

PERANCANGAN ULANG ALAT UJI FATIK TIPE ROTARY BENDING

Maryadi^{1*}, Dwi Rizki Luqman Hakim²

¹ Teknik Mesin Universitas Islam As-Syafi'iyah

² PT. Epiterma Mas Indonesia

*alamat e-mail : maryadimesinua@gmail.com

ABSTRAK

Rotary Bending Fatigue adalah alat uji untuk mengetahui batas kelelahan yang terjadi pada material, dimana fatik terjadi akibat adanya pembebanan. Perpatahan terjadi karena ketika material telah mengalami siklus tegangan yang menghasilkan kerusakan permanen sebagai proses perubahan struktur permanen pada satu titik menjadi permulaan retak, penyebaran retak dan yang terakhir mengalami patah yang dilakukan dengan cara pembebanan yang bervariasi mulai dari beban 10 kg sampai 45,5 kg. Dari proses pengujian ini hasil penyajian data yaitu menggunakan kurva S-N. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan konsep-konsep teoritis yang didapat pada saat kuliah kedalam perancangan atau rancang bangun sebuah peralatan yang sebenarnya dengan beberapa pendekatan yang memungkinkan. Pengujian bermula dari perancangan ulang, perbaikan dan *upgrading* alat uji fatik yang sudah tidak bisa digunakan sehingga dapat digunakan kembali. Sehingga alat uji fatik ini dapat digunakan kembali untuk praktikum pengujian kelelahan pada suatu poros berbahan logam di Laboratorium Proses Produksi Mesin Universitas Islam As-Syafi'iyah. Untuk memudahkan pengoperasian dan menjaga keselamatan operator alat uji fatik ini, maka dibuat juga standar operasional prosedur.

Kata kunci: perancangan ulang, uji fatik, *rotary bending*, kurva S-N.

ABSTRACT

Rotary Bending Fatigue is a test tool to determine the limits of fatigue that occur in the material, where fatigue occurs due to loading. Fracture occurs because when the material has undergone a stress cycle that produces permanent damage as a process of changing the permanent structure at one point into the beginning of the crack, the spread of the crack and the last experiencing a fracture which is done by loading varying from a load of 10 kg to 45,5 kg. From this testing process the results of presenting data using the S-N curve. The purpose of this research is to apply the theoretical concepts obtained during lectures into the design or construction of an actual equipment with several possible approaches. Testing begins with the redesign, repair and upgrading of fatigue test equipment that is no longer used so that it can be reused. So that this fatigue test tool can be reused for fatigue testing practicum on a metal shaft at the Machine Production Process Laboratory of the As-Syafi'iyah Islamic University. In order to facilitate the operation and maintain the safety of the operator of this fatigue test equipment, standard operating procedures are also made.

Keywords: redesign, fatigue test, *rotary bending*, S-N curve.

PENDAHULUAN

Di dunia industri, baja sangat memiliki peranan yang sangat penting, dimana banyak rancangan komponen mesin menggunakan material tersebut. Sifat mekanik yang dimiliki material ini cukup mampu untuk berbagai penggunaan dalam berbagai aplikasi. Efisiensi dan efektifitas dari baja itu sendiri selalu

menjadi pertimbangan dalam pemilihan material sesuai dengan pemakaiannya.

Namun sering kita jumpai masalah yang timbul pada bagian-bagian mesin, terutama yang menerima pembebanan secara dinamis sering mengalami kegagalan secara tiba-tiba dikarenakan tegangan yang berulang atau berfluktuasi jangka waktu yang lama. Terdapat 3 fase dalam perpatahan *fatigue*: permulaan

retak, penyebaran retak, dan patah. Mekanisme dari permulaan retak umumnya dimulai dari *crack initiation* yang terjadi di permukaan material yang lemah atau daerah dimana terjadi konsentrasi tegangan di permukaan akibat adanya pembebanan berulang (Clementinus Benny Agung Pambayu, Agustinus Purna Irawan, Didi Widya Utama, 2015).

Poros berfungsi untuk meneruskan tenaga baik berupa puntiran, torsi maupun bending dari suatu bagian ke bagian yang lain. Akibat beban tersebut poros mengalami pembebanan yang terus berulang, akibatnya suatu poros sering mengalami kegagalan dalam operasinya. Kegagalan akibat beban berulang sangat tidak diinginkan karena tanda-tanda akan terjadinya kegagalan tidak dapat diketahui secara langsung. Kegagalan ini dapat berupa *crack* yang kemudian menjadi patah, kegagalan ini disebut sebagai suatu kegagalan lelah (*Fatigue Failure*) (Teguh Sugiarto, Zulhanif, Sugiyanto, 2013).

Untuk dapat mengetahui dan menganalisa permasalahan tersebut di atas harus dilakukan suatu proses pengujian analisa terhadap umur *fatigue*, karena itu untuk pengujian ketahanan *fatigue* suatu material diperlukan alat uji fatik. Kegagalan komponen atau struktur dapat dibedakan menjadi dua katagori utama yaitu : pertama kegagalan *quasi* statik (kegagalan yang tidak tergantung pada waktu, dan ketahanannya dinyatakan dengan kekuatan). Kedua kegagalan yang tergantung pada waktu ketahanan terhadap kegagalannya dinyatakan dengan umur (Eko Budiyo, Eko Nugroho, Agus Zainudin, 2018).

Uji lelah (*fatigue test*) sangat bermanfaat untuk berbagai penggunaan dibidang teknik dan juga penelitian teoretis. Prinsip kerja pada alat uji ini menggunakan gerak putar yang dihasilkan dari motor listrik dan pembebanan yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Benda uji (*specimen*) dicekam pada cekam (*chuck*) dan diputar dengan menggunakan motor penggerak yang dihubungkan oleh kopling karet. Cekam pemegang benda uji terpasang dalam bantalan peluru yang dapat bergerak bebas (*self aligning*), hal ini dimaksudkan apabila terjadi perpatahan (*break*) pada benda uji, bantalan dapat mengikuti arah pembebanannya. Kemudian beban akan diberikan pada kedua bantalan tersebut sehingga beban uji pun terbebani. Metode pembebanan pada alat ini adalah pembebanan langsung dengan menambahkan beban pemberat untuk mendapatkan tegangan

bending saat spesimen berputar. Dengan adanya gerak putar yang dihasilkan oleh motor, maka tegangan yang terjadi pada permukaan benda uji menjadi merata. Selama pengujian berlangsung, jumlah putaran dan waktu akan tercatat secara otomatis berjalan sebanding dengan waktu motor berputar sampai benda uji mengalami perpatahan dan secara otomatis motor penggerak akan berhenti.

Ada beberapa komponen utama penyusun dari alat uji ini, diantaranya motor listrik. Motor listrik merupakan salah satu komponen utama dan penting dalam alat uji fatik *rotary bending* ini. Motor listrik mempunyai fungsi sebagai sumber penggerak utama poros. Sehingga poros akan bergerak dan berputar mengikuti gerakan putaran motor tersebut. Daya motor yang direncanakan dapat dihitung dan ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_d = f_c \times P \text{ (kW)} \quad (1)$$

Keterangan :

P_d = Daya direncanakan (kW)

f_c = Faktor koreksi daya

P = Daya yang ditransmisikan (kW)

Berdasarkan perhitungan daya motor di atas selanjutnya dapat dihitung torsi. Sehingga untuk menghitung torsi dapat dihitung dan ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n} \text{ (kg. mm)} \quad (2)$$

Keterangan :

T = Torsi (kg.mm)

P_d = Daya perencanaan (kW)

n = Putaran motor (rpm)

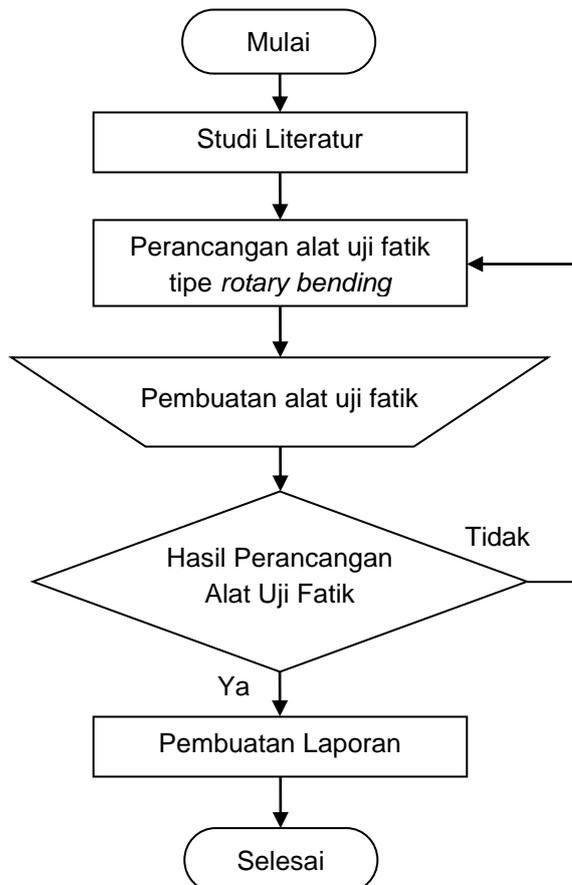
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan konsep-konsep teoritis yang didapat pada saat kuliah kedalam perancangan atau rancang bangun sebuah peralatan yang sebenarnya dengan beberapa pendekatan yang memungkinkan. Dalam hal ini penyusun merancang ulang alat uji kelelahan (*fatigue*) dimana alat ini rusak, agar dapat digunakan kembali untuk praktikum pengujian kelelahan (*fatigue*) pada suatu poros berbahan logam di Laboratorium Proses Produksi Mesin Universitas Islam As-Syafi'iyah.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Lokasi Penelitian

Perancangan ulang dan perbaikan alat uji fatik tipe *rotary bending* bertempat di Laboratorium Mesin Proses Produksi Universitas Islam As-

Syafi'iyah, dan perancangan ulang dimulai bulan Maret tahun 2019.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

Tahapan Perancangan

Perancangan ulang ini dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu pada tahap pertama adalah dibuat sketsa rancangan ulang alat uji fatik, selanjutnya pada tahap ke dua dimulai perbaikan, kemudian pada tahap ketiga dilakukan pengujian pada alat uji fatik, jika hasil pengujian sesuai dengan tujuan penelitian, maka dibuat laporan dan SOP (Standar Operasional Prosedur) pada alat uji fatik tipe *rotary bending*.

Prosedur Perancangan

Dalam perancangan dan perbaikan Alat Uji Fatik Tipe *Rotary Bending*, yaitu sebagai berikut:

1. Proses Pemeriksaan Kerusakan Pada Alat Uji Fatik Tipe *Rotary Bending*.
 - a. Tahap pemeriksaan pada alat uji fatik ini, menemukan kerusakan pada motor, kopling, bantalan, pembebanan, dan sistem kelistrikan.
 - b. Pada motor mengalami kerusakan, angkur tidak bisa diputar dikarenakan

mengalami karat, dan kapasitor motor tidak utuh.

- c. Pada bagian kopling karet mengalami pelapukan, sehingga karet retak dan sobek. Maka kopling perlu diganti dengan yang baru.
- d. Pada bantalan atau bearing mengalami korosi dan tidak layak untuk digunakan maka bearing diganti dengan bearing yang baru.
- e. Pada plat pembebanan atau *counter weigh* tersisi 2 bandul dengan masing-masing berat hanya 0,75kg.
- f. Pada bagian sistem kelistrikan tidak utuh, sebagian komponen mengalami kerusakan terutama di bagian *local control panel*.



Gambar 2. Alat Uji Bentuk Lama

2. Proses Perbaikan Alat Uji Fatik Tipe *Rotary Bending*
 - a. Membuat gambar desain



Gambar 3. Desain Isometrik

- b. Tahap pertama melepas semua komponen pada alat uji untuk dibersihkan.
- c. Membeli komponen baru untuk mengganti komponen yang sudah tidak bisa digunakan pada alat uji fatik.

- d. Membersihkan dan melakukan pengecatan ulang pada rangka alat uji fatik, dikarenakan warna cat sebelumnya mengalami pengelupasan dan banyak yang tergores. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya laju korosi pada rangka alat uji fatik.
- e. Pemasangan bantalan pada rumah bantalan dan pemasangan *collet* dan *chuck*, pastikan bantalan berputar lancar tanpa sesek sedikitpun.
- f. Perbaikan pada motor agar angkur motor dapat berputar dengan lancar.
- g. Setelah motor dapat digunakan, lalu motor dipasang pada dudukan yang telah terpasang pada rangka alat uji fatik.



Gambar 4. Pembersihan Kerangka

- h. Pemasangan koping karet terhadap poros motor dengan poros collet spesimen.
- i. Setelah unit penggerak terpasang dan terhubung dengan poros *collet* yang dihubungkan dengan koping, lalu langkah selanjutnya pemasangan batang pemberat terhadap rumah bantalan dalam.
- j. Pembuatan *costum* pemberat (*counter weight*) dengan masing-masing berat berbeda.
- k. Perancangan *Wiring Electrical* atau yang disebut *Schematic Diagram*.
- l. Setelah perancangan selesai selanjutnya perakitan *wiring* untuk sistem kelistrikan pada alat uji fatik.
- m. Pemasangan *limit switch* baru dan memposisikan lengan tuas *limit switch* pada ring batang pemberat.
- n. Memasang dudukan pada bagian belakang untuk tempat pemasangan engsel tutup pelindung (*interlocked guard*).
- o. Pemasangan tutup pelindung (*interlocked guard*) di atas area bahan uji dipasang, ini bertujuan untuk menghindari bahaya saat bahan uji patah.



Gambar 5. Tampak Luar Panel



Gambar 6. Tampak Dalam Panel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan

Perhitungan Motor

Perhitungan jenis motor listrik yang digunakan pada alat uji fatik ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Merk	: S.E.M
Daya	: 1/4 HP
Sumber Daya	: 220 V, 50 Hz
Pemakaian Daya	: 200 Watt
Kecepatan	: 1400 rpm

Dari data diatas dapat menghitung torsi pada motor listrik:

Daya motor (P) 1/4 HP = 0.186 kW, $n = 1400$ rpm, $f_c = 2,0$ Maka daya perencana dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_d &= f_c \times P \\ &= 2,0 \times 0.186 \text{ kW} \\ &= 0.372 \text{ kW} \end{aligned}$$

Sehingga torsi dapat dihitung dari daya perencana yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n} \\ &= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,372}{1400} \\ &= 258,8 \text{ kg.mm} \\ &= 2538,8 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Perhitungan Poros

Spesifikasi poros dengan bahan S50C dengan nilai tegangan tarik bernilai 62 MPa.

Karena poros menerima beban torsi dan momen lengkung secara bersamaan maka pada poros terjadi tegangan puntir dan tegangan lengkung secara bersamaan. Maka mencari T_e = Torsi ekuivalen, dan M_e = Momen ekuivalen. Namun untuk mencari Torsi ekuivalen dan Momen ekuivalen terlebih dahulu mencari tegangan geser maksimal dan tegangan tarik maksimal.

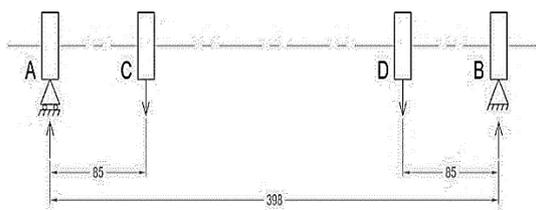
$$\begin{aligned}\tau_{max} &= \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau^2} \\ &= \frac{1}{2} \sqrt{3844 + 61504} \\ &= \frac{1}{2} \times 255.6 \\ &= 127.8 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{t-max} &= \frac{\sigma_t}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau^2} \\ &= \frac{62}{2} + 127,8 \\ &= 158.8 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_e &= \sqrt{M^2 + T^2} \\ &= \sqrt{4527.25^2 + 2538.8^2} \\ &= \sqrt{26941498} \\ &= 5190.5 \text{ N.mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}d &= \sqrt[3]{\frac{16 \times T_e}{\pi \times \tau_{max}}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{16 \times 5190.5}{3.14 \times 127.8}} \\ &= \sqrt[3]{206.95} \\ &= 443.15 \text{ mm di bulatkan } 45 \text{ mm.}\end{aligned}$$

Perhitungan Bantalan



Gambar 7. Pembebanan pada Bantalan

Berdasarkan besarnya diameter poros yaitu 45 mm, maka pada pemilihan bantalan dipilih standar JIS 6209 untuk bantalan bola glinding.

Data bantalan:

Kapasitas nominal bantalan dinamis (C) = 2570 kg

Kapasitas nominal statis (CO) = 1880 kg

Diameter lubang (d) = 45 mm

Diameter luar (D) = 85 mm

Lebar cincin = 19 mm

Jari-jari *fillet* (r) = 2 mm

Beban pada bantalan:

$F_c = 22,75 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$

$= 223,2 \text{ kg.m/s}^2$

$= 223,2 \text{ N}$

$F = f_w \cdot F_c$

$= 1,1 \times 223,2 \text{ N}$

$= 245,52 \text{ N}$

Umur bantalan gelinding :

Faktor keamanan:

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{1/3}$$

$$f_n = \left(\frac{33,3}{1400}\right)^{1/3}$$

$$f_n = (0,0237)^{1/3}$$

$$f_n = 0,29$$

Faktor umur:

$$f_h = f_n \frac{C}{P}$$

$$f_h = 0,29 \times \frac{2570}{45,5}$$

$$f_h = 16,38$$

Umur nominal bantalan:

$$L_h = 500(f_h)^3$$

$$L_h = 500(16,38)^3$$

$$L_h = 500 \times 4394,8$$

$$L_h = 2197400 \text{ jam}$$

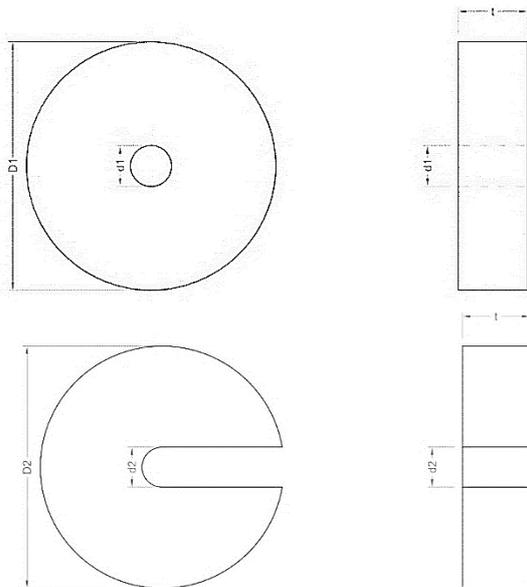
Keandalan umur bantalan, jika mengambil

99%:

$$L_n = a1 \cdot a2 \cdot a3 \cdot L_h$$

$$L_n = 0,21 \times 1 \times 2197400 \text{ jam}$$

$$L_n = 461454 \text{ jam}$$

Perhitungan Pemberat**Gambar 8.**Bentuk Pemberat**Luas Area Coakan**

$$A_1 = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$= \frac{3,14}{4} (1,8)^2$$

$$= 2,54 \text{ cm}^2$$

$$A_1 = \frac{1}{2} \times \frac{\pi}{4} d^2$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{3,14}{4} (1,8)^2$$

$$= 1,26 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = P(\text{cm}) \times L(\text{cm})$$

$$= 8,6 \text{ cm} \times 1,8 \text{ cm}$$

$$= 15,48 \text{ cm}^2$$

Perhitungan Berat Bandul 1 kg

$$A_1 = \left(\frac{\pi}{4} d^2\right) - A_1$$

$$= \frac{3,14}{4} (7,9)^2 - 2,54$$

$$= 46,36 \text{ cm}^2$$

$$W = A_{\text{tot}} \times t \times 0,0079 \text{ kg/cm}^3$$

$$= 46,36 \text{ cm}^2 \times 3 \text{ cm} \times 0,0079 \text{ kg/cm}^3$$

$$= 1,09 \text{ kg}$$

Berikut *finishing* pemberat dengan gerinda sampai mencapai nilai nominal 1 kg.

**Gambar 9.** Pemberat 1 Kg**Perhitungan Berat Bandul 1,5 kg**

$$A_1 = \left(\frac{\pi}{4} d^2\right) - A_1$$

$$= \frac{3,14}{4} (9,4)^2 - 2,54$$

$$= 66,76 \text{ cm}^2$$

$$W = A_{\text{tot}} \times t \times 0,0079 \text{ kg/cm}^3$$

$$= 66,76 \text{ cm}^2 \times 3 \text{ cm} \times 0,0079 \text{ kg/cm}^3$$

$$= 1,58 \text{ kg}$$

Berikut *finishing* pemberat dengan gerinda sampai mencapai nilai nominal 1,5kg.

**Gambar 10.** Pemberat 1,5 Kg**Perhitungan Berat Bandul 2,0 kg**

$$A_1 = \left(\frac{\pi}{4} d^2\right) - A_1$$

$$= \frac{3,14}{4} (10,7)^2 - 2,54$$

$$= 87,26 \text{ cm}^2$$

$$W = A_{\text{tot}} \times t \times 0,0079 \text{ kg/cm}^3$$

$$= 87,26 \text{ cm}^2 \times 3 \text{ cm} \times 0,0079 \text{ kg/cm}^3$$

$$= 2,06 \text{ kg}$$

Berikut *finishing* pemberat dengan gerinda sampai mencapai nilai nominal 2kg.



Gambar 11. Pernerat 2 Kg

Perhitungan Berat Bandul 5,0 kg

$$A_1 = \left(\frac{\pi}{4}d^2\right) - (A_2 + A_3)$$

$$= \frac{3,14}{4} (10,7)^2 - (1,26 + 15,48)$$

$$= 215,46 \text{ cm}^2$$

$$W = A_{tot} \times t \times 0,0079 \text{ kg/cm}^3$$

$$= 215,46 \text{ cm}^2 \times 3 \text{ cm} \times 0,0079 \text{ kg/cm}^3$$

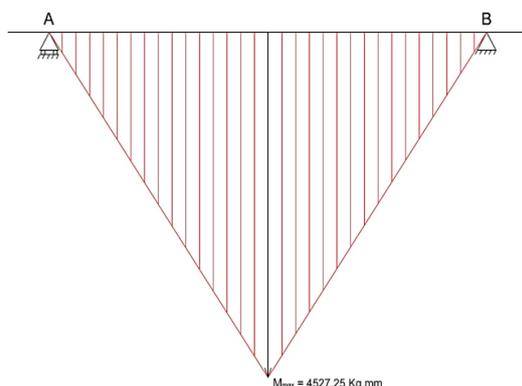
$$= 5,1 \text{ kg}$$

Berikut finishing pemberat dengan gerinda sampai mencapai nilai nominal 5,0 kg.



Gambar 12. Pernerat 5,0 Kg

Perhitungan Pembebanan



Gambar 13. Bending Momen Diagram

$$\Sigma M_A = 0$$

$$P_1 \times 85 + P_2 \times 313 - R_b \times 398 = 0$$

$$22,75 \times 85 + 22,75 \times 313 - R_b \times 398 = 0$$

$$1933,75 + 7120,75 - R_b \times 398 = 0$$

$$9054,5 - R_b \times 398 = 0$$

$$R_b \times 398 = 9054,5$$

$$R_b = \frac{9054,5}{398}$$

$$R_b = 22,75 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_a \times 398 - P_1 \times 313 - P_2 \times 85 = 0$$

$$R_a \times 398 - 22,75 \times 313 - 22,75 \times 85 = 0$$

$$R_a \times 398 - 7120,75 - 1933,75 = 0$$

$$R_a \times 398 - 9054,5 = 0$$

$$R_a \times 398 = 9054,5$$

$$R_a = \frac{9054,5}{398}$$

$$R_a = 22,75 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_C = R_a \times 85$$

$$= 22,75 \times 85$$

$$= 1933,75 \text{ kg.mm}$$

$$\Sigma M_D = R_a \times 313 - P_1 \times 228$$

$$= 22,75 \times 313 - 22,75 \times 228$$

$$= 7120,75 - 5187$$

$$= 1933,75 \text{ kg.mm}$$

$$M_{max} = -R_b \times \frac{1}{2}L$$

$$= -22,75 \times 199$$

$$= -4527,25 \text{ kg.mm}$$

Standar Operasional Prosedur

Adapun langkah-langkah pengoperasian Alat Uji Fatik Tipe *Rotary Bending* adalah sebagai berikut:

1. Langkah awal sebelum melakukan pengujian adalah menyiapkan *specimen* yang akan di uji.
2. Setelah mempersiapkan *specimen*, kemudian dilakukan pengecekan pada alat uji fatik secara keseluruhan, pastikan semua dapat digunakan dengan baik dan normal.
3. Setelah melakukan pengecekan selesai, buka pelindung (*interlock guard*) lalu pasang *specimen* uji pada pencekam, pastikan pencekam menahan kuat *specimen* agar tidak terpelant atau lepas saat pengujian berlangsung, dan tutup kembali pelindung (*interlock guard*).
4. Pasang beban yang telah ditentukan.
5. Langkah selanjutnya colokkan *steker* kabel alat uji fatik pada *stop kontak* (pastikan

- MCB, saklar pada kontrol panel posisi *on* dan lampu indikator merah menyala).
6. Putar *switch* saklar dari posisi *off* ke posisi *on* (pastikan lampu indikator kuning menyala).
 7. *Reset counter* dan *timer* pada angka 0.
 8. Tekan tombol *RUN* untuk memulai percobaan uji fatik (pastikan lampu indikator hijau menyala).
 9. Perhatikan putaran motor secara berkala untuk memastikan putaran motor stabil.
 10. Pengujian kelelahan dilakukan sampai *specimen* mengalami kegagalan atau patah. Setelah *specimen* patah. Motor, *counter* dan *timer* akan berhenti bergerak secara otomatis karna alat ini sudah dilengkapi dengan *limit switch*.
 11. Setelah *specimen* uji patah dan motor berhenti, catat angka yang tertera pada *counter* dan *timer digital*.
 12. Putar kembali *switch* saklar ke posisi *off*.
 13. Langkah selanjutnya, buka pelindung (*interlock guard*) lalu lepaskan *specimen* dari pencekam, dan menandai *specimen* untuk pengujian pertama.
 14. Kemudian pasang *specimen* uji berikutnya untuk melakukan percobaan selanjutnya dan tutup kembali pelindung (*interlock guard*).
 15. Ulangi langkah 6-14 dan seterusnya sampai *specimen* uji habis.
 16. Setelah pengujian selesai, putar *switch* saklar ke posisi *off* dan copot *steker* listrik pada stop kontak.
 17. Bersihkan dan rapikan kembali alat uji fatik. Jika pada saat pengujian berlangsung terdapat kesalahan teknis atau *human error* yang menyebabkan terjadinya bahaya, maka penguji segera menekan tombol warna merah (*emergency switch*) pada panel kontrol.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dalam pembuatan ini penulis telah melakukan perbaikan alat uji fatik tipe *rotary bending*, akhirnya penulis dapat menyimpulkan bahwa:

1. Setelah perbaikan ulang alat uji ini dapat digunakan kembali untuk pengujian kelelahan terhadap segala macam benda uji material.
2. Benda uji (*specimen*) harus berdiameter 10 – 10.5 mm pada daerah yang akan dicekam pada *colet* (*chuck*) dengan panjang total *specimen* 180 – 210 mm.
3. Kapasitas pembebanan cukup sampai dengan 45.5 kg sudah dapat mengukur kelelahan sebuah benda uji (*specimen*).
4. Pembaca data waktu (*timer*) bekerja secara otomatis sebanding dengan *start* putaran

motor dan berhenti ketika benda uji (*specimen*) mengalami patah.

5. Pelindung keamanan (*interlocked guard*) berfungsi untuk melindungi penguji dari putaran poros, dan alat uji akan bisa digunakan jika pelindung keamanan dalam posisi tertutup.

Saran

Adapun saran yang ingin penulis sampaikan sehubungan dengan pengoperasian maupun penyempurnaan pada alat uji ini dimasa mendatang adalah:

1. Pada saat pemasangan benda uji, perlu diperhatikan bagian takik harus berada diposisi tengah lurus dengan batang penyangga beban.
2. Pada saat mengencangkan *colet* (*chuck*) diharapkan kunci salah satu poros yang akan dikencangkan dengan batang pengunci, hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya momen puntir pada benda uji (*specimen*).
3. Perlu adanya pengecekan dan perawatan berkala terhadap alat uji, terutama bagian motor, bantalan, dan kopling. Dikarenakan komponen ini bekerja secara terus menerus menerima beban. Timer, dikarenakan catu daya menggunakan baterai 3.3 Volt dan menyala selama baterai tidak habis.
4. Untuk *upgrading* selanjutnya disarankan kaki alat uji fatik dipasang roda agar mudah untuk mobilisasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya mengucapkan banyak terima kasih kepada Tim Engineer PT. Epiterma Mas Indonesia yang telah memberi dukungan, sehingga tulisan ini dapat terbit.

REFERENSI

- Alaneme, K.K. (2011). Design of a Cantilever – Type Rotating Bending Fatigue Testing Machine. *Journal of Mirals & materials Characterization & Engineering, Vol. 10, No.11, pp. 1027-1039.*
- Budiyanto, Eko., Nugroho, Eko., Zainudin Agus. (2018). Uji ketahanan fatik alumunium *scrap* hasil *remelting* piston bekas menggunakan alat uji fatik tipe *rotary bending*. *Jurnal Turbo Vol. 7 No. 1, hal. 93-100.*
- Dahlan, Dahmir. (2012). *Elemen Mesin*. Jakarta: Citra Harta Prima
- Dieter, George E. (1992). alih bahasa Djaprie, Sriati. *Metalurgi Mekanik*. Jakarta: PT. Erlangga, Jakarta.

- Dowling, N.E. (1991). *Mechanical Behaviour of Material*. New Jersey: Prentice.
- International For Use of ONO'S (2004). *High Temperature Rotating Bending Fatigue Testing Machine, Model H6*.
- Junaidi. (2002). *Mesin Uji Rotary Bending Fatigue*. Universitas Islam As-Syafi'iyah.
- Nieman, G. (1986). *Elemen Mesin Jilid 1 Desain dan Kalkulasi dari Sambungan, Bantalan dan Poros*. Jakarta:PT. Erlangga.
- Pambayu, Clementinus Benny Agung., Irawan, Agustinus Purna., Utama, Didi Widya. (2015). Perancangan ulang alat uji fatigue rotary bending. *Jurnal Poros Vol. 13 No. 2, hal. 42-45*.
- Sularso, Kiyokatsu Suga. (1997). *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Teguh Sugiarto, Zulhanif, Sugiyanto. (2013). *Analisis Uji Ketahanan Lelah Baja Karbon Sedang Aisi 1045 Dengan Heat Treatment (Quenching) Dengan Menggunakan Alat Rotary Bending*. Universitas Lampung.