ANALISIS PERAMBATAN RETAK FATIK BAJA AISI 1020

(Skripsi)

Oleh

JESI TIASTUTI

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016

ABSTRAK

ANALISIS PERAMBATAN RETAK FATIK BAJA AISI 1020

Oleh

JESI TIASTUTI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju dan mekanisme perambatan retak fatik baja AISI 1020 melalui penampang patahan spesimen hasil uji. Pengujian perambatan retak fatik baja AISI 1020 menggunakan mesin MTS Landmark 100 kN. Parameter yang digunakan pada saat pengujian yaitu P_{max} = 0,7 $P_{yield,}$ R = 0,3, σ_{yield} = 395,5896 MPa dan f = 10 Hz. Dari pengujian diperoleh data panjang retak dan jumlah siklus maka dapat dihitung da/dN dengan menggunakan metode *polynomial incremental*. Hasil regresi dari grafik hubungan antara ΔK terhadap da/dN diperoleh laju perambatan retak dan faktor intensitas tegangan. Sehingga diperoleh persamaan $y = 8{,}107\times10^{-14}(\Delta K)^{4{,}69}$. Dimana $C = 8{,}107\times10^{-14}$ dan m = 4,69. Pada pengujian ini awal retak terjadi pada siklus 10.000 dengan panjang retak 4,745 mm. Hasil uji SEM retak merambat terjadi pada siklus 13.250 dengan panjang retak 10,464 mm. Di daerah ini dapat dilihat pola patahan intergranular. Sedangkan hasil uji SEM batas patah pada siklus 14.000 menunjukkan adanya *dimple* dan inklusi.

Kata Kunci : Fatik, Perambatan retak, mekanisme fatik, laju perambatan retak fatik

ABSTRACK

ANALYSIS PROPOGATION FATIGUE CRACK BAJA AISI 1020

By

JESI TIASTUTI

The purpose of the research is to determine the rate of fatigue crack propagation of the AISI 1020 steel. The fatigue crack propagation of the AISI 1020 steel was conducted by the MTS Landmark 100 kN materials testing. The parameters used during testing were P_{max} = 0,7 P_{yield}, R = 0,3, σ_{yield} = 395,5896 MPa and f = 10 Hz. From testing data crack length and number of cycles were obtained to determine da/dN and ΔK using the incremental polynomial method. By ploting da/dN data and ΔK in log-log scale the fatigue crack propagation rate was obtained by linier regression method, namely the material constant (C) = $8{,}107\times10^{-14}$ and the exponential constant (m) = 4.69. SEM fractographic observation on the fracture surface at when the crack length was around 10.464 mm at 13.250, show the intergranular fracture. In addition, the fracture surface morphology shows dimples with a litle inclusions after 14.000 cycles.

Keyword: Fatigue, crack propagation, the mechanism of the fatigue crack propagation rate fatigue.

ANALISIS PERAMBATAN RETAK FATIK BAJA AISI 1020

Oleh

JESI TIASTUTI

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Lampung

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2016

Judul Skripsi : **ANALISIS PERAMBATAN RETAK FATIK BAJA AISI 1020**

Nama Mahasiswa : Jesi Tiastuti

Nomor Pokok Mahasiswa : 1115021017

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Moh. Badaruddin, S.T., M.T.	**Ahmad Su'udi, S.T., M.T.**
NIP 19721211 199803 1 002	NIP 19740816 200012 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ahmad Su'udi, S.T., M.T.
NIP 19740816 200012 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Moh. Badaruddin, S.T., M.T.** .....

Anggota Penguji : **Ahmad Su'udi, S.T., M.T.** .....

Penguji Utama : **Nafrizal, S.T., M.T.** .....

2. Dekan Fakultas Teknik

Prof. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **10 Juni 2016**

PERNYATAAN PENULIS

SKRIPSI INI DIBUAT SENDIRI OLEH PENULIS DAN BUKAN HASIL PLAGIAT SEBAGAIMANA DIATUR DALAM PASAL 27 PERATURAN AKADEMIK UNIVERSITAS LAMPUNG DENGAN SURAT KEPUTUSAN REKTOR No. 3187/H26/DT/2010.

YANG MEMBUAT PERNYATAAN

JESI TIASTUTI
NPM. 1115021017

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Datarajan Kecamatan Ulu Belu Kabupaten Tanggamus pada tanggal 03 Mei 1993, anak pertama dari dua bersaudara, Lahir dari pasangan Bapak Warso dan Ibu Warsinem. Pendidikan Sekolah Dasar di SDN 1 Datarajan diselesaikan pada tahun 2005. Sekolah Menengah Pertama di SMP Bina Utama Ulu Belu-diselesaikan pada tahun 2008. Sekolah Menengah Atas di SMAN 5 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2011 dan pada tahun 2011 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi S1 Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung, melalui jalur PMPAP dan menamatkan program studi S1 pada 10 Juni 2016.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten di Laboratorium Material Teknik Mesin. Penulis juga aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai anggota Bidang Dana dan Usaha (2013-2014). Selain itu Penulis juga mengikuti organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik (BEM FT) sebagai anggota Dinas Internal (2013-2014).

Pengalaman akademik penulis, melakukan Kerja Praktek di PT. PLN (PERSERO) PLTP ULU BELU (UNIT 1 & UNIT 2 2×55 MW) Lampung pada tahun 2014

dengan mengambil studi kasus mengenai "Perhitungan Unjuk Kerja Turbin Uap Unit 1 di PT. PLN (PERSERO) PLTP ULU BELU TANGGAMUS". Pada Bulan September 2015 penulis mulai melakukan Tugas Akhir (TA) dengan konsentrasi Material, dengan judul "Analisis Perambatan Retak Fatik Baja AISI 1020" di bawah bimbingan dan penguji :

1. Bpk. Dr. Mohammad. Badaruddin, S.T., M.T. (Pembimbing Utama).
2. Bpk. Ahmad Su'udi, S.T., M.T. (Pembimbing Pendamping).
3. Bpk. Nafrizal S.T., M.T. (Penguji).

MOTTO

'Kesuksesan hanya dapat diraih dengan segala upaya dan usaha yang disertai dengan do'a, karena sesungguhnya nasib seseorang manusia tidak akan berubah dengan sendirinya tanpa berusaha"

"Keluargaku adalah alasan perubahan dalam hidupku"

'Tidak ada satu kesuksesan yang tidak disertai dengan kegagalan, maka habiskanlah kegagalanmu dimasa muda"

"Tiga hal yang ada dalam hidup : PILIHAN, KESEMPATAN dan PERUBAHAN. Kamu harus membuat PILIHAN untuk mengambil KESEMPATAN, atau tidak akan pernah ada PERUBAHAN dalam hidupmu"

(Jesi Tiastuti)

Dengan Kerendahan Hati

Dan

harapan menggapai Ridho-Nya

kupersembahkan karya kecilku ini untuk

Bapak & Mamak

Adikku Satu-Satunya

Keluarga Besar Hi. Suhud

Keluarga Besar Penulis

Teman-teman seperjuangan penulis
Mesin 2011

Almamater tercinta

SOLIDARITY FOREVER

SANWACANA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillaahirabbil'aalamiin, Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung, Shalawat serta salam juga disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang akan kita nantikan syafa'atnya di yaumil akhir nanti.

Skripsi dengan judul "Analisis Perambatan Retak Fatik Baja AISI 1020" Ini dapat diselesaikan berkat partisipasi, bantuan, dukungan dan do'a dari berbagai pihak. Sebagai rasa syukur, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua Orang Tuaku, Bapak dan Mamak tercinta, atas segala nasehat yang telah diberikan, atas semua kasih sayang yang tulus, atas segala pengorbanan dan perjuangan untuk memberikan pendidikan yang terbaik untuk anak-anaknya, serta air mata do'a yang tulus yang terus menerus mengalir untuk mendo'akan anak-anaknya.
2. Adikku tercinta Dwiki Prasetyo yang selalu memberikan do'a dalam setiap langkahku.
3. Bapak Drs. Andri Budiman, M.M. dan Ibu Tuti Aminah, S.Pd, yang telah mendidik, memberikan nasehat-nasehat, memberi dukungan moril dan materil, memberi masukan-masukan selama penulisan skripsi.

4. Bapak Mahruri, S.Ag dan ibu Hindun Tati Chosiah, S.E, yang telah memberikan dukungan moril dan materil.
5. Bapak Prof. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
6. Bapak Ahmad Su'udi, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
7. Bapak Dr. Mohammad Badaruddin, S.T., M.T. selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, pengetahuan, saran serta nasehat selama penyelesaian skripsi ini.
8. Bapak Ahmad Su'udi, S.T., M.T. selaku Pembimbing Pendamping atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, masukan dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
9. Bapak Nafrizal S.T., M.T selaku dosen pembahas yang telah menyempatkan waktunya dan memberikan masukan sebagai penyempurnaan penulisan skripsi ini.
10. Bapak Dr. Irza Sukmana, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah membantu kelancaran skripsi ini.
11. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin atas ilmu yang diberikan selama penulis melaksanakan studi, baik materi akademik maupun teladan dan motivasi untuk masa yang akan datang.
12. Pak Marta, Pak Wanto, Pak Dadang, Pak Nanang serta seluruh Staf Administrasi Jurusan Teknik Mesin yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan studi di Jurusan teknik Mesin.

13. Febrio Martha Mustafa, S.Sos dan Rr. Retno Nurswitar Dwiyanti, S.E. yang selalu memberi motivasi, semangat dan memberi dukungan moril-materil.
14. Rr. Sekarlangit Jingga Nurtavisha Robbano yang telah memberi inspirasi dan yang menemani penulis selama penulisan skripsi ini.
15. Keluarga Besar Hi. Suhud yang telah memberikan dukungan dan semangat.
16. Sahabat tersayang funtastic four, Budi Tri Utami, S.T., Beby Theta Dertiny, Ratih Safria Handrika, S.T., yang selalu ada buat penulis dalam keadaan suka dan duka.
17. Bang Juni Eko Purnomo, S.T, yang selalu memberi semangat, motivasi, nasehat, masukan masukan untuk pembuatan skripsi dan Do'a. Terimakasih sudah menjadi kakak terbaik dari penulis masuk kuliah sampai lulus.
18. Temen seperjuangan sekaligus keluarga besarku Teknik Mesin 2011, Yudi Setiawan, Maulana efendi, Dimas Rizky Hermanto, Tri Susanto, Dedek Lamputra, Ahmad Syarif, A. Fadly Wira Putra, Andicha Aulia Putra, Ryan Rusdi Wijayanto, Wahyu Gautama, Panji Mario Leksono, Khoirul Anam, Ikhwan, Adi Ernadi, Hari, A. Kurniawan Purga, Fahmi Reza, Panli M.E, Dika Akut Yunanta, Rizki Irawan, Rizki Dwi Printo, M. Husein Manaloe, Benny Silalahi , Eko Apriliando, Eko Wahyu, Eko Nurdianto, Jati Wahyu N, M. Faisal Yamin, Eko Alan Pratama, Wisnu Ismoyo, Andreas Pasca, Ferli Yoga Setiawan, Robi, Bahrul Ilmi, Adi Yusuf Setiawan , Siswanto,Yusuf Kurniansyah, Rifqi serta saudara-saudara mesin 2011 yang lainnya yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

19. Ali Mustofa, Terimakasih sudah menjadi musuh terbaik penulis dari Maba sampai lulus yang tiap hari kerjaannya berantem.
20. Ria Pratiwi, S.P yang telah menjadi sahabat terbaik penulis.
21. Abang- Abang alumni (bang Evans, bang ameng dan abang-abang yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu), yang selalu memberi dukungan dan semangat.
22. Abang-abang tercinta Mesin 2009 Agus Rantaujaya, Irvan, Wawan, Ari, Ronal, Lambok, Solihin, Iqbal, Thovic, Acong, Bowo, Mei, Rizal, Tuna Eko, Lingga, Willi, Ardian serta abang-abang yang lainnya yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
23. Abang-Abang 2010 Nyoman, Fajar, wahyu, Ramadhani, Salpa dkk.
24. Adek-adek tercinta Mesin 2013 Yuda Helmi, Riki Andriyanto, Ahmed, Yogi, Cahya, Fachri, Binto, Rahmad, Rizki Riantoni dkk.
25. Hadi Ari Wijaya, terimakasih atas semua bantuan, do'a dan semangat serta adek-adek Mesin 2014 Rizwan, Riki Yakub, Bayu dkk yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.
26. Cewek-cewek Mesin Unila (mbak Rabiah, Dara, Intan, Anggun, Vivi, Izma, Mulan, Aya, Neneng, Jumaliya, Dinda, Feni, zulfa, Intan 2015).
27. Adek-Adek Mesin 2012 dan 2015 Yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu.
28. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Lampung.
29. Keluarga Besar Teknik Mesin UBL, UM Metro, Unimal dan ATP Pringsewu.

30. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu, yang telah ikut serta membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi semua yang membaca dan bagi penulis sendiri.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Bandar Lampung, 24 Juni 2016

Penulis,

Jesi Tiastuti

DAFTAR ISI

Halaman

SANWACANA i

DAFTAR ISI..... vi

DAFTAR GAMBAR..... viii

DAFTAR TABEL ix

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang..... 1

B. Tujuan 2

C. Batasan Masalah 3

D. Sistematika Penulisan 3

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi baja karbon..... 5

B Baja AISI 1020 9

C Kekuatan tarik 10

D Fatik..... 12

E Perambatan retak fatik 13

F Karakteristik laju perambatan retak 16

G. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan lelah 19

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu 21

B. Bahan yang digunakan 21

C. Alat yang digunakan 22

D. Prosedur Pengujian 24

E. Analisis Data Pengujian..... 26

F. Metode yang digunakan 27

G. Diagram Alir penelitian 28

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian tarik 29

B. Data hasil uji perambatan retak fatik 34

C. Pembahasan uji fatik 35

V. PENUTUP

A. Simpulan 46

B. Saran 47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

4.1 Hasil uji tarik baja AISI 1020 setelah pengujian 31

3.1 Data Hasil Pengujian..... 26

4.2 Data hasil uji perambatan retak fatik baja AISI 1020 34

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

2.1 Kurva tegangan regangan 10

2.2 Panjang retak terhadap siklus 15

2.3 Skema kurva perambatan retak 17

2.4 Perilaku perambatan retak fatik pada material 17

2.5 Mikroskop digital portable 18

3.1 Spesimen uji tarik standar ASTM E 8 21

3.2 Bentuk dan ukuran spesimen uji fatik 22

3.3 Mesin MTS Landmark 100 kN 23

3.4 Mikroskop digital fortable 23

3.5 Diagram alir penelitian 28

4.1 Spesimen uji tarik sebelum di uji tarik 29

4.2 Spesimen uji tarik setelah di uji tarik 29

4.3 Kurva tegangan dan regangan baja AISI 1020 30

4.4 Struktur mikro panjang spesimen 32

4.5 Struktur mikro tebal spesimen 33

4.6 Retak mulai dapat diamati 35

4.7 Retak mulai merambat cepat 35

4.8 Spesimen akan mengalami patah..... 36

4.9 Kurva hubungan jumlah siklus dengan panjang retak 37

4.10 Kurva hubungan antara ΔK dengan da/dN 38

4.11 Kurva hubungan antara panjang retak dan ΔK 39

4.12 Kurva hubungan antara jumlah siklus dan ΔK 39

4.13 Kurva hubungan antara jumlah siklus dan beban 40

4.14 Kurva hubungan antara panjang retak dan beban 41

4.15 Hasil uji SEM awal retak 42

4.16 Hasil SEM retak merambat 42

4.17 Hasil uji SEM batas patah 43

4.18 Pola perambatan retak fatik baja AISI 1020 selama pengujian fatik 45

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fatik merupakan salah satu jenis kerusakan atau kegagalan yang diakibatkan oleh beban yang berulang-ulang. Ada tiga fase di dalam kerusakan yang diakibatkan oleh fatik yaitu : pengintian retak (*crack initiation*), perambatan retak (*crack propagation*), dan patah statik (*fracture*) (Adam, 2011). Fenomena fatik ini biasanya terjadi karena adanya beban dinamis dan adanya takikan pada material. Fatik sangat bergantung dengan faktor takikan karena semakin sempurna geometri permukaan suatu struktur maka umur fatiknya juga akan semakin tinggi. Kerusakan akibat fatik banyak terjadi di dunia teknik. Biasanya kerusakan ini terjadi karena disebabkan dengan adanya cacat atau retakan dan juga adanya pembebanan pada saat beroperasi (Hasan, 2007). Retak yang terjadi akan semakin bertambah panjang dan retakan ini akan berpengaruh terhadap kekuatan struktur suatu material.

Dari penelitian sebelumnya perambatan retak perlu dipahami untuk menganalisis perilaku perambatan di daerah garis-garis pantai pada permukaan patahan logam (*beach mark)*. Mekanisme penutupan retak juga dipengaruhi efek rasio beban perambatan retak fatik di dekat wilayah ambang batas. Penutupan retak menentukan nilai ketangguhan bahan (K_{max}) akibat kerusakan retak fatik (Martelo, 2015).

Dhinakaran, dkk (2014) menyatakan tingkat pertumbuhan retak pada kondisi temperatur ruang umumnya berada dalam rentang frekuensi antara 0,1 Hz sampai 5 Hz dan peningkatan laju pertumbuhan retak dipengaruhi oleh peningkatan intensitas tegangan. Semakin besar intensitas tegangan maka frekuensinya juga besar. Selain itu, menurut hasil penelitian Penghui, dkk (2014) perilaku perambatan retak fatik pada baja butir kasar memiliki resistensi lebih besar dibandingkan dengan baja butir halus. Ukuran butir pada perilaku perambatan retak fatik berpengaruh terhadap kekasaran suatu material.

Berdasarkan uraian pada paragraf sebelumnya, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang perambatan retak fatik dengan menggunakan metode Paris *law*. Dalam penelitian ini material yang digunakan adalah baja AISI 1020 yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi dan komponen-komponen teknik.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis perambatan retak fatik baja AISI 1020.
2. Mempelajari mekanisme perambatan retak fatik pada baja AISI 1020 melalui penampang patahan spesimen hasil uji.

C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi masalah pada :

1. Material yang digunakan adalah baja AISI 1020.
2. Analisa yang dilakukan hanya perhitungan nilai perambatan retak fatik baja AISI 1020 berdasarkan zona 2 daerah perambatan retak dengan metode Paris; $\frac{da}{dN} = C\ (\Delta k)^m$.
3. Rasio pembebanan (R = 0,3) dan beban maksimum $P_{max} = 0{,}7\ P_{yield}$.
4. Spesimen saat pengujian dianggap sempurna, sehingga tidak membahas cacat pada material dari hasil pengujian.

D. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah :

I. PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi tentang latar belakang, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka menjelaskan tentang teori-teori dasar mengenai hal-hal yang berkaitan dengan penelitian ini.

III. METODE PENELITIAN

Terdiri atas hal-hal yang berhubungan dengan pelaksanaan penelitian, yaitu tempat penelitian, bahan penelitian, peralatan penelitian, prosedur pengujian dan diagram alir pelaksanaan penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

berisikan hasil penelitian dan pembahasan dari data-data yang diperoleh setelah pengujian.

V. PENUTUP

Berisikan hal-hal yang dapat disimpulkan dan saran-saran yang ingin disampaikan dari penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Memuat referensi yang dipergunakan penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir.

LAMPIRAN

Berisikan pelengkap laporan penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi Baja Karbon

Bahan logam pada jenis besi merupakan material yang paling sering digunakan dalam membuat paduan logam lain untuk mendapatkan sifat bahan yang diinginkan. Baja karbon terdiri dari besi dan karbon, karbon merupakan unsur pengeras besi yang paling efektif dan murah. Oleh karena itu, umumnya sebagian besar baja hanya mengandung karbon dengan sedikit unsur paduan lainnya (Smallman, 1991). Sedangkan unsur paduan lainnya seperti Mn, P, Cu, S dan Si. Adapun pengaruh unsur paduan pada bahan baja karbon adalah :

1. *Carbon* (C)

   Karbon pada baja dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan tetapi jika berlebihan akan menurunkan ketangguhan (*toughness*).

2. *Mangan* (Mn)

   Semua baja mengandung mangan karena sangat dibutuhkan dalam proses pembuatan baja. Kandungan mangan lebih kurang 0,6% masih belum dapat sebagai paduan dan tidak mempengaruhi sifat baja, dengan kata lain

mangan tidak memberikan pengaruh yang besar pada struktur baja dalam jumlah rendah. Dengan bertambahnya kandungan mangan maka suhu kritis menurun secara seimbang, mangan membuat butiran lebih halus, penambahan unsur mangan dalam baja dapat meningkatkan kuat tarik tanpa mengurangi regang. Sehingga baja dengan penambahan mangan memiliki sifat kuat dan kenyal. Selain itu mangan juga dapat mencegah terjadinya *hot shortness* (kegetasan pada suhu tinggi) terutama pada saat pengerolan panas (Amanto,1999).

3. *Phospor* (P)

   Unsur ini membuat baja mengalami retak dingin (*cold shortness*) atau getas pada suhu rendah, sehingga tidak baik untuk baja yang diberi beban benturan pada suhu rendah. Tetapi efek baiknya adalah dapat menaikkan fluiditas yang membuat baja mudah dirol panas. Kadar *phospor* dalam baja biasanya kurang dari 0,05%.

4. *Sulfur* (S)

   Sulfur dapat menjadikan baja getas pada suhu tinggi, karena itu dapat merugikan baja yang dipakai pada suhu tinggi, disamping menyulitkan pengerjaan seperti dalam pengerolan panas atau proses lainnya. Kadar *sulfur* harus dibuat serendah-rendahnya yaitu lebih rendah dari 0,05%.

5. *Silicon* (Si)

   Silikon sampai kadar 3,2 % bersifat menurunkan kekerasan besi. Kadar silikon menentukan beberapa bagian dari karbon yang terkait dengan besi

dan beberapa bagian terbentuk grifit (kadar karbon bebas) setelah mencapai keadaan seimbang. Kelebihan silikon akan membbentuk ikatan yang keras dengan besi, sehingga dapat dikatakan silikon diatas 3,2% akan meningkatkan kekerasan (Amanto, 1999).

Dalam pengaplikasiannya baja karbon sering digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan alat-alat perkakas, komponen mesin dan lainnya. Menurut pendefinisian ASM *Handbook* vol. 1 :148 (1993). Baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah persentase komposisi kimia karbon dalam baja yaitu :

1. Baja Karbon Rendah (*low carbon steel*)

   Baja dengan kandungan karbon < 0,3, memiliki kekuatan sedang dengan keuletan yang baik. Baja karbon rendah biasanya digunakan untuk pembuatan jembatan, bangunan gedung, kendaraan bermotor dan kapal laut. Baja karbon rendah ini memiliki ketangguhan dan keuletan tinggi akan tetapi memiliki sifat kekerasan dan ketahanan aus yang rendah.

   Penggunaan baja karbon rendah :

   1. Sebagai plat pada kendaraan.
   2. Profil, batang untuk keperluan tempa.
   3. Pekerjaan mesin dan konstruksi bangunan.

2. Baja Karbon Sedang (*medium carbon steel*)

   Baja ini mengandung karbon antara 0,30% sampai dengan 0,60%. Baja karbon ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan baja karbon rendah, baja karbon sedang memiliki sifat mekanis yang lebih kuat dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi daripada baja karbon rendah. Besarnya karbon yang terdapat dalam besi memungkinkan baja untuk dapat dikeraskan dengan memberikan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang dalam perdagangan biasanya digunakan sebagai alat-alat perkakas, baut, poros, engkol, roda gigi, ragum, pegas, dan lain-lain

3. Baja Karbon Tinggi

   Baja yang mengandung karbon antara 0,70% sampai dengan 1,5%. Baja karbon tinggi memiliki sifat tahan panas, kekerasan serta kekuatan tarik yang sangat tinggi akan tetapi memiliki keuletan yang lebih rendah sehingga baja karbon ini menjadi lebih getas. Baja karbon ini sulit diberi perlakuan panas untuk meningkatkan sifat kekerasannya, hal ini dikarenakan baja karbon tinggi memiliki jumlah martensit yang cukup tinggi sehingga tidak akan memberikan hasil yang optimal pada saat dilakukan proses pengerasan permukaan. Baja karbon ini banyak digunakan untuk keperluan pembuatan alat-alat konstruksi yang berhubungan dengan panas yang tinggi atau dalam penggunaannya akan menerima dan mengalami panas, misalnya landasan, palu, gergaji, pahat, kikir, mata bor, bantalan peluru dan sebagainya.

B. Baja AISI 1020

Pemilihan baja AISI 1020 karena baja ini banyak dipakai dalam pembuatan komponen-komponen permesinan dan mudah diperoleh di pasaran. Data-data yang dapat diperoleh dari baja AISI 1020 (matweb.com, 2016) adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Komposisi kimia AISI 1020

Unsur	%
Carbon	0.17-0.23
Mangan	0.3-0.6
Pospor	0.04
Sulfur	0.05
Fe	99.08 – 99.53

Tabel 2.2 Sifat mekanik AISI 1020

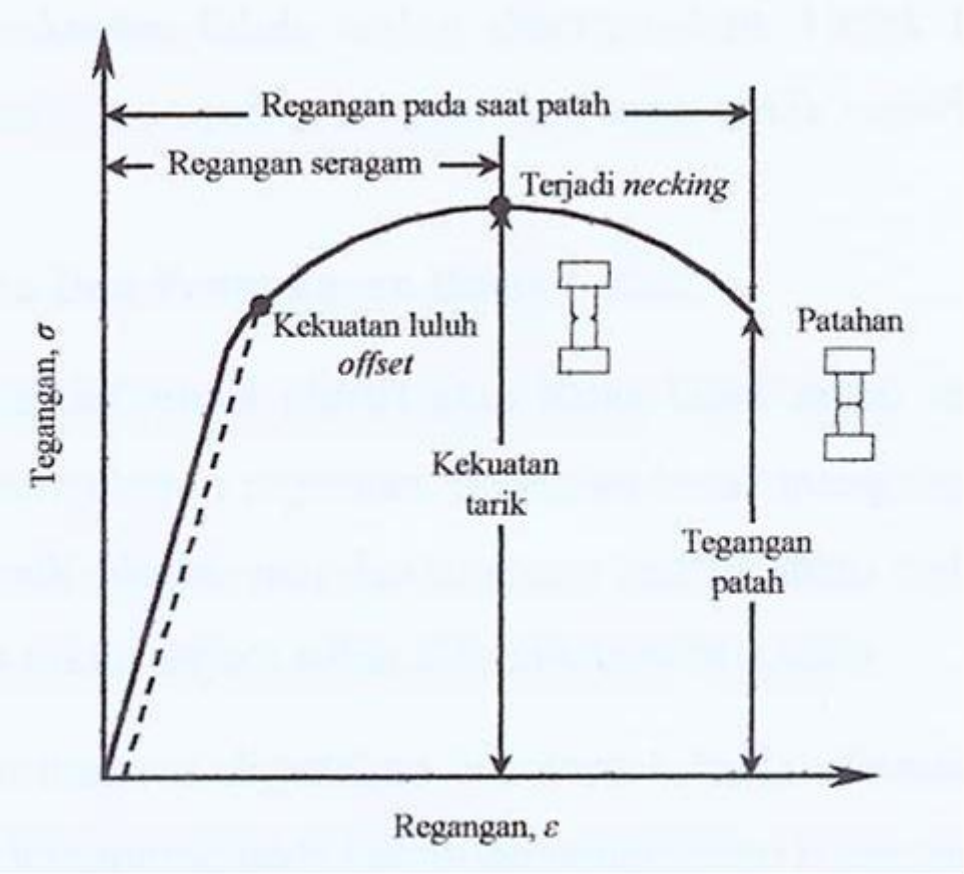
Nama	Satuan
Tensile strength	420 Mpa
Yield strength	350 Mpa
Elongation	15 %
Modulus elastisitas	200 Gpa
hardness	111 HB

AISI 1020 diberi nama menurut standar American Iron and Steel Institude (AISI) dimana angka 1xxx menyatakan baja, angka 10xx menyatakan jenis baja, sedangkan angka 20 menyatakan kadar kandungan karbon dalam seperseratus persen (0,20%). Jadi dapat disimpulkan bahwa material SAE-AISI 1020 merupakan baja karbon dengan kandungan karbon 0,20%.

S

C. Kekuatan Tarik

Proses pengujian tarik mempunyai tujuan untuk mengetahui kekuatan tarik bahan uji. Bahan uji adalah bahan yang akan digunakan sebagai konstruksi, agar siap menerima pembebanan dalam bentuk tarikan. Pengujian tarik dilakukan dengan memberikan pembebanan tarik pada material. Hasil yang diperoleh dari pengujian tarik adalah grafik tegangan-regangan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 kurva tegangan regangan
(Wiryosumarto, 2000).

Sifat mekanik yang dapat diketahui berdasarkan kurva pengujian tarik yang dihasilkan adalah kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strenght*) . Kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strenght*) adalah beban maksimum dibagi luas penampang awal. Besarnya kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strenght*) ditentukan oleh tegangan maksimum yang diperoleh dari kurva tegangan regangan. Kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strenght*) ini diperoleh dari :

$$\sigma_u = \frac{Pmaks}{Ao} \quad \text{..... (2.1)}$$

Dimana :

σ_u : Kekuatan tarik (MPa)

P_{maks} : Beban maksimum (kN)

A_0 : Luas penampang awal (mm^2)

Sifat mekanik yang lain adalah kekuatan luluh yang diberi simbol σ_{yield}. Kekuatan luluh (*Yield Strength*) adalah tegangan yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah kecil deformasi plastis yang ditetapkan. Definisi yang sering digunakan untuk sifat ini adalah kekuatan luluh *offset* di tentukan oleh tegangan yang berkaitan dengan perpotongan kurva tegangan regangan dengan garis yang sejajar dengan elastis *offset* kurva regangan tertentu. Di Amerika Serikat *offset* biasanya ditentukan sebagai regangan 0,2 atau 0,1 persen (Dieter, 1988).

D. Fatik

Fatik atau kelelahan adalah kerusakan material yang diakibatkan oleh adanya tegangan yang berfluktuasi yang besarnya lebih kecil dari tegangan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*) (σ_u) maupun tegangan luluh (*yield*). Apabila suatu logam dikenai tegangan berulang maka logam tersebut akan patah pada tegangan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan tegangan yang dibutuhkan untuk menimbulkan perpatahan pada beban statik.

Adapun mekanisme terjadinya kegagalan fatik dapat dibagi menjadi 3 fase yaitu antara lain :

1. Awal Retak (*crack initiation*)

   Mekanisme fatik umumnya dimulai dari *crack initiation* yang terjadi di permukaan material yang lemah atau daerah dimana terjadinya konsentrasi tegangan dipermukaan akibat adanya pembebanan yang berulang.

2. Perambatan Retak (*crack propagation*)

   Jumlah total siklus yang menyebabkan kegagalan *fracture* merupakan penjumlahan jumlah siklus yang menyebabkan retakan awal dan fase perambatannya. *Crack initiation* ini berkembang menjadi *microcracks.* Perambatan atau perpaduan *microcracks* ini kemudian membentuk *macrocracks* yang akan berujung pada *failure.*

3. Patah

Perpatahan terjadi ketika material telah mengalami siklus tegangan dan regangan yang menghasilkan kerusakan yang permanen. Ketika terjadi penjalaran retak, penampang pada bagian tersebut akan berkurang sampai pada kondisi dimana penampang pada bagian tersebut tidak mampu menahan beban yang terakhir kali. Pada tahap ini penjalaran retak yang terjadi sangat cepat sehingga struktur akan terpecah menjadi dua.

Karakteristik kelelahan logam dibagi menjadi dua yaitu :

1. Karakteristik makro

   Karakteristik makro merupakan ciri-ciri kelelahan yang dapat diamati secara visual (dengan mata telanjang dan kaca pembesar).

2. Karakteristik mikro.

   Karakteristik mikro merupakan ciri-ciri kelelahan yang hanya dapat diamati dengan menggunakan mikroskop.

E. Perambatan Retak Fatik

Perambatan retak adalah tahap kedua dari ketiga tahap proses kegagalan atau kerusakan. Dalam tahap ini retak tumbuh dan menjalar hingga mencapai batas kritis *(critical size)*. Dari data perambatan retak suatu prediksi umur lelah (*fatigue life*) dapat dikembangkan.

Fatigue life dapat ditingkatkan dengan cara :

1. Mengontrol tegangan

    a. Peningkatan tegangan menurunkan umur fatik.
    b. Pemicunya dapat secara mekanis (fillet atau alur pasak) maupun metalurgi (porositas atau inkluisi).
    c. Kegagalan fatik selalu dimulai pada peningkatan tegangan.

2. Mengontrol struktur mikro

    a. Meningkatnya ukuran benda uji, umur fatik kadang-kadang menurun.
    b. Kegagalan fatik biasanya dimulai pada permukaan.
    c. Penambahan luas permukaan dari benda uji besar meningkatkan kemungkinan dimana terdapat suatu aliran, yang akan memulai kegagalan dan menurunkan waktu untuk memulai retak.

3. Mengontrol penyelesaian permukaan

    a. Dalam banyak pengujian dan aplikasi pemakaian, tegangan maksimum terjadi pada permukaan.
    b. Umur fatik sensitif terhadap kondisi permukaan.
    c. Faktor lain yang harus dipertimbangkan adalah tegangan sisa permukaan.

    (http://luvlyly4.wordpress.com, 2009).

Dari konsep *fracture mechanics*, laju perambatan retak dinyatakan dengan da/dN yang merupakan fungsi dari sifat material, panjang retak dan tegangan operasi. Berikut adalah persamaan Paris law yaitu :

$$da/dN = C\,(\Delta K)^m \quad \text{..... (2.2)}$$

dimana :

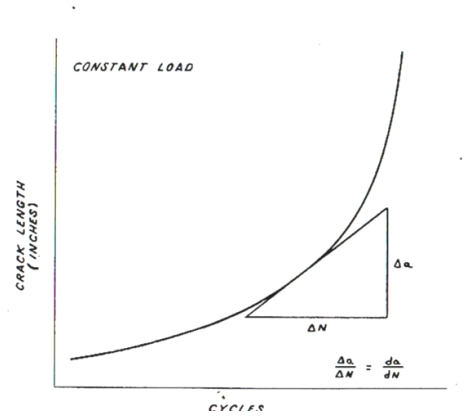
ΔK = selisih faktor intensitas tegangan

C = Konstanta material

m = Material konstan

Laju perambatan retak merupakan fungsi dari faktor intensitas tegangan. Retak berawal dari daerah yang paling lemah, kemudian berkembang seiring dengan berjalannya siklus pembebanan. Didalam suatu percobaan biasanya perambatan retak dapat diukur secara visual dengan alat teleskop atau bisa dilakukan dengan alat ultrasonik ataupun dengan alat pengubah resistivitas listrik.

Pertumbuhan retak adalah perubahan panjang retak terhadap siklus. Jika panjang retak *a* di plot dengan siklus *N*, dapat ditunjukkan oleh Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Panjang retak terhadap siklus

da/dN dievaluasi pada suatu panjang retak, kemudian ΔK untuk panjang retak tersebut. Dengan mengasumsi bahwa panjang retak a pada suatu panjang konstan dan hanya tegangan yang bervariasi. Hal ini ditunjukkan untuk suatu kalibrasi K sederhana :

$$K = Y\sigma\sqrt{\pi a} \quad \text{..... (2.3)}$$

$$\Delta K = Y\Delta\sigma\sqrt{\pi a} \quad \text{..... (2.4)}$$

dimana :

$\Delta\sigma$ = Selisih antara tegangan maksimum dan minimum (MPa)

ΔP = Selisih antara beban maksimum dan minimum (kN)

A = Luas penampang (mm^2)

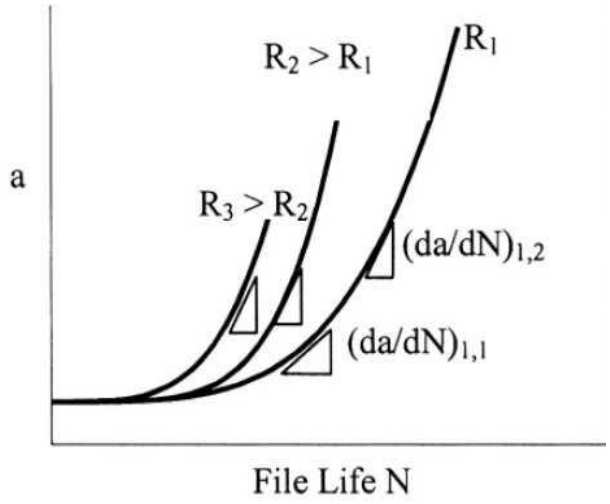
a = Panjang retak (mm)

Y = Faktor geometri spesimen.

F. Karakteristik Laju Perambatan Retak

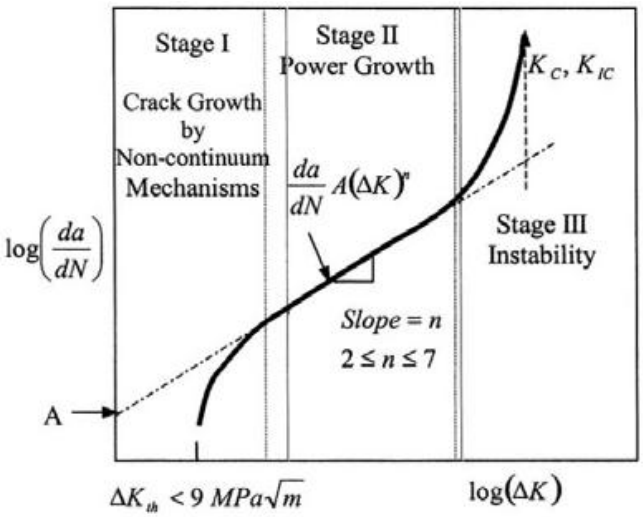
Pertumbuhan panjang retak dan jumlah siklus dapat disajikan dalam kurva a dan N. Gambar 2.3 adalah kurva yang menunjukan secara skematis tiga spesimen yang dikenai tegangan berbeda pada pengujian fatik, R3>R2>R1. Benda uji mempunyai ukuran retak awal yang sama dan tegangan siklik minimumnya pun juga sama, yaitu nol. Dari gambar tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa material yang dibebani siklik dengan level tegangan yang lebih tinggi akan mengalami kegagalan dengan jumlah siklus yang lebih sedikit dibandingkan material yang dibebani dengan tegangan yang lebih kecil.

Adapun Skema kurva perambatan retak dapat dlihat pada gambar 2.3 yaitu :

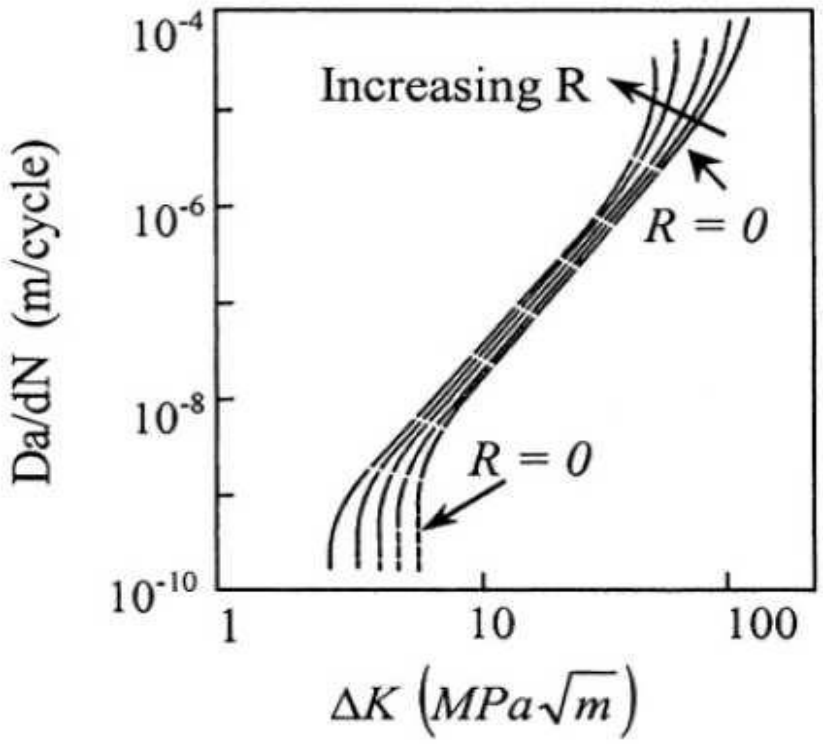


Gambar 2.3 Skema kurva perambatan retak
(Neztor Perez, 2004)

Perilaku perambatan retak pada material dapat juga disajikan dengan grafik hubungan antara laju perambatan retak dan selisih faktor intensitas tegangan. Grafik tersebut dibuat dalam skala logaritmik seperti yang ditunjukan oleh Gambar 2.4



Gambar 2.4 Perilaku perambatan retak fatik pada material
(Anderson.T.L, 1994)



Gambar 2.5. Hubungan intensitas tegangan dengan laju pertumbuhan retak (Neztor Perez, 2004)

Kurva tersebut dapat dibagi menjadi tiga daerah. Daerah I menunjukan suatu daerah harga ambang ΔKth, dibawah harga ini tidak ada perambatan retak yang terjadi, kecuali pada orde sekitar $2{,}5 \cdot 10^{-10}$ m/siklus. Daerah III merupakan daerah perambatan retak yang sangat cepat sehingga perambatan retak sulit untuk diamati dimana faktor intensias tegangannya diatas harga faktor intensitas tegangan kritis, sehingga daerah ini tidak begitu penting dalam pengamatan situasi fatik. Daerah II merupakan daerah terpenting dimana daerah ini menunjukan hubungan linier antara laju perambatan retak dan selisih intensitas tegangan yang bekerja.

G. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Lelah

Faktor – faktor yang mempengaruhi atau cenderung mengubah kondisi kelelahan atau kekuatan lelah yaitu tipe pembebanan, putaran, kelembaban lingkungan. Konsentrasi tegangan, suhu, kelelahan bahan, komposisi kimia bahan, tegangan- tegangan sisa dan tegangan kombinasi.

1. Faktor Kelembaban Lingkungan

   Faktor kelembaban lingkungan sangat mempengaruhi kekuatan lelah sebagaimana yang telah diteliti Haftirman (1995) bahwa pada kelembaban relatif 70% sampai 80%. Lingkungan kelembaban tinggi membentuk pit korosi dan retak pada permukaan spesimen yang menyebabkan kegagalan lebih cepat terjadi.

2. Tipe Pembebanan

   Tipe pembebanan ini sangat memepengaruhi kekuatan lelah sebagaimana yang diteliti oleh Ogawa (1989) bahwa baja S45S yang diberikan tipe pembebanan lentur putar dan pembebanan aksial mempunyai kekuatan lelah yang sangat berbeda, baja S45S dengan pembebanan aksil memiliki kekuatan lelah yang lebih rendah dari baja yang menerima pembebanan lentur putar.

3. Faktor Suhu

   Faktor suhu sangat mempengaruhi kekuatan lelah karena suhu menaikkan konduktifitas elektrolit lingkungan sehingga dapat mempercepat proses oksidasi. Untuk mengkondisikan pengujian standar terhadap suhu,

pengujian dilakukan pada temperatur kamar. Menurut Haftirman (1995) bahwa pada pengujian di suhu 40^0C retakan pada spesimen memanjang dari pada pengujian di suhu 20^0C. Dengan retakan yang halus, karena suhu yang tinggi menyebabkan molekul air yang terbentuk mengecil di permukaan baja sehingga mempercepat terjadinya reaksi oksidasi dan membuat jumlah pit korosi jauh lebih banyak, akibatnya pit korosi cepat bergabung membentuk retakan yang memanjang (Dieter, 1986).

4. Faktor Tegangan Sisa

   Faktor tegangan sisa yang mungkin timbul pada saat pembuatan spesimen direduksi dengan cara melakukan pemakanan pahat sehalus mungkin terhadap spesimen sehingga pemakanan pahat tidak menimbulkan tegangan sisa maupun tegangan lentur pada spesimen.

5. Faktor Komposisi Kimia

   Pengaruh faktor komposisi kimia terhadap kekuatan lelah diharpkan sama untuk seluruh spesimen uji dengan pemilihan bahan yang diproduksi dalam satu kali proses pembuatan, sehingga didapat kondisi pengujian yang standar untuk seluruh spesimen uji.

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Sedangkan waktu penelitian dilaksanakan pada rentang waktu bulan Januari hingga Februari 2016.

B. Bahan yang Digunakan

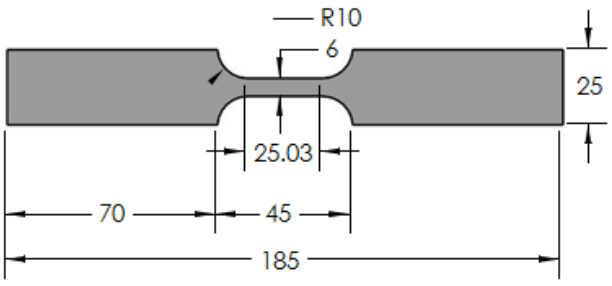
Bahan dan dimensi spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Baja AISI 1020

   Baja AISI 1020 ini berbentuk plat dan memiliki ukuran panjang 185 mm, lebar 50 mm dan tebal 4 mm. Memiliki kadar karbon kurang dari 0,3%

2. Spesimen Uji Tarik

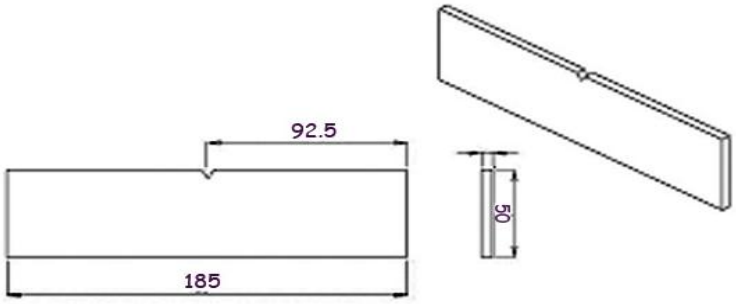
   Spesimen untuk uji tarik berdasarkan standar ASTM E 8. Ukuran dan bentuk seperti pada gambar 3.1 :



Gambar 3.1. Spesimen Uji Tarik standar ASTM E 8 (ASTM E8, 2001).

3. Spesimen Uji Fatik

   Spesimen yang digunakan untuk uji fatik yaitu dengan menggunakan standar ASTM E 647. Ukuran panjang spesimen 185 mm, lebar 50 mm, panjang retak awal (a_o = 10 mm), tebal adalah 4 mm.



Gambar 3.2. Bentuk dan ukuran spesimen uji fatik (ASTM E647, 2004)

C. Alat yang Digunakan

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Mesin MTS Landmark 100 kN

   Alat ini dapat digunakan untuk pengujian tarik statis dan fatik, yang tersedia di laboratorium Material Teknik-Jurusan Teknik Mesin-Universitas Lampung. Alat ini mampu menerima beban sebesar 100 kN.

Gambar 3.3. Mesin MTS Landmark 100 kN

2. Mikroskop *Digital Portable*

   Mikroskop ini digunakan untuk mengamati pertumbuhan dan perambatan retak selama pengujian retak fatik. Alat ini mampu mengamati retak dengan perbesaran 100 X sesuai standar ASTM E647.

Gambar 3.4. Mikroskop *digital portable*

3. SEM (*Scanning Elektron Microscop*)

   Scanning Elektron Microscop (SEM) digunakan untuk mengobservasi patahan permukaan baja setelah pengujian retak fatik melalui penampang patahan specimen uji.

4. Mikroskop Optik

   Mikroskop optik digunakan untuk mengamati dan memfoto morfologi bentuk perambatan retak specimen uji.

D. Prosedur Pengujian

Prosedur penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan proses, yaitu:

1. Prosedur pengujian

   a. Uji Tarik Statis

      Penguijian tarik statis harus dilakukan terlebih dahulu untuk mendapatkan data nilai tegangan luluh (σ_y) baja. Adapun prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut :

      1. Menyiapkan spesimen sesuai dengan standar ASTM E8.
      2. Membuka program Controller 793B setelah itu klik *manual command*, pilih *displacement mode*, lalu naikan *actuator* ke posisi nol *(zero).*
      3. Pasang spesimen pada *cross head grip* atas kemudian spesimen dicekam.
      4. Lalu *cross head* diturunkan sampai ujung bawah spesimen masuk ke dalam grip bawah dengan kedalaman 3 cm.
      5. Klik *manual command* dan klik *control mood* ke *force.*
      6. Kemudian klik *auto offset* untuk *force*. Setelah itu grip bagian bawah dicekam sehingga ujung spesimen bagian bawah tidak berubah.
      7. Pasang *extensometer* ke spesimen dengan posisi zero pin, dan klik manual *offset* untuk *extensometer.* Lalu lepaskan *zero* pin dari *extensometer.*

8. Membuka Software MTS Test Suite (MPE), pilih template untuk uji tarik statis.
9. Memasukkan data panjang plat, lebar pelat dan tebal plat.
10. Memasukan *initial speed* dan *secondary speed* (mm/s).
11. Setelah menginput semua data lalu klik RUN.

b. Uji Fatik

Prosedur pengujian perambatan retak fatik yang akan dilakukan yaitu:

1. Menyiapkan spesimen sesuai dengan standar ASTM E 647.
2. Membuka program Controller 793B setelah itu klik *manual command,* pilih *displacement mode,* lalu naikan *actuator* ke posisi nol *(zero).*
3. Pasang spesimen pada *cross head grip* atas kemudian spesimen dicekam.
4. Lalu *cross head* diturunkan sampai ujung bawah spesimen masuk ke dalam grip bawah dengan kedalaman 3 cm.
5. Klik *manual command* dan klik *control mood* ke *force.*
6. Kemudian klik *auto offset* untuk *force*. Setelah itu grip bagian bawah dicekam sehingga ujung spesimen bagian bawah tidak berubah.
7. Membuka Software MTS Test Suite (MPE), pilih template untuk *high cycle fatigue testing*
8. Memasukkan data P*maks* dan P*min*, siklus total, *incremental cycles* untuk mengatur stop mesin secara otomatis pada setiap jumlah

siklus tertentu dengan tujuan agar retak dapat diamati/diukur dengan menggunakan mikroskop digital portabel (lihat gambar 3.4)

9. Memasukan *initial speed* dan *secondary speed (mm/s)*.
10. Setelah menginput semua data lalu klik RUN.

E. Analisis Data Pengujian

Tabel 3.1. Data Hasil Pengujian

No	Jumlah siklus	Panjang retak (mm)
	1000	
	1200	
	1400	
	Dst	

F. Metode Yang Digunakan

Metode yang akan digunakan untuk menghitung perambatan retak fatik pada penelitian ini adalah metode polynomial incremental (ASTM E647, 2004).

Metode ini digunakan untuk menghitung da/dN meliputi pas polinomial urutan kedua (parabola) ke rangkaian (2n+1) titik data yang berurutan, di mana n biasanya 1,2,3, atau 4. Bentuk persamaan adalah sebagai berikut: (ASTM E647, 2004).

$$a_i = b_0 + b_1\left(\frac{N_i - C_1}{C_2}\right) + b_2\left(\frac{N_i - C_1}{C_2}\right)^2 \quad \text{.....(3.1)}$$

Dimana :

$$-1 \le \left(\frac{N_i - C_1}{C_2}\right) \le +1 \quad \text{.....(3.2)}$$

Laju pertumbuhan retak pada N_i diperoleh dari turunan dari parabola di atas, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$\left(\frac{da}{dN}\right) d_i = \frac{b_1}{C_2} + 2\,b_2\left(\frac{N_i - C_1}{C_2}\right)^2 \quad \text{.....(3.3)}$$

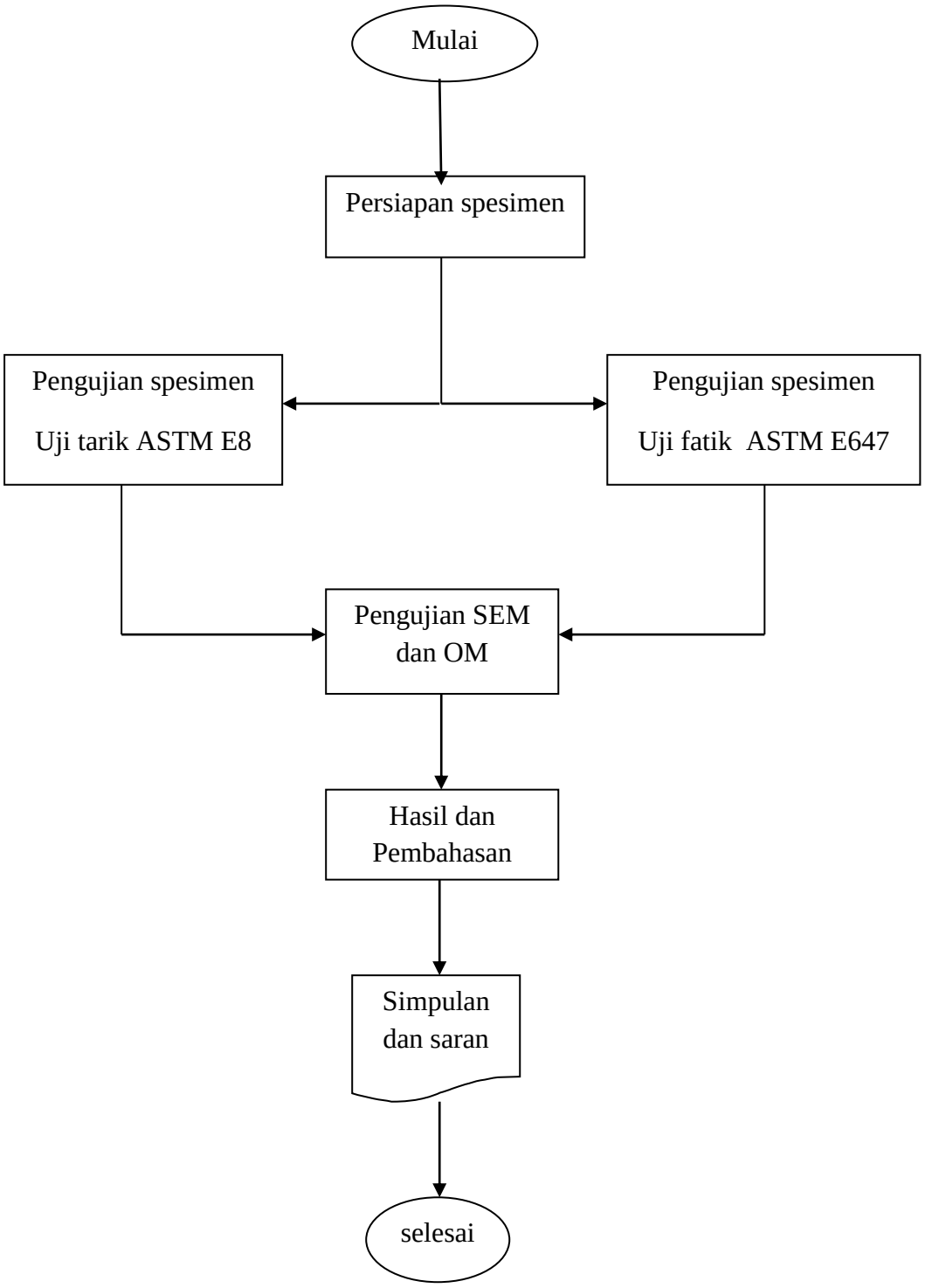
Nilai ΔK terkait dengan nilai da/dN ini dihitung dengan menggunakan ukuran retak $\hat{a}_i$, sesuai dengan N_i . Persamaan nilai ΔK untuk spesimen retak sisi tunggal yaitu :

$$\Delta K = \frac{\Delta P}{B\sqrt{W}} \frac{(2+\alpha)}{(1-\alpha)^{3/2}} \left(0.886 + 4.6\,\alpha - 13.32\alpha^2 + 14.72\alpha^3 - 5.6\alpha^4\right) \text{.....(3.4)}$$

Dimana :

$$\alpha = \frac{a}{W}$$

G. **Diagram Alir Penelitian**



Gambar 3.5. Diagram alir penelitian

V. PENUTUP

A. Simpulan

Setelah melakukan penelitian dan pengolahan data, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perambatan retak yang diamati secara visual terbentuk pada jumlah siklus 10.000 dengan panjang retak sebesar 4,745 mm. Perilaku laju perambatan retak yang merambat terjadi secara cepat hingga mencapai batas patah pada jumlah siklus 13.990 dengan panjang retak sebesar 1,7081 mm. Dari hasil penelitian ini pada jumlah Siklus 14.000 spesimen mengalami patah statis.

2. Hasil dari penampang patahan uji menunjukkan adanya karakteristik patahan lelah, seperti pembentukan retak, daerah perambatan retak, dan daerah patah statis.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan setelah melakukan pengujian perambatan retak fatik baja AISI 1020 yaitu :

1. Sebaiknya pada penelitian selanjutnya pengujian perambatan retak fatik dilakukan dengan menggunakan beberapa variasi. Misal variasi rasio dan beban.
2. Pada saat pengujian SEM dan OM penentuan titik pengamatan atau observasi harus menunjukkan kepada hasil yang mendekati keadaan sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM E647. 2004. "*Metal Test Methods and Analitycal Prosedures, Annual Book of STM Standard*", Sec. 3, Vol. 03.01, pp.615-657, Bar Harbor Drive, Weat Conshohocken.

ASTM E8. 2001. "*Standard Test Method for Tension Testing of Metallic Materials*". USA.

Adam, K. 2011. Faktor Perpatahan dan kelelahan pada kekuatan bahan material. ILTEK, Volume 6, Nomor 12, Oktober 2011.

Amanto, H. 1999. Ilmu Bahan. Jakarta : Bumi Raksa

Anderson, T. L. 1994. Fracture Mechanics Fundamentals and Aplications. Edisi ke Dua. Crc Pres LLC. Urbana.

Dhinakaran, S. 2014. Effect of low cyclic frequency on fatigue crack growth behavior of a Mn–Ni–Cr steel in air and 3.5% NaCl solution. Material science and Engineering A 609 204-205.

Dieter, G, E. 1986. "*Metalurgi Mekanik*" edisi ke-3, alih bahasa Sriati Djaprie, Erlangga. Jakarta.

Hasan, Nur. 2007. Laju Perambatan Retak Plat Aluminium 2024 T3 Dengan Pola Lubang Pada Beban Fatik Uniaksial Amplitudo Konstan. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

Krüger, N. Grundmann. 2015. Influence of microstructure and stress ratio on fatigue crack growth in a Ti-6-22-22-S alloy. Materials Today: Proceedings 2S S205 – S21.

Martelo, D. F. 2015. "Crack closure and fatigue crack growth near threshold of a metastable austenitic stainless steel". International Journal of Fatigue 77 64-77.

Penghui, dkk. 2014. "Fatigue crack growth behavior of a coarse- and a fine-grained high manganese austenitic twin-induced plasticity steel". Material Science and Engineering A 605 160-166.

Smallman, R. E. 1991. Metalurgi Fisik Modern. Edisi 4. Jakarta : Penerbit Gramedia.

Wiryosumarto. 2000. "Teknologi pengelasan logam". PT. Pradnya paramita: Jakarta

Wordpress. 2009. Sifat Material. Http:// Luvlyly4. Wordpress.com. Diakses pada 4 September 2015.