PROSIDING

ISBN: 978-602-98109-1-2

SNMI 2012

SEMINAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI (SNMI7) 2012

Auditorium Gedung Utama
Universitas Tarumanagara
29 November 2012

RISET MULTIDISIPLIN UNTUK MENUNJANG PENGEMBANGAN INDUSTRI NASIONAL

Diselenggarakan
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Tarumanagara

(Bekerja sama dengan)

UNTAR

LMS INDONESIA

PERANCANGAN MESIN *FATIGUE* PEMBEBANAN TIGA TITIK DAN EMPAT TITIK DALAM MENCIPTAKAN RETAK AWAL DAN PERAMBATAN RETAK

Hendri Chandra
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Kampus Inderalaya Ogan Ilir Sumatera Selatan
Telepon. 0711580272, Faks. 0711580062
e-mail: hendrichandra@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Pada studi mekanika retak elatis linear maupun plastis penentuan nilai ketangguhan retak sangatlah penting didalam mengetahui ketangguhan retak suatu bahan teknik. Pada kasus ini parameter retak fatigue modus I dan III membutuhkan retak awal sebelum mengalami perambatan retak. Salah satu kesulitan dalam penelitian fatigue adalah dalam mengkreasi retak awal. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat mesin pembuat retak agar supaya penelitian dalam bidang linear elastik fracture mechanics, elastis plastis dan dinamik dapat berlangsung dengan baik. Metode penelitiannya adalah dengan melakukan perancangan dan membuat mesin fatigue untuk modus I dan III. Perhitungan dimensi spesimen dan komponen-komponen pendukung dilakukan didalam perancangan. Setelah dilakukan perhitungan dalam perancangan alat, selanjutnya dilakukan pembuatan alat. Hasil perancangan dengan melakukan perhitungan analitis dilanjutkan dengan pembuatan alat dengan merakit komponen-komponen mesin seperti motor lisrik, poros cam, kopling, bantalan, rumah bantalan, rangka dan konter. Siklus dipilih 100 rpm dengan memasang roda gigi penurun dengan reduksi 1 : 10. Mekanisme pembebanan lentur dilakukan oleh poros eksentrik dengan memasang cam eksentrik. Rasio tegangan dalam perancangan ini R = 0. Mesin ini dapat digunakan dalam penentuan endurance limit bahan dan perhitungan nilai ketangguhan retak untuk modus I dan III, serta modus campuran (mixed mode).

Kata kunci: *fatigue, retak, beban tiga titik, beban empat titik, perambatan.*

1. Pendahuluan

Di dalam bidang ilmu mekanika retak, baik linear elatis maupun elasto plastic fracture mechanics parameter, ketangguhan retak merupakan ukuran ketangguhan suatu bahan di dalam menahan lajunya rambatan retak. Dari aspek mekanika retak tidak pernah dapat menghindari retak dan jangan pernah menghindari retak ,namun retak hanya bisa dikendalikan dalam perambatannya dalam rangka memperpanjang umur pakainya.

Pada kegiatan penelitian mekanika retak, pertama kali material harus memiliki retak, untuk menciptakan retak tidaklah mudah dan tidak bisa dibuat secara manual. Retak merupakan diskontinyuitas bahan yang memiliki teganga pada ujungnya yang sangat besar dan bahkan tidak terhingga besarnya tidak bisa ditunjukkan dengan nilai faktor konsentrasi tegangan.

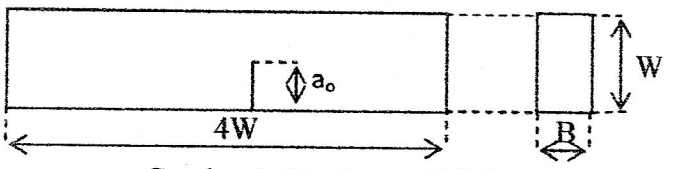
Retak terjadi karena dipicu oleh adanyan diskontinyutas baik makro maupun mikro. Diskontinyutas makro seperti adanya lubang, notch, necking dan sebagainya.[1]. Sedangkan diskontiunyitas miko seperti adanya porisitas, impuritis, presipitat, void dan sebagainya yang kesemuanya dapat memicu adanya konsentrasi tegangan. Akibat adanya gaya luar baik beban statis, berulang maupun dinamis, medan tegangan yang tinggi pada ujung lubang atau notch dan sebagainya akan memicu munculnya retak awal atau precrack. Dengan hitungan waktu atau siklus precrack akan hingga panjang retak kritis dan akhirnya patah statis.

Tahap awal penelitian mekanika retak harus dimulai dengan menciptakan retak awal agar supaya penelitian selanjutnya dapat dilaksanakan baik modus I, II, III, maupun modus gabungan. Retak awal hanya bisa diciptakan dengan suatu mesin uji lelah dengan fekuensi rendah. Retak awal bisa diciptakan dengan mesin lelah tarik- tekan atau dengan jenis rotating bending. Retak awal yang dapat dilakukan pada mesin ini adalah modus I dan modus III.

2. Metode Penelitian

2.1 Spesimen uji

Dimensi spesimen disesuaikan dengan standard fracture mechanics (JSME standard) seperti pada Gambar 1, dan dimensi ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Spesimen uji fatigue

Tabel 1. JSME standard

Ukuran	JSME standard (mm)
1. w	25
2. L = 4w	100
3. a_o	12,5
4. B	8

2.2 Deviatric cam

Mesin fatigue adalah mesin uji lelah yang bekerja secara bolak balik (cyclic load). Untuk mesin fatigue three point bending yang dirancang ini gerakan bolak balik dilakukan oleh sebuah deviatric cam yang dibuat sedemikian rupa seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Deviatric cam dibuat menyatu dengan porosnya untuk mendapatkan kekakuan yang baik. Penyimpangan titik pusatnya direncanakan sebesar 1,0 mm.

3. Perhitungan Beban

Beban yang diberikan harus disesuaikan dengan jenis material yang dipilih. Dalam hal ini material yang digunakan JIS 25 C dengan sifat mekanik seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat mekanik JIS 25 C

σ_y (MPa)	σ_u (MPa)	E (GPa)	v
252	450	206	0,33

Beban yang diberikan diharapkan dapat menciptakan retak awal/precrack, namun akibat pembebanan tersebut spesimen juga diharapkan tidak mengalami patah/fracture. Sehingga untuk mendapatkan kondisi ini JSME standard merekomendasikan perhitungan dengan standard perhitungan yang ditetapkan sebagai berikut.

$B \geq 25\ J/\sigma_{fs}$ [2]

dimana:

J = nilai fracture toughness

Syarat terjadi retak J $= J_{1C} = 22{,}9$ [kN/m]

σ_{fs} = tegangan alir bahan

$= (\sigma_y + \sigma_u)/2$

$= 351$ (MPa)

Limit dari beban maksimum untuk terciptanya reak awal adalah P_f

$P_f \leq 0{,}4\ PL$ [2]

$PL = (4/3)\ (B.\ a_o^2.\ \sigma_f/S)$ [2]

$P_f = 2333{,}33$ (N)

Daya motor listrik yang diperlukan
Torsi pada poros akibat beban P_f

$T = D/2 \times P_f$ dimana: D = diameter cam = 50 mm
$= 25/1000 \times 2500 = 62{,}5$ (N-m)
rpm = 100 (reduction gear = 1/10)

Jadi daya motor yang dibutuhkan (N)

$N = T \times n(rpm)/9550$ [3]
$= 6250/9550$
$= 0{,}65 \text{ kW} \approx 0{,}75 \text{ kW}$

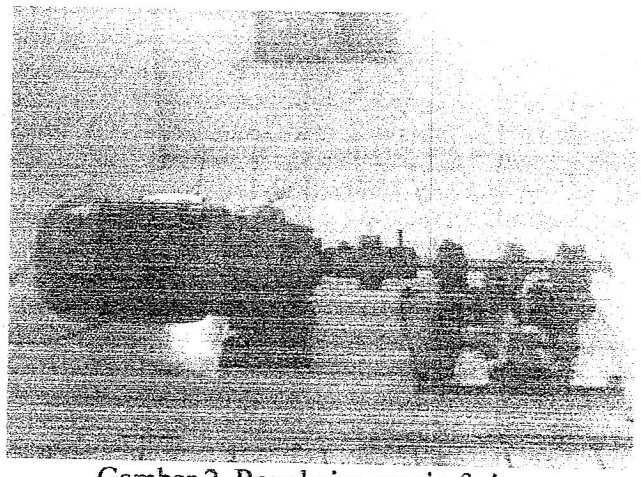
Diameter poros minimum (Dp)

$$Dp = \sqrt[3]{(62500x16x2)/\pi x252)}$$
$$\approx 15 \text{ mm}$$

Diameter minimum berdasarkan kekuatan bahan. Namun diameter poros terkecil yang dibuat adalah poros bertingkat dengan diameter terkecil 30 mm, dan diameter bagian tengah adalah 40 mm untuk mendapatkan kekakuan yang baik.

4. Set up Alat

Komponen mesin fatigue terdiri dari motor pengerak dengan reduction gearnya, kopling flens, sepasang bantalan dengan rumah bantalan, pros cam, kerangka serta alat pencatat jumlah siklus (counter). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



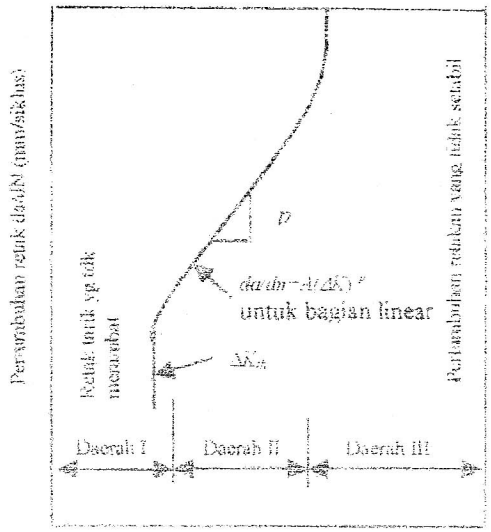
Gambar 2. Rangkaian mesin fatigue

5. Pengujian Alat

Mekanisme terbentuknya retak hingga patah dimulai dengan 3 tahap.[1]

1. Tahap pengintian retak (crack initiation)
2. Tahap perambatan retak (crack propagation)
3. Tahap patah akhir (final fracture)

Karakteristik permukaan patah akibat lelah/fatigue ditunjukkan dengan adanya garis-garis halus yang tersebar pada permukaan yang disebut dengan striasi. Jarak antara striasi menunjukkan satu siklus pembebanan fatigue. Ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva hubungan da/dN vs ΔK

Sedangkan perambatan retak hasil pemeriksaan dengan mikroskop elektron (SEM) ditunjukkan pada Gambar 4.

Gambar 4. Hasil pemeriksaan dengan SEM

6. Kesimpulan

Dalam perhitungan dalam perancangan ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Mesin fatigue yang dirancang untuk beban maksimum 2500 N dan memenuhi standar uji ketangguhan retak dengan daya motor 0,75 kW.
2. Pembuatan retak awal atau precrack dapat dilakukan untuk modus satu dan modus tiga dengan pembebanan tiga titik dan empat titik.
3. Rasio tegangan dalam mesin uji yang dirancang adalah R = 0.

Daftar Pustaka

1. Broek. D, 1982. ***Elementary Engineering Fracture Mechanics***. 3th edition. Martinus Nijhoff publishers, Netherlands.
2. Kikuchi. M. 2000. ***Brief Note on the Basic Concepts on Fracture Mechanics***. Department of mechanical engineering. Tokto University of Science. Japan.
3. JSME standard. 1998. Japan society hand book. Japan.
4. Khurmi.R.S.,JK.Gupta. 1982. ***Machine Design***. Eurasia publishing house. Ram Nagar, New Delhi.