

# ANALISIS TINGKAT KEKERASAN PADA LEFT HAND MAIN LANDING GEAR AXLE SLEEVE HASIL PROSES SHOT PEENING

Ir. Indra Setiawan, MBA<sup>1</sup>, Bayu Priyadi<sup>2</sup>

Lecture<sup>1</sup>, College student<sup>2</sup>, Departement of machine, Faculty of Engineering, University Muhammadiyah Jakarta, Jalan Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510, Tlp 021-4244016, 4256024, email :

## ABSTRAK

*Landing gear merupakan konstruksi dari roda pendaratan pesawat terbang yang berfungsi untuk menyerap energi yang terjadi pada saat pesawat mendarat (landing). Pada umumnya, landing gear pada suatu pesawat digolongkan menjadi dua bagian yaitu: nose landing gear (landing gear bagian depan) dan main landing gear (landing gear bagian belakang). Nose landing gear berjumlah satu buah dan main landing gear bermacam-macam jumlahnya bergantung jenis pesawatnya. Untuk pesawat penumpang yang merupakan obyek pada penelitian ini, nose landing gear berjumlah satu buah, dan main landing gear berjumlah dua buah (pada sayap kiri berjumlah satu buah dan pada sayap kanan berjumlah satu buah). Selain itu, landing gear juga merupakan salah satu bagian vital dari pesawat terbang yang berfungsi untuk menopang keseluruhan bobot pesawat ketika berada di darat, mulai dari landing hingga take off. Analisis distribusi kekerasan pada axle sleeve landing gear pesawat terbang ini, ditujukan untuk mengetahui pengaruh kekerasan yang terjadi pada axle sleeve landing gear yang telah dimodifikasi. Tindakan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menganalisa modifikasi axle sleeve dengan metode shot peening, sehingga dapat memastikan bahwa hasil modifikasi tersebut aman. Untuk mencapai tujuan dan manfaat tersebut, peneliti menyusun suatu strategi agar sistematis dalam menganalisa permasalahan. Sehingga hasil penelitian dapat ditampilkan dalam bentuk informasi, khususnya sebagai masukan bagi perusahaan. Harapan yang dikehendaki dalam penelitian ini adalah dengan keamanan pada axle sleeve landing gear maka dapat menghindari pembuangan landing gear, yang mana membutuhkan biaya yang sangat besar, serta masalah terjadinya kecelakaan dapat diminimalisasi, serta tidak terulang kembali. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada modifikasi axle sleeve landing gear pada bagian axle sleeve landing gear pesawat terbang, dengan material baja AISI 4340 dengan proses shot peening dapat dinyatakan aman dipakai. Hasil analisis dengan menggunakan metode shot peening terhadap modifikasi axle sleeve landing gear, didapatkan suatu kesimpulan bahwa hasil analisis dengan menggunakan metode shot peening, kekerasan maksimum yang terjadi pada bagian axle sleeve landing gear sebesar 456.8 HV.*

*Kata kunci : axle sleeve, landing gear, Metode Shot Peening*

## 1.PENDAHULUAN

Perambatan retak fatik merupakan salah satu kegagalan yang sering terjadi pada pesawat terbang, otomotif dan konstruksi mesin yang mengalami beban dinamis. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengontrol laju perambatan retak fatigue, diantara yang berhasil adalah *shot peening*. Usaha-usaha untuk memperpanjang umur lelah telah banyak dilakukan yang salah satunya adalah proses *shot peening*. Proses ini menciptakan tegangan sisa tekan pada permukaan bahan yang berfungsi untuk menghambat retak maupun pertumbuhan retak pada permukaan bahan. Di dalam banyak kasus kelelahan bahan, retak permukaan lebih dominan terjadi bila dibandingkan dengan retak yang lain. *Shot peening* merupakan salah satu cara untuk memperpanjang umur lelah bahan dengan timbulnya tegangan sisa tekan (*compressive residual stress*) setelah dilakukan penembakan. Tegangan sisa ini akan menghambat retak permukaan dan memperlambat laju pertumbuhan retak.

## 2. METODA EKSPERIMEN DAN FASILITAS YANG DIGUNAKAN

*Landing Gear* berfungsi untuk menopang keseluruhan bobot pesawat ketika berada di darat, mulai dari kondisi pendaratan pesawat (*landing condition*), mobilisasi di daratan (*ground operation*), hingga kondisi tinggal landas (*take-off condition*). *Main Landing Gear* menerima beban *impact* yang sangat hebat ketika pesawat pertama kali menyentuh daratan (*touch-down*), terlebih lagi untuk bagian *shock strut*. *Shock strut* berupa pipa vertikal penopang dan merupakan komponen yang paling utama dari *Main Landing Gear*. Bagian ini terdiri dari *outer cylinder*, *inner cylinder*, *orifice support tube* dan *metering pin*. Pada kasus kegagalan ini, komponen yang mengalami kegagalan adalah *Left Hand Main Landing Gear (LH-MLG) Axle Sleeve* dari pesawat tipe *Boeing 737-400/ Boeing 737 Classic Series*, dengan umur komponen 15.345 *cycles*. Secara lebih detail letak dari *Axle Sleeve* dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut :



Gambar 2.1.Landing Gear

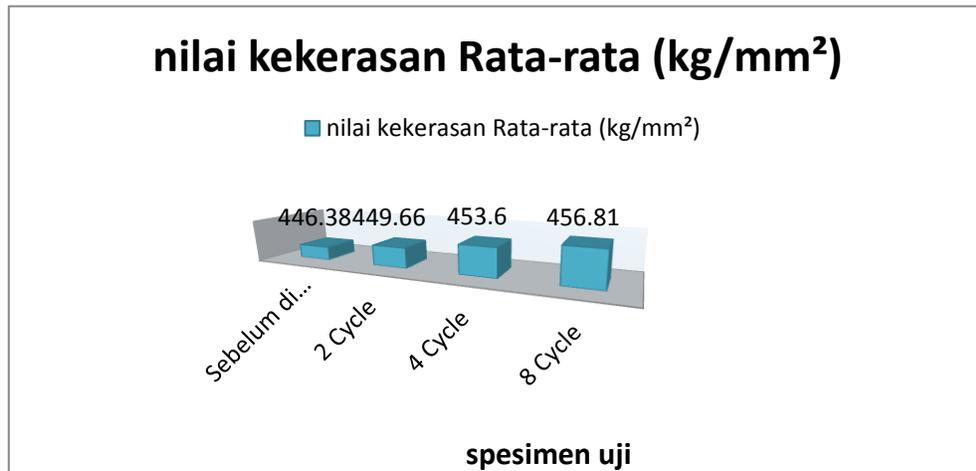
Setelah pengamatan, pengukuran serta pengujian dilaksanakan terhadap masing-masing benda uji, maka didapatkan data-data seperti yang akan ditampilkan pada bab ini bersamaan dengan analisa setiap pengujian dan pengamatan.

### 2.1. Data Hasil Pengujian Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan yang dilakukan di laboratorium PT. GMF AeroAsia dengan menggunakan mikro hardness vickers terhadap spesimen uji di mana waktu penekan dilakukan selama 12 detik pada beban 300 gram yang hasilnya sudah di konversikan ke dalam satuan milimeter adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Data Hasil Pengujian Kekerasan mikro *Vickers* (HV)

spesimen	titik	Panjang diagonal (mm)		VHN (kg/mm <sup>2</sup> )	Rata-rata (kg/mm <sup>2</sup> )
		D1	D2		
Sebelum di shot peening	1	35,5	35,2	445,2	446,383
	2	35,8	35,8	434,1	
	3	34,9	34,9	456,7	
	4	34,9	36,6	435,3	
	5	35,6	34,7	450,3	
	6	34,3	35,5	456,7	
2 Cycle	1	34,6	35,2	456,7	449,666
	2	34,7	37,2	440,5	
	3	34,5	34,5	467,4	
	4	33,8	37,0	443,9	
	5	34,6	36,5	440,2	
	6	36,0	36,0	449,3	
4 Cycle	1	35,5	34,7	451,6	453,6
	2	35,3	35,3	456,5	
	3	36,0	36,0	459,3	
	4	35,4	37,3	451,0	
	5	35,1	35,1	451,6	
	6	35,5	34,7	451,6	
8 ycle	1	37,0	36,1	416,4	456,816
	2	35,9	36,2	428,1	
	3	36,2	36,2	424,5	
	4	33,6	33,6	492,8	
	5	34,3	34,3	472,9	
	6	33,3	33,0	506,2	



Gambar 2.1 Nilai Kekerasan

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan dari sebelum di *shot peening* adalah 446,38 kg/mm<sup>2</sup> dan untuk nilai kekerasan dari material tertinggi ada pada 456,81 kg/mm<sup>2</sup> pada *shot peening* 8 cycle dan nilai kekerasan terendah adalah 449,66 kg/mm<sup>2</sup> pada *shot peening* 2 cycle di mana dari grafik di atas terlihat adanya peningkatan nilai kekerasan di setiap penambahan cycle namun hasil kekerasan ini masih sesuai dengan standar dari nilai kekerasan minimal dari almen strip A yang di aplikasikan pada *steel ball 230*, di mana nilai kekerasan minimal almen strip A pada *engine shop manual* adalah 228 kg/mm<sup>2</sup>, sehingga hasil dari semuanya masuk dalam kriteria yang di tetapkan PT. GMF AeroAsia.

## 2.2. Hasil Uji Foto Struktur Makro

Pengamatan yang dilakukan pada struktur makro dilakukan dengan mengambil gambar pada almen strip A pada spesimen sebelum di *shot peening*, sehingga gambar yang diambil seluruhnya 4 buah.



Gambar 2.2. Struktur makro pada almen strip A (50x) pada spesimen sebelum di *shot peening*



Gambar 2.3. Struktur makro pada almen strip A (100x) pada spesimen sebelum di *shot peening*

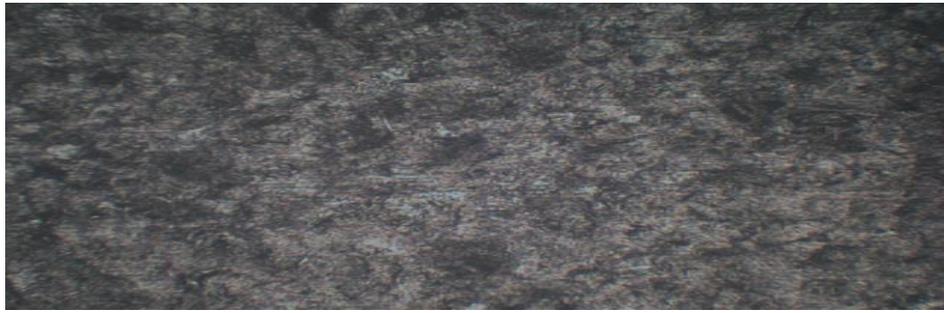


Gambar 2.4. Struktur makro pada almen strip A (200x) pada spesimen sebelum di *shot peening*



Gambar 2.5. Struktur makro pada almen strip A (500x) pada spesimen sebelum di *shot peening*

Pengamatan yang dilakukan pada struktur makro dilakukan dengan mengambil gambar pada almen strip A pada spesimen sesudah di *shot peening* dengan 2 *cycle*, sehingga gambar yang diambil seluruhnya 4 buah.



Gambar 2.6. Struktur makro pada almen strip A (50x) pada spesimen *shot peening 2 cycle*



Gambar 2.7. Struktur makro pada almen strip A (100x) pada spesimen *shot peening 2 cycle*



Gambar 2.8. Struktur makro pada almen strip A (200x) pada spesimen *shot peening 2 cycle*



Gambar 2.9. Struktur makro pada almen strip A (500x) pada spesimen *shot peening 2 cycle*

Pengamatan yang dilakukan pada struktur makro dilakukan dengan mengambil gambar pada almen strip A pada spesimen sesudah di *shot peening* dengan 4 *cycle*, sehingga gambar yang diambil seluruhnya 4 buah.



Gambar 2.10. Struktur makro pada almen strip A (50x) pada spesimen *shot peening* 4 *cycle*



Gambar 2.11. Struktur makro pada almen strip A (100x) pada spesimen *shot peening* 4 *cycle*



Gambar 2.12. Struktur makro pada almen strip A (200x) pada spesimen *shot peening* 4 *cycle*



Gambar 2.13. Struktur makro pada almen strip A (500x) pada spesimen *shot peening* 4 cycle

Pengamatan yang dilakukan pada struktur makro dilakukan dengan mengambil gambar pada almen strip A pada spesimen sesudah di *shot peening* dengan 8 cycle, sehingga gambar yang diambil seluruhnya 4 buah.



Gambar 2.14. Struktur makro pada almen strip A (50x) pada spesimen *shot peening* 8 cycle



Gambar 2.15. Struktur makro pada almen strip A (100x) pada spesimen *shot peening* 8 cycle



Gambar 2.16. Struktur makro pada almen strip A (200x) pada spesimen *shot peening* 8 cycle



Gambar 2.17. Struktur makro pada almen strip A (500x) pada spesimen *shot peening* 8 cycle

Pada hasil pengujian macrograph di atas dapat di analisa bahwa pada setiap gambar yang kita uji pada gambar 2.1 sampai gambar 2.4 dapat kita lihat tidak mengalami perubahan permukaan pada baja AISI 4340 yang kita uji karena belum mengalami proses *shot peening*. Permukaan masih bersifat halus dan belum mengalami dimpel yang mengakibatkan permukaan kasar.

Kemudian kita lihat kembali pada gambar 2.5 sampai dengan 2.8, dimana kita sudah melakukan proses *shot peening* 2 cycle pada material tersebut, maka dapat kita lihat struktur pada material tersebut mengalami perubahan permukaannya lebih kasar dibandingkan pada gambar 2.1 sampai gambar 2.4 sebelumnya yang permukaan masih halus yang belum mengalami proses *shot peening*.

Setelah saya melakukan proses shot peening 2 cycle pada material tersebut yang menalami perubahan pada permukaannya, maka saya melakukan kembali proses *shot peening* yang tingkat intensitasnya lebih tinggi dibandingkan proses *shot peening* awal dan dapat kita buktikan juga dimana proses *shot peening* 4 cycle pada material tersebut pada gambar 2.9 sampai dengan gambar 2.12 mengalami perubahan permukaan yang lebih kasar dari proses *shot peening* 2 cycle yang ada pada gambar 2.5 sampai dengan 2.8.

Dari proses *shot peening* 2 cycle dan 4 cycle, material tersebut mengalami perubahan tingkat intensitas. Tetapi dari proses *shot peening* yang dilakukan 2 cycle dan 4 cycle tersebut belum membuktikan bahwa material tersebut akan mengalami nilai maksimal

intensitas. Maka saya proses *shot peening* kembali dengan tingkat nilai intensitas lebih tinggi dibandingkan 2 cycle dan 4 cycle. Ternyata proses *shot peening* dengan 8 cycle membuktikan nilai maksimal intensitas dari proses shot peening 2 cycle dan 4 cycle yang nilai intensitasnya masih dapat meningkat dan permukaannya pun tampak lebih kasar dari proses shot peening 2 cycle dan 4 cycle. Dapat kita lihat permukaan 8 cycle pada gambar 2.13 sampai gambar 2.16.

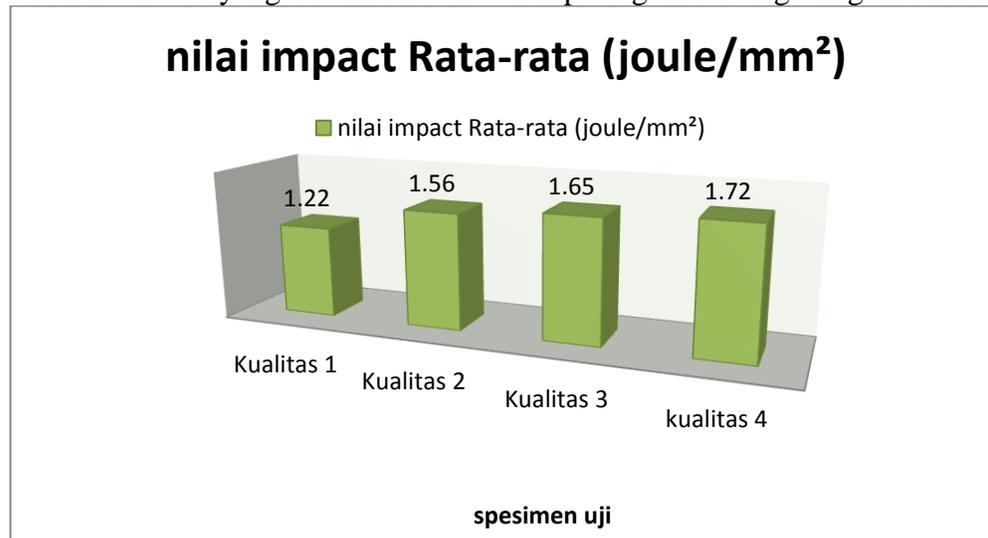
### 2.3. Data Hasil Pengujian *Impact*

Pada Pengujian *impact* menggunakan metode *charpy* untuk menentukan ketangguhan material pada benda uji almen strip A kualitas 1, kualitas 2, kualitas 3 dan kualitas 4. Berdasarkan data pengujian *impact* dengan menggunakan metode *charpy* dapat di lihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Data Hasil Pengujian *Impact* metode *Charpy*

Kode Sampel	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Energi <i>Impact</i> (Joule)	Harga <i>Impact</i> (Joule/mm <sup>2</sup> )	Nilai Harga <i>Impact</i> rata-rata (Joule/mm <sup>2</sup> )	Ket
Kualitas 1	1	13.13	18	1.22	Temp. 23°C
	2	11.14	12		
Kualitas 2	1	11.81	18	1.56	
	2	12.44	20		
Kualitas 3	1	12.31	20	1.65	
	2	11.87	20		
Kualitas 4	1	12.36	22	1.72	
	2	11.98	20		

Dari hasil pengujian *impact* pada benda uji almen strip A kualitas 1, kualitas 2, kualitas 3 dan kualitas 4 yang sudah di rata-ratakan pada gambar diagram gambar 2.18.



Gambar 2.18 Diagram Harga *Impact*

Pada pengujian *impact* dengan menggunakan metode *charpy* setelah pengujian dan sudah di rata-ratakan benda uji almen strip A kualitas 4 mendapat nilai tertinggi sebesar 1.72 J/mm<sup>2</sup>, sedangkan pada benda uji almen strip A kualitas 1 mendapat nilai 1.22 J/mm<sup>2</sup> di karenakan hasil benda uji *impact* patahan pada benda uji kualitas 1 lebih ulet dibandingkan benda uji almen strip A kualitas 4, yang berarti pada uji *impact* almen strip A kualitas 1 lebih tangguh dibandingkan almen strip A kualitas 4.

#### 4.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan , maka dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Struktur mikro pada permukaan lekukan baja AISI 4340 setelah proses dry shot peening terlihat semakin gelap, karena butirannya semakin padat, yang menunjukkan terjadinya peningkatan kekerasan
2. Proses shot peening meningkatkan kekerasan secara terbatas dan menyebabkan deformasi plastis pada kedalaman tertentu dari permukaan elemen EXP
3. dengan melakukan berbagai variasi intensitas tembakan dapat diketahui kekerasannya akan meningkat seiring dengan peningkatan intensitas dengan nilai kekerasan maksimum pada intensitas 0,007 A sebesar 456,816 HV. Begitu juga dengan kekasarannya akan meningkat seiring dengan peningkatan kekerasan.
4. Nilai kekerasan dan nilai *impact* pada material baja AISI 4340 setelah di shot peening mengalami peningkatan bila dibandingkan sebelum di shot peening (normal)

#### 4.2. SARAN

Pada pengujian kekuatan *impact* suatu material, specimen uji perlu disiapkan hati-hati mungkin, karena banyak factor yang dapat mempengaruhi kekuatan *impact* suatu material

#### REFERENSI

1. CFM 56 TASK 70-52-11-380-002 : *Surface Stressing by Steel Ball Peening*.
2. CMM manual book chapter 32, Landing gear.
3. Fuchs, H. O. *Optimum peening intensities*. USA : Metal Improvement Company.
4. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-9916-Chapter1.pdf>
5. [http://repository.upi.edu/operator/upload/s\\_fis\\_0608682\\_chapter2.pdf](http://repository.upi.edu/operator/upload/s_fis_0608682_chapter2.pdf)
6. <http://www.b737.org.uk/landinggear.htm#General>
7. <http://www.kramerindustriesonline.com/blasting-media/steel-shot.htm>
8. Indabrator : Surface Preparation System. *Shot Peening for Longer Fatigue Life*.
9. Metal Improvement Company : Curtiss-Wright Corporation. 2010. *MIC Green Book - 9th Edition - Complete Book*. New Jersey : Metal Improvement Company.
10. *The Shot Peener*. 2006. *Premier Shot A Cut Above*. Indiana : The Shot Peener Magazine.

