

POWERPLANT

**Prayudi
Sudirmanto
Dimas Indra Wijaya**

**Analisis Kinerja Kondensor Sebelum dan Sesudah
Overhaul di PT Indonesia Power UJP PLTU Lontar
Banten Unit 3**

Sahlan

**Studi Literatur Analisis Dugaan Luluh Energi Pada Tube
Baja A53 Grade B**

**Eko Sulistyo
Firman Prasetyo**

**Identifikasi Material Tube High Pressure Economizer
HRSG Unit 2-3 PLTU UP Semarang**

**Roswati Nurhasanah
Prayudi**

**Pengaruh Penambahan Liquid Suction Heat
Exchanger Terhadap Performa Mesin Pendingin
Menggunakan R404A**

**Halim Rusjdi
Andika Widya Pramono
Wahyu Bawono Faathir**

**Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Mekanis
dan Struktur Mikro Pada Baja AISI 4340**

**Vendy Antono
Caesar Febria A.R.Y**

**Perancangan PLTMH Kapasitas 30 KW, Desa GiriTirta
Kec. Pejawaran Banjarnegara Jawa Tengah**

**Arief Suardi Nur Chairat
Vendy Antono**

**Pengembangan Model Perencanaan Alokasi
Pesanan Pada Fungsi Koordinasi Produksi Untuk
Miminimasi Biaya Produksi dan Biaya Pengiriman**



9 772356 151002

SEKOLAH TINGGI TEKNIK-PLN

JURNAL POWERPLANT

Vol. 4

No. 2

Hal. 60-xxx

Mei 2016

ISSN No :2356-1513

STUDI LITERATUR ANALISIS DUGAAN LULUH ENERGI PADA TUBE BAJA A53-GRADE B

SAHLAN
S1 TEKNIK MESIN STT - PLN
Sahlan_1956@yahoo.com

Abstract

The Importance of considering the literature of study the effect of different boundary conditions, strain-rate effects, and the influence of inertia in predecting the response of the such systems is demonstrated Under Impact conditions it is shown that a cluster of such tubes is subjectd to a shock wave which travels through the system. These experimental results compare favorably with numerical-structural shock-wave-thoery prediction.

Abstrak

Sesuat yang sangat penting untuk dipertimbangkan dalam studi literatur untuk menduga terjadinya kehilangan energi pengaruh keadaan batas beda atau pengaruh pada batas regangan, dan pengaruh inersia dalam dugaan respon aturan yang diuji cobakan pada keadaan dibawah pengaruh benturan benda uji yang mengalam gelombang kejut langsung pada sistem. Percobaan ini menghasilkan perbandingan yang sangat menguntungkan dengan teori prediksi gelombang kejut struktur secara numerik.

Kata kunci: Tube Baja, pengaruh batas regangan, prediksi respon benturan

I. PENDAHULUAN

Tube atau pipa baja yang banyak dipakai pada instalasi boiler atau ketel uap super kritis dalam kondisi kerja mengalami tekanan uap yang sangat tinggi, 60 – 80 bar dan suhu 500 - 600 °C. Untuk mengetahui keadaan tube yang sebenarnya perlu dilakukan analisis dugaan luluh energi atau serapan energi (*energy dissipation*) tube baja saat mengalami tegangan ganda, yaitu tegangan statis dan deformasi ukuran yang berlebihan, melampaui batas yang disyaratkan, akibat dari tekanan dan suhu kerja yang tinggi.

Jenis baja ulet berbentuk silindris mempunyai kemampuan untuk dipakai pada benda kerja tetap atau bergerak, dan banyak dipakai untuk peredam getaran kejut dan pemakaian pengaman jalan raya. Sistem penyerapan energy ini merupakan pokok yang berhubungan dengan bahasan beban kejut dengan insiden tabrakan kecepatan tinggi kendaraan berat. Untuk itu penyerapan oleh sensitifitas nilai regangan material. Karakteristik nilai atau harga sensitifitas dan signifikan keduanya berpeluang meningkat antara beban kerja awal dan kapasitas serapan energi dari pada yang melampaui batas kemampuannya. Respon plastis sempurna nilai

sensitifitas dan lingkaran pengerasan regangan linier, terjadi diluar tube merupakan gambaran parameter daerah tebal tube. Ketepatan solusi secara numerik dijadikan sabagai pendekatan hasil rata-rata pada perilaku nilai regangan awal konstan.

Model deformasi silindris silindris juga sebagai ilustrasi gambaran nilai beban. Perubahan didalam perilaku dibawah kondisi beban dinamis adalah merupakan hasil inersia bagian dari perubahan. Ini bergantung pada struktur alami, dimana pengaruh inersia adalah merupakan perilaku sementara dan gerakan deformasi yang berbeda. Untuk menguji pengaruh inersia didalam kontrol batas deformasi didalam sistem penyerapan energi satu ukuran, ditemukan bahwa pengaruh utama inersia didalam pengendalian batas waktu berlebih, yang mana perubahan elemen khusus dengan penyertaan massa yang berlainan dengan panjang. Pada keadaan ini konsekuensi akan terjadi efisien yang lebih baik untuk dipakai dasar penyerapan energi setiap elemen saat terjadi deformasi.

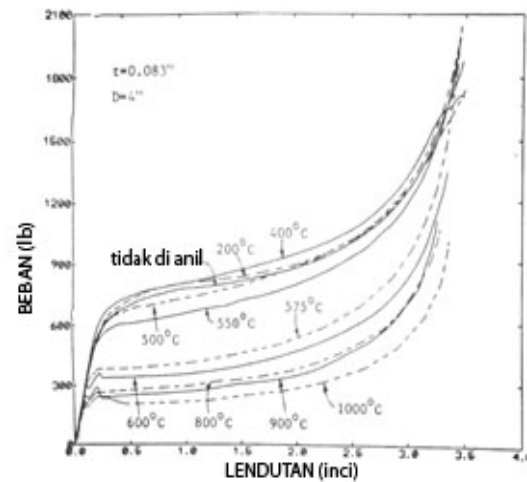
Teori struktur kejut yang dapat dipergunakan sebagai dasar untuk menduga deformasi sistem lingkaran yang berbentuk cincin, yang satu

ukuran dan satu bodi dari proses analogis untuk mengontrol perkembangan gelombang kejut dalam metal silindris seragam. Deformasi sistem cincin akan menjadi seperti perubahan pertumbuhan gelombang kejut struktur plastis yang melewati dari cincin dan merambat saat cincin terjadi benturan akhir ke arah tumpuan dibawahnya, dimana gelombang merefleksikan dan diteruskan, dan selanjutnya sistem sepanjang empat sampai masa benturan patah dan akhirnya berhenti. Kecepatan pertumbuhan kejut dan deformasi didalam setiap cincin oleh massa cincin dan karakter kurva beban ledutan.

Didalam pengamatan percobaan yang mengamati pengaruh kondisi dibatas butiran pada karakteristik menghilangnya energi benda uji tube baja pada beban rata. Percobaan benda kerja termasuk didalamnya uji pada beban statis dan benturan pada test individual dan cluster untuk menentukan pengaruh kondisi perbatasan respon deformasi beban. Percobaan ini menghasilkan perbandingan antara prakiraan versi modifikasi terhadap teori gelombang kejut plastis, yang mana penjumlahan kedua deformasi elastis dan pengaruh harga regangan dan perbandingan deformasi beban yang diijinkan yang berpengaruh untuk tube individual, bergantung pada karakter proses deformasi.

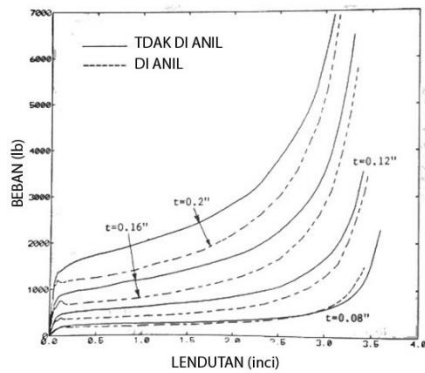
II. TUBE BAJA RINGAN

Dalam pengamatan disipasi energi pada tube baja ringan yang berdiameter luar 4 inchi, dan tebal 0,083 inchi yang diproses mesin menjadi tebal 2 inchi. Dalam kegiatan pengujian untuk melihat pengaruh proses aniling terhadap pengaruh lendutan beban, tube dipanaskan selama 20 menit, dan kemudian dilakukan pendinginan perlahan-lahan, kemudian diletakan diantara dua tumpuan plat pada mesin uji testing Instron. Variasi suhu aneling yang diamati dan hasilnya terlihat pada Gambar 1. Tidak ada perbedaan yang mencolok dalam sifat material (*materials properties*) untuk suhu aneling dibawah 400°C. Sangat menarik untuk dicatat disini bahwa kedua bentuk pertumbuhan butiran terlihat kesesuaian kekuatan yang diamati menurun antara 550° dan 575°C pada kurva aneling. Pada keadaan 25°C dan diluar 550°C pelunakan pada tube secara nyata teramati.



Gambar 1: Beban defleksi tube baja ringan dianil pada suhu berbeda

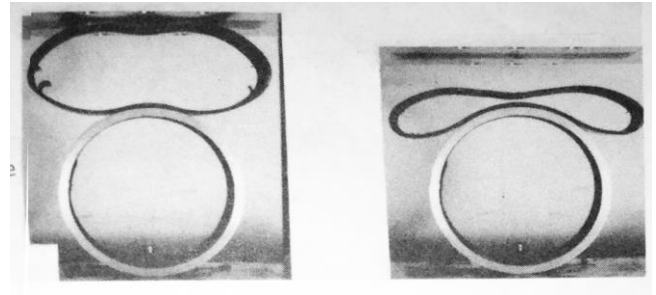
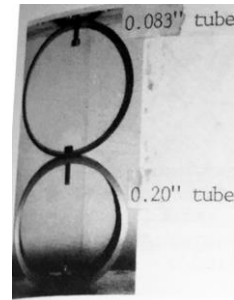
Pemakaian tube baja A53-Grade B pada studi ini dengan pertimbangan bahwa dalam industri boiler paling banyak dipakai, dan mempunyai perbedaan ukuran ketebal tube yang sangat bervariasi (*schedule*). Dalam peragaan untuk analisis disipasi baja A53-Grade B dibuat alat bantu (*jig and fixture*) yang portable terhadap pengaruh benturan (*impact attenuation*). Sebelumnya, perlu dipersiapkan sampel dengan diameter 4 in, dan tebal tube 0,2 in, dengan masing-masing ukuran tebal 0,08, 0,12 dan 0,16 in. Sampel akan dilakukan pengujian pengaruh ketebalan terhadap ratio jari-jarinya terhadap beban lendutan dengan pertimbangan ukuran diameter luar dipertahankan tetap. Sampel dianil pada suhu 900°C dan sampel tube yang tidak dianil juga dilakukan pengujian, untuk menggambarkan kurva lendut beban hasil pengujian seperti pada Gambar 2. Sebagai catatan disini, jenis baja yang memiliki sifat mekanis yang berkorelasi relatif terhadap insensitif proses aniling. Peningkatan dalam lengkungan kurva lendutan beban berbanding terhadap penurunan dalam diameter ratio tebal dinding adalah lebih disebabkan oleh adanya pengaruh pengerasan regangan dan sesuai dengan dugaan analitis teori Reid dan Reddy.



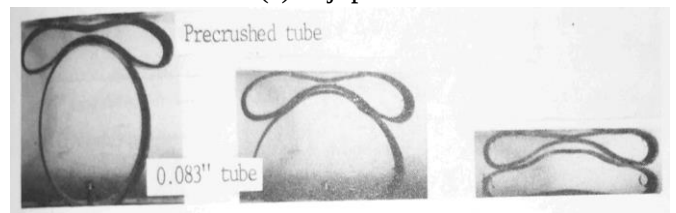
Gambar 2: Beban defleksi tube baja A53-Grade B

Bila beberapa tube bulat dilakukan pengujian dan pembebanan antara plat kaku yang tahan beban statis dan dinamis, mempunyai perilaku individual masing-masing maka akan menghasilkan kurva beban lendutan berbeda bila dibandingkan dengan tube tunggal yang ditekan. Ini akibat karena pengaruh lapisan melingkar, didalam mana satu tube membentuk dan melapisi atau melindungi tube yang lainnya. Urut-urutan pengujian pada tube baja paduan sedang yang dianil dihubungkan dan diamati pengaruh fenomena lapisan lingkaran pada perilaku beban lendutan.

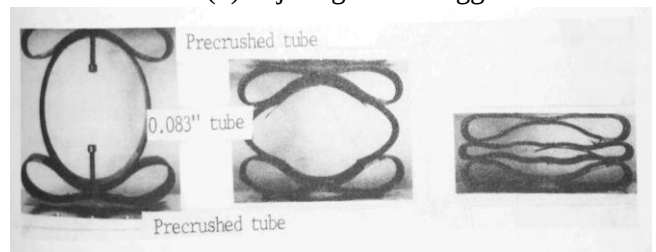
Urutan penggambaran struktur yang sudah dilakukan yang mempergunakan spesimen uji tube baja ringan seperti terlihat pada Gambar 3: (a) pengujian plat tube, pengujian dengan lapisan pelindung tunggal, (c) pengujian dengan pelindung ganda, (d) pengujian tube dengan lapisan pelindung. Moda deformasi untuk keempat pengujian ini terlihat seperti pada Gambar 3(a) sampai dengan 3(d). Untuk perbandingan Gambar 3(e) sebagai ilustrasi moda deformasi beban pada plat. Hubungan kurva deformasi beban dilukiskan di Gambar 4.



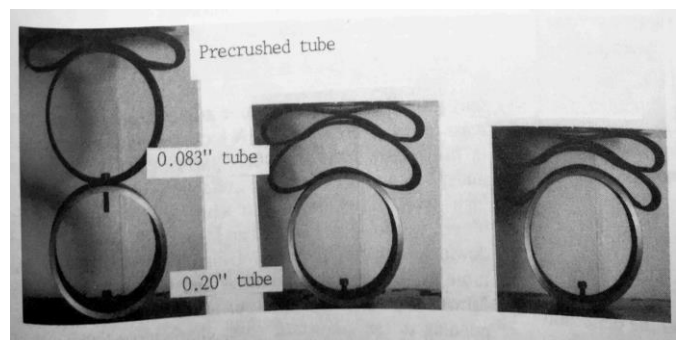
Gambar 3(a): Uji plat tube



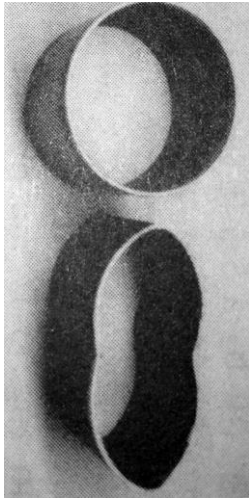
Gambar 3(b): Uji lingkaran tunggal



Gambar 3(c): Uji lingkaran ganda



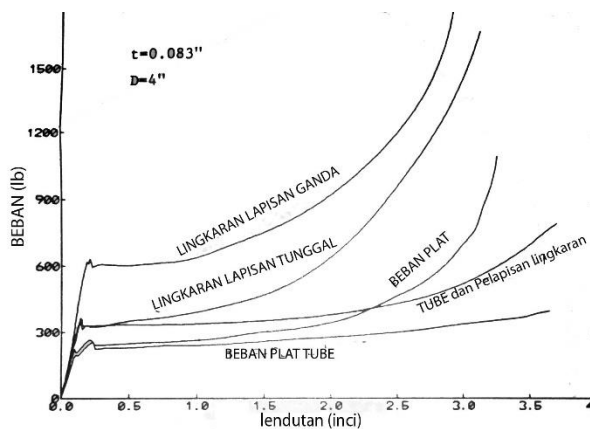
Gambar 3(d): Uji lingkaran dan tube



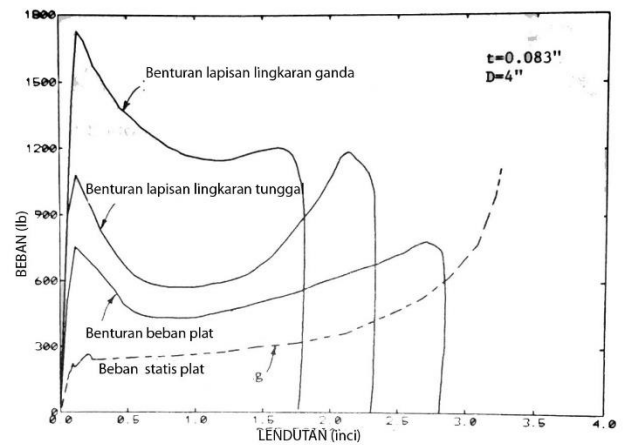
Gambar 3(e): Model plat terbebani

III. PENGUJIAN PLAT TUBE

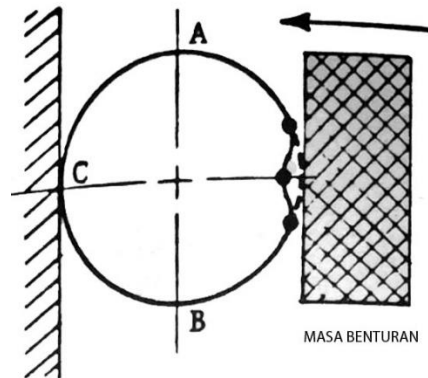
Pengujian plat tube, Gambar 3(a) benda uji untuk tebal 0,083 in, dinding tebal (tebal 0,2 in) diletakkan diatas dan tube tipis diletakkan diposisi bawah. Dua tube yang dibebani antara plat kaku. Tube dinding tebal tetap pada posisi yang tidak terdeformasi dan diposisi diluar bagian pengujian. Beban pada daerah kontak dua tube tidak membagi dua cabang beban dua sisi plat tube. Keadaan pembebanan sedikit mirip pada kasus bilamana tube dititik beratkan ke pembebanan plat pada satu ujung dan pembebanan yang lain. Konsekuensinya, kurva beban lendutan lebih rendah dari pada tube yang identik yang menekan diantara dua plat, namun beban luluh awal secara esensial dianggap sama. Perbedaan antara dua kurva terlihat meningkat sebagai meningkatnya deformasi.



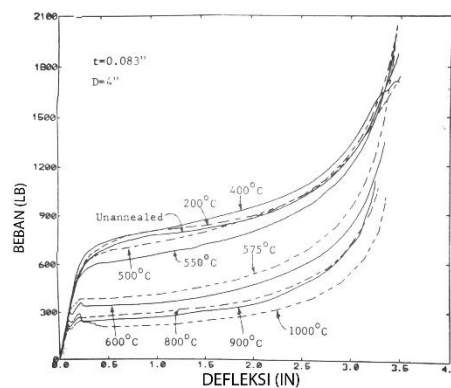
Gambar 4: Beban defleksi pada uji lingkaran cincin



Gambar 5: Beban lendutan benturan pada tube yang dianil



Gambar 6: Mekanisme lokal pada tube akibat uji benturan



Gambar 7: Perilaku tangensial tube mandiri

Didalam proses pengujian tube yang selapis, keduanya tidak terdeformasi dan tube menunjukkan retak awal bila ditekan diantara dua plat yg kaku. Dalam hal ini, distribusi beban

bekerja pada langsung kedaerah kontakannya pada dua tube tersebut. Kemudian, harga ini diambil beban terbesar untuk mendeformasikan tube, kemudian dalam hal ini menjadi acuan sebagai kasus keadaan pembebanan plat.

Pengujian untuk tube yang dilapisi ganda mencakup tube yang dijepit antara tube yang terdeformasi dan tube yang ditekan diantara dua plat. Beban luluh awal dalam hal ini hampir dua setengah kalinya yang terbebani. Energi disipasi (area dibawah kurva beban lendutan) oleh tube benda uji merupakan jenis beban diperkirakan dua kali disipasi terhadap tube benda uji yang ada beban plat, yang mana deformasi merupakan urutan tiga perempat dari pada diameter tube (lihat Gambar 4).

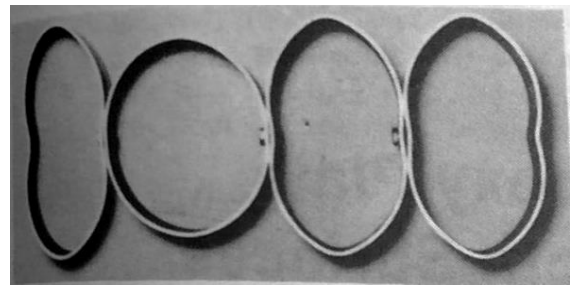
Didalam pengujian tube dan lapisan melingkar, tube ditempatkan antara tube yang berketebalan 0,2 in dan tube terdeformasi diantara plat. Keadaan pembebanan pada permulaan dalam pengujian ini ada kesamaan dengan pengujian pada pelapisan tunggal. Konsekuensinya adalah porsi elastis kurva beban lendutan pada tube dibawah kedua pengujian ini, akan tetapi pada pengujian pengujian permulaan adalah sama. Pada beban luluh awal, kurva beban lendutan pada pengujian ini adalah tetap datar dan deformasi yang sangat besar terjadi, seperti didalam kejadian pembebanan dua plat datar, selama beban antara tube yang diuji dan tube tebalnya tidak terjadi kegagalan.

Pengujian benturan (*impact test*) dihubungkan pada terjadinya penyerapan enersi disipasi, maka yang mendapat benturan secara konstruktif, adalah plat dasar pada saat sistem berhenti tidak terbebani, dan plat bagian atas mendukung tube, yang berpasangan tumpuan mengontrol arah massa benturan, pengatur waktu dengan sumber sinar mencatat waktu, dimana massa benturan mengambil alih mengukur jarak (dipergunakan untuk menghitung kecepatan benturan), dan penyemprot gas yang dipergunakan untuk menggerakkan atau meluncurkan massa benturan.

Tindak lanjut selama peristiwa benturan disimpan dan dicatat dengan mempergunakan kamera kecepatan tinggi yang mampu mencatat 8000 gambar perdetiknya. Seluruh peristiwa atau kejadian, gambar dianalisis dengan bantuan analiser gerak gambar (*a film-motion analyzer*). Teknik ini sangat layak untuk menganalisis detail

waktu deformasi selama kejadian benturan, yang mana terakhir untuk pendekatan gambar yang mendekati seratus perdetiknya. Sel beban quartz diarahkan kebelakang dari pada sistem benturan, alat bantu (interface) dengan penguatan sinyal dan sistem akuisisi data, dipergunakan untuk mengamati karakteristik waktu gaya tahanan. Kurva beban lendutan untuk sistem dibawah beban benturan terjadi oleh kopel pada kurva waktu beban, dan kurva waktu defleksi.

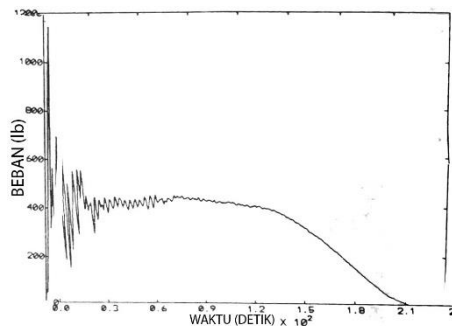
Tube tunggal dengan ketebalan dinding 0,083 in untuk diameter 4 in, dan 2 in, diberikan massa benturan 3,3 lb pada kecepatan 53 ft/detik. Keadaan pembebanan sama seperti tube yang bertekanan antara dua plat yang liat. Kurva beban lendutan seperti pada Gambar 5, yang mana terbentuk antara hubungan kurva waktu lendutan dan kurva waktu pembebanan. Juga pada Gambar menunjukkan korelasi hubungan antara kurva lendutan tube yang diamatinya.



Gambar 8: Bentuk akhir empat tube akibat akhir dari uji benturan

Disini terlihat bahwa bila tube sebagai benda uji menerima beban benturan, beban luluh bawah secara signifikan lebih besar dari pada beban luluh atasnya. Sebagai perkembangannya, tidak terjadi pembebanan, yang mana runtunnya adalah meningkat awalnya namun pada akhirnya bebannya menghilang sebagai akibat dari pengerasan regangan. Karakteristik dibawah pengaruh beban luluh, kurva beban lendutan benturan dapat diterangkan pada penjelasan berikutnya, pada permulaan benturan dilakukan hanya porsi kecil saja tube melawan massa benturan. Mekanisme lokal dideformasi didaerah yang mana bagian lain dari tube berada dibawah deformasi, kenaikan ini, beban luluh adalah relatif pada level puncaknya. Mekanisme terdapat tiga daerah plastis, seperti pada Gambar 6. Penahanan dua sisi menurunkan sisi tube.

Peniadaan beban memberikan tempat atau ruang sampai dua derajat atau tingkat sampai pada titik A dan titik B. Penahanan lainnya membentuk pada titik C. Kemudian mekanisme penahanan keempat, berhubungan dengan kejadian diatas, karakteristik uji beban luluh. Pembentukan mekanisme lokal dapat di verifikasi oleh hasil pengujian film kecepatan tinggi.



Gambar 9: Riwayat lama pembebanan pada sistem empat tube dari akhir benturan

IV. UJI LINGKARAN RANGKAP TUNGGAL DAN GANDA

Hasil uji dalam percobaan juga diperlihatkan seperti pada Gambar 5. Kecepatan benturan adalah 59,2 dan 65,4 ft/detik, hasilnya adalah (pada Gambar 5) bahwa pengaruh benturan dan karakteristik energi disipasi tube individu menunjukkan pengaruh yang lebih besar bila dibandingkan terhadap konfigurasi beban naruralnya.

Didalam uji ini tube baja ringan yang dianel dengan baut diikatkan menjadi satu didalam garis model sempit menimbulkan insiden pecah, dan benturan pada kecepatan 63,0 ft/detik seperti terlihat pada Gambar 7. Deformasi setiap tube dipetakan dengan pengaruh terhadap waktu, dan terlihat kurva yang lebih padat yang terlihat didalam gambar.

Bentuk akhir sistem seperti terlihat pada Gambar 8. Yang menarik untuk dicatat disini bahwa tube kedua dari benturan akhir menunjukkan deformasi yang lebih kecil dibandingkan terhadap yang lain. Ini keadaan ganda pengaruh dari lapisan lingkaran untuk bisa menjelaskan situasi yang ada. Riwayat korelasi antara gaya dan waktu pada sistem seperti terlihat pada Gambar 9, dimana menunjukkan bahwa beban yang dialihkan kedalam sistem terjadi hampir konstan setelah riak pertama sampai

seluruh tube pecah. Sistem pada tube tunggal dan tubular baja A53-Grade B dimana juga diuji. Hasil karakter secara umum adalah mirip terhadap perilaku baja ringan, seperti yang sudah diterangkan diatas.

Dugaan teori kejut struktur yang dimodifikasi menunjukkan seperti garis halus didalam Gambar 7 dan didalam bentuk Tabel 1. Teori ini menguraikan perbedaan pengaruh beban lendutan, jawabannya ada dalam Gambar 4 yang tentunya berkaitan dengan variasi model deformasi. Keadaan beban yang terkoreksi dalam menentukan hasil pengujian citra film kecepatan tinggi. Dalam pengujian ini, ditentukan bahwa tube 1 dan tube 3 benda uji untuk memenuhi keadaan pembebanan pada plat tube, tube 2 yang merupakan pembebanan lapisan lingkaran double, dan tube 4 adalah kondisi pembebanan plat. Ini merupakan kesepakatan yang baik pada hubungan teori dan hasil percobaan dengan dikuatkan oleh terjadi kedua deformasi akhir pada tube dan waktu pada yang mana membentuk tube individual.

Tabel 1: Hasil analisis hasil baja ringan yang dianel

Tube #		Deformas i (inchi)	Wakt u (ms)	Total Wakt u (ms)
Gelomban g kejut awal	1	1,808	3,259	3,259
	2	1,278	3,513	6,772
	3	0,804	3,758	10,53
	4	0,602	2,231	0
Gelomban g pantulan pertama	4	1,135	5,390	12,76
	3	0,806	0,345	1
				18,15
				1
				18,49
				6

V. KESIMPULAN

Hasil percobaan dalam studi literatur ini, mengilustrasikan pertimbangan yang menarik hubungan nilai regangan, inersia dan keadaan batas yang benar dugaan karakteristik enersi disipasi pada tube baja. Peralatan uji perlakuan benturan yang dipergunakan untuk pengujian

pada setiap komponen sampel seperti yang terlihat pada gambar-gambar diatas, menunjukkan performa hasil yang sempurna. Ini termasuk pada baik pbeban langsung maupun yang tidak langsung, seperti pada gerak lintasan luluh hampir semua mendekati 90 persen dari pada panjang sistemnya, dan kemampuan tube menyimpan enersi disipasi seperti pada konfigurasi lingkaran setelah benturan dan pengulangan uji tanpa berdampak pada karakteristik beban deformasi. Penampilan investigasi nyata mendeformasikan pentingnya hubungan program uji dinamis, bilamana ditetapkan dengan perancangan pada peralatan uji terhadap benda ujinya.

Daftar Pustaka

- Guy, Albert G, Physical Metalurgy for Engineers, Addison-Wesley Publishing Co. London, 2011
- Shields, Carl D., Boilers: Types, Characteristics, and Functions, McGraw-Hill Book Co, New York, 1999.
- Carney, J.F., Experimental Evaluation of a Portable Energy Absorbing System for Highway Service Vehicle-Find Report, McGraw-Hill Book Co, New York, 2010.
- Carney, J.F., dan Dougan, C.E., Summary of the Result of the Crash Test, McGraw-Hill Book Co, London, 1999.
- Choi, S.T. dan Carney, Energy-Dissipation Gharacteristics of Steel Tubes, Addison-Wesley Publishing Co. London, 2000