

HOISTING OPERATION

– *LESSON LEARNED*

"OSH – ARE WE DOING ENOUGH"

**SEMINAR KEBANGSAAN KESELAMATAN DAN
KESIHATAN PEKERJAAN 2016**

Hotel Le Meridien, IOI City, Putrajaya

8th – 9th Disember 2016

CONTENTS

- Introduction
- Accidents cases involving hoisting equipment
- Inspection and maintenance
- Function test
- The benefits of hoisting equipment inspection and maintenance
- Properly planned hoisting operations

INTRODUCTION

“since the start of the year, there were 9 crane –related Dangerous Occurrences (DO’s) with the last 3 incidences occurring within a span of 10 days. Concerned over the spate of accidents involving cranes, The *National Crane Safety Taskforce* called for urgent meeting with its members to review safety procedures to ensure that all lifting operations are conducted in a safe manner”.

“The taskforce discussed immediate measures companies can implement to reduce risk while conducting lifting operations. These measures include lifting operations to be conducted according to crane manufacturer’s specifications and adhered to legal requirements; conduct in-house training courses for crane operators to refresh their skills and knowledge; and safety checks on cranes, ground condition and surrounding environment before conducting any lifting operation”.

WSH Bulletin Announcement 14 April 2016.

(17 DO’s, 8 injuries & 1 fatality – WSH Bulletin 31 October 2016)

KES 1:

KEMALANGAN 'CRAWLER CRANE' TERBALIK

Kemalangan berlaku ketika kerja menukar rantai roda kren sedang dilakukan. Pin rantai telah dibuka oleh mekanik dan mengarahkan 2 orang pekerja membersihkan kesan tanah pada rantai sementara mekanik keluar membeli alat ganti rantai roda kren.



GAMBAR 1:
KEDUDUKAN CRAWLER KREN YANG TERBALIK



GAMBAR 2:
KEDUDUKAN CRAWLER KREN YANG TERBALIK



GAMBAR 3:

KREN YANG SERUPA SEPERTI YANG TERLIBAT DENGAN
KEMALANGAN IAITU *CRAWLER CRANE KH-100*

PUNCA KEJADIAN

- ▶ Berlakunya ketidakseimbangan pada *Crawler Crane* kerana kedudukan bum yang tidak diturunkan atau ditanggalkan semasa kerja-kerja penanggalan *Crawler Tracks* atau pun rantai kren.
- ▶ Apabila kren hendak diperbaiki, operator kren telah 'parking' krennya di dalam keadaan 'luffing' bum pada kedudukan lebih kurang 60 darjah di kawasan permukaan tanah yang kurang rata di tapak pembinaan. Bum kren sepatutnya perlu diturunkan kebawah dan disokong dibahagian bawahnya.
- ▶ Apabila *Crawler tracks* atau rantai telah dibuka dan ditarik keluar, ini menyebabkan kren hilang kestabilannya iaitu apabila 'centre of gravity' kren telah telah berubah.
- ▶ Kedudukan lokasi 'centre of gravity' untuk kren crawler bergantung terutamanya ke atas berat dan lokasi komponennya yang paling berat seperti bum dan *counterweight*.

KES 2:

KEMALANGAN 'CRAWLER CRANE' TERBALIK

Semasa kejadian kren baru mula hendak mengangkat beban *precast concrete (hollow partition* anggaran 45 tan). Semasa kerja mengikat sling sedang dibuat tiba-tiba swing table terpisah dan terjungkit ke belakang (arah beban timbal) apabila cabin operator jatuh ke tanah, boom telah menimpa cabin (rumah sementara) pekerja.



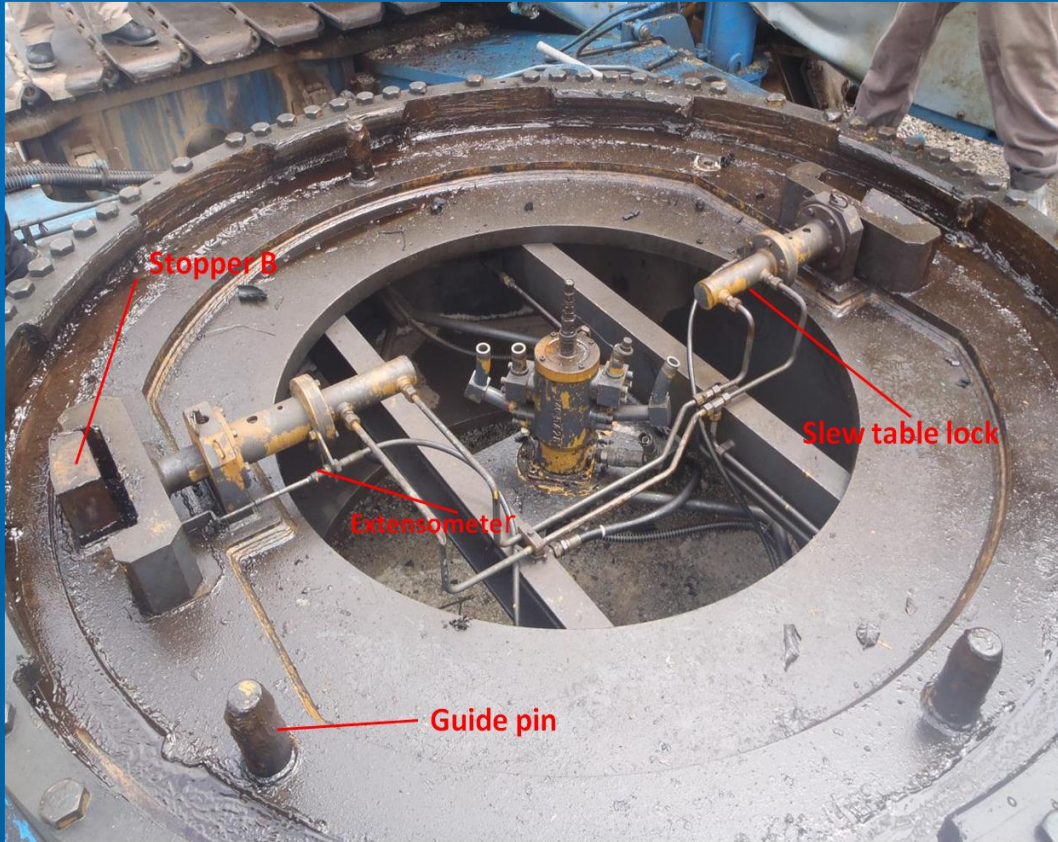
GAMBAR 4:

JENIS KOBELCO BERKAPASITI 300 TAN

(BARU MULA HENDAK UNTUK ANGKAT HOLLOW PARTITION 45 TAN)



GAMBAR 5
BUM DAN CABIN PEKERJA



GAMBAR 6 :
BAHAGIAN B- LOWER PORTION
(ATTACHED TO THE CRAWLER SECTION)



GAMBAR 7 :
Salah satu patahan pada stopper B



GAMBAR 8 : STOPPER B



GAMBAR 9 : STOPPER B



GAMBAR 10;
MARKING PADA BUM DAN HOOK BLOCK

FINDINGS

- ▶ Salah satu stopper telah patah (tetapi masih melekat pada satu bahagian kimpalan), dan menekan pada swing-table lock (rujuk Gambar 7).
- ▶ Terdapat kesan lelasan dan tinggalan bahan berwarna kuning (mungkin cat) pada Stopper B (rujuk Gambar 7).
- ▶ Terdapat kesan-kesan lekukan lelasan (abrasion) pada beberapa bahagian lock ring B.
- ▶ Satu guide pin telah patah.
- ▶ Terdapat kesan longgokan minyak pada kebanyakan hujung sebelah kanan lug (lock ring B).
- ▶ Kedudukan swing-table lock adalah tidak sama (antara satu sama lain) dan disyaki beralih dari kedudukan asal

PUNCA KEJADIAN

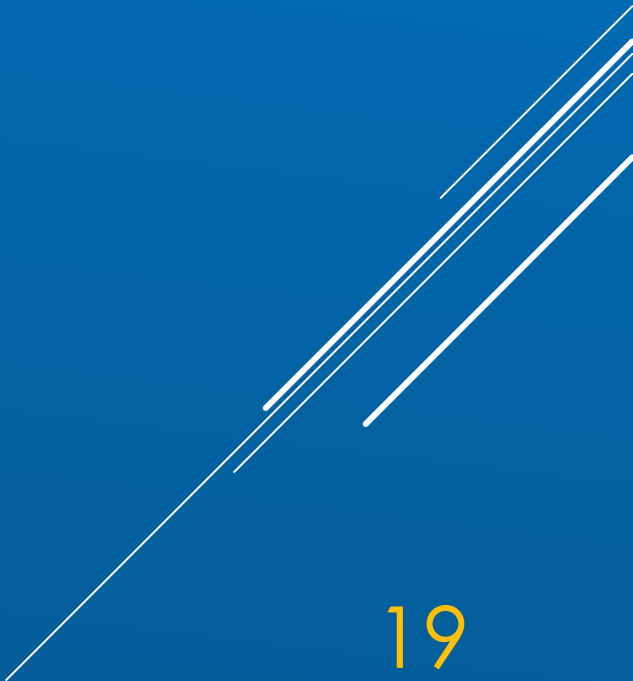
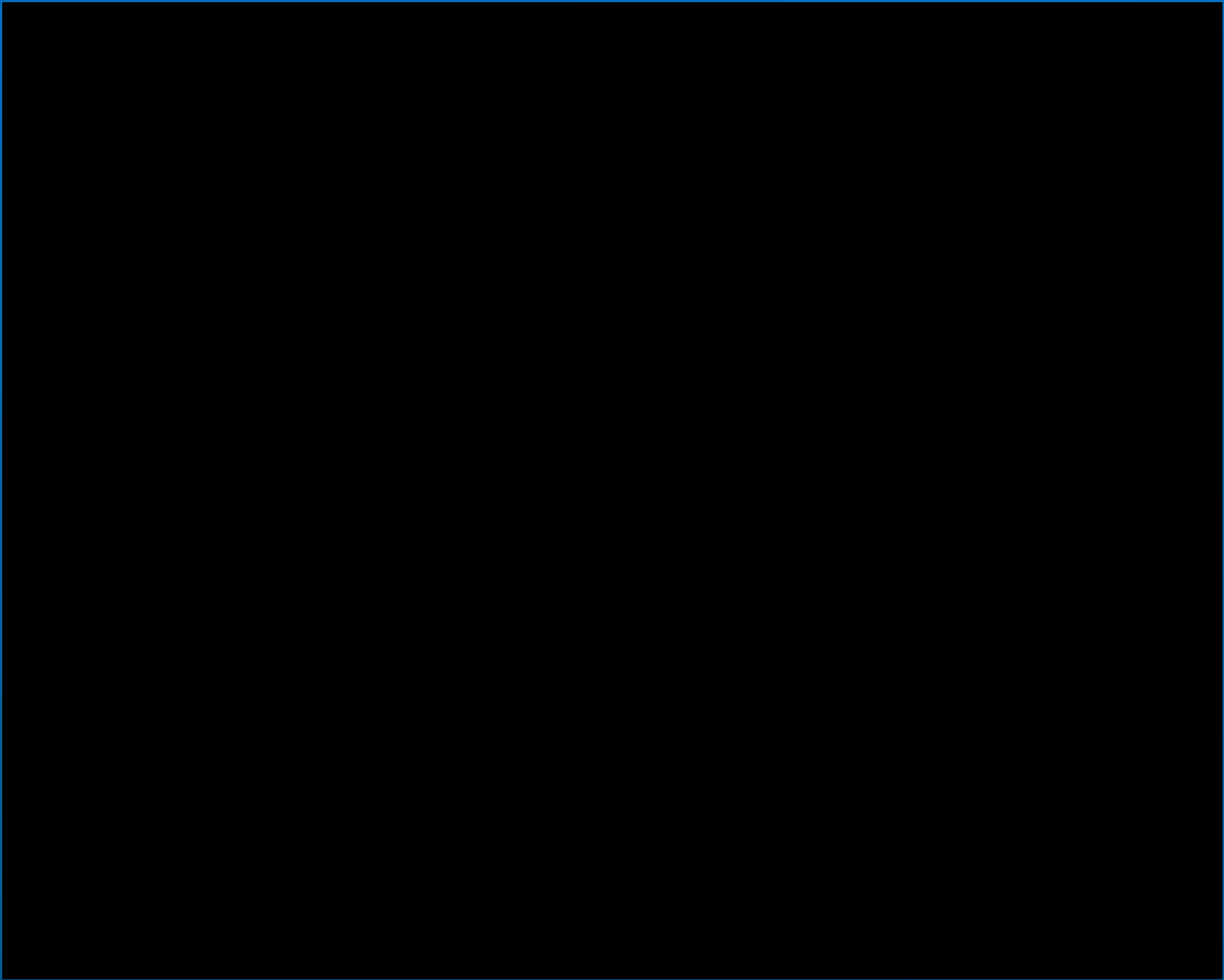
- ▶ Telah berlaku overload pada kren berkenaan, dan akhirnya swing-table assembly crawler crane tersebut gagal. Ini mungkin disebabkan masalah kekeliruan kapasiti sebenar kren.
- ▶ Telah berlaku kecacatan pada struktur mekanikal swing-table berkenaan, dan akhirnya kehadiran kecacatan itu telah menyebabkan struktur pegangan (locking mechanism) gagal berfungsi dengan sempurna. Ini mungkin berlaku ke atas salah satu atau gabungan kecacatan berikut;
 - a. Kebocoran bendalir hidraulik.
 - b. Kelemahan pada kimpalan struktur pegangan (locking mechanism)
 - c. Operation/Procedural failure leading to ;
 - (i) overburden (overloading), or
 - (ii) malfunction of structural part.
- ▶ Telah berlaku kimpalan/kerja-kerja pembaikan yang sub-standard terhadap swing table atau sistem hidraulik yang menyebabkan kegagalan fungsinya.

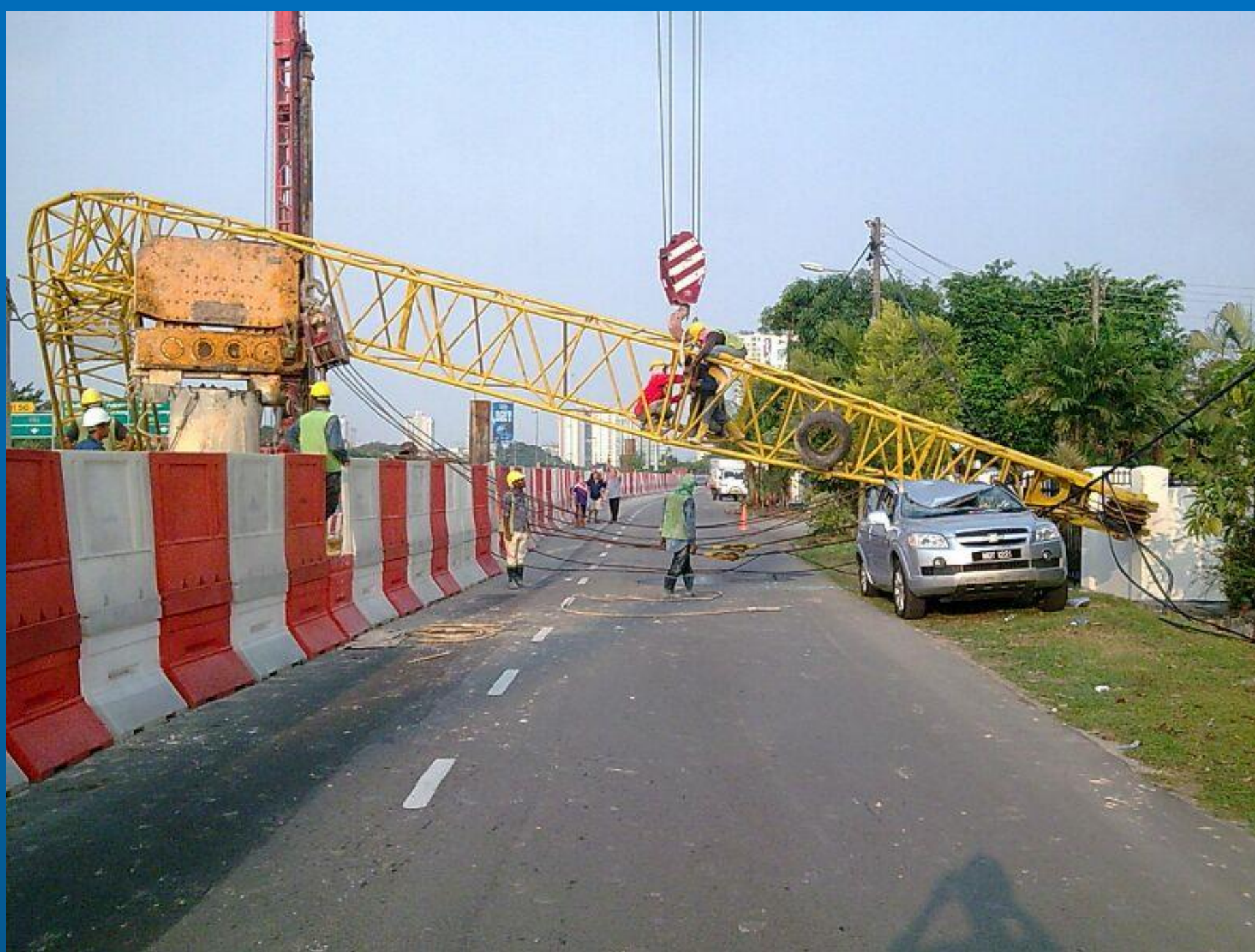
KES 3:

KEGAGALAN STRUKTUR RASUK BUM 'CRAWLER CRANE'

Semasa sedang menjalankan kerja menggerak cerucuk (bore piling) telah berlaku kegagalan pada struktur rasuk (boom) kren berantai dan tumbang ke sebelah kiri kren.

Semasa kejadian operator sedang membetulkan kedudukan kelompok cerucuk (piling casing) dengan menggunakan *vibro hammer* yang diangkat oleh kren.





JUMLAH BEBANAN YANG DIANGKAT



Piling casing = 6 tan

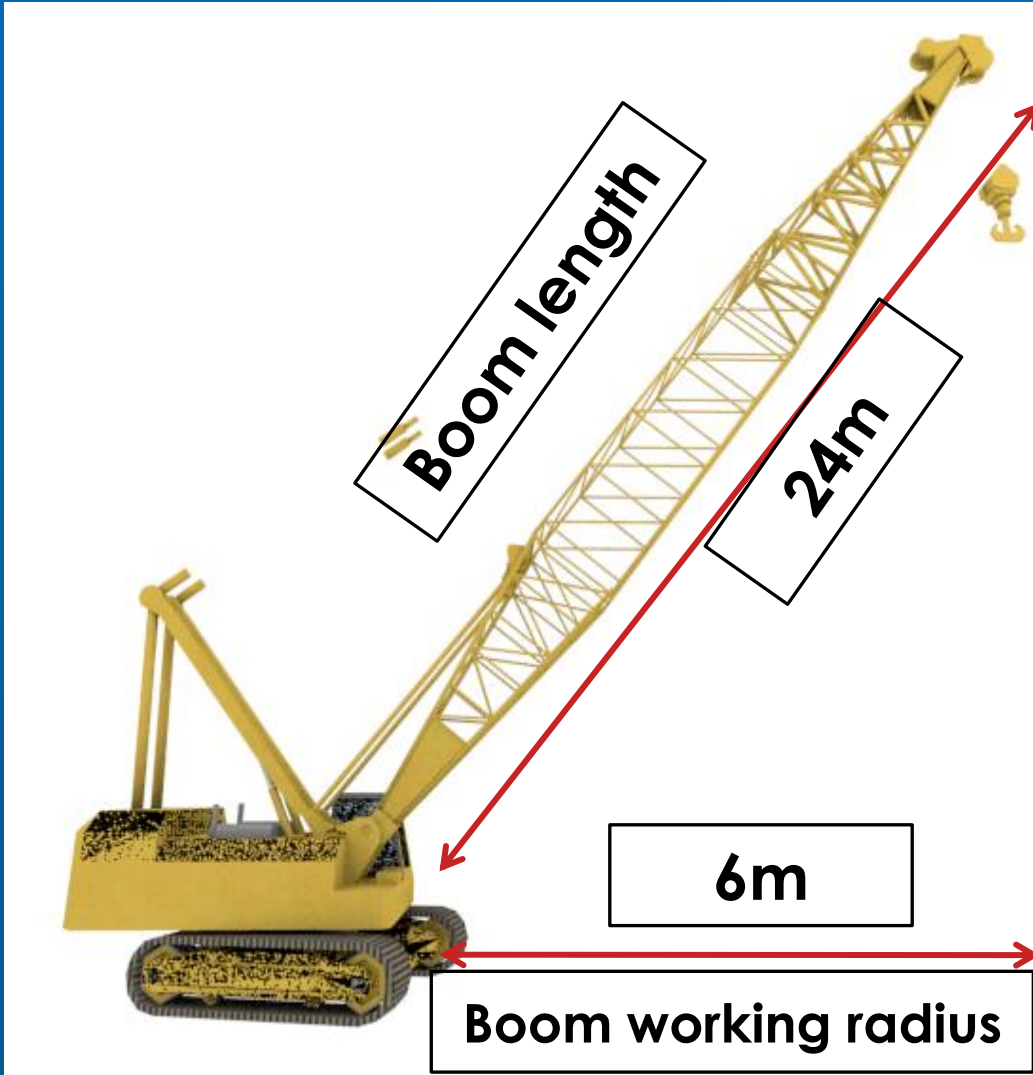


Vibro Hammer = 5 tan



Jumlah bebanan = 11 tan

OPERASI KREN SEMASA KEJADIAN – ANALISA BEBAN KERJA SELAMAT



LS-118HR-3 CRANE CAPACITIES: (With crane boom)

Working radius (m)	Boom length (m)							
	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40	27.45	30.50	33.55
3.7	50.0							
4.0	43.7	43.5						
4.5	36.2	36.2	36.1					
5.0	30.5	30.4	30.3	30.2				
5.5	26.2	26.2	26.1	26.0	25.9			
6.0	23.1	23.0	22.9	22.8	22.7	22.6		
7.0	18.4	18.3	18.2	18.1	18.0	18.0	17.9	17.8
8.0	15.3	15.2	15.1	15.0	15.0	14.9	14.8	14.8
9.0	13.1	13.0	12.9	12.8	12.7	12.6	12.6	12.5

Berdasarkan kepada carta beban, beban yang mampu diangkat adalah **22.7 tan**. Maka bebanan yang diangkat semasa beroperasi iaitu **11 tan** adalah sepatutnya masih selamat.

PEMERHATIAN DI TEMPAT KEJADIAN



Komponen segmen ke-2 yang telah mengalami kegagalan.

PEMERHATAN DI TEMPAT KEJADIAN



Sambungan komponen segmen ke-2, segmen ke-3 dan segmen ke – 4.

PEMERHATAN DI TEMPAT KEJADIAN – TITIK KEGAGALAN



Kesemua titik kegagalan yang berlaku adalah di sekitar sambungan kimpalan komponen utama & braces.

PEMERHATAN DI TEMPAT KEJADIAN – TITIK KEGAGALAN



PEMERHATAN DI TEMPAT KEJADIAN – TITIK KEGAGALAN



Antara titik kegagalan yang berlaku adalah di sekitar sambungan kimpalan komponen utama & *braces*.

PEMERHATIAN DI TEMPAT KEJADIAN – TITIK KEGAGALAN



Antara titik kegagalan yang berlaku adalah di sekitar sambungan kimpalan komponen utama & *braces*.

PEMERHATIAN DI TEMPAT KEJADIAN – TITIK KEGAGALAN



Antara titik kegagalan yang berlaku adalah di sekitar sambungan kimpalan komponen utama & *braces*.

PEMERHATIAN DI TEMPAT KEJADIAN – TITIK KEGAGALAN



Keadaan kimpalan yang dapat diperhatikan pada
sambungan bracing pada boom kren

PEMERHATIAN DI TEMPAT KEJADIAN – TITIK KEGAGALAN



Antara titik kegagalan yang berlaku adalah di sekitar sambungan kimpalan komponen utama & *braces*.

PEMERHATAN DI TEMPAT KEJADIAN – KECACATAN STRUKTUR



Beberapa lokasi kimpalan yang dijumpai pada bahagian
bracing boom kren

PEMERHATIAN DI TEMPAT KEJADIAN – KECACATAN STRUKTUR



Perbezaan kimpalan yang dapat diperhatikan pada boom kren

PEMERHATIAN DI TEMPAT KEJADIAN – KECACATAN STRUKTUR



PEMERHATIAN DI TEMPAT KEJADIAN – KECACATAN STRUKTUR



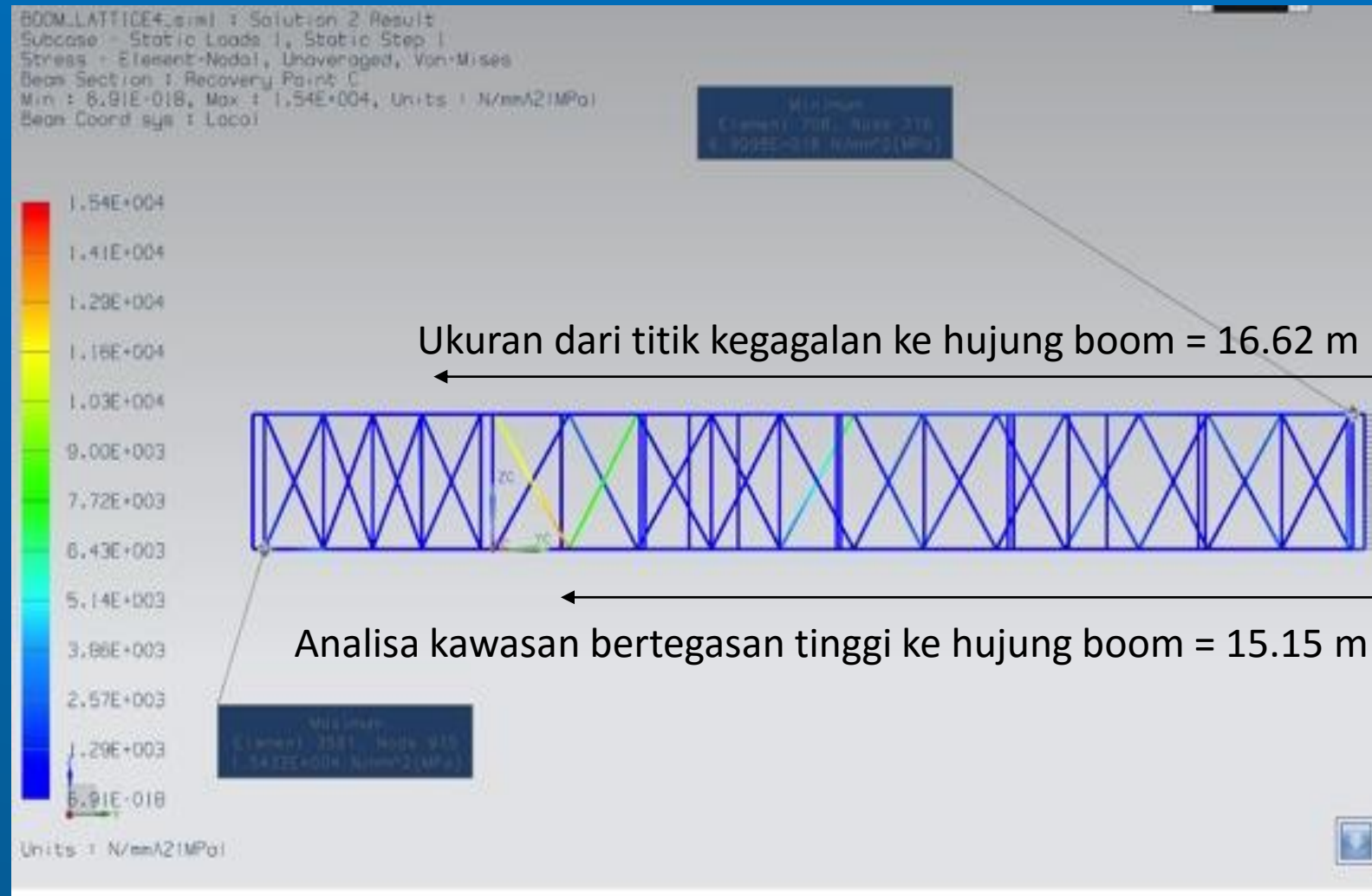
Reinforcement plate pada bahagian chord boom

PEMERHATIAN DI TEMPAT KEJADIAN – KECACATAN STRUKTUR



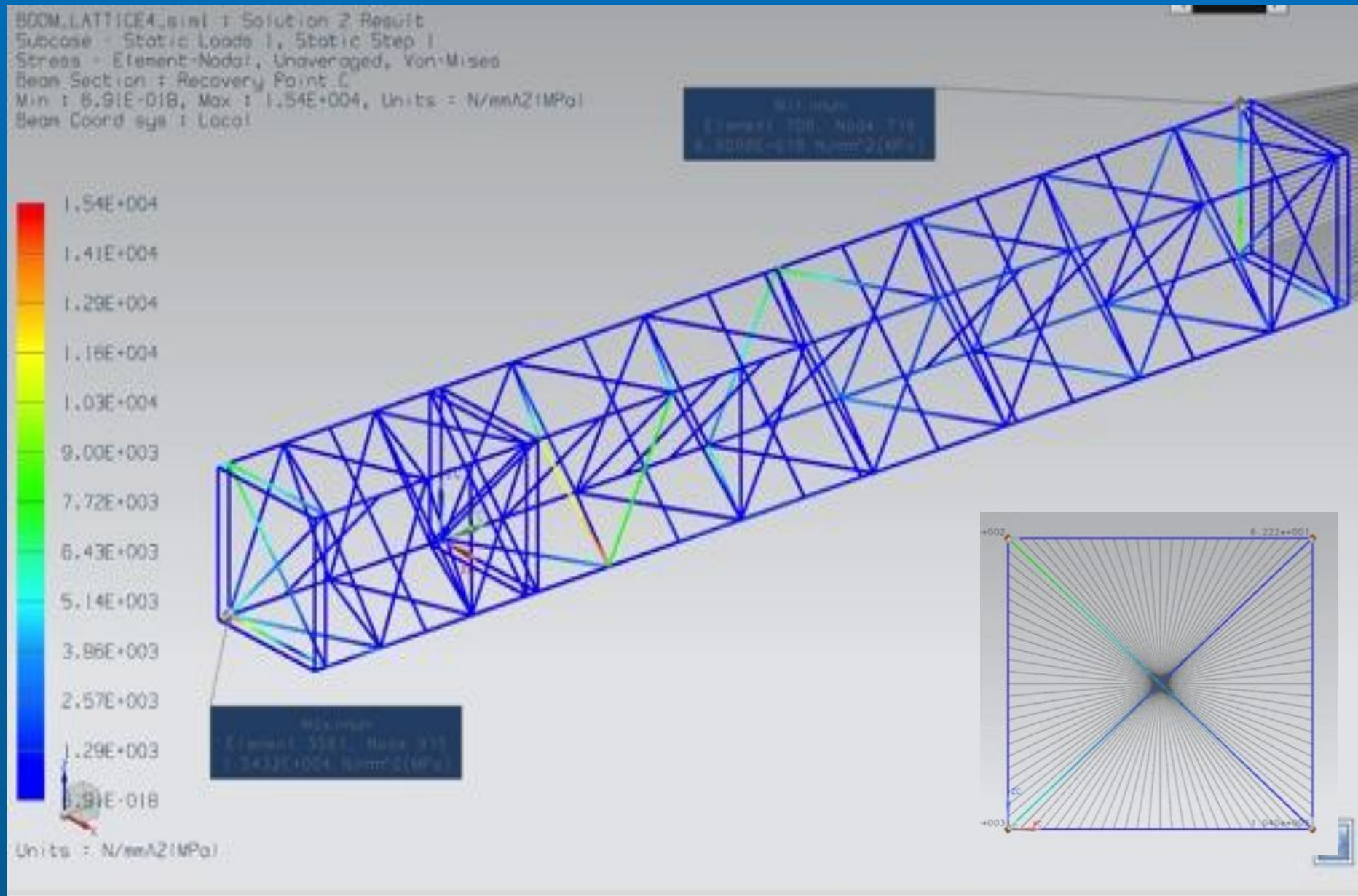
Susunan sambungan bracing pada boom kren yang tidak sekata

KEPUTUSAN ANALISA FEA (STRESS ANALYSIS)



Perbezaan antara ukuran sebenar dan FEA adalah sebanyak 9 %.

KEPUTUSAN ANALISA FEA (STRESS ANALYSIS)



KEPUTUSAN ANALISA FEA (STRESS ANALYSIS)

- ✓ Hasil keputusan FEA menunjukkan taburan tegasan yang wujud akibat **ketidak simetri struktur boom** telah menyebabkan tegasan yang tinggi wujud secara tidak sekata.
- ✓ Ini adalah antara penyumbang kepada kegagalan secara tidak simetri struktur boom tersebut.
- ✓ Ini berlaku disebabkan terdapat variasi ukuran (diameter serta ketebalan tiub komponen) daripada pengukuran di tapak pada struktur komponen boom.

UJIAN MAKMAL MATERIAL BAHAN



Material yang berlainan digunakan berdasarkan warna material yang berbeza

MECHANICAL TEST (TENSILE TEST)



MECHANICAL TEST (TENSILE AND HARDNESS TEST) FINDINGS

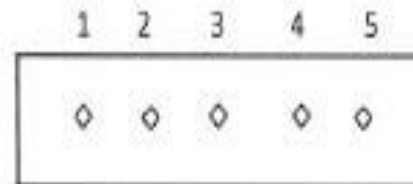
1.0 Tensile Test

- 1.1 Type of Tensile Specimen : Longitudinal
1.2 Position of Fracture : Within Gauge Mark
1.3 Mode of Failure : Ductile

Specimen No.	Width (mm)	Thickness (mm)	Area (mm ²)	Yield Load (N)	Yield Stress (N/mm ²)	Max. Load (N)	Tensile Strength (N/mm ²)	Elongation in 50.0 mm (%)
T1(Black)	12.43	4.00	49.72	22876.79	460.11	23989.76	482.50	18.34
T2 (Silver)	12.50	4.00	50.00	20138.39	402.77	25733.32	514.67	20.46

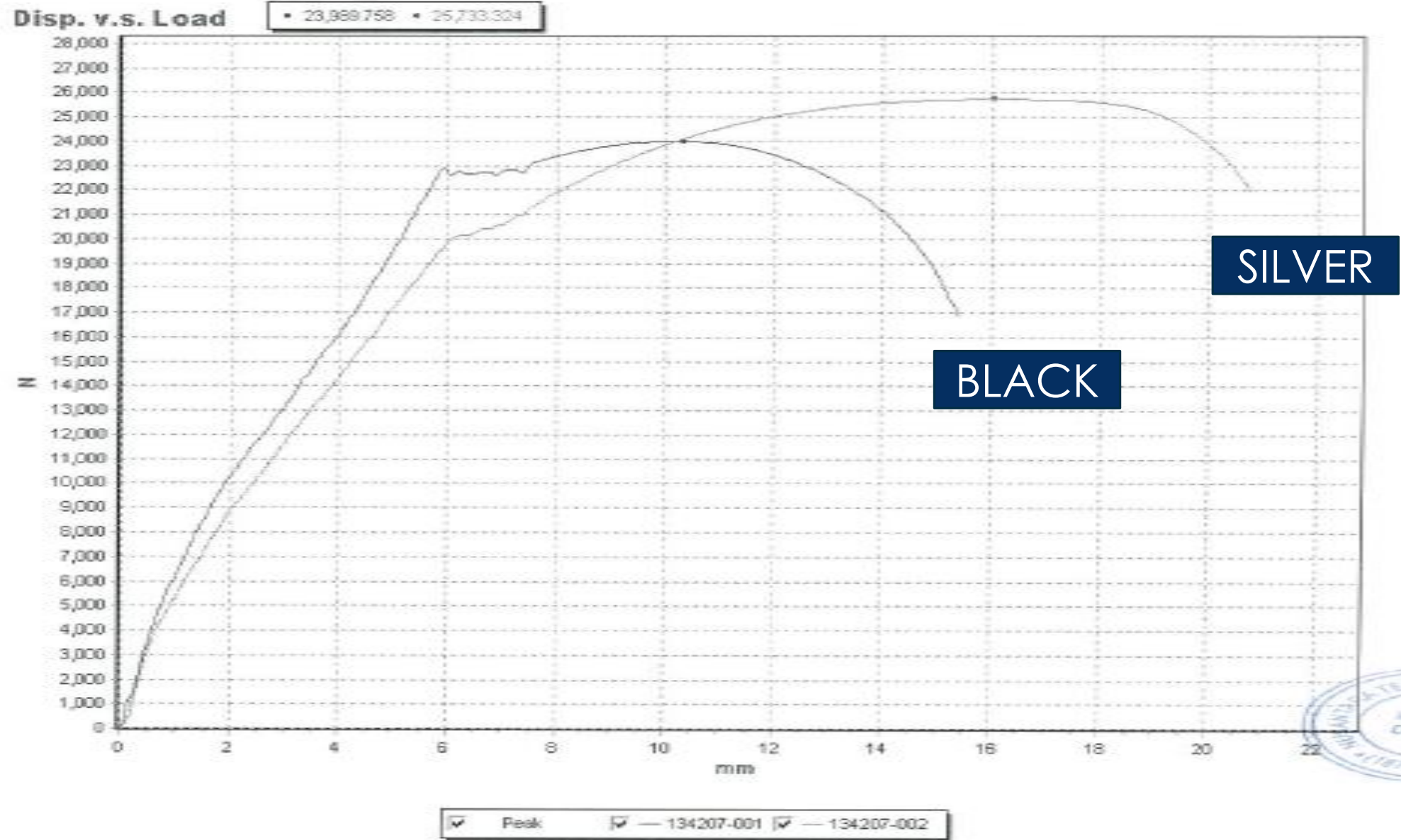
2.0 Hardness Test

- 2.1 Type of Hardness Test Specimen : Vickers Hardness Test (HV 10)
2.2 Test Load : 10kgf

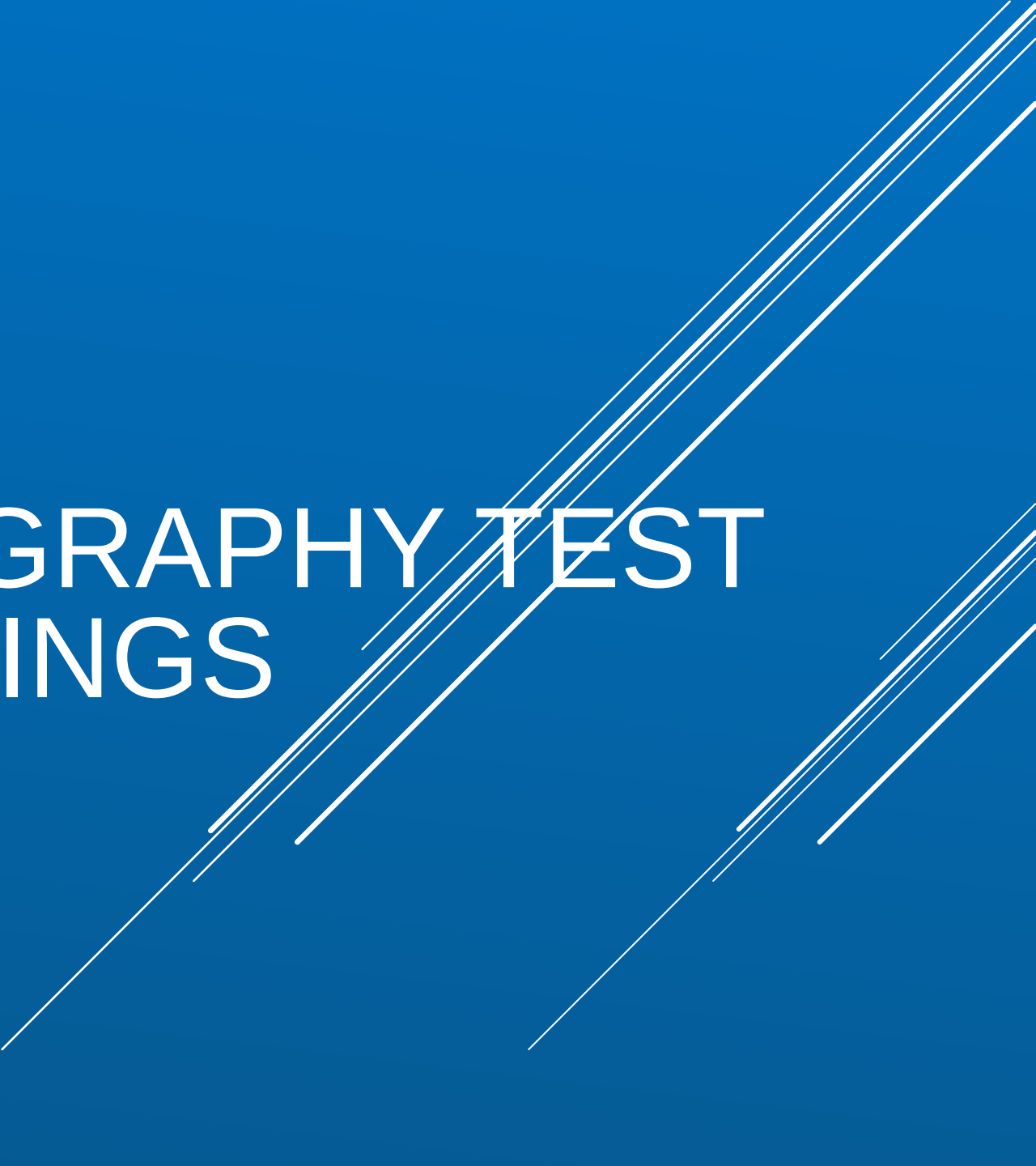


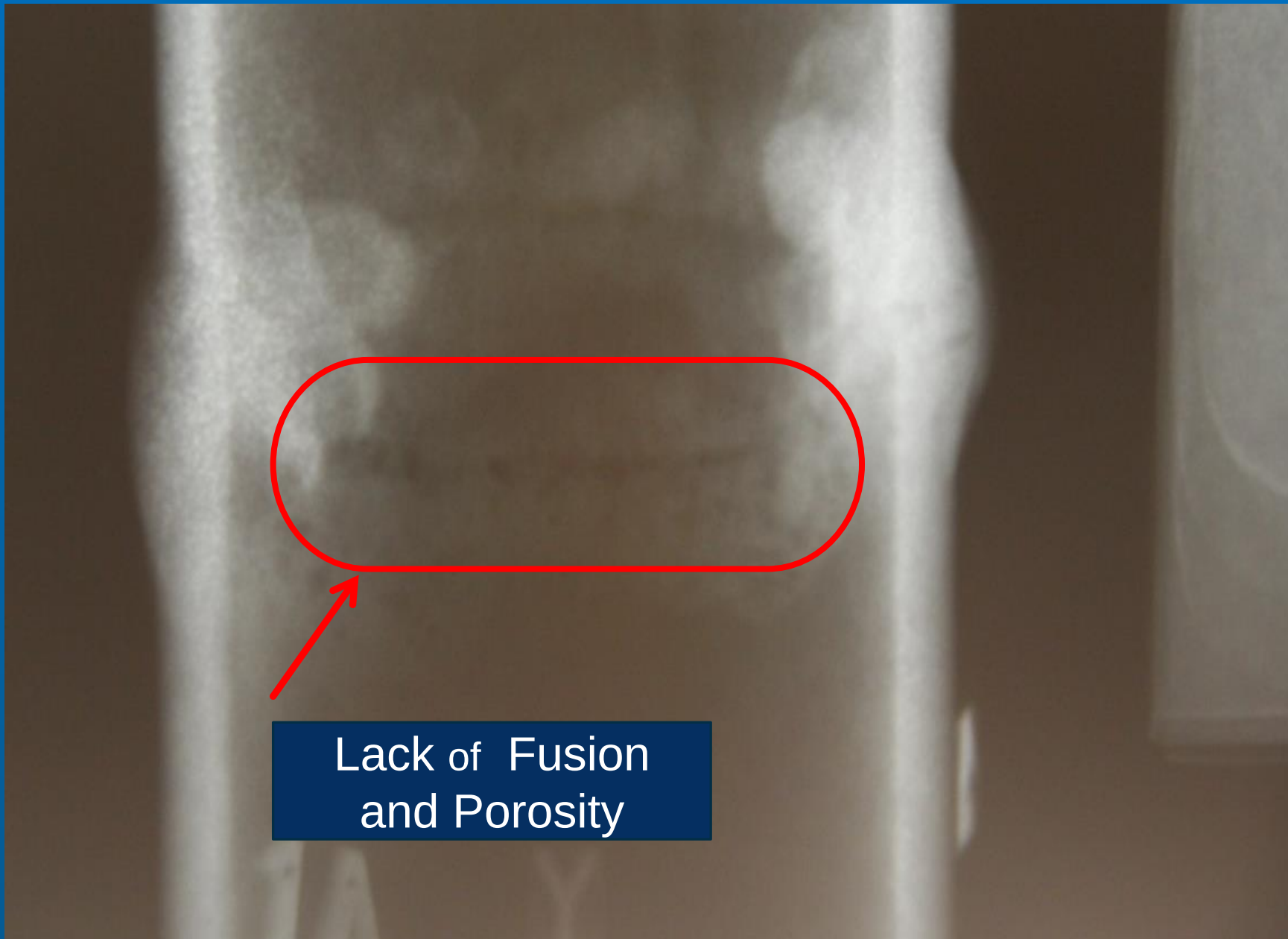
Location	Base Metal					Average (HV)
Point	1	2	3	4	5	
1 (Black)	162.0	159.0	165.0	163.0	167.0	163.0
2 (White)	177.0	176.0	174.0	177.0	177.0	176.0

MECHANICAL TEST (TENSILE TEST) FINDINGS



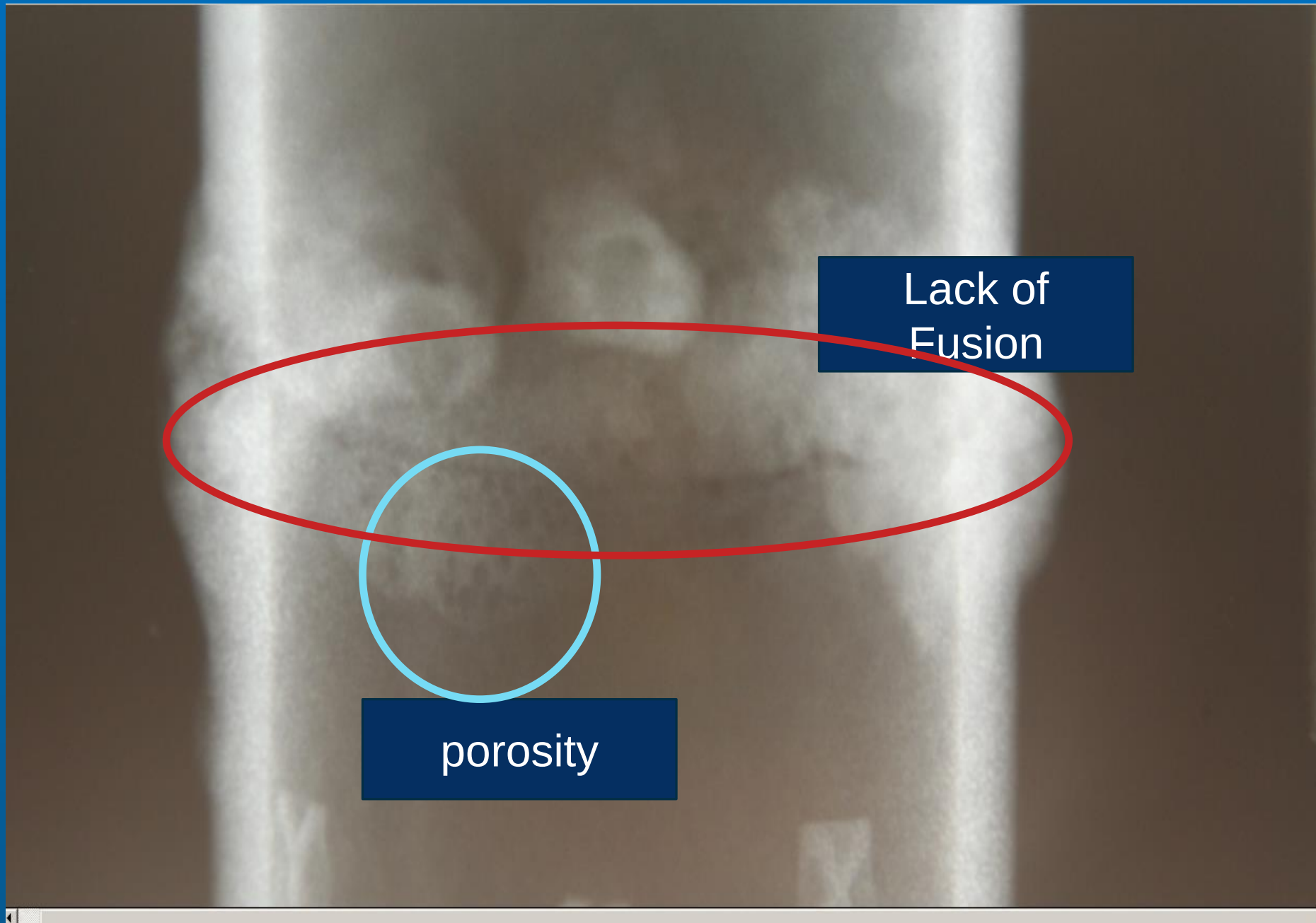
NDT – RADIOGRAPHY TEST FINDINGS

The background is a solid blue color. On the right side, there are several sets of parallel white diagonal lines that extend from the top right towards the bottom left, creating a sense of motion or a modern design element.

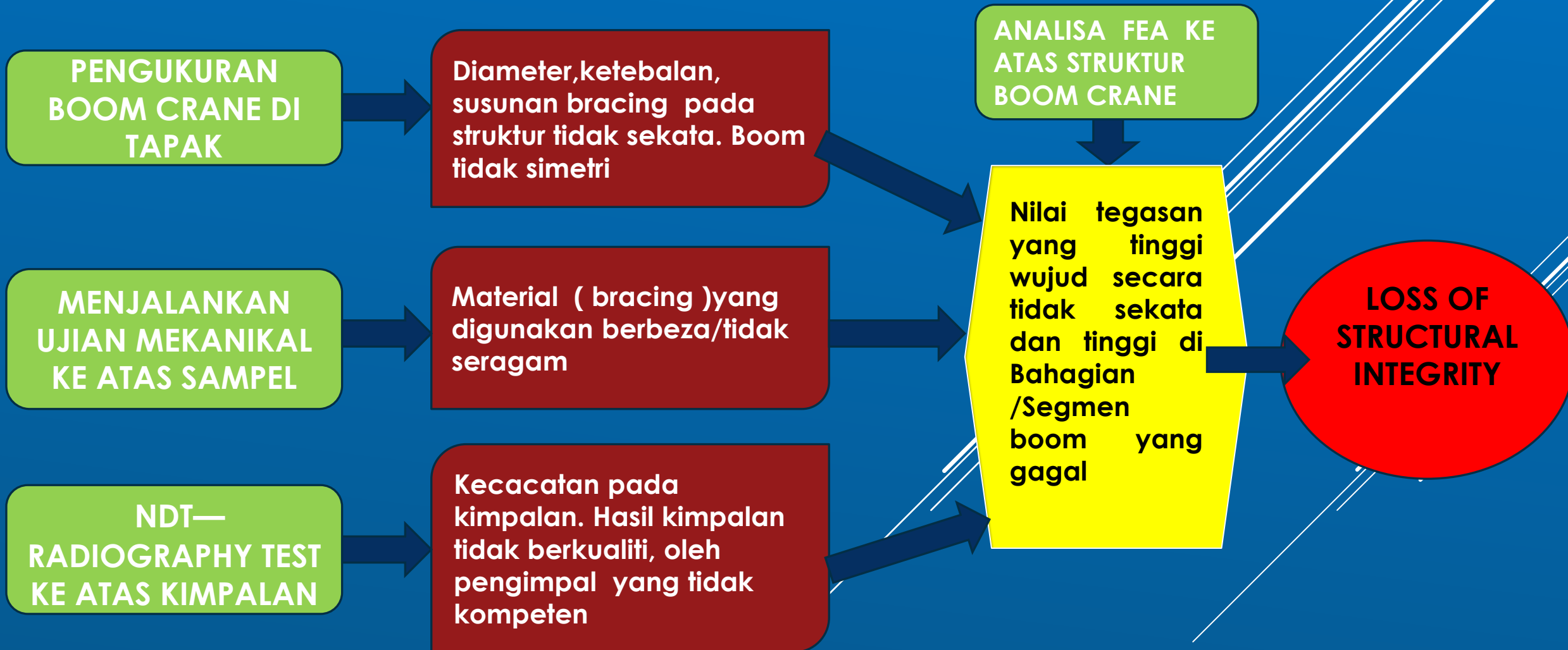




porosity



HASIL ANALISIS FORENSIK



RANTAIAN KEJADIAN/KEGAGALAN

Poor/Improper repair /modification works

1. Kualiti kimpalan yang amat teruk/rendah.
2. Penggunaan material yg berlainan / tidak seragam pada bhgn bracing.
3. Struktur boom yg tidak lagi simetri.
4. Sambungan struktur bracing yang tidak lagi sekata

Struktur boom crane hilang integritinya.

Berlaku kegagalan struktur (Structural failure) – material was stressed to its strenght limit

Boom crane broken/collapse



KES 4 **KEMALANGAN MELIBATKAN KREN** **MENARA, KUALA LUMPUR**

BAHAGIAN KEJURUTERAAN FORENSIK
JKKP IBU PEJABAT
10 JUN 2011

PERKARA	CATATAN
JENTERA	Luffing Tower Crane, Dibuat pada tahun 2008 Tempoh beroperasi di tapak terkini – 6 bulan No. Pendaftaran : WP PMA 9505 Kapasiti kren – 4,000 kg, Jejari kerja maksimum – 55.0 meter
MANGSA	1. Warganegara Indonesia– Maut. Baru berkhidmat lebih kurang 2 bulan. Tugas adalah sebagai tukang 2. Warganegara Bangladesh –Maut. Telah berkhidmat lebih kurang 2 tahun. Tugas adalah sebagai pekerja am **Tarikh kejadian : 23 Mei 2011

2. PERIHAL KEJADIAN

- 8.00 pagi~12.00 tghari: Kerja-kerja mengangkat menggunakan kren menara jenis *luffing* telah mula dijalankan oleh operator kren A.
- 2.00 ptg: Penyambungan kerja-kerja mengangkat telah disambung semula oleh operator kren B. Kerja-kerja mengangkat dimulakan dengan mengangkat *bucket* berisi bancuhan konkrit seberat 2.2 tan setelah itu kerja-kerja mengangkat kayu seberat 2 tan dimulakan .
- ~5.30 ptg: Ketika operator kren cuba menaikkan bum kren,dengan tiba tiba bum kren di dapati tidak bergerak, bum kren sebaliknya tiba tiba turun sedikit dan kemudian terus jatuh ke bawah dengan begitu pantas beserta beban kayu binaan yang sedang diangkat.
- Bum kren yang jatuh dipercayai telah menimpa kedua-dua mangsa yang sedang bekerja di bawah sehingga menyebabkan mangsa maut ditempat kejadian.

3. PENEMUAN DITAPAK

- Bum kren telah patah pada 2 bahagian
- *Luffing rope* putus pada sambungan penghujung
- Kedudukan sambungan *luffing drum* [winch]-didapati *offset*
- Pasangan skru cap pada *luffing drum flange* patah:
 - -hanya 2 serpihan skru dijumpai ditempat sambungannya
 - -sepatutnya 12 skru cap dipasang mengikut spesifikasi pelan rekabentuk

PANDANGAN DITAPAK KEJADIAN



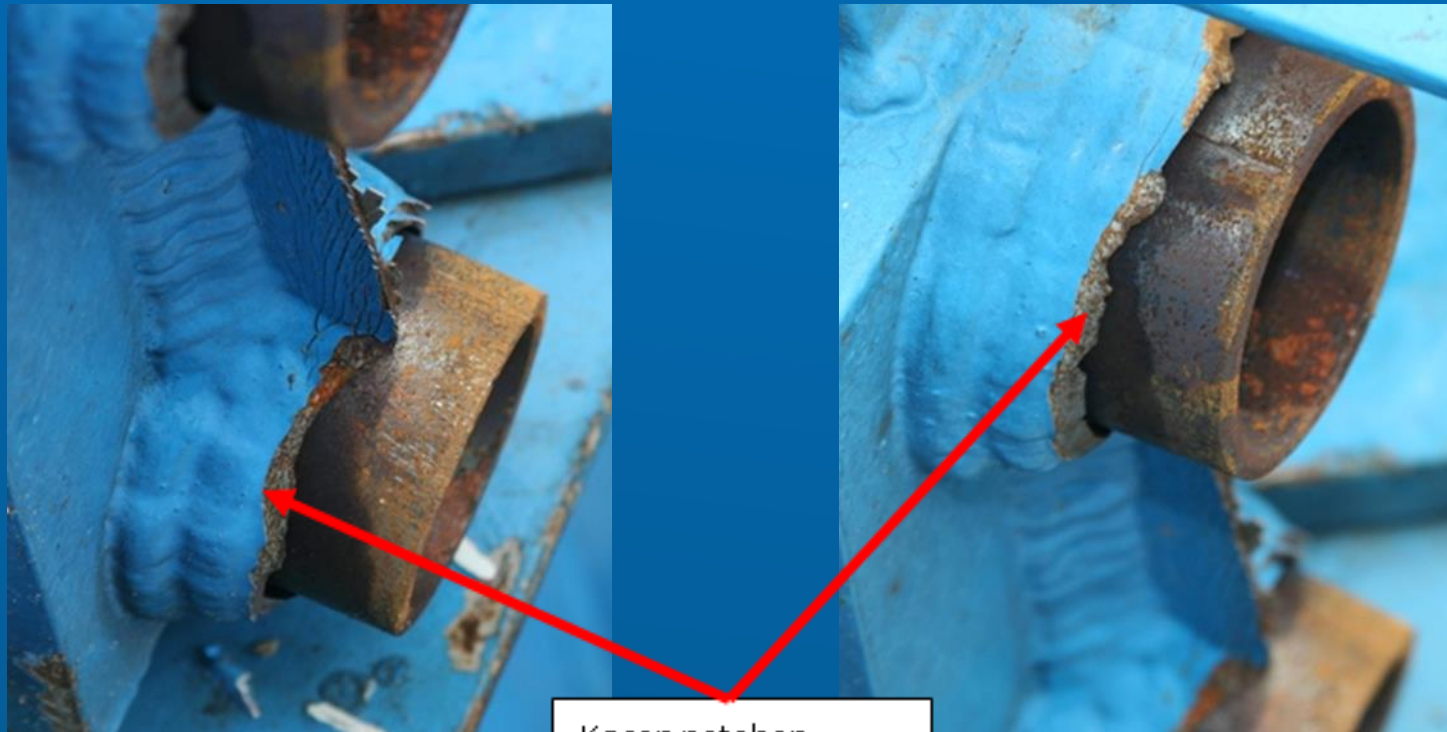
**Bahagian bum utama
yang telah patah**



Bahagian *boom butt* telah patah
pada sambungan kimpalan



BOOM BUT TELAH PATAH BERDEKATAN BAHAGIAN KIMPALAN



Kesan patahan
brittle berhampiran
welded part

BEBAN KERJA YANG DIANGKAT. ANGGARAN ~2MT



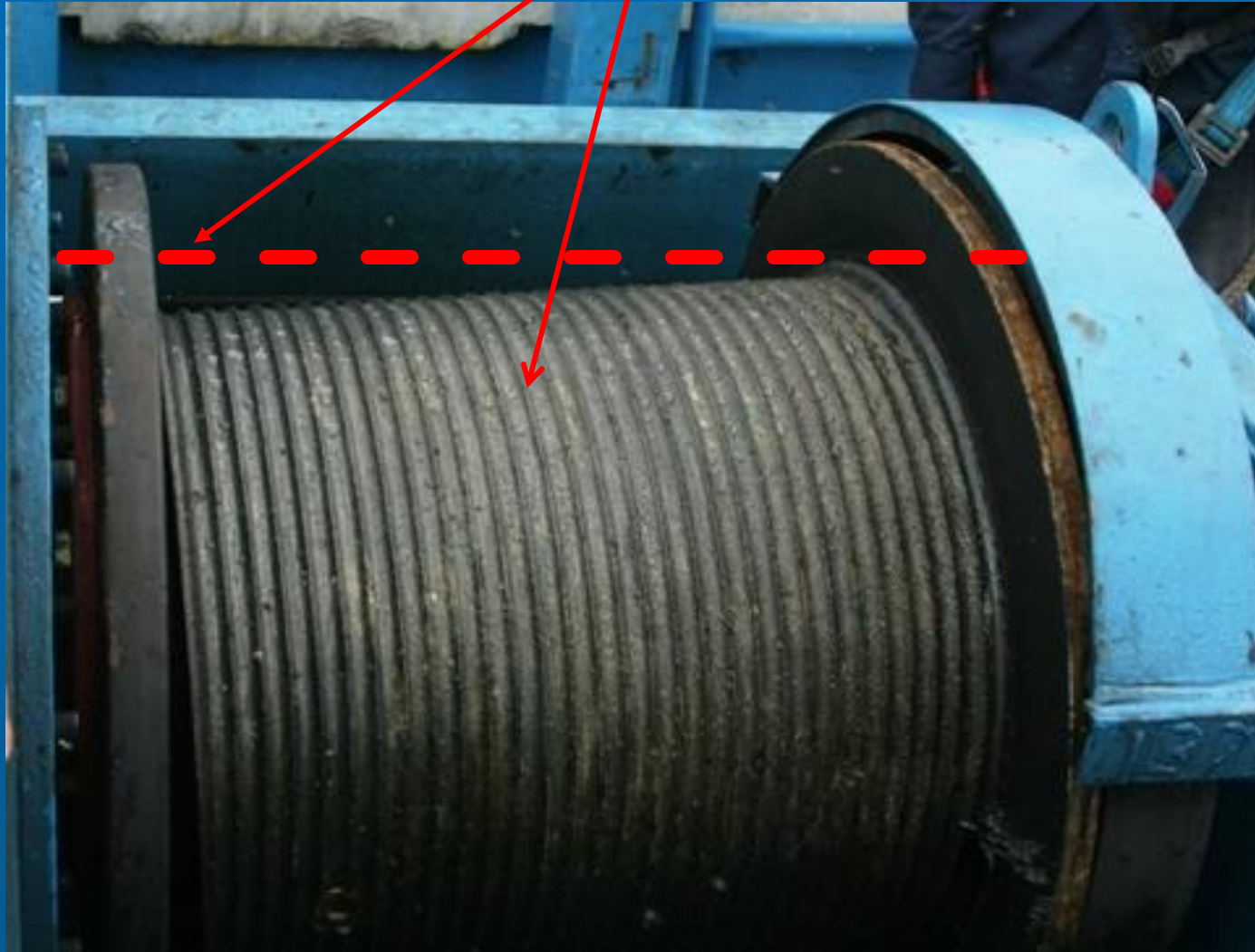
Bahagian talidawai
luffing yang putus



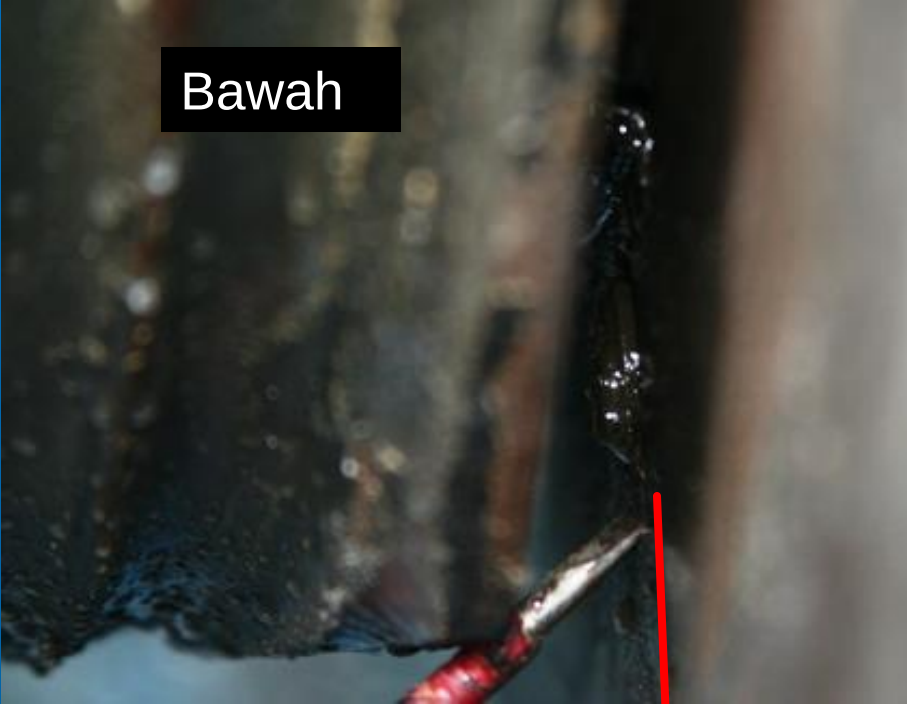
Sambungan penghujung talidawai
luffing dengan flange



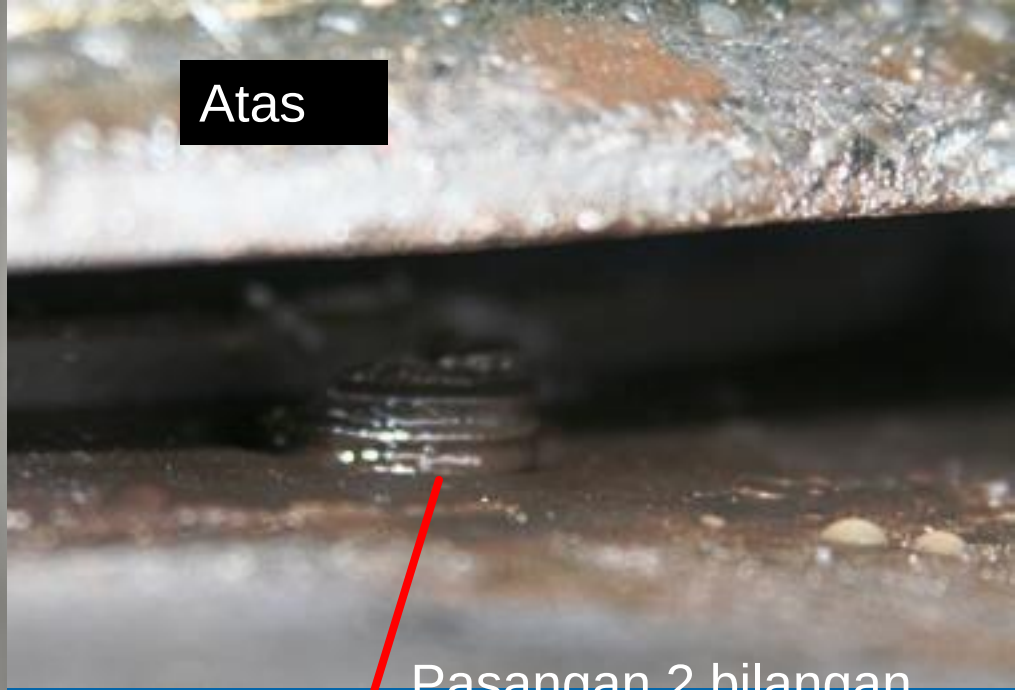
Kedudukan *luffing winch* telah *offset* daripada kedudukan asal



Bawah

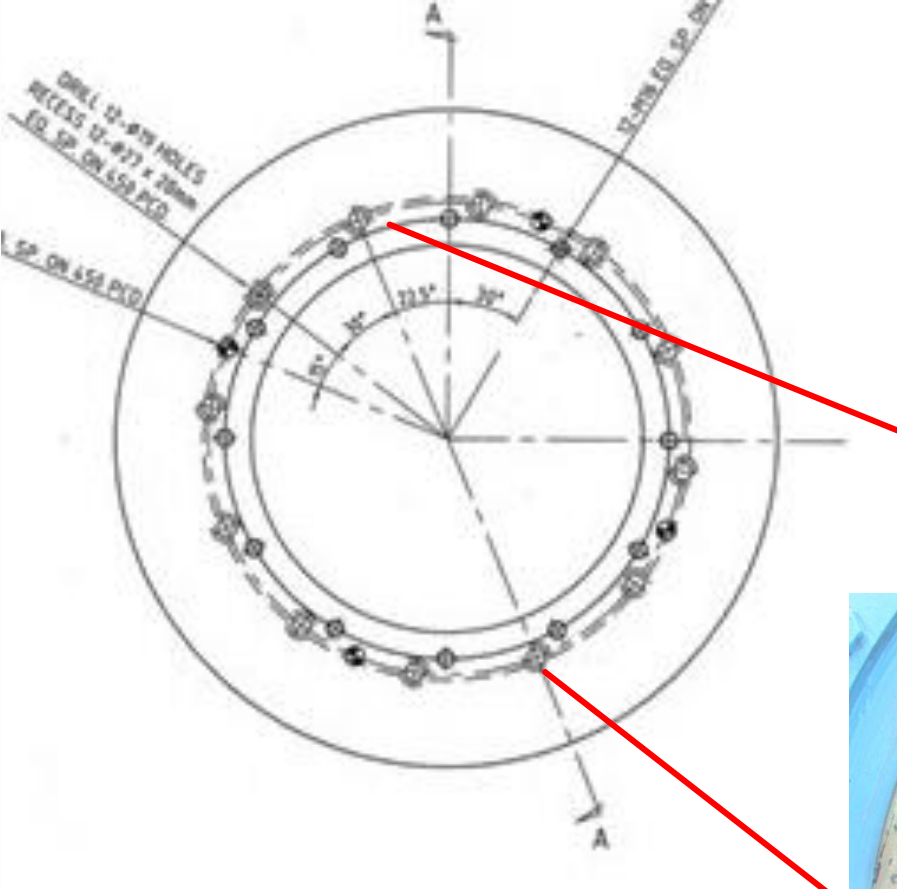


Atas

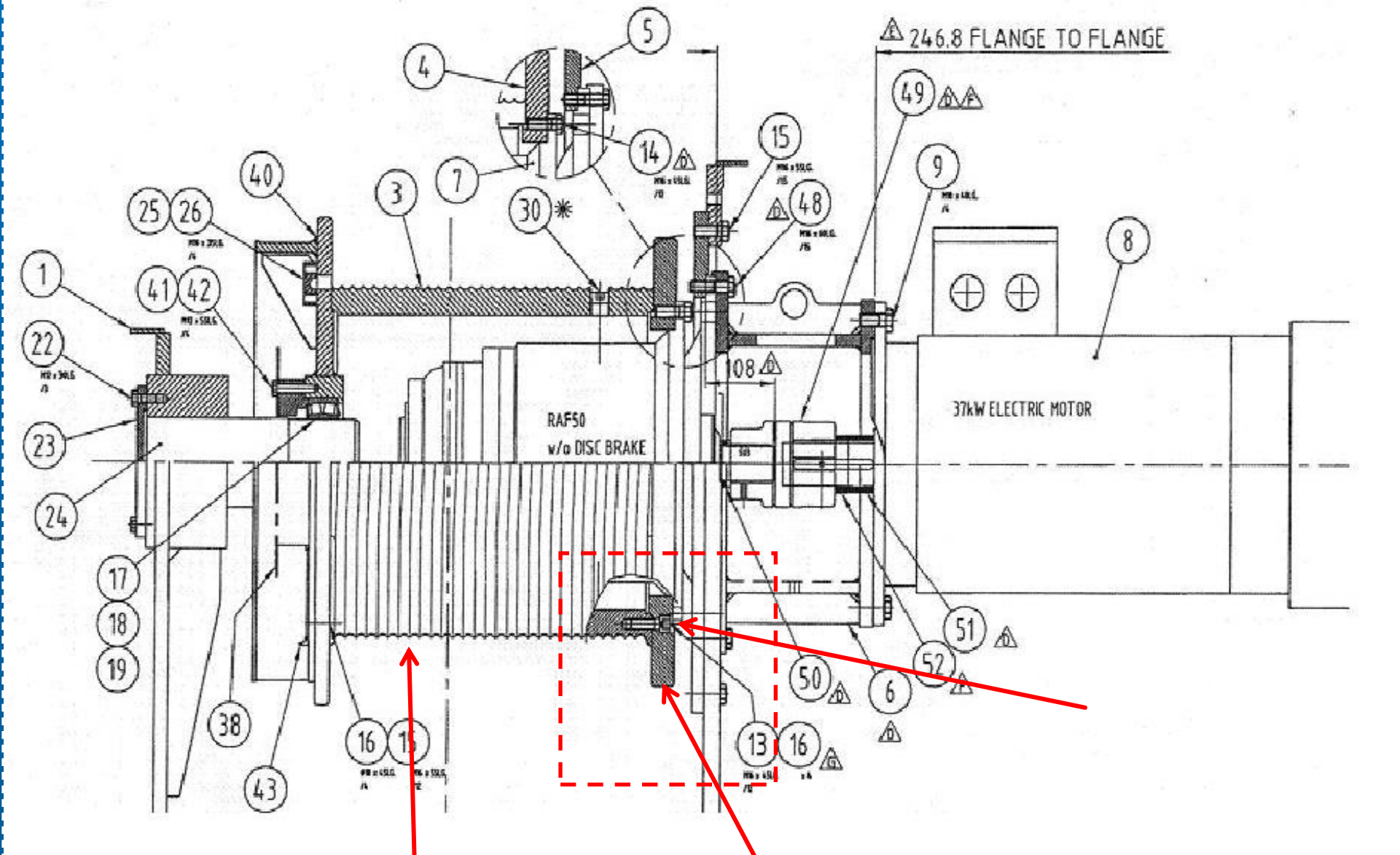


Pasangan 2 bilangan
skru cap yang telah
patah pada sambungan





Pelan lakaran
menunjukkan
kedudukan 2 bil. skru
cap yang patah



Luff Drum

Luff Drum Drive Flange

4. PUNCA KEJADIAN

- Telah berlaku kegagalan sambungan *screw cap* pada sistem *luffing drum*.
- Pemasangan *screw cap* yang menyokong penyambungan *drum drive* dan *flange* pada sistem *luffing* tidak mencukupi. Sepatutnya 12 *screw cap* perlu dipasang dalam sistem penyambungan ini tetapi didapati hanya 2 sahaja.
- Keadaan ini menyebabkan *drum drive* pada sistem *luffing* berada dalam keadaan yang tidak kukuh untuk menampung beban semasa pengoperasian kren tersebut. Sistem sokongannya (pemasangan *screw cap*) telah menjadi lemah.
- 2 *screw cap* yang terdapat padanya telah patah kerana kegagalan komponen *drum* dan sistem sokongannya menampung beban semasa kren beroperasi.
- Ini menyebabkan *luffing drum* terkeluar/terjatuh (off set) dari kedudukan asalnya

4. PUNCA KEJADIAN(SAMB.)

- *Luffing drum* yang telah terjatuh (off set) menyebabkan berlakunya *dis-engagement* di antara komponen drum, sistem gear dan *brake* yang terdapat padanya.
- Keadaan ini seterusnya menyebabkan *luffing drum* terus berputar dengan berterusan sambil *luffing rope* terkeluar (rolled out) daripada lilitan pada *luffing drum* dengan mengikut arah momen beban yang menariknya iaitu beban boom dan beban yang sedang diangkat yang mana ianya sedang bergerak jatuh ke bawah.

4. PUNCA KEJADIAN(SAMB.)

- Kesemua *luffing rope* didapati telah terkeluar dari lilitan drum dan akhirnya terputus di bahagian penghujungnya (rope termination) yang dikepit pada *drum*.
- *Boom* terus jatuh ke bawah dan sambungan kimpalan *boom butt* telah di dapati patah.

5. HASIL SIASATAN

- Skrew cap tidak dipasang dengan bilangan yang cukup
- Tiada pemeriksaan pemasangan yang terperinci ke atas jentera di jalankan selepas kerja pembaikan keatas *luffing winch*.
- Sekiranya terdapat pemeriksaan ,ia mungkin dilakukan oleh mereka yang tidak kompeten dan tidak bertanggungjawab.
- Kawalan kualiti yang amat lemah atau tidak kredibel semasa pemasangan sistem *luffing drum* ke atas jentera
- Pemasangan sambungan screw cap mungkin dilakukan oleh pekerja yang tidak kompeten dan cuai.
- Berlaku kecuiaan dari pihak yang selenggara semasa pemasangan semula komponen untuk sistem *luffing drum*.

6.TINDAKAN PEMBAIKAN

- Pemeriksaan kualiti dan keselamatan yang komprehensif dan terperinci ke atas jentera perlu dilakukan oleh syarikat dan orang yang kompeten semasa dan selepas pemasangan jentera disempurnakan.
- Aspek kawalan kualiti bagi pemasangan komponen jentera perlu dipertingkatkan dan diperkemaskan lagi oleh pihak pemasang jentera.
- Penyeliaan oleh orang yang kompeten perlu dilakukan semasa kerja-kerja *refurbishment* keatas jentera dan penyelia atau pihak atasan perlu membuat verifikasi setelah kerja-kerja pemasangan semula disiapkan.
- Pemantauan yang berkesan perlu dilakukan semasa kerja-kerja pemasangan komponen-komponen jentera. Ini bagi memastikan pemasangan jentera adalah amat sempurna dan berkualiti.
- Pemasangan komponen-komponen jentera perlu dilakukan oleh pekerja yang terlatih dan berpengalaman.

6. TINDAKAN PEMBAIKAN(SAMB.)

- Pemeriksaan berkala yang lebih kerap, komprehensif dan terperinci ke atas setiap komponen jentera perlu dilakukan selepas pemasangan jentera dan semasa jentera telah beroperasi. Ianya perlu dilakukan oleh mereka yang berkelayakkan atau kompeten.
- Mempertingkatkan lagi pengetahuan, kemahiran dan kompetensi pekerja pemasangan jentera bagi meningkatkan lagi kualiti pemasangan jentera dan seterusnya menjamin keselamatan penggunaan jentera tersebut.
- Mewujudkan prosidur pemasangan jentera yang lebih ketat dan berkesan bagi memastikan jentera yang dipasang memenuhi aspek keselamatan yang tinggi.

KESIMPULAN

Kerja-kerja **baikpulih/modifikasi** yang dilakukan oleh pemilik kren **tidak memenuhi standard/kod** , **tidak berkualiti** serta dilakukan oleh **mereka yang tidak kompeten**. Keadaan ini menyebabkan struktur boom kren telah kehilangan integritinya dan seterusnya menyebabkan struktur boom kren mengalami kegagalan – patah semasa beroperasi.

MOBILE CRANE; INSPECTIONS AND MAINTENANCE

- ▶ To comply with applicable regulations, safety codes and standards;
- ▶ Performed in accordance with the crane manufacturers specifications;
- ▶ Review past load tests, inspections, and maintenance and repairs
- ▶ Verify correct load capacity chart is mounted on crane;
- ▶ Verify that the counterweights are mounted correctly and that all warning signs are legible;
- ▶ To check the size, type, condition, and construction of hoist wire rope that is installed on crane;

MOBILE CRANE; INSPECTIONS AND MAINTENANCE

- ▶ Inspect for cracked, deformed or corroded members of the crane structure and the entire boom;
- ▶ Inspect for loose nuts, bolts or rivets;
- ▶ Inspect for cracked or worn sheaves and hoist drums;
- ▶ Inspect for worm, cracked or distorted parts such as pins, bearings, shafts, gears, rollers and locking devices;
- ▶ Inspect for excessive wear of brakes and clutch system parts, linings, pawls and ratchets;
- ▶ Check for excessive wear of chain drive sprockets and excessive chain stretch on crawler cranes

MOBILE CRANE; INSPECTIONS AND MAINTENANCE

- ▶ Inspection of load hooks shall include visual inspection for distortion, wear or damage;
- ▶ Check for malfunctioning travel steering braking and locking devices;
- ▶ Check for excessively worn damaged chain/tyres;
- ▶ Hydraulic and pneumatics hose fittings and tubing hose or at fittings and couplings for leakage;

REGULATION, RULES AND STANDARDS

- ▶ OSHA crane rules
- ▶ ANSI/ASME Guidelines
- ▶ USACE 385-1-1, AFOSH, DOD
- ▶ LOLER 1998 – HSE UK
- ▶ BS 7121
- ▶ ISO 12482-1: 1995 (Crane – condition monitoring – Part 1: General)
- ▶ ISO 9927-1:1994 (Crane Inspections – Part 1: General)
- ▶ MS 1580:2003 (Cranes – Test Code and Procedures)
- ▶ MS 1554:Part 1: 2002 (Cranes-Vocabulary – Part 1 : General)
- ▶ MS 1544:Part 1: 2002 (Cranes-Safe Use – Part 1: General)

STANDARD 1926.550 & ANSI B30.5

Inspection;

150 tonnes Lattice Boom Crawler Crane

- *Crane used in accordance with manufactures specification,*
- *Inspection by Competent Person,*
- *Annual inspection records,*
- *No modifications without written approval from manufactures*

INSPECTION ITEMS

150 TONNES LATTICE BOOM CRAWLER CRANE

Boom Sections

(Boom sections correspond with crane model)

1. Base section properly attached,
2. Pin clearance,
3. Boom lacing / cord damage,
4. Boom stops,
5. Gantry system A-Frame,
6. Hoist line guides / sheaves,
7. Boom section connection pins / keys,
8. Boom and gantry support system
9. Jib attachment / backstops / belly slings (jib security device)

INSPECTION ITEMS

150 TONNES LATTICE BOOM CRAWLER CRANE

Sheave System

1. Ensure hoistline and sheave size match,
2. Worn,
3. Lubrication / Move freely.

Load / Auxiliary Hook and Block System

1. Sheaves function smoothly,
2. Hook rotates freely / lubricated,
3. Proper becket,
4. Properly reeved.

INSPECTION ITEMS

150 TONNES LATTICE BOOM CRAWLER CRANE

Wire rope / hoist line

1. Overall condition,
2. End connections,
3. Lubrication,
4. Clips.

Safety devices

1. Anti-two block devices,
2. Boom backstop devices,
3. Swing radius warning devices,
4. Job or site specific devices / system / program for work near electric power and use of personnel hoisting platforms.

MOBILE CRANE FUNCTION TESTS

Conduct a function test checking for proper operation of the following:

- ▶ All controls, mechanisms, operating systems and brakes,
- ▶ All safety devices and limit switches,
- ▶ All operator aids,
- ▶ Rated load test, if required

THE BENEFITS OF LIFTING EQUIPMENT INSPECTIONS AND MAINTENANCE;

- Properly maintained cranes are essential for safe and productive operations, and are critical factors in reduced maintenance costs and extended equipment life. Operators and entire construction projects rely on these units to perform structurally, mechanically, and functionally;
- Increased reliability of equipment;
- Achieve regulatory compliance and best industry practice;
- Increase productivity;
- Reduce accidents, injuries, and death;
- Reduce risk;
- Increase the bottom line on projects

PROPERLY PLANNED LIFTING OPERATION

Crawler Crane;

- ▶ *Model* : Liebherr-Werk Ehingen GmbH
- ▶ *ASWL* : 1350 tonnes
- ▶ *Load* : absorber column ~1,480 tonnes
- ▶ Limited space, limited crane movement & tight schedule



Installation of Absorber column : Approx. 1,480 tonnes







LR-11350

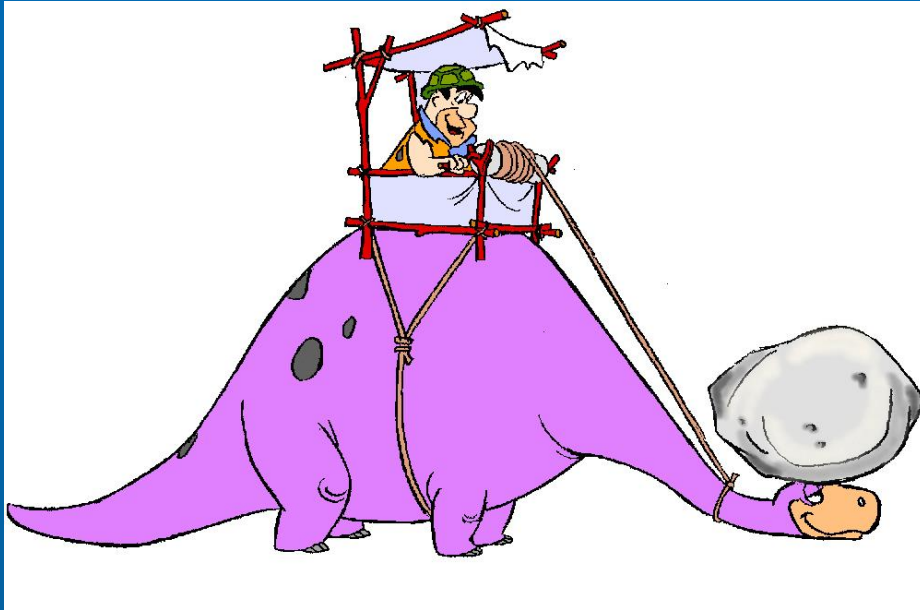
LIEBHERR



INSTALLATION OF CRYOGENIC HEAT EXCHANGER







TERIMA KASIH