

KEGAGALAN KOMPONEN DIES PADA PROSES *HEAT TREATMENT***Eko Edy Susanto****Jurusan Teknik Mesin – Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Telp. (0341) 417636 – Pes. 516, Fax. (0341) 417634*****Abstrak***

Komponen dies yang dianalisis adalah komponen dies yang gagal atau rusak pada saat dilakukan proses heat treatment dengan demikian komponen dies tersebut belum digunakan untuk cetakan. Bahan dies adalah Baja ASSAB 8407-2M, kemudian dilakukan pemesinan untuk pembentukan sesuai bentuk yang direncanakan. Proses heat treatment yang dilakukan preheating 815 °C, hardening pada suhu 1020°C dan tempering pada suhu 595°C untuk mendapatkan kekerasan 51 HRc. Pada permukaan dies yang rusak atau patah diperoleh data kekerasan yang tidak merata dan belum mencapai kekerasan yang direncanakan dengan demikian kerusakan terjadi sebelum proses heat treatment selesai. Dari tekstur permukaan retakan diperoleh sumber atau awal retakan, akibat dari proses pemesinan yang menghasilkan jari-jari sudut sangat kecil. Pada disain dies ketebalannya ada yang tipis dan tebal sehingga pada proses peningkatan panas dan pendinginan akan menyebabkan perbedaan tegangan yang terjadi dengan demikian akan mempercepat laju keretakan. Diperoleh kesimpulan disain dan proses pengerjaan pemesinan penyebab kegagalan proses heat treatment dies.

Kata kunci: Dies ; pemesinan; heat treatment; retak ; patah

PENDAHULUAN.

Kegagalan atau kerusakan komponen mesin *dies* pada proses *heat treatment* dengan bentuk kerusakannya yang spesifik menjadi gagasan untuk menganalisa penyebab kerusakannya. Kerusakan komponen mesin *dies* dapat ditelusuri dari historisnya, mulai perencanaannya, bahan yang digunakan, proses pembuatannya atau pembentukannya, proses *heat treatment* dan pemakaiannya. Pada proses seperti pembuatan komponen *dies*, harus mempertimbangkan jenis bahan yang sesuai dengan karakteristik yang dibutuhkan. Bahan *dies* adalah baja ASSAB 8407-2M karena bahan ini sesuai digunakan untuk bahan dies, tahan terhadap

temperatur yang tinggi, memiliki mampu mesin yang baik, memiliki kekuatan dan kekerasan tinggi. Proses pembentukan komponen mesin *dies* diselesaikan dengan pemesinan karena penyebab lain dari kegagalan dapat dipengaruhi oleh pemilihan geometri pahat yang tidak tepat maka dapat mempercepat kelajuan crack pada waktu perlakuan panas atau pengaruh pembebanan pada saat pemakaiannya. Guna memperoleh karakteristik bahan sesuai perencanaan *dies*, maka dilakukan *heat treatment* pada temperatur 995-1065 °C untuk memperoleh kekerasan 49- 53 HRc. Proses *heat treatment* dalam dunia industri merupakan proses yang cukup berpengaruh dalam menentukan persyaratan design yang diinginkan baik

struktur mikronya maupun sifat mekanisnya, seperti kekerasan, ketangguhan dan sebagainya.

Pada langkah menganalisa kerusakan komponen mesin *dies* dapat diperoleh dari data historisnya mulai bahan yang digunakan, proses pembuatan dengan pemesinan, proses perlakuan panas dan kondisi pengoperasian *dies* untuk cetakan. Penyebab kerusakan *dies* dapat diperoleh dari data pengujian laboratorium dan dianalisis. Pengujian kekasaran permukaan *dies* sebelum menggunakan dan dimensi serta profil *dies*. Pengujian sampel material baja ASSAB 8407-2M dilakukan berdasarkan spesifikasi pemakaian baja tersebut, meliputi : pemakaiannya, pelaksanaan *heat treatment dies* sesuai dengan data yang direkomendasikan. Data jenis kerusakannya diperoleh dari pengamatan pada daerah yang rusak. Dari data historis *dies* yang rusak, data hasil pengujian laboratorium, dilakukan analisa untuk memperoleh penyebab kerusakan dan jika dikembangkan lebih lanjut dapat mencari solusi alternatif pencegahan kerusakan yang terjadi pada kondisi yang sama.

METODOLOGI.

Baja ASSAB 8407 adalah nama pemasaran untuk baja perkakas paduan rendah dan penulisan ASSAB adalah nama perusahaan yang memproduksi berbagai jenis baja yang digunakan untuk perindustrian, dan angka 8407 adalah kode untuk baja perkakas pengerjaan panas (Hot Work Tool Steel). Baja ini dikelompokkan paduan rendah karena jumlah unsur paduannya kurang dari 10%. Komposisi kimia untuk baja ASSAB 8407 tersebut mengandung karbon, silikon, mangan, khrom, molibden, dan vanadium.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **tabel. 1**, dimana pada tabel tersebut diperlihatkan persentase masing-masing komposisi.

Tabel 1
Komposisi Kimia Baja ASSAB 8407

Typical Analysis %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0,39	1,0	0,4	5,2	1,4	0,9
Standard Specification	Premium AISI H 13, W-Nr. 1.2344					
Delivery Condition	Soft Annealed to approx. 180 HB					
Colour code	Orange					

Baja ASSAB 8407 mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan di dalam penggunaannya, ketahanan yang tinggi terhadap kejutan panas (*Thermal Shock*) dan kelelahan panas (*Thermal Fatigue*), sesuai untuk kerja pada temperatur tinggi maka bahan ini sangat sesuai untuk bahan *dies*.

Proses perlakuan panas pada dies akan menentukan kualitas bahan rol terutama waktu atau umur pakai, maka Standart Operating Prosedure perlakuan panas dilaksanakan dengan batasan-batasan atau standar perlakuan panas sesuai dengan perlakuan panas untuk baja mampu kerja panas (hot work tool steel) **Baja ASSAB 8407** yang digunakan sampel pengujian Input Standart Operating Prosedure bagian perlakuan panas meliputi :

- a. Berdasarkan permintaan atau kebutuhan : spesifikasi bahan sebelum dan sesudah perlakuan panas, standar pabrik dan dimensi benda kerja.
- b. Berdasarkan kondisi perusahaan : kapasitas dan kemampuan teknologi
- c. Berdasarkan komponen kerja : penggunaan benda kerja.

Data masukan, digunakan untuk menentukan batasan-batasan teknik yang diperlukan untuk proses perlakuan panas dengan mempertimbangkan kemampuan perusahaan untuk melakukan pengerjaan perlakuan panas sesuai kebutuhan atau permintaan.

Tabel 2
Proses *heat treatment* pada *dies*

Jenis Proses	Temperatur	Holding Time
Preheating I	600°C	60 menit
Preheating II	870°C	60 menit
Hardening	1020°C	60 menit
Quenching	200 - 250°C	-
Pendinginan Udara Luar	50 - 100°C	-
Tempering	595°C	120 menit

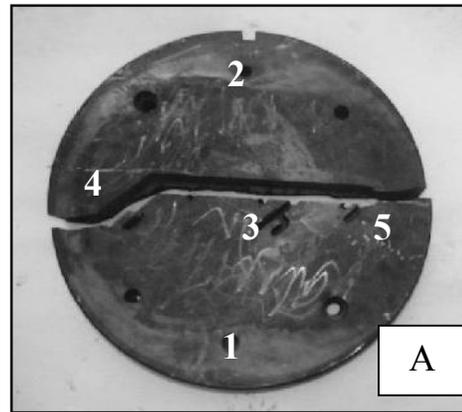
Proses *heat treatment* yang dilakukan mendapatkan kekerasan pada *dies* 50-52 HRC.

Kekerasan material *dies* yang retak .

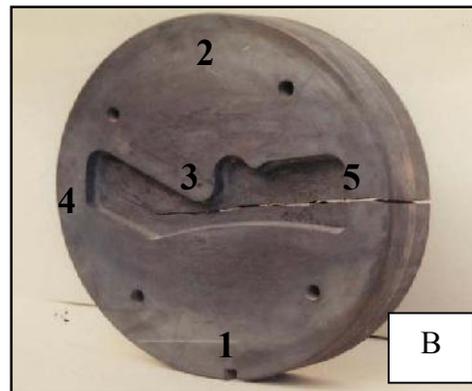
Pada saat *dies* yang pecah menjadi dua bagian dapat diamati alur keretakannya. Pengujian yang dilakukan pada *dies* yang pecah tersebut dengan foto makro, foto mikro, foto SEM, pengujian kekerasan untuk sampel uji dilakukan pengujian kekerasan, tarik dan Impak dilakukan

Tabel 3
Pengujian Kekerasan *Dies*

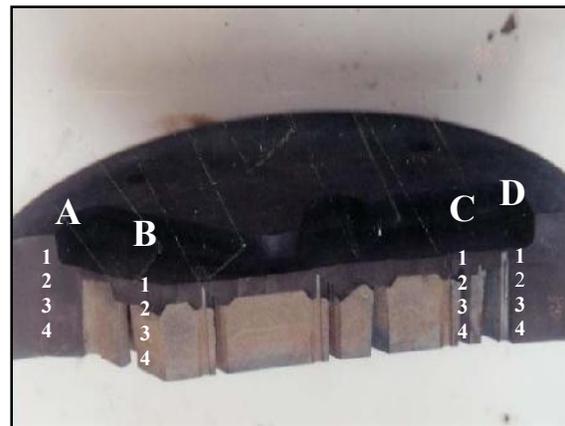
Daerah Pengujian	Kekerasan HRC	Kekerasan Rata-rata HRC
1.A	52	
2.A	49	
3.A	49	49,6
4.A	48	
5.A	50	
1.B	48	
2.B	50	
3.B	51	49,8
4.B	50	
5.B	50	



Gambar 1
Bagian belakang *dies*



Gambar 2
Bagian depan *dies*



Gambar 3
Pengujian kekerasan daerah retak pecah

Tabel 4
Data Pengujian Kekerasan Pada Daerah Keretakan Dies

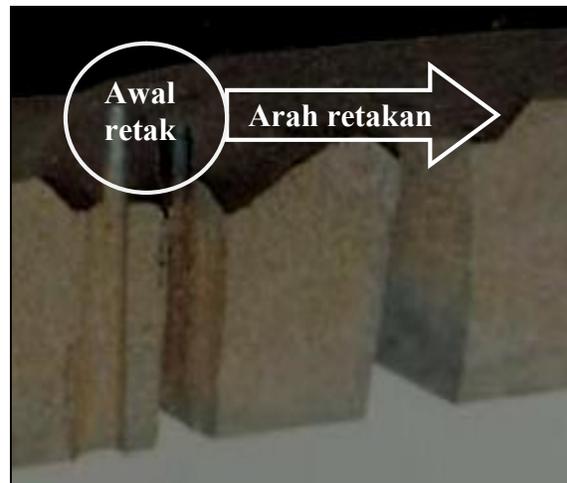
Daerah Pengujian	Kekerasan HRC	Kekerasan Rata-rata HRC
A	48	44
	42	
	39	
	47	
B	47	43
	39	
	38	
	49	
C	46	43
	37	
	39	
	48	
D	51	48
	48	
	45	
	47	

Terjadi penyebaran kekerasan bagian dalam dies yang tidak merata dan kekerasan bagian dalam material dies lebih lunak dibandingkan bagian luar. Perbedaan kekerasan tersebut menggambarkan bahwa kerusakan *dies* terjadi sebelum proses *heat treatment* selesai. Perencanaan kekerasan hasil *heat treatment* sampai 51 HRC.

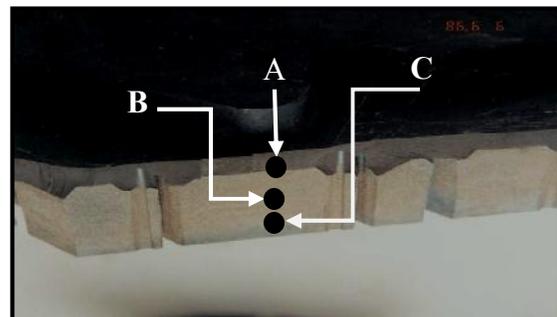


Gambar 4
Foto Makro bagian proses pemesinan

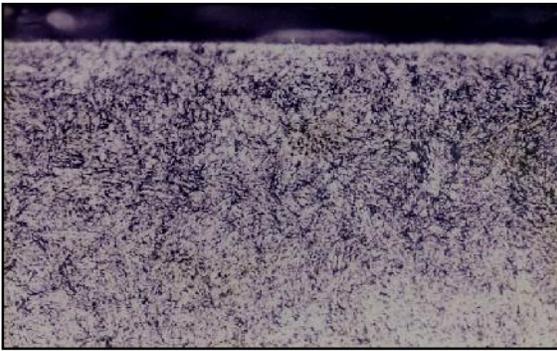
Proses pemesinan untuk pembentukan dies diperlukan set-up mesin dan geometri, bahn pahat sesuai spesifikasi konstruksi dies. Kurang tepatnya set-up mesin dan geometri pahat akan menghasilkan konstruksi *dies* dengan jari-jari sudut sangat kecil. Pada sudut tersebut terjadi kosentrasi tegangan yang tinggi pada saat pemanasan maupun pendinginan, akibatnya dari jari-jari sudut sangat kecil inilah awal keretakan dan merambat ke daerah lain sampai terjadi pepatahan pada dies saat *heat treatment*.



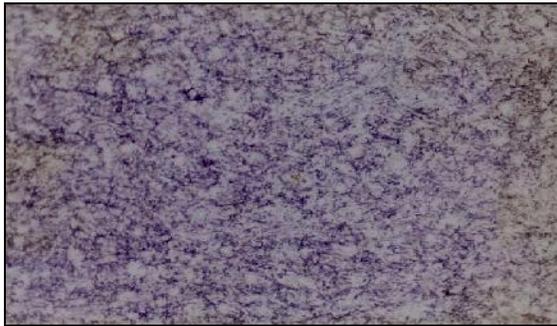
Gambar 5
Awal retak dan rambatan retakan



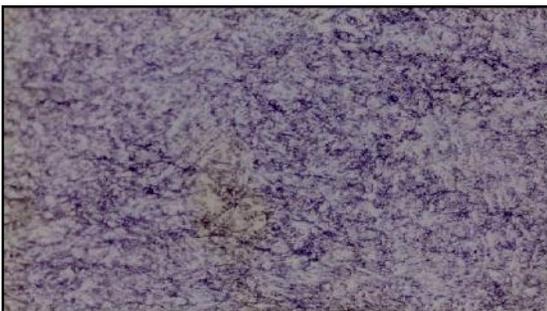
Gambar 6
Daerah Pengujian Struktur Mikro Pada Potongan Dies



Gambar 7
Foto Struktur Mikro Patahan Dies
Atas (A), Pembesaran 300 kali

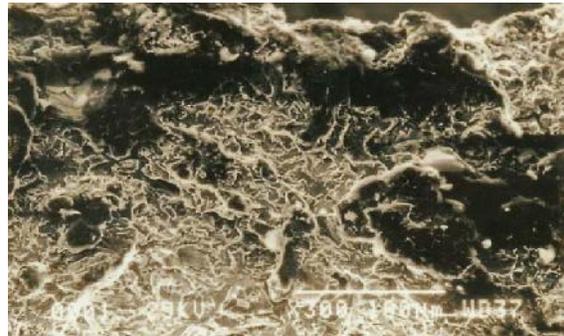


Gambar 8
Foto Struktur Mikro Patahan Dies
Tengah (B), Pembesaran 300 kali

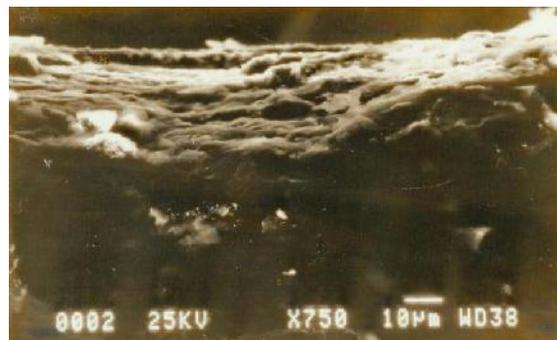


Gambar 9
Foto Strktur Mikro Patahan Dies
Bawah (C), Pembesaran 300 kali

Gambar 7 dan gambar 9 menggambarkan kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan gambar 8 karena perbedaan matrik martensit. Jika pelaksanaan proses *heat treatment* mulai awal sampai akhir sesuai rekomendasi yang diijinkan untuk mencapai kekerasan 51 HRC maka penyebaran matrik martensit pada gambar 7,8 dan 9 lebih kurang akan sama.



Gambar 10
Hasil Foto SEM, Pembesaran 300 kali



Gambar 11
Hasil Foto SEM, Pembesaran 750 kali

Dari foto SEM ini terlihat bahwa keretakan yang terjadi adalah keretakan getas yang ciri utamanya adalah alur sungai (river marking). Ciri tersebut disebabkan oleh perambatan retak melalui kristal sepanjang sejumlah bidang sejajar yang membentuk lembah dan tepi yang tajam

Pengujian Kekerasan Spesimen.

Pengujian pada sampel dilakukan sesuai dengan rekomendasi proses *heat treatment* untuk baja ASSAB 8407 maka menghasilkan kekerasan 51 HRc sesuai perencanaan dies .

Tabel 5.
Data Pengujian Kekerasan
Baja ASSAB 8407 Setelah Perlakuan Panas

Sampel Pengujian	Kekerasan HRC	Kekerasan Rata-rata HRC
1	51	51
2	50	
3	50	
4	52	
5	53	

Tabel 6.
Data Kekerasan Baja
ASSAB 8407 Sebelum Perlakuan Panas

Sampel Pengujian	Kekerasan BHN	Kekerasan Rata-rata BHN
1	186	184
2	201	
3	175	
4	169	
5	190	

Pengujian Impact spesimen.

Tabel 7
Hasil Pengolahan Data Pengujian Impak

Spesi men	Sudut Awal (α)	Sudut Akhir (β)	Energi Untuk Mematahkan (Joule)	Impact Strength (Joule/m ²)
1	156°	97,5°	120,6	1,5
2	156°	100°	113,9	1,42
3	156°	96,5°	123,31	1,54
4	156°	101°	111,31	1,39
Rata-rata (€)	156°	98,75	117,27	1,4625

Pengujian Tarik spesimen.

Tabel 8
Hasil Pengolahan Data Pengujian Tarik

Sampel No	Tegangan maksimum σ max (N/mm ²)	Regangan € (%)	Modulus Elastisitas E = σ max / €	Kekerasan bahan uji HRc
1	1850	34,62	10	52
2	1839	32,69	11	50
3	1861	38,75	9,8	53
4	1848	30,77	10	50

PEMBAHASAN

Bahan untuk komponen *dies* dari baja ASSAB 8407 karena bahan tersebut kekerasannya mencapai 51 HRc setelah *heat treatment*, Impact Strength 1,5 (Joule/mm²), tegangan tarik 1850 (N/mm²) dan tahan pada temperatur tinggi karena kandungan Cr = 5,2 dan Mn = 0,4 cukup tinggi maka sangat sesuai untuk bahan komponen *dies*. Proses *heat treatment* baja ASSAB 8407 untuk komponen *dies* dengan preheating I pada temperatur 600°C dengan holding 60 menit, preheating II pada temperatur 870°C dengan holding 60 menit, hardening pada temperatur 1020 °C dengan holding 60 menit, quenching 250°C, tempering 595 °C dengan waktu 120 menit serta pendinginan udara luar 100°C sampai temperatur kamar. Proses *heat treatment* sudah sesuai dengan rekomendasi untuk baja ASSAB 8407 agar mendapatkan kekerasan dan kekuatan sesuai bahan komponen *dies*.

Hasil pengujian kekerasan pada permukaan bagian belakang *dies* rata-rata kekerasannya 49,7 HRc dan permukaan bagian depan rata-rata kekerasannya 48 HRc, kekerasan antara kedua permukaan atau bagian tengah patahan rata-rata 43 HRc, maka kekerasan komponen *dies* yang rusak pada saat proses *heat treatment* belum mencapai kekerasan yang

direncanakan sampai 51 HRC. Dengan demikian keretakan terjadi pada waktu proses *heat treatment*.



Gambar 12

Daerah keretakan awal lapisan warna hitam dan daerah retakan susulan

Profil komponen dies terdapat perbedaan ketebalan pada disainnya dengan pada proses *heat treatment* keseragaman penyebaran panas pada semua bahan tidak merata maka pada saat peningkatan panas proses *preheating* akan terjadi tegangan yang tidak sama pada seluruh bahan. Pada pemesian *dies* terdapat sudut dengan jari-jari yang sangat kecil sehingga terjadi titik konsentrasi tegangan yang sangat tinggi maka pada saat peningkatan dan penurunan panas (pendinginan) pada daerah sudut ini akan terjadi awal keretakan dan merambat ke daerah lainnya sampai *dies* pecah.

KESIMPULAN

Kegagalan pada proses *heat treatment* dapat menyebabkan kerusakan *dies* karena disebabkan :

1. Pada disain *dies* terdapat ketebalan yang tidak sama maka saat proses *heat treatment* laju pemanasan *preheating* dan pendinginan diperlukan laju yang lambat.

2. Meniadakan sudut dengan jari-jari yang sangat kecil (sudut lancip) pada proses pembentukan *dies* dengan mesin perkakas.
3. Kerusakan *dies* dari baja ASSAB 8407 terjadi pada saat proses *heat treatment* dan ini dianggap kegagalan pembuatan *dies* pada saat proses *heat treatment* karena proses pemesinan yang tidak benar.

DAFTAR PUSTAKA.

1. George E. Dieter, Metalurgi Mekanik, Terjemahan Sriati Djaprie, Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1988.
2. Smallman. R.E, Metalurgi Fisik Modern, Penerbit Gramedia, Jakarta, 1991.
3. Suratman Rochim, Paduan Proses Perlakuan Panas, Lembaga Penelitian Institut Teknologi Bandung, 1994.
4. Tata Surdia, Pengetahuan Bahan Teknik, Penerbit Gramedia, Jakarta, 1992.
5. Thelning Erick, Stell and Heat Treatment, Jointly Owned by Butterworek & CO, London, 1984
6. Thomas J. Witherfod, Introduction to Heat Treating of Stells, ASM Handbook Heat Treating, Volume 4, ASM International, Ohio, 1993 halaman 711-725