu baja yang tergolong ke dalam baja karbon rendah dan sering digunakan sebagai bahan poros adalah baja ST 42 [2]

Dari uraian diatas menjadi sangat perlu mengangkat permasalahan tentang bagaimana pengaruh variasi waktu penahanan (*holding time*) dan temperatur *pack carburizing* terhadap umur lelah baja ST 42

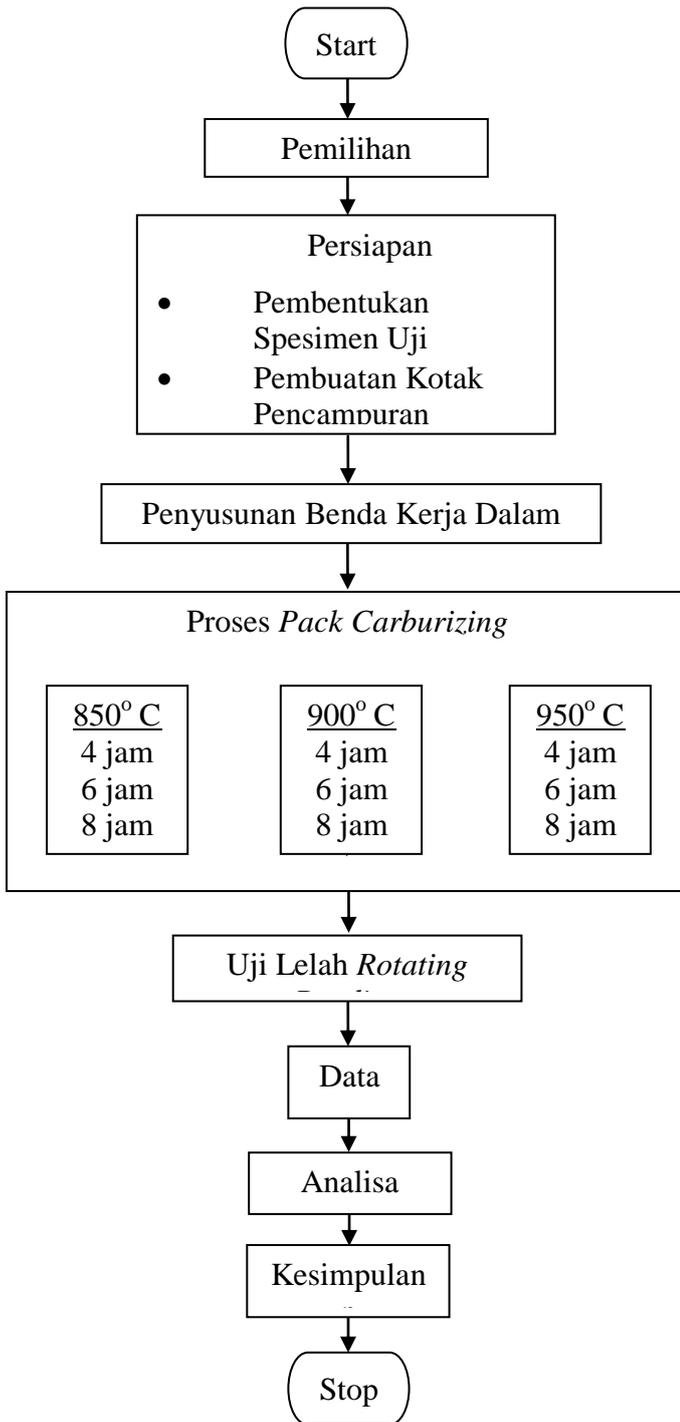
## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Material Uji

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja ST 42 yang memiliki komposisi kimia antara lain : karbon (C) 0,25 %, mangan (Mn) 0,80 %, silikon (Si) 0,30 % dan sisanya besi (Fe) [3].



## Prosedur Penelitian



Gambar 3. Alur Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

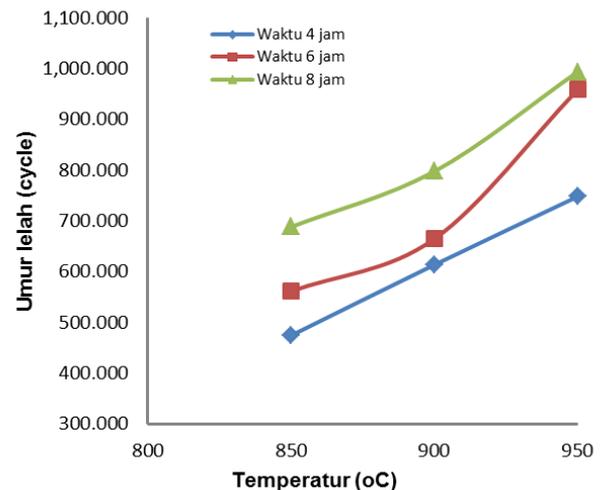
#### 3.1. Pengaruh temperatur dan waktu penahanan Pack Parburizing terhadap umur lelah Baja St.42

Dari pengujian yang telah dilakukan, dengan temperature 850, 900 dan 950°C terhadap umur lelah baja St. diperoleh data seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Data uji dari Umur lelah baja St. 42

Temperatur (A)	Waktu Penahanan (holding time) (B)			Jumlah
	4 jam	6 jam	8 jam	
	850o C	480.562	556.076	
Jumlah	1.422.283	1.683.052	2.063.339	
Rata-rata	<b>474.094</b>	<b>561.017</b>	<b>687.78</b>	
900o C	626.139	667.785	788.865	6.222.686
Jumlah	1.839.585	1.992.115	2.390.986	
Rata-rata	<b>613.195</b>	<b>664.038</b>	<b>796.995</b>	
950o C	730.65	940.671	1.150.907	
Jumlah	2.242.587	2.873.504	2.979.269	
Rata-rata	<b>747.529</b>	<b>957.835</b>	<b>993.089</b>	
TOTAL	5.504.455	6.548.671	7.933.594	19.986.720

Dari Tabel 1 dapat diuraikan pengaruh temperature terhadap umur lelah baja St. 42 dan pengaruh waktu penahanan panas pada baja St.42 terhadap umur lelah.



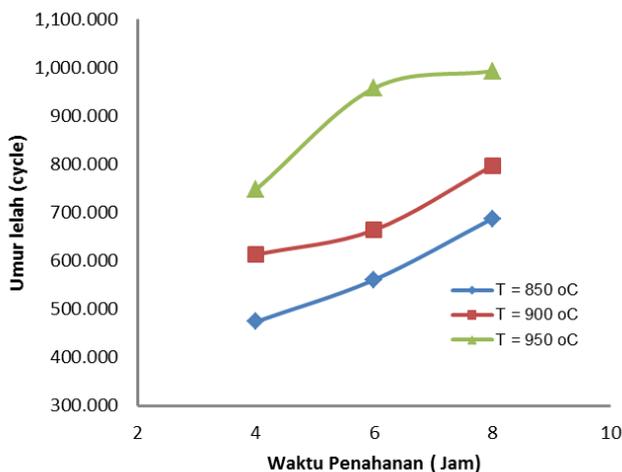
Gambar 4. Hubungan temperature terhadap umur lelah

Secara numerik terlihat pada Gambar 4 bahwa ada peningkatan umur lelah dari setiap perlakuan dengan meningkatnya temperatur pack karburizing. Pada temperatur 850 °C dan waktu penahanan memberikan nilai umur lelah berturut-turut dari : 4 jam memberikan nilai umur lelah 474.094 cycle, dengan waktu penahanan 6 jam memberikan nilai umur lelah 561.017 cycle, dan dengan waktu penahanan 8 jam memberikan nilai umur lelah 678.780 cycle. Pada

temperatur 900 °C dan waktu penahanan 4 jam memberikan nilai umur lelah 613.195 cycle, dengan waktu penahanan 6 jam memberikan nilai umur lelah 664.038 cycle, dan dengan waktu penahanan 8 jam memberikan nilai umur lelah 796.995 cycle. Pada temperatur 950 °C dan waktu penahanan 4 jam memberikan nilai umur lelah 747.529 cycle, dengan waktu penahanan 6 jam memberikan nilai umur lelah 957.835 cycle, dan dengan waktu penahanan 8 jam memberikan nilai umur lelah 993.089 cycle.

### 3.2. Pengaruh waktu penahanan Pack Parburizing

Gambar 5 menunjukkan bahwa ada peningkatan umur lelah dari setiap perlakuan dengan meningkatnya waktu penahanan panas pack karburizing.



Gambar 5. Hubungan waktu penahanan terhadap umur lelah

Umur lelah meningkat dari rata-rata 474.094 cycle (temperatur 850 °C, waktu penahanan 4 jam) menjadi rata-rata 993.089 cycle (temperatur 950 °C, waktu penahanan 8 jam). Hal ini disebabkan dengan meningkatnya temperatur pack carburizing maka atom karbon (yang berasal dari carburizer) akan semakin mudah untuk berdifusi ke permukaan baja, karena pada kondisi tersebut tingkat kelarutan baja dalam bentuk larutan austenit semakin tinggi. Begitu juga dengan semakin bertambahnya waktu penahanan (holding time) maka semakin memberikan waktu terhadap atom karbon untuk berdifusi masuk ke permukaan baja, sehingga permukaan baja menjadi lebih keras. Dengan meningkatnya kekerasan pada permukaan maka umur lelahnya pun akan meningkat. Pada benda uji dinamis (material yang diberikan pengujian dengan beban kelelahan) mempunyai patahan yang berbeda dengan benda uji statis (tarik),

dimana pada benda uji dinamis permukaan patah terdapat alur retak dan bidang patahannya tampak lebih kasar atau berserabut (*fibrous*) serta tidak terdapat *necking* (pengcilan permukaan patahan) seperti pada pengujian statis (tarik)

## 4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa tentang pengaruh variasi waktu penahanan (*holding time*) dan temperatur pack carburizing terhadap umur baja ST 42, maka :

1. Waktu penahanan (*holding time*) pack carburizing berpengaruh nyata terhadap umur lelah Baja ST 42, semakin lama waktu penahanan maka umur lelahnya mengalami peningkatan. Rata-rata peningkatan umur lelah tiap perlakuan waktu penahanan adalah 134.954 cycle.
2. Temperatur pack carburizing memberikan pengaruh nyata terhadap umur lelah Baja ST 42. Hal ini dapat dilihat bahwa peningkatan umur lelah pada temperatur 850°C dengan variasi waktu penahanan masing-masing 4, 6 dan 8 jam umur lelahnya meningkat rata-rata 106.843 cycle. Pada temperatur 900°C dengan variasi waktu penahanan masing-masing 4, 6, dan 8 jam, umur lelahnya meningkat rata-rata 91.900 cycle. Pada temperatur 950°C dengan variasi waktu penahanan masing-masing 4, 6 dan 8 jam, umur lelahnya meningkat rata-rata 206.114 cycle.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada kepala Laboratorium Metalurgi Fakultas Teknik Jurusan Mesin Unud, yang telah memberikan ijin kepada peneliti untuk melakukan pengujian dan kepada Kepala Laboratorium Metalurgi Institut Teknologi Malang (ITN) dalam pengujian Umur lelah bahan St 42.

## Daftar Pustaka

- [1] Suherman Wahid, 1988, *Ilmu Logam II*, Penerbit Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS, Surabaya.
- [2] Budiman Anton, Niemann G, 1992, *Elemen Mesin*, Edisi II, Jilid I, PT Gelora Aksara Pratama, Jakarta
- [3] Avner Sidney H, 1987, *Introduction to Physical Metallurgy*, Second Edition, Mc Graw-Hill International Book Company, Tokyo.
- [4] Prabhudev K.H, 1988, *Hand Book of Heat Treatment of Steel*, Mc Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- [5] Fuchs H.O, 1980, *Metal Fatigue In Engineering*, A Wiley Interscience Publication, New York.
- [6] Askeland Donald R, 1984, *The Science and Engineering of Material*, University of Missouri-Rolla
- [7] Karl E. Thelning, 1984, *Steel and Its Heat Treatment*, Second Edition, Butterworths, London.