

# ANALISA PENGARUH SOLAR DAN PERTALITE TERHADAP HASIL FILM RADIOGRAFI PENGUJIAN NDT PADA PIPA SS 6 INCHI SCHEDULE STANDARD

**Indra Widarmadi**

*Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta  
iwidarmadi@yahoo.com*

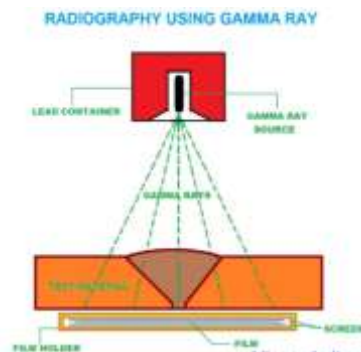
**Abstrak**

Sudah menjadi kewajiban untuk suatu pekerjaan pipeline memerlukan pemeliharaan berkala pada pipa-pipa yang sedang beroperasi menyalurkan fluida atau gas. Dalam pemeliharaan ini tidak mungkin untuk menghentikan proses produksi yang sedang berjalan dikarenakan faktor pertimbangan ekonomis ketika proses produksi tersebut dihentikan. Penelitian ini dimulai dengan mempersiapkan spesimen yaitu pipa Stainless Steel berdiameter 6 inchi schedule standar. Dimana pada bagian tengahnya di las dan diberi valve untuk memasukan fluida. Sambungan las kemudian di uji radiografi dengan kondisi pipa terisi fluida solar dan satunya lagi terisi fluida pertalite. Hasil film radiografi di ukur untuk mendapatkan nilai densitasnya. Nilai densitas diukur menggunakan densitometer yang ditempelkan pada film kemudian ditampilkan oleh viewer. Dari penelitian didapat hasil film radiografi sambungan pipa yang berisi fluida solar dan pertalite terdapat perbedaan nilai densitas pada waktu 1 menit , 3 menit, dan 5 menit. Nilai densitas di bawah 2 di dapat dalam waktu 1 menit, dan dengan waktu 3 menit nilai densitas sekitar 2. Untuk waktu 5 menit nilai densitas lebih dari 4. Nilai densitas 2 dengan waktu 3 menit adalah hasil yang bisa memenuhi syarat diterima sesuai standar ASME BPVC Section V article 2.

Kata kunci : Fluida, pipeline, radiografi, densitas, viewer.

**1. PENDAHULUAN**

Uji radiografi banyak dipilih untuk mengetahui kondisi suatu konstruksi atau instalasi pipa, karena teknik ini akan menggambarkan secara jelas gambar kondisi bahan yang diinspeksi. Radiografi Test dilakukan pada saat perawatan/perbaikan pipa aliran fluida agar tidak terjadi *shutdown* di lapangan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi. Radiografi dapat dilakukan dengan sumber radiasi yang berupa sinar gamma atau sinar x .Sinar gamma atau sinar x dengan focal spot “F” yang di lewatkan pada benda uji tersebut dan Sebagian lagi akan di teruskan sampai ke film (detector). Besar energi radiasi yang di serap oleh benda uji bergantung pada tebal dan kerapatan bagian benda uji tersebut. Bagian yang lebih tipis dan kerapatan yang lebih kecil atau terdapat diskontinuitas (ketidakteraturan dalam material), contoh *defect gas inclusion* akan menyebabkan radiasi yang diteruskan akan lebih banyak .Radiasi yang di teruskan akan sampai ke film radiografi dan terjadi reaksi fotokimia, sehingga film radiografi pada bagian ini akan menjadi lebih hitam di banding bagian sekeliling nya.



Gambar 1. Sketsa pengujian Radiografi  
Sumber: (<https://www.weldingandndt.com/wpcontent/uploads/2017/10/radiography.jpg> by Sandeep Anand)

Bahan pipa SS 6 Inchi schedule standar yang dipilih sebagai material uji adalah dilakukan dengan model pengelasan horizontal posisi 2 G, sebagaimana di ambil dari referensi gambar berikut :



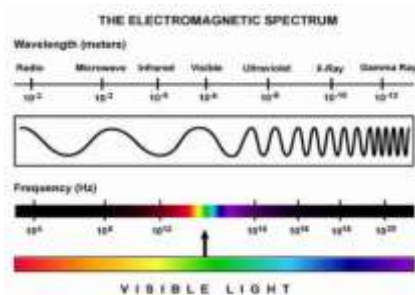
Gambar 2. Posisi pengelasan 2G  
Sumber: (<https://www.pengelasan.net/posisi-pengelasan> by Achmadi)

Adapun gambar benda uji dapat di lihat pada specimen berikut.



Gambar 3. Benda uji pipa 6 inci Stainless steel  
(Sumber : Dokumen pribadi)

Sinar gamma adalah gelombang elektromagnetik yang memancarkan energi dalam bentuk paket yang disebut foton. Ketika sinar gamma menembus suatu zat, sinar gamma juga mengionisasi zat tersebut. Besarnya serapan posisi ketika melewati suatu benda bergantung pada ketebalan dan kerapatan posisi tersebut. Dengan mendeteksi perubahan ini dan merekamnya di film, struktur bagian dalam material dapat dipetakan. Gambar laten yang terbentuk dalam film menjadi gambar sampel ketika film diperlakukan dengan benda uji dengan mengatur spektrum gelombang berdasarkan frekuensi gelombang. Gelombang frekuensi terendah berada di sebelah kiri gelombang frekuensi tertinggi berada di sebelah kanan.

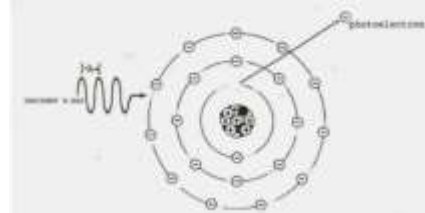


Gambar 4. Spektrum gelombang elektronik  
Sumber:(<https://idepaduanwarna.blogspot.com/2019/07/sinar-tampak-yang-memiliki-frekuensi.html> by Gery\_Alfonsus)

### Efek Fotolistrik

Efek fotolistrik adalah fenomena di mana cahaya berkedip pada permukaan logam, elektron dipancarkan dari logam, dan arus listrik terjadi ketika terhubung ke sirkuit tertutup. Ini ditemukan oleh Heinrich Rudolf Hertz melalui efek fotolistrik. Kemudian Einstein mampu menjawab fenomena ini. Sebenarnya hanya cahaya yang sesuai saja

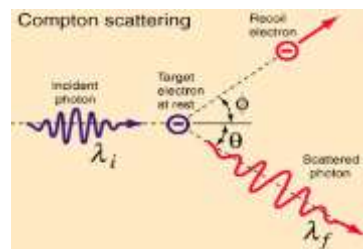
yang mempunyai frekuensi lebih besar dari frekuensi-frekuensi tertentu yang bisa memungkinkan untuk melepaskan elektron dari plat logam. Adapun frekuensi tertentu dari suatu cahaya yang mana elektron terlepas dari permukaan logam disebut.



Gambar 5. Efek Fotolistrik  
Sumber: (<https://satujam.com/efek-fotolistrik/> by Afif)

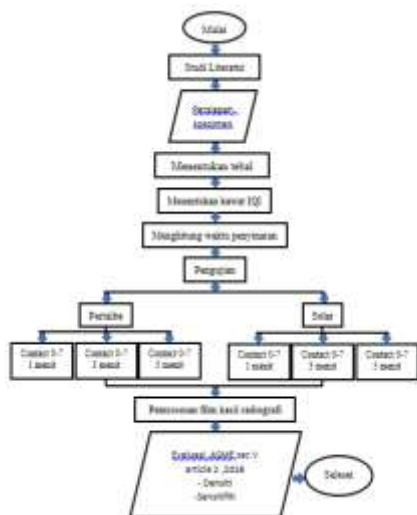
### Efek Compton

Efek Compton terjadi ketika foton berinteraksi dengan elektron stasioner, dan ketika elektron dihamburkan, foton dihamburkan. Ketika seorang ilmuwan bernama Compton menemukan efek Compton pada tahun 1923, ia sedang melakukan percobaan dengan merekam sinar-X yang berasal dari lembaran tipis bahan radioaktif. Gelombang merambat seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 6. Efek Compton  
Sumber:(<https://fisikaasikdotcom.wordpress.com/2012/03/16/efek-compton-pair-production-dan-ketidakpastian-heisenberg/> by Anaherik)

## 2. METODOLOGI



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

### Kamera radiografi gamma-ray

Radiografi digunakan untuk memeriksa cacat logam pada bagian dalam hasil lasan. Sinar gamma dihasilkan dari sumber radioaktif yang didapat dari radiosotop suatu unsur yang memancarkan suatu sinar untuk menuju proses kestabilan. Aktifitas yang digunakan untuk penelitian terhitung 21 Desember 21 adalah 9 Ci yakni menentukan aktifitas dengan decaycahrt. Kamera radiografi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 8. Kamera Radiografi Gamma Ray  
(Sumber : Dokumen pribadi)

### Lead Marker

Lead marker digunakan untuk memberi tanda pada benda uji yang akan di tembak, yang berfungsi memberi tanda atau kode yang sama antara benda uji dan film. Tanda akan muncul pada saat film sudah dicuci, pemberian tanda ini supaya mudah untuk diidentifikasi. Lead marker dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 9. Lead marker dari timah  
(Sumber : Dokumen pribadi)

### Penetrameter IQI

IQI adalah benda berupa kawat atau berlubang (hole) yang di letakkan di atas objek yang akan di uji radiografi. 1 set Wire Image Quality Indicator (IQI) tersusun atas beberapa jumlah kawat (6 kawat) dengan diameter bervariasi semakin kecil citra diameter kawat IQI yang muncul pada film radiografi berarti sensitifitas film semakin baik.



Gambar 10. Peny 1B  
(Sumber : Dokumen pribadi)

### Film Radiografi

Film radiografi berfungsi untuk merekam atau menangkap gambar dengan jelas isi pipa atau cacat pada lasan ,pada kesempatan ini peneliti tidak berfokus pada cacat lasan tapi berfokus pada kualitas film dengan adanya aliran fluida di dalam pipa dan film diterima menurut standart ASME BPVC V article 2 2019 .Digunakan Film Fuji film 100 XD . Film radiografi dapat di lihat pada gambar berikut:



Gambar 11. Fuji film 100 XD  
(Sumber : Dokumen pribadi)

**Viewer**

Viewer adalah alat yang dirancang untuk membantu dan mempermudah dalam membaca ataupun menginterpretasi film radiografi. Viewer ini pencahayaan dapat diatur untuk menginterpretasi cacat pada film radiografi tersebut. Alat viewer dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 12. Viewer  
(Sumber : Dokumen pribadi)

**Densitometer**

Densitometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kehitaman atau densitas suatu film radiografi dengan output menunjukkan suatu angka tingkat kehitaman atau densitas suatu hasil film yang sudah mengalami pencucian. Densitometer dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 13. Densitometer  
(Sumber : Dokumen pribadi)

**Solar dan Peralite**

Pada kesempatan ini peneliti akan mencoba fluida yang terisi solar dan pertalite yang ada di dalam pipa. Massa jenis atau kerapatan adalah pengukuran massa setiap Satuan volume benda. Solar dengan massa jenis 820 – 870 kg/m<sup>3</sup> dan massa jenis pertalite 729.63 kg/m<sup>3</sup>.

**Masking Tape**

Masking tape digunakan untuk merekan kan lead marker, IQI dan Film pada benda uji lasan.

**Baricade / Tali Kuning Radiation**

Tali kuning radiation di gunakan untuk mengamakan/tanda tempat agar tidak ada orang yang melintas karna ada nya pekerjaan radioografi.



Gambar 14. Tali kuning Radiation  
(Sumber : Dokumen pribadi)

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berisi tentang hasil dan pembahasan data penelitian sebagai berikut :

Tabel 1. Standar menentukan IQI

Essential Single-Notch Material Thickness Range, in. (mm)	IQI					
	Screw Hole			File Hole		
	Hole-Type Designation	Essential Hole	Wire-Type Essential Wire	Hole-Type Designation	Essential Hole	Wire-Type Essential Wire
Up to 0.25 (incl. 0.16)	12	27	3	18	27	6
Over 0.25 through 0.75 (0.4 through 0.5)	15	27	4	12	27	6
Over 0.75 through 0.90 (0.52 through 0.57)	17	27	7	15	27	6
Over 0.90 through 0.75 (1.27 through 0.90)	20	27	8	17	27	7
Over 0.75 through 1.00 (1.00 through 2.54)	25	27	9	18	27	8
Over 1.00 through 1.50 (2.54 through 38.1)	30	27	10	25	27	8
Over 1.50 through 1.80 (38.1 through 45.7)	35	27	11	30	27	10
Over 1.80 through 2.50 (45.7 through 63.5)	40	27	12	35	27	11
Over 2.50 through 4.00 (63.5 through 101.6)	50	27	13	40	27	12
Over 4.00 through 6.00 (101.6 through 152.4)	40	27	14	50	27	10
Over 6.00 through 8.00 (152.4 through 203.2)	60	27	16	60	27	16
Over 8.00 through 10.00 (203.2 through 254.0)	100	27	17	80	27	16
Over 10.00 through 12.00 (254.0 through 304.8)	120	27	18	100	27	17
Over 12.00 through 16.00 (304.8 through 406.4)	160	27	20	120	27	18
Over 16.00 through 20.00 (406.4 through 508.0)	200	27	21	160	27	20

(Sumber ASME BPVC sec.V, 2019, ASME, New York, NY, The American Society of Mechanical Engineers)

Tabel 2. Menentukan dimensi kawat las IQI

Set A		Set B	
Wire Diameter, in. (mm)	Wire Identity	Wire Diameter, in. (mm)	Wire Identity
0.0032 (0.08)	1	0.010 (0.25)	6
0.004 (0.10)	2	0.013 (0.33)	7
0.005 (0.13)	3	0.016 (0.41)	8
0.0063 (0.16)	4	0.020 (0.51)	9
0.008 (0.20)	5	0.025 (0.64)	10
0.010 (0.25)	6	0.032 (0.81)	11
Set C		Set D	
Wire Diameter, in. (mm)	Wire Identity	Wire Diameter, in. (mm)	Wire Identity
0.032 (0.81)	11	0.100 (2.54)	16
0.040 (1.02)	12	0.126 (3.20)	17
0.050 (1.27)	13	0.160 (4.06)	18
0.063 (1.60)	14	0.200 (5.00)	19
0.080 (2.03)	15	0.250 (6.35)	20
0.100 (2.54)	16	0.320 (8.13)	21

Sumber: hasil penelitian

**Menghitung waktu penyinaran**

Rumus DWSV (contact).....(1.1)

Exposure Time =

$$\frac{Thk (inch) \times jml\ tebal \times 1,2 \times shifd \times ln \times 6,5 \times SFD^2}{60 \times Ci}$$

(Sumber ASME BPVC sec.V, 2019, ASME, New York, NY, The American Society of Mechanical Engineers)

Sehingga di dapat hasil 1 menit 2 detik. Selanjutnya di kali 3, kemudian 5 disesuaikan dengan kebutuhan pendataan.

Penyinaran menggunakan tehnik DWSV dimana kontak dengan pipa terisi pertalite percobaan dilakukan 3 kali dengan waktu yang berbeda yaitu 1 menit ,3 menit dan 5 menit pada lokasi 0-7 dengan aktifitas 9 Ci ,film yang digunakan Fujifilm 100 XD 4”x10”. Hal yang sama dilakukan dengan media pipa terisi bahan fuida solar.

Proses film dilakukan di ruang gelap dengan menggunakan lampu merah lalu membuka kaset dan mengambil film, kemudian diletakkan pada hanger lalu dicelupkan ke dalam larutan developer (basa). Bukakan kaset, celupkan film di larutan developer selama 3 menit dengan diguncangkan / agitasi pada hanger setelah 3 menit film. Pindahkan ke stopbath (netral). Jika sudah cukup lalu terakhir dicelupkan ke dalam fixer selama 2x waktu dalam developer 6 menit ,jika sudah selesai ambil film bilas dengan air bersih lalu jemur.

Hasil pengukuran densitas fluida dapat di tampilkan dalam tabel tabel berikut sebagai data aktual pengujian :

Tabel 3. Hasil densitas Pertalite waktu 1 min

No.	Parameter	Persyaratan ASME V artc 2	Hasil	Pemenuhan syarat
1	Identifikasi	Ada	Ada	Memenuhi
2	Marker lokasi	Ada	Ada	Memenuhi
3	Sensitifitas IKB (IQI)	Tampak kawat IKB no.6	Tampak kawat IKB no.8	Tidak memenuhi
4	Densitas radiografi	1,8 s/d 4	1,55 s/d 1,72	Tidak memenuhi
5	Variasi densitas	-15% s/d +30%	-3,7 % s/d +6,8 %	Memenuhi

Sumber: hasil penelitian

Tabel 4. Hasil densitas solar waktu 1 min

No.	Parameter	Persyaratan ASME V artc 2	Hasil	Pemenuhan syarat
1	Identifikasi	Ada	Ada	Memenuhi
2	Marker lokasi	Ada	Ada	Memenuhi
3	Sensitifitas IKB (IQI)	Tampak kawat IKB no.6	Tampak kawat IKB no.8	Tidak memenuhi
4	Densitas radiografi	1,8 s/d 4	1,58 s/d 1,71	Tidak memenuhi
5	Variasi densitas	-15% s/d +30%	-3,06 % s/d +5,5 %	Memenuhi

Sumber: hasil penelitian

Demikian pula untuk pengukuran densitas pertalite dan solar dalam selang waktu 3 menit adalah sebagai berikut :



Tabel 5. Hasil densitas pertalite selang ukur 3 min

No	Parameter	Persyaratan ASME V artc 2	Hasil	Pemenuhan syarat
1	Identifikasi	Ada	Ada	Memenuhi
2	Marker lokasi	Ada	Ada	Memenuhi
3	Sensitifitas IKB (IQI)	Tampak kawat IKB no.6	Tampak kawat IKB no.6	Memenuhi
4	Densitas radiografi	1,8 s/d 4	2,25 s/d 2,43	Memenuhi
5	Variasi densitas	-15% s/d +30%	-2,17 % s/d +5,6 %	Memenuhi

Sumber: hasil penelitian

Tabel 6. Hasil densitas solar selang ukur 3 min

No	Parameter	Persyaratan ASME V artc 2	Hasil	Pemenuhan syarat
1	Identifikasi	Ada	Ada	Memenuhi
2	Marker lokasi	Ada	Ada	Memenuhi
3	Sensitifitas IKB (IQI)	Tampak kawat IKB no.6	Tampak kawat IKB no.6	Memenuhi
4	Densitas radiografi	1,8 s/d 4	2,28 s/d 2,47	Memenuhi
5	Variasi densitas	-15% s/d +30%	-1,74 % s/d +6,4 %	Memenuhi

Sumber: hasil penelitian

Perbedaan transmisi pada tepi lasan menimbulkan pola densitas yang sama tetapi berbeda dengan waktu penyinaran yang berbeda ,densitas kurang dari 2 pada waktu penyinaran 1 menit ,densitas di atas 2 pada waktu penyinarana 3 menit dan densitas di atas 4 pada waktu penyinaran 5 menit

**Dari ketiga hasil pengukuran densitas selang waktu terbaik memenuhi syarat adalah waktu 3 menit.**

#### 4. KESIMPULAN

1. Densitas film akan menurun seiring adanya fluida di dalam pipa.
2. Waktu selang pengukuran 3 menit adalah yang dapat memenuhi syarat densitas sesuai standar ASME V artikel 2.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, 2020, pengelasan, 13 November 2021  
(<https://www.pengelasan.net/posisi-pengelasan>)
- Afif, 2017, Proses terjadinya efek fotolistrik beserta pengertian nya lengkap, 15 November 2021  
(<https://satujam.com/efek-fotolistrik/>)
- Alfonsus, Gerry, 2019, Sifat gelombang elektromagnet, 15 November 2021  
(<https://idepaduanwarna.blogspot.com/2019/07/sinar-tampak-yang-memiliki-frekuensi.html>)
- Anaherik, 2012, Efek compton, pair production, dan ketidakpastian heisenberg, 16 November 2021  
(<https://fisikaasikdotcom.wordpress.com/2012/03/16/efek-compton-pair-production-dan-ketidakpastian-heisenberg/>)
- Anand, Sandeep, 2017, welding & NDT, 13 November 2021  
(<https://www.weldingandndt.com/radiography-testing/>)
- ASME BPVC sec.V, 2019, ASME, New York, NY, The American Society Of Mechanical Engineers