

LAPORAN PENELITIAN KATEGORI A



**HUBUNGAN *TIME-DIPENDENT PLASTIC*
DEFORMATION DAN DISTRIBUSI TEGANGAN
SISA DI DEPAN UJUNG *NOTCH* PADA SUHU
RUANG**

**Ir. Ari Wahyudi, MT.
Dr. Anindito Purnowidodo
Cahya Rusda Diaka**

Dilaksanakan atas biaya DIPA Tahun Anggaran 2015
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya berdasarkan kontrak
Nomor : 14/UN10.6/PG/2015
Tanggal 4 Mei 2015

**Jurusan Mesin Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya Malang
Oktober 2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Hubungan *Time-Dependent Plastic Deformation* dan Distribusi Tegangan Sisa Di depan Ujung *Notch* Pada Suhu Ruang

Kategori Penelitian : A

Ketua Tim Pengusulus

- a. Nama Lengkap : Ir. Ari Wahyudi, MT.
- b. NIDN : 0024036803
- c. Jabatan Fungsional : Lektor
- d. Program Studi : Teknik/Mesin
- e. No. HP. : 08155500491
- f. Alamat Surel (email) : Jl. MT. Haryono 167, Malang, ari3ipa7@yahoo.com

Anggota Tim Peneliti

- a. Nama Lengkap : Dr. Anindito Purnowidodo, ST., M.Eng.
- b. NIDN : 0010037107
- c. Perguruan Tinggi : Teknik Mesin, Universitas Brawijaya

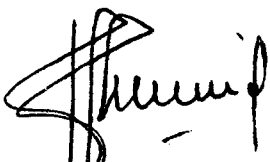
Lama Penelitian Keseluruhan : 5 bulan

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 10.000.000,- (Sepuluh Juta Rupiah)

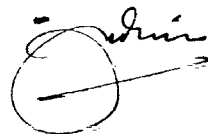
Biaya Tahun Berjalan : -

Mengetahui,
Ketua BPP Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya

Malang, 2 Oktober 2015
Ketua Peneliti,

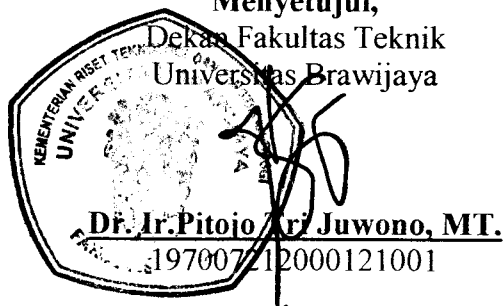


Dr. Eng. Denny W., ST., MT.
NIP. 19750113 200012 1 001



Ir. Ari Wahjudi, MT.
NIP. 19680324 199412 1 001

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya



Dr. Ir. Pitojo Ari Juwono, MT.
197007212000121001

IDENTITAS PENELITIAN

1. **Judul Penelitian** : Hubungan *Time-Dependent Plastic Deformation* dan Distribusi Tegangan Sisa Di depan Ujung *Notch* Pada Suhu Ruang

2. **Kategori Penelitian** : A

3. Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Ir. Ari Wahyudi, MT.
- b. Bidang Keahlian : Kontruksi Mesin
- c. Jabatan Struktural : IIIc/Penata
- d. Jabatan Fungsional : Lektor
- e. Unit Kerja : Teknik Mesin UB
- f. Alamat surat : Teknik Mesin UB, Jl. MT. Haryono 167, Malang
- g. Telepon/Fax : (0341) 554291
- h. E-mail : ari3ipa7@yahoo.com

4. Anggota Peneliti

a. Dosen

No	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Intansi	Alokasi waktu (jam/minggu)
1	Dr. Anindito P., ST., M Eng.	Kekuatan Material	Tek. Mesin	10

b. Mahasiswa

Mahasiswa 1 : Cahya Rusda Diaka

5. **Obyek Penelitian** : Analisa Tegangan

6. Masa Pelaksanaan penelitian :

a. Mulai : Mei 2015

b. Berakhir : Oktober 2015

7. **Anggaran yang diusulkan** : Rp. 10.000.000,- (Sepuluh juta rupiah)

8. **Lokasi Penelitian** : Laboratorium Rekayasa, Teknik Mesin UB

9. **Hasil yang ditargetkan** : International atau Nasional Jurnal

10. **Institusi Lain Yang Terlibat** : --

11. **Keterangan Lain Yang Dianggap Perlu** : --

Ringkasan

Untuk menghambat timbulnya retak dari daerah konsentrasi tegangan, misalnya pada ujung *notch*, salah satu cara yang digunakan adalah dengan memberikan beban lebih pada komponen, sehingga menimbulkan deformasi plastis ke arah beban. Pada saat beban lebih tadi dihilangkan maka tegangan sisa tekan akan terbentuk di depan ujung *notch*. Tegangan sisa tekan ini akan menunda timbulnya retak dan memperlambat laju rambat retak di depan ujung *notch*. Semakin besar deformasi plastis, maka tegangan sisa tekan akan semakin besar, hal ini berarti beban lebih yang diberikan pada komponen harus lebih besar. Hal ini sangat membahayakan integritas dari komponen tersebut. Oleh karena itu untuk menghindari pemberian beban lebih yang terlalu besar maka, dengan memanfaatkan fenomena *creep*, deformasi plastis didepan ujung retak dapat ditingkatkan dengan pemberian beban lebih yang lebih rendah, tetapi ditahan dalam periode tertentu. Dalam penelitian ini distribusi tegangan sisa didepan ujung retak yang disebabkan oleh *creep* dianalisa pada simulasi komputer dengan bantuan software berbasis metode elemen hingga. Hasil dari simulasi ini akan menentukan apakah metode pemberian tegangan sisa tekan pada daerah di depan ujung *notch* dapat dilakukan dengan memanfaatkan fenomena *creep*.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa fenomena *creep* yang disebabkan oleh beban overload yang ditahan pada periode tertentu mengakibatkan besar tegangan sisa tekan di depan ujung *notch* mengalami penurunan jika dilanjutkan pada pembebanan siklus konstan dengan stress rasio nol. Pada stress rasio -1.5, fenomena *creep* ini menyebabkan tegangan sisa tarik meningkat dan ini sangat membahayakan integritas suatu struktur. Penyebab utama meningkatnya tegangan sisa tarik dan menurunnya tegangan sisa tekan disebabkan oleh besar dan perubahan arah deformasi pada element material di depan ujung *notch*.

Summary

In service most of components have to carry variable amplitude load rather than constant load, and it is very possible that a component may be loaded under those two kind of loads. In addition, the component may be loaded in long periods. In association with the long period load together with elevated temperature, although the load is below the strength of material, the plastic deformation may take place. This phenomenon is well known as creep. However, the creep may be observed in room temperature, even it may take place in a high strength metal. Because the region near by the stress concentration is vulnerable to the plastic deformation which associates with the development of the residual stress, this will affect the life time of a component. Therefore, the effect of the overload in connection with hold period of the overload to residual stress in front of the notch root, in the present study, is investigated.

The result of the study shows that the residual stress state in front of the notch root is affected by the hold period of the overload. When the constant amplitude load with stress ratio 0 following the overload is held in certain period, the magnitude of the compressive residual stress decreases. However when the stress ratio is -1.5, the magnitude of tensile stress developing in front of the notch increases. The increasing and decreasing of the tensile and compressive residual stress, respectively, corresponds to the plastic deformation occurs in the front of the notch root. The hold period of the overload enhances the plastic deformation.

BAB VI

KESIMPULAN

Hasil dari studi ini menunjukkan bahwa *overload* yang ditahan (*holding*) pada periode tertentu dapat mempengaruhi kondisi tegangan sisa di depan ujung *notch*. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya deformasi plastis karena proses *holding*. Pada kasus $R = 0$, periode *holding* pada saat *overload* dapat mengurangi besar tegangan sisa tekan dan bahkan merubah kondisi tegangan sisa tekan menjadi tegangan sisa tarik di depan ujung *notch*. Untuk kasus $R = -1.5$ periode *holding* menyebabkan deformasi plastis meningkat sehingga menyebabkan tegangan sisa tarik yang terbentuk juga meningkat. Kondisi tegangan sisa tekan atau tarik yang terbentuk tergantung dengan arah deformasi pada saat beban nol. Jika deformasi searah dengan beban maka tegangan sisa tarik terjadi, sebaliknya jika berlawanan dengan beban tegangan sisa tekan terjadi. Simulasi ini membuktikan bahwa fenomena *creep* pada temperature ruang dapat meningkatkan besar deformasi plastis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Shin Ichi Nishida, Failure Analysis in Engineering Application, Butterworth-Heinemann Ltd., 1992.
2. Barsom, J.M., Rolfe, S.T., "Fracture and Fatigue Control in Structure." *Application of Fracture Mechanics, ASTM, MNL41*, 1999
3. A.J. McEvily, " Failures in inspection procedures: case studies", *Engineering Failure Analysis*, Vol. 11, 2004, pp. 167-176.
4. Stephens, R.I., Fatemi, A., Stephens, R.R., Fuchs, H.O., "Metal Fatigue in Engineering", 2001.
5. Charlie R. Brooks, Ashok Choudhury, "Failure Analysis of Engineering Materials", *Profesional Engineering*, Mc.Graw Hill, 2002.
6. Zeljko Domazet, Comparison Of Fatigue Crack Retardation, "Engineering Failure Analysis", Vol.3, No. 2, pp.137-147, 1996
7. F.S. Silva, " Analysis of a vehicle crankshaft failure", *Engineering Failure Analysis*, Vol. 10, 2003, pp. 605-616.
8. Norman E. Dowling, " Mechanical Behavior of Materials", *Engineering Methods for Defromation, fracture, and fatigue*, Prentice Hall, 1999.
9. Sheng-Hui Wang, Weixing Chen, Room temperature creep deformation and its effect on yielding behaviour of a line pipe steel with discontinuous yielding, *Materials Science and Engineering*, A301, 2001, 147-153.
10. Michael E. Kassner, Kamia Smith, Low temperature creep plasticity, *Journal of materials research and technology*, 3(3), 2014, 280-288.
11. Jie Zhao , Tao Mo, Defu Nie, The occurrence of room-temperature creep in cracked 304 stainless steel specimens and its effect on crack growth behavior, *Materials Science and Engineering A*, 483-484, 2008, 572-575.
12. Jonas Saarimäki, Johan Moverare, Robert Eriksson, Sten Johansson Influence of overloads on dwell time fatigue crack growth in Inconel 718, *Materials Science & Engineering A*, 612, 2014, 398-405.
13. Cheng Liu, Ping Liu, Zhenbo Zhao, Derek O. Northwood, Room temperature creep of a high strength steel, *Materials and Design*, 22, 2001, 325-328.
14. Anindito Purnowidodo, Singo Fukuzato, Akihide Saimoto and Chobin Makabe, Crack Growth Behavior in Overloaded Specimens with Sharp Notch in Low Carbon Steel, *Journal of Testing Evaluation*, Volume 35, Nomor 5, September 2007 ASTM International.
15. K. Sadananda, A.K. Vasudevan, R.L. Holtz, E.U. Lee, Analysis of overload effects and related phenomena, *International Journal of Fatigue*, 21, 1999, S233-S246.
16. Anindito Purnowidodo, Khairul Anam, Ari Wahyudi, Sofyan Arief, The Effect of Stop Holes Technique on Crack Growth Behaviors Emanating From a Notch after Overloading, *International Journal of Applied Engineering Research*, Vol. 9, No. 1, 2014. 125-136.