

# PERANCANGAN ULANG ALAT UJI *FATIGUE ROTARY BENDING*

Clementinus Benny Agung Pambayu<sup>1</sup>, Agustinus Purna Irawan<sup>2</sup>  
dan Didi Widya Utama<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Mesin Universitas Tarumanagara, Jakarta  
e-mail: bennyclementinus@gmail.com

**Abstract:** *Fatigue is a form of failure that occurred in the structure due to fluctuating dynamic loads that occur below the yield strength for a long time and repeatedly. Determines the required material fatigue test equipment fatigue. Fatigue test equipment is designed with rotary bending systems. Re-design tool that was originally done to digitize readings manually replaced with a digital readout. Digitization include the addition of pulse digital meter, digital meter counter and the system auto shutdown. The addition of a digital readout to facilitate the conduct of research and testing of materials.*

**Keywords :** *fatigue , rotary bending , pulse digital meter , digital meter counter , auto shutdown .*

## PENDAHULUAN

*Fatigue* atau kelelahan adalah bentuk dari kegagalan yang terjadi pada struktur karena beban dinamik yang berfluktuasi dibawah *yield strength* yang terjadi dalam waktu yang lama dan berulang-ulang. Fatik menduduki 90% penyebab utama kegagalan pemakaian. 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. Selanjutnya, adalah penyebaran retak ini berkembang menjadi *microcracks*. Perambatan atau perpaduan *microcracks* ini kemudian membentuk *macrocracks* yang akan berujung pada *failure* (kegagalan). Maka setelah itu, material akan mengalami apa yang dinamakan perpatahan. Permukaan *fracture* biasanya tegak lurus terhadap beban yang diberikan. Perpatahan terjadi ketika material telah mengalami siklus tegangan dan regangan yang menghasilkan kerusakan yang permanen. Atau dalam kondisi lain adalah lingkungan korosif atau temperatur tinggi. Kebanyakan kegagalan pemakaian terjadi sebagai akibat dari tegangan-tegangan tarik.

Awal proses terjadinya kelelahan (*fatigue*) adalah jika suatu benda menerima beban yang berulang maka akan terjadi slip. Ketika slip terjadi dan benda berada di permukaan bebas maka sebagai salah satu langkah yang disebabkan oleh perpindahan logam sepanjang bidang slip. Ketika tegangan berbalik, slip yang terjadi dapat menjadi negatif (berlawanan) dari slip awal, secara sempurna dapat mengesampingkan setiap efek deformasi. Deformasi ini ditekankan oleh pembebanan yang berulang, sampai suatu retak yang dapat terlihat akhirnya muncul retak mula-mula terbentuk sepanjang bidang slip [1].

## METODOLOGI PENELITIAN

Melakukan perbaikan dan perancangan ulang alat uji *fatigue rotari bending* serta pengujian untuk mengetahui performa mesin uji setelah diperbaiki. Perancangan dan perbaikan komponen alat manual ke digital pada alat uji *fatigue rotary bending*. Penggantian komponen manual menjadi digital meliputi: penggantian alat *countermeter* digital, penambahan alat *pulse meter*, dan penambahan *automatic shutdown*. Melakukan perbaikan pada alat *fatigue rotary bending*. Dan melakukan contoh pengujian pada alat yang telah diperbaiki.

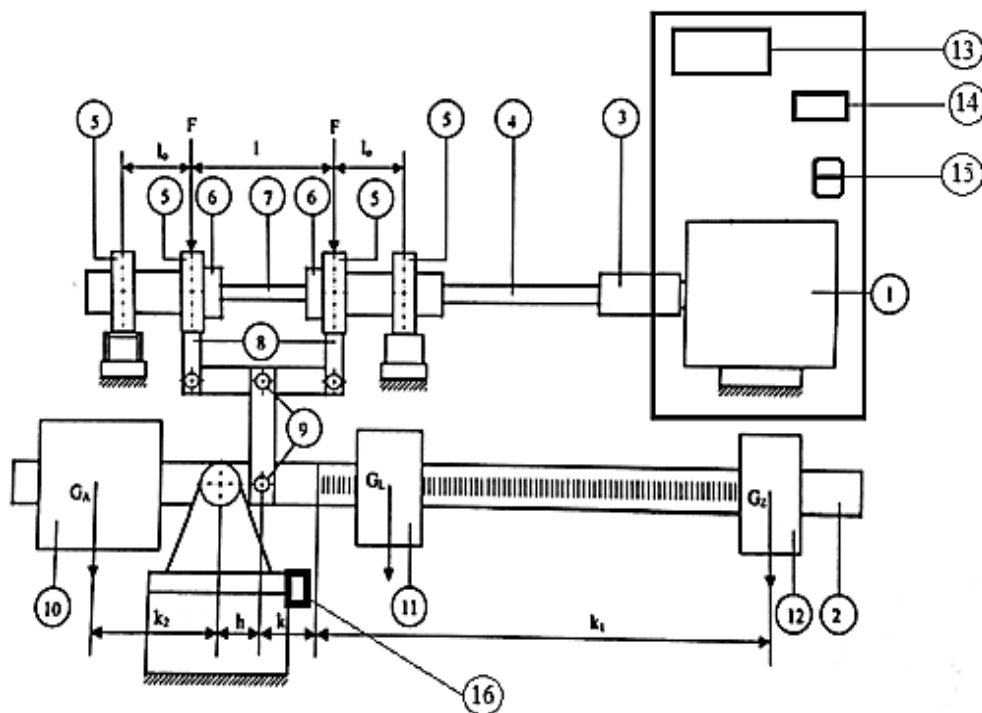
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji *fatigue rotary bending*. Alat uji ini masih menggunakan peralatan manual dan akan didigitalisasi dengan penambahan alat *counter meter*, *pulse meter* dan *automatic shutdown* untuk memudahkan membaca data-data yang dihasilkan untuk pengujian kelelahan.

*Pulse meter* berfungsi sebagai alat yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan putaran. *Pulse meter* yang digunakan adalah model *MP5W - 4N*. Untuk dapat mengukur kecepatan pada motor digunakan sensor *proxymite* yang dihubungkan langsung ke *pulse meter digital*. Dengan

cara ini pengujian dapat dilakukan dengan mudah dengan hanya melihat *pulse meter* yang ada. Skala pembacaan pada *pulse meter* menggunakan putaran per menit (r/menit). Untuk pengujian menggunakan alat uji *fatigue rotary bending*, kecepatan putaran belum dapat diatur sesuai keinginan, untuk pengujiannya menggunakan kecepatan putaran motor yang konstan.

*Counter meter* berfungsi untuk menentukan jumlah siklus. Penyajian hasil pengujian dari *counter meter* menggunakan skala semi log (log N) untuk dimasukkan dalam diagram S-N. Contoh: pembacaan pada *counter meter* pada saat spesimen patah adalah 30,000 maka penulisan log-N menjadi  $10^4$ .

*Automatic shutdown* menggunakan *microswitch* sebagai sensor ketika spesimen uji patah. Pemasangan alat ini menggunakan *microsuite* yang diletakkan dibagian bawah tuas pembebanan. Dengan sistem ini alat akan berhenti ketika spesimen uji mengalami patah.

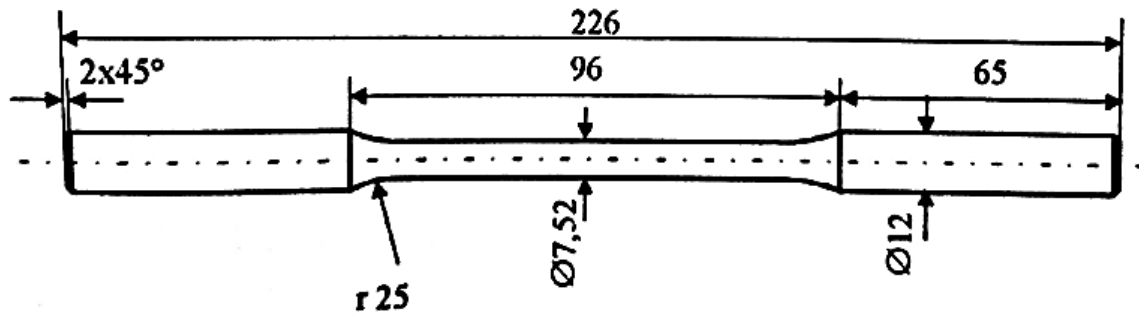


**Gambar 1.** Mesin uji *fatigue rotary bending* [8]

**Keterangan gambar :**

- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| 1. Motor             | 9. Pin                   |
| 2. Mistar pengukur   | 10. Beban penyeimbang    |
| 3. Sambungan poros   | 11. Beban tambahan       |
| 4. Poros fleksible   | 12. Beban pemberat       |
| 5. <i>Bearing</i>    | 13. <i>Pulse meter</i>   |
| 6. Pencekam spesimen | 14. <i>Counter meter</i> |
| 7. Spesimen          | 15. Tombol Run/Stop      |
| 8. Batang penarik    | 16. Automatic shutdown   |

Berikut adalah langkah-langkah dalam melakukan pengujian. Spesimen uji yang digunakan disesuaikan dengan pemodelan alat uji *fatigue rotary bending*. Berikut ukuran spesimen:



Gambar 2. Ukuran spesimen uji [8]

Langkah-langkah pengujian spesimen adalah sebagai berikut :

- 1) Langkah awal sebelum melakukan pengujian adalah persiapan spesimen yang akan diuji. Setelah spesimen ditentukan jumlahnya (minimal 3 spesimen uji), kemudian lakukan pengecekan pada alat. Hal yang perlu diperhatikan adalah *bearing* dan pencekam, pastikan semua dapat digunakan dengan baik. Jika *bearing* mengalami ketidaklancaran bergerak lakukan pelumasan pada *bearing*. Dan pada alat pencekam, perhatikan apakah pencekam dapat bergerak lancar atau tidak. Jika pencekam mengalami kendala, lakukan penyemprotan dengan 4WD.
- 2) Setelah pengecekan selesai, pasang spesimen uji pada pencekam (pastikan pencekam menahan kuat spesimen agar tidak terpelantai atau copot)
- 3) Setelah persiapan alat dan spesimen telah terpasang dengan baik, colokkan kabel saklar pada *stop kontak* PLN.
- 4) Tentukan beban yang sebelum melakukan pengujian terlebih dahulu. Beban ditentukan oleh pemberat yang ada pada mistar ukur dengan jarak 10-70 cm (atur sesuai dengan kebutuhan pengujian)
- 5) Tekan tombol *RUN* untuk memulai percobaan uji kelelahan.
- 6) Setelah motor berputar, catat berapa putaran motor yang ada pada layar digital *pulsemeter*. Catatan : untuk pengujian kelelahan ini, putaran motor tidak bisa diubah (konstan)
- 7) Pengujian kelelahan dilakukan sampai spesimen mengalami kegagalan atau patah. Setelah spesimen patah, motor akan mati karena alat ini dilengkapi dengan *automatic shutdown*.
- 8) Setelah spesimen uji patah, catat angka yang tertera pada *countermeter* digital.
- 9) Setelah pencatatan selesai, lepaskan spesimen pada pencekam spesimen.
- 10) Kemudian pasang spesimen uji yang ke dua pada pencekam (lakukan langkah yang sama pada seperti pada no 4-9 dan seterusnya sampai spesimen uji habis)
- 11) Setelah pengujian selesai, copot saklar listrik pada *stop kontak* PLN.
- 12) Bersihkan alat uji kelelahan jika alat kotor.
- 13) Penyajian data hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan *S-N diagram*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil percobaan performa mesin uji fatik *rotary bending* yang telah diperbaiki adalah sebagai berikut :

Putaran motor	: 1498 r/menit (pembacaan pada <i>pulse meter</i> digital)
Beban yang diberikan	: 25 N (beban pemberat $G_L$ ) 21 N (beban pemberat $G_Z$ )
Jarak pembebanan	: 60 cm ( $G_L$ ) dan 71 cm ( $G_Z$ )
Jarak tempuh	: 7962 siklus (pembacaan pada <i>counter meter</i> digital)
Keterangan	: patah

Pengujian menggunakan baja dengan kekuatan tarik 37 Mpa (ST 37)



**Gambar 3** Hasil spesimen uji

## **KESIMPULAN**

Kesimpulan yang dapat diberikan penulis berdasarkan yang penulis lakukan selama penyusunan tugas akhir, berikut kesimpulannya adalah sebagai berikut:

- a) Berdasarkan perbaikan yang dilakukan penulis untuk penambahan digitalisasi alat *counter meter*, *pulse meter* dan pemasangan *automatic shutdown*, alat uji *fatigue rotary bending* ini dapat dipergunakan dengan baik.
- b) Untuk pengujian kelelahan dengan berbagai jenis putaran yang berbeda-beda alat uji *fatigue* ini belum bisa digunakan, oleh karena itu untuk pengujian menggunakan putaran konstan.
- c) Uji kelelahan *rotary bending* menggunakan putaran dari motor listrik dan proses *bending* pada spesimen uji. Putaran dan *bending* yang diberikan pada spesimen akan mengakibatkan patah dalam waktu tertentu. *Bending* terjadi akibat beban yang diberikan melalui rumah *bearing* yang dihubungkan dengan batang penarik dan terhubung dengan mistar ukur untuk menentukan beban yang diberikan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Akuan, Abrianto. *Kelelahan Logam. Bandung*. Diktat Kuliah Teknik Metalurgi UNJANI. 2007.
- [2] Yohanes. *Perancangan dan Pembuatan Mesin Uji Fatigue Rotary Bending*. Perpustakaan Teknik Universitas Tarumanagara : skripsi. 1998.
- [3] ASTM Designation E 206-72 : Standard Definitions of Term Relating to Fatigue Testing and The Statistical Analysis of Fatigue Data, 1979.
- [4] Kristianto, Duta., Sutikno, Endi., dan Gapsari M.F, Femiana. *Analisa nilai batas tegangan alat uji kelelahan rotating bending tipe cantilever terhadap variasi putaran*. Vol 2. No 49.07.V-210. Universitas Brawijaya.
- [5] Sugiarto, Teguh., Zulhanif., dan Sugiyanto. *Analisa uji ketahanan leleh baja karbon sedang AISI 1045 dengan heat treatment (quenching) dengan menggunakan alat rotary bending*. Vol 1. No 3. Jurnal Fema. 2013.