

LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN DASAR UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



PENGARUH IKATAN KIMIA DENGAN PAPARAN DOSIS IRRADIASI GAMMA  
DAN WAKTU SIMPAN TERHADAP UJI TARIK DAN BATAS LULUH  
PLASTIK PENGEMAS HDPE

Oleh :

Drs. Y. Soenarto, M.Si (0028125501 / Ketua)

Dra. Imas Ratna Ermawati, M.Pd (0314086804 / Anggota)

Liszulfah Roza, Ph.D (1010128601 / Anggota)

Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Melalui Kopertis Wilayah III nomor : 025/KM/PNT/2018, tanggal 06 Maret 2018, dan berdasarkan SK Rektor Universitas Muhammadiyah Prof DR HAMKA : 142/F.03.07/2018 tanggal 02 Mei 2018

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF DR HAMKA

2018

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : PENGARUH IKATAN KIMIA DENGAN PAPARAN  
DOSIS IRRADIASI GAMMA DAN WAKTU SIMPAN  
TERHADAP UJI TARIK DAN BATAS LULUH  
PLASTIK PENGEMAS HDPE

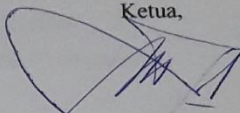
**Peneliti/Pelaksana**  
Nama Lengkap : Drs YOHANES SOENARTO, M.Si  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka  
NIDN : 00-2812-5501  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi : Pendidikan Fisika  
Nomor HP : 081260656991  
Alamat surel (e-mail) : msoenarto83@gmail.com

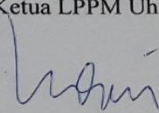
**Anggota (1)**  
Nama Lengkap : Dra. IMAS RATNA ERMAWATI M.Pd  
NIDN : 03-1408-6804  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka

**Anggota (2)**  
Nama Lengkap : LISZULFAH ROZA S.Si, M.Si, Ph.D.  
NIDN : 10-1012-8601  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka

**Institusi Mitra (jika ada)**  
Nama Institusi Mitra : -  
Alamat : -  
Penanggung Jawab : -  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 0  
Biaya Keseluruhan : Rp 0

Mengetahui,  
Dekan Fkip Uhamka  
  
(Dr. Desvian Bandarsyah, M.Pd)  
NIDN : 03-1712-6903

D.K.I. JAKARTA, 14 - 11 - 2018  
Ketua,  
  
(Drs YOHANES SOENARTO, M.Si)  
NIDN : 00-2812-5501

Menyetujui,  
Ketua LPPM Uhamka  
  
(Prof Dr Suswandari, M.Pd)  
NIDN : 00-2011-6601

## IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : PENGARUH IKATAN KIMIA DENGAN PAPARAN DOSES IRRADIASI GAMMA DAN WAKTU SIMPAN TERHADAP UJI TARIK DAN BATAS LULUH PLASTIK PENGEMAS HDPE

### 2. Tim Peneliti

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Alokasi Waktu
1	Drs Y. Soenarto, M.Si	Ketua	Fisika	UHAMKA	10 Jam/Minggu
2	Dra Imas Ratna E, M.Pd	Anggota 1	Fisika	UHAMKA	16 Jam/Minggu
3	Liszulfah Roza, Ph.D	Anggota 2	Fisika	UHAMKA	16 Jam/Minggu

Objek Penelitian (jenis material yang akan diteliti dan segi penelitian):

Material paparan radiasi dan uji impak

Masa pelaksanaan

Mulai : Juli 2017

Berakhir : Agustus 2019

3. Usulan Biaya DRPM Ditjen Penguatan Risbang

Tahun ke 1 : Rp 52.000.000

Tahun ke 2 : Rp 52.000.000

6. Lokasi Penelitian (lab/studio/lapangan) laboratorium Fisika UHAMKA
7. Instansi lain yang terlibat (jika ada, dan uraikan apa kontribusinya)  
Laboratorium PATIR BATAN, menyediakan laboratorium dan meminjamkan peralatan pendukung
8. Temuan yang ditargetkan (penjelasan gejala atau kaidah, metode, teori, atauantisipasi yang dikontribusikan pada bidang ilmu)  
Penelitian ini akan didapatkan material baru yang berfungsi sebagai penyerap paparan radiasi sinar gamma dengan sintesis untuk uji tarik
9. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu (uraikan tidak lebih dari 50 kata, tekankan pada gagasan fundamental dan orisinal yang akan mendukung pengembangan iptek)  
Material penyerap radiasi sinar gamma diharapkan menjadi temuan bahan maju yang dapat dikembangkan oleh lembaga ilmu pengetahuan sebagai material yang mendukung pertahanan pada plastik dengan daya serap terhadap radiasi yang maksimal serta sebagai kajian pada bidang fisika material serta kajian teori fisika zat padat.
10. Jurnal ilmiah yang menjadi sasaran (tuliskan nama terbitan berkala ilmiah internasional bereputasi, nasional terakreditasi, atau nasional tidak terakreditasi dan tahun rencana publikasi)  
Jurnal Nasional tidak terakreditasi : Jurnal Omega, rencana tahun 2017  
Jurnal Nasional Terakreditasi :  
Jurnal Internasional : Physica B, rencana tahun 2018
11. Rencana luaran HKI, buku, purwarupa atau luaran lainnya yang ditargetkan, tahun rencana perolehan atau penyelesaiannya  
Rencana perolehan HKI pada tahun 2019

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	
DAFTAR ISI .....	i
DAFTAR LAMPIRAN .....	iii
DAFTAR TABEL .....	iv
DAFTAR GRAFIK .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
RINGKASAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Plastik Pengemas .....	4
2.2. Sifat Mekanik Plastik.....	5
2.3. Iradiasi Gamma.....	6
2.4. Dosis Radiasi.....	7
2.5. Radikal Bebas.....	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	9
3.1. Metode Penelitian .....	9
3.2. Tempat Dan Waktu Penelitian.....	10
3.3. Langkah Penelitian.....	11
3.4. Fishobon Diagram .....	16
3.5. Diagram Alir .....	17
3.6. Teknik Pengumpulan Data .....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	12
4.1. Hasil Dan Analisa.....	12
a. Sifat Mekanik Plastik Pengemas 0 Minggu .....	19
b. Sifat Meaknik Plastik Pengemas 1 Minggu .....	23
c. Sifat Mekanik Plastik Pengemas 4 Minggu .....	28

d. Sifat Mekanik Plastik Pengemas 5 Minggu .....	33
4.2. Keterbatasan Penelitian .....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Justifikasi Anggaran Penelitian.....	44
Lampiran 2 Ketersediaan Sarana Dan Prasarana.....	47
Lampiran 3 Susunan Organisasi Tim Penelitian.....	48
Lampiran 4 Biodata Ketua Dan Anggota Penelitian.....	49
Lampiran 5 0 Minggu Penyimpangan Type A,B,C,D .....	54
Lampiran 6 1 Minggu Penyimpangan Type A,B,C,D .....	64
Lampiran 7 4 Minggu Penyimpanan Type A,B,C,D .....	74
Lampiran 8 5 Minggu Penyimpanan Type A,B,C,D .....	84
Lampiran 9 Olah Data .....	94
Lampiran 10 Foto Alat Uji Mekanik .....	99

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Kekuatan Luluh saat 0 minggu penyimpanan .....	20
Grafik 4.2	Kekuatan Tarik Saat 0 Minggu Penyimpanan .....	21
Grafik 4.3	Perpanjangan Putus saat 0 Minggu penyimpanan .....	23
Grafik 4.4	Kekuatan Luluh saat 1 minggu penyimpanan .....	24
Grafik 4.5	Kekuatan Tarik Saat 1 Minggu Penyimpanan .....	25
Grafik 4.6	Perpanjangan Putus saat 1 Minggu penyimpanan .....	28
Grafik 4.7	Kekuatan Luluh saat 4 Minggu penyimpanan .....	29
Grafik 4.8	Kekuatan Tarik Saat 4 Minggu Penyimpanan .....	31
Grafik 4.9	Perpanjangan Putus saat 4 Minggu penyimpanan .....	32
Grafik 4.10	Kekuatan Luluh saat 5 minggu penyimpanan .....	34
Grafik 4.11	Kekuatan Tarik Saat 5 Minggu Penyimpanan .....	35
Grafik 4.12	Perpanjangan Putus saat 5 Minggu penyimpanan .....	36

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Kimia Polietilen .....	7
Gambar 2.2	Struktur Kimia Polipropilen .....	7
Gambar 2.3	Struktur Kimia PVC .....	8



## RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis iradiasi gamma dan waktu simpan terhadap sifat mekanik plastik pengemas HDPE, dan sebagai pengaplikasian teknik iradiasi gamma untuk meningkatkan kualitas mekanik bahan, khususnya produk yang berbasis plastik. Plastik pengemas adalah bahan kemasan yang paling populer digunakan, banyak pelaku usaha yang memilih plastic sebagai kemasan bagi produk mereka

Tempat Penelitian Laboratorium Polimer, Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pasar Jumat, Jakarta Selatan dan Laboratorium uji mekanik Fakultas Teknik UHAMKA Pasar Rebo Jakarta Timur.

Untuk mengetahui ketahanan plastik pengemas terhadap iradiasi gamma telah dilakukan percobaan pengaruh dosis iradiasi gamma dan waktu simpan terhadap sifat mekanik plastik pengemas HDPE. Penelitian akan dilakukan dengan sumber radiasi gamma *Cobalt-60* pada dosis iradiasi 10, 15, 20, 25, dan 30 kGy dengan laju dosis 6 kGy/jam, kemudian sebagian cuplikan plastik iradiasi disimpan pada suhu ruang selama 0 dan 5 minggu. Sifat mekanik yang diuji adalah kekuatan luluh, kekuatan tarik, dan perpanjangan putus dengan menggunakan alat uji tarik strograph R1. Iradiasi gamma menyebabkan kuat luluh, kuat Tarik dan perpanjangan putus pada plastik pengemas HDPE merk A meningkat dari 0 ke 5 kGy, kemudian turun 5,31% pada dosis 10 kGy dan selanjutnya terus meningkat sampai dosis 25 kGy. Peningkatan optimum terjadi dari dosis 15 ke 20 kGy, sebanyak 12,00%. Untuk plastik B, perpanjangan putus (Eb) terus meningkat seiring meningkatnya dosis iradiasi sampai 30 kGy. Peningkatan Eb optimum terjadi dari dosis 0 ke 5 kGy, sebesar 9,80%.

Peningkatan sifat mekanik disebabkan oleh spesi radikal bebas yang terbentuk saat proses iradiasi, sehingga terbentuk ikatan silang antara molekul plastik pengemas HDPE. Sedangkan penurunan terjadi akibat melemahnya ikatan silang antara molekul plastik pengemas HDPE.

*Kata kunci : Uji Tarik, batas luluh, iradiasi gamma, plastic HDPE*

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1.Latar Belakang

Plastik pengemas merupakan bahan kemasan yang paling populer digunakan. Banyak pelaku usaha yang memilih plastik sebagai kemasan bagi produk mereka. Hal ini karena plastik memiliki sifat-sifat unggulan seperti kuat tetapi ringan, inert, tidak berkorosi, bersifat termoplastis (lunak ketika dipanaskan dan mengeras ketika didinginkan), serta dapat diberi label atau cetakan dengan berbagai kreasi.

Pada masa ini, plastik pengemas banyak digunakan untuk memenuhi berbagai keperluan sehingga plastik mendapatkan berbagai perlakuan. Di samping itu juga dijumpai plastik dengan berbagai jenis, bentuk dan tebal yang sangat beragam. Plastik pengemas dipakai dengan maksud sebagai pelindung, penanda, memperbaiki penampilan dan pembungkus barang. Jenis plastik pengemas yang banyak beredar di pasaran adalah dalam bentuk film kantung, diantaranya dengan bahan baku dari *LDPE (Low Density Polyethylene)*, *HDPE (High Density Polyethylene)*, *PP (Polypropylene)* dan *OPP (Oriented Polypropylene)*.

Dari keempat bahan baku pembuatan plastik pengemas memiliki berbagai kelemahan dan keunggulannya masing-masing, tetapi aplikasinya tergantung dari sifat dasarnya sehingga akan mempengaruhi sifat mekaniknya. *HDPE (High Density Polyethylene)* adalah polietilen dengan densitas/massa jenis tinggi yaitu 941 - 965 kg/m<sup>3</sup>, sebagai bahan pengemas memiliki visual tidak bening (buram) bersifat kaku, kurang elastis tetapi kuat dan tahan panas [1].

Penelitian dan pengembangan HDPE mengalami kemajuan yang pesat, salah satunya adalah penerapan teknik iradiasi yang dapat digunakan pada plastik pengemas. Menurut Winarno *et al.*, (1980), iradiasi adalah teknik penggunaan energi untuk penyinaran bahan dengan menggunakan sumber iradiasi buatan[2]. Secara umum teknik iradiasi adalah pemancaran energi dengan radiasi (misalnya sinar gamma) berintensitas tinggi serta tidak membuat bahan yang menerima energi radiasi menjadi radioaktif.

Dewasa ini, aplikasi pemanfaatan radioisotop (gamma) semakin berkembang di Indonesia dan banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti pertanian, peternakan, kedokteran, industri, hidrologi, dan pangan [3]. Iradiasi gamma terhadap plastik kemasan HDPE merupakan salah satu contoh penerapan dalam bidang industri. Pengaplikasian radiasi energi tinggi pada sintesis dan modifikasi polimer (plastik) berdasarkan fakta bahwa radiasi energi tinggi mempunyai kemampuan untuk menghasilkan radikal bebas yang dimulai dengan reaksi kimia [4].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa iradiasi gamma mempengaruhi sifat mekanik plastik pengemas berbasis polietilen dan polipropilen, yakni meningkatkan kekuatan tarik dan menurunkan perpanjangan putus [5]. Pada penelitian tersebut juga disebutkan bahwa plastik pengemas yang telah diiradiasi gamma, kemudian disimpan dalam jangka waktu tertentu juga mengalami perubahan sifat mekanik.

Berangkat dari penelitian tersebut, maka pada penelitian ini diamati pengaruh dosis iradiasi gamma dan waktu simpan terhadap sifat mekanik plastik pengemas tipe HDPE. Pengujian sifat mekanik meliputi uji perpanjangan putus (*elongation break*), kekuatan tarik (*tensile stress*), dan kekuatan luluh (*yield strength*). Sejalan dengan meningkatnya taraf hidup manusia, maka akan meningkat pula permintaan terhadap bahan yang berbasis plastik. Hal ini menuntut teknologi pengolahan plastik yang mutakhir dalam upaya mendapatkan barang-barang yang kualitasnya dapat diandalkan.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Untuk mengerti karakteristik dari plastik, bisa dimulai dari struktur kimia penyusun plastik. Pengetahuan dasar kimia dibutuhkan untuk mengerti sifat-sifat dasar plastik

Penelitian ini mengukur sifat mekanik plastik pengemas HDPE sebelum dan sesudah iradiasi. Iradiasi dilakukan pada dosis radiasi 10, 15, 20, 25 dan 30 kGy. Pengujian sifat mekanik plastik pengemas HDPE kembali dilakukan setelah penyimpanan dalam selang waktu 0,1,4 dan 5 minggu berturut-turut.

Sifat mekanik yang diuji antara lain, kekuatan tarik (*tensile strength*), kekuatan luluh (*yield strength*), dan perpanjangan putus (*elongation break*).

### **1.3.Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis iradiasi gamma dan waktu simpan terhadap sifat mekanik plastik pengemas HDPE. Dan sebagai pengaplikasian teknik iradiasi gamma untuk meningkatkan kualitas mekanik bahan, khususnya produk yang berbasis plastik.

Plastik merupakan bagian dari molekul hidrokarbon zat yang penyusun dasarnya adalah karbon dan hidrogen. Sekarang ini utamanya ada enam komoditas polimer yang banyak digunakan, mereka adalah polietilena, polipropilena, polivinil klorida, polietilena tereftalat, polistirena, dan polikarbonat. Mereka membentuk 98% dari seluruh polimer dan plastik yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Masing-masing dari polimer tersebut memiliki sifat degradasi dan ketahanan panas, cahaya, dan kimia.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Plastik Pengemas

Plastik adalah polimer rantai-panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau monomer. Komponen utama plastik sebelum membentuk polimer adalah monomer, yakni rantai yang paling pendek. Polimer merupakan gabungan dari beberapa monomer yang akan membentuk rantai yang sangat panjang. Jika monomernya sejenis disebut homopolimer, dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer[6].

Polimer alam yang telah kita kenal antara lain selulosa, protein, karet alam dan sejenisnya. Pada mulanya manusia menggunakan polimer alam hanya untuk membuat perkakas dan senjata, tetapi keadaan ini hanya bertahan hingga akhir abad ke-19 dan selanjutnya manusia mulai memodifikasi polimer menjadi plastik. Plastik yang pertama kali dibuat secara komersial adalah nitroselulosa. Material plastik telah berkembang pesat dan sekarang mempunyai peranan yang sangat penting dibidang elektronika pertanian, tekstil, transportasi, furnitur, konstruksi, kemasan kosmetik, mainan anak-anak dan produk - produk industri lainnya.

Bahan pembuat plastik dari minyak dan gas sebagai sumber alami, dalam perkembangannya digantikan oleh bahan-bahan sintetis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan dengan cara kopolimerisasi, laminasi, dan ekstruksi. Bila rantai – rantai monomer plastik dikelompokkan bersama-sama dalam suatu pola acak, menyerupai tumpukan jerami maka disebut amorp, jika teratur hampir sejajar disebut kristalin dengan sifat yang lebih keras dan tegar. Klasifikasi plastik menurut struktur kimianya terbagi atas dua macam yaitu:

1. Linear, bila monomer membentuk rantai polimer yang lurus (linear) maka akan terbentuk plastik thermoplastik yang mempunyai sifat meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan sifatnya dapat balik (reversible) kepada sifatnya yakni kembali mengeras bila didinginkan.

2. Jaringan tiga dimensi, bila monomer berbentuk tiga dimensi akibat polimerisasi berantai, akan terbentuk plastik thermosetting dengan sifat tidak dapat mengikuti perubahan suhu (irreversible). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali [7].

Proses polimerisasi yang menghasilkan polimer berantai lurus mempunyai tingkat polimerisasi yang rendah dan kerangka dasar yang mengikat antar atom karbon dan ikatan antar rantai lebih besar daripada rantai hidrogen. Bahan yang dihasilkan dengan tingkat polimerisasi rendah bersifat kaku dan keras. Bahan kemasan plastik dibuat dan disusun melalui proses yang disebabkan polimerisasi dengan menggunakan bahan mentah monomer, yang tersusun sambung-menyambung menjadi satu dalam bentuk polimer.

Kemasan plastik memiliki beberapa keunggulan yaitu sifatnya kuat tapi ringan, inert, tidak karatan dan bersifat termoplastis (heat seal) serta dapat diberi warna. Kelemahan bahan ini adalah adanya zat-zat monomer dan molekul kecil lain yang terkandung dalam plastik yang dapat melakukan migrasi ke dalam bahan makanan yang dikemas. Berbagai jenis bahan kemasan lemas seperti misalnya polietilen, polipropilen, nilon poliester dan film vinil dapat digunakan secara tunggal untuk membungkus makanan atau dalam bentuk lapisan dengan bahan lain yang direkatkan bersama. Plastik berisi beberapa aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat fisik - kimia plastik itu sendiri. Bahan aditif yang sengaja ditambahkan

### **2.1.1 Jenis Plastik**

Plastik secara umum dibedakan menjadi plastik termoplastik dan thermosetting. Bahan-bahan yang bersifat termoplastik mudah untuk diolah kembali karena setiap kali dipanaskan, bahan-bahan tersebut dapat dituangkan ke dalam cetakan yang berbeda untuk membuat produk plastik yang baru. polietilen (PE), polipropilen (PP) dan polivinilklorida (PVC) merupakan contoh jenis polimer ini. Sedangkan beberapa plastik lainnya mempunyai sifat-sifat tidak dapat larut dalam pelarut apapun, tidak meleleh jika dipanaskan, lebih tahan terhadap asam dan basa, jika dipanaskan akan rusak dan tidak dapat kembali seperti semula dan struktur

molekulnya mempunyai ikatan silang antar rantai. Polimer seperti ini disusun secara permanen dalam bentuk pertama kali mereka dicetak, disebut polimer termosetting.

Termoplastik adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali dengan menggunakan panas, antara lain polietilen, polipropilen, polistiren dan polivinilklorida. Plastik termoplastik yang paling baik untuk pengemas adalah yang mempunyai titik beku di bawah 0<sup>0</sup>C, temperatur leleh di atas 100<sup>0</sup>C. [8]

Sedangkan termoset adalah plastik yang tidak dapat dilunakkan oleh pemanasan, antara lain bakelit, phenol formaldehid dan urea formaldehid. Plastik-plastik termosetting biasanya bersifat keras karena mereka mempunyai ikatan-ikatan silang. Plastik termoset menjadi lebih keras ketika dipanaskan karena panas itu menyebabkan ikatan-ikatan silang lebih mudah terbentuk. Plastik jenis termoset tidak begitu menarik dalam proses daur ulang karena selain sulit penanganannya juga volumenya jauh lebih sedikit (sekitar 10%) dari volume jenis plastik yang bersifat termoplastik[9]. Sekalipun polimer-polimer termoseting lebih sulit untuk dipakai ulang daripada termoplastik, namun polimer tersebut lebih tahan lama. Polimer ini banyak digunakan untuk membuat alat-alat rumah tangga yang tahan panas seperti cangkir. Perbedaan sifat-sifat plastik termoplas dan termoset disimpulkan pada tabel di bawah ini :

**Tabel 2.1.**

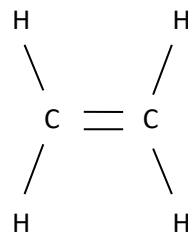
**Perbedaan sifat plastik termoplas dan termoset**

Plastik Termoplas	Plastik Termoset
Mudah diregangkan	Keras dan rigid
Fleksibel	Tidak fleksibel
Melunak jika dipanaskan	Mengeras jika dipanaskan
Titik leleh rendah	Tidak meleleh jika dipanaskan
Dapat dibentuk ulang	Tidak dapat dibentuk ulang

**a. Polietilen**

Polietilen (*Polyethylen*) adalah termoplastik yang digunakan secara luas oleh konsumen produk sebagai kantong plastik. Polietilen merupakan film yang lunak, transparan dan fleksibel, mempunyai

kekuatan benturan serta kekuatan sobek yang baik. Dengan pemanasan akan menjadi lunak dan mencair pada suhu 110<sup>0</sup>C. Umumnya polietilen bersifat resisten terhadap zat kimia. Pada suhu kamar, polietilen tidak larut dalam pelarut organik dan anorganik. Berdasarkan sifat permeabilitasnya yang rendah serta sifat-sifat mekaniknya yang baik, polietilen mempunyai ketebalan 0.001 sampai 0.01 inchi, yang banyak digunakan sebagai pengemas makanan, karena sifatnya yang termoplastik, polietilen mudah dibuat kantung dengan derajat kerapatan yang baik.

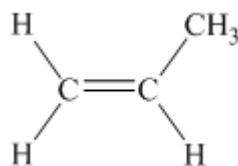


**Gambar 2. 1. Struktur Kimia Polietilen**

Polietilen merupakan plastik yang paling sederhana dan paling murah. Polietilen dibuat dengan proses polimerisasi adisi dari gas etilen. Plastik ini tidak berbau dan tidak beracun. Monomernya adalah etena, yang diperoleh dari hasil perengkahan minyak atau gas bumi.

**b. Polipropilen (PP)**

Polipropilen merupakan polimer hidrokarbon yang termasuk ke dalam polimer termoplastik yang dapat diolah pada suhu tinggi. Polipropilen berasal dari monomer propilen yang diperoleh dari pemurnian minyak bumi. Struktur molekul propilena dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 2.2. Struktur Kimia Polipropilen**

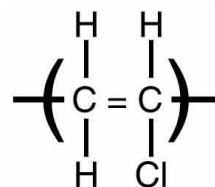


Polipropilen adalah plastik dengan penggunaan terbesar ketiga setelah polietilen dan PVC. Polimer ini memiliki keseimbangan sifat yang baik, sehingga dapat dengan mudah ditemui pada berbagai aplikasi, mulai dari kemasan makanan, alat rumah tangga, part otomotif, hingga peralatan elektronik.

Polipropilen hampir serupa dengan polietilen, monomernya adalah propena. Polipropilen lebih kuat dan lebih tahan daripada polietilen. Pada symbol daur ulang PP memiliki nomor 5. Secara umum, PP memiliki sifat mekanis yang baik dengan massa jenis yang rendah, ketahanan panas dan kelembaman, serta memiliki kestabilan dimensi yang baik. Polipropilena juga mempunyai sifat isolator yang baik mudah diproses dan sangat tahan terhadap air karena sedikit sekali menyerap air, dan sifat kekakuan yang tinggi.

**c. Polivinilklorida (PVC)**

Polivinil adalah salah satu jenis plastik yang dibuat secara termoplastik. Salah satu contohnya yang paling banyak digunakan adalah polivinilklorida (PVC). Sifat PVC adalah keras, kaku, dan sedikit rapuh, dapat melunak pada pemanasan 80°C tanpa titik lebur yang tajam. Jika suhu diturunkan, maka PVC akan menjadi rapuh dan jika massanya dinaikkan maka sifat liatnya semakin besar. PVC murni sangat stabil terhadap minyak tumbuhan, minyak mineral, alkohol, dan senyawa anorganik. Bahan yang bersifat basa kuat dan bersifat mengoksidasi dapat mempengaruhi PVC.



*Gambar 2.3. Struktur Kimia PVC*

PVC dihasilkan dari dua jenis bahan baku utama, yaitu minyak bumi dan garam dapur (NaCl). Bahan baku minyak bumi diolah melalui proses pemecahan molekul yang disebut *cracking* menjadi berbagai macam zat termasuk etilena. Garam dapur diolah melalui proses elektrolisa menjadi natrium hidroksida dan gas klor. Etilena direaksikan dengan gas klor menghasilkan etilena diklorida. Proses *cracking* atau pemecahan molekul etilen diklorida tersebut menghasilkan suatu gas vinil klorida ( $\text{CHCl}=\text{CH}_2$ ) dan asam klorida (HCl).

## 2.2. Sifat Mekanik Plastik

Sifat mekanik material, merupakan salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau gabungan keduanya [10]. Dalam prakteknya pembebanan pada material terbagi dua yaitu beban statik dan beban dinamik. Perbedaan antara keduanya hanya pada fungsi waktu dimana beban statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu sedangkan beban dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu.

Sifat mekanik juga didefinisikan sebagai ukuran kemampuan bahan untuk membawa atau menahan gaya atau tegangan. Pada saat menahan beban, atom-atom atau struktur molekul berada dalam kesetimbangan. Gaya ikatan pada struktur menahan setiap usaha untuk mengganggu kesetimbangan ini, misalnya gaya luar atau beban. Untuk mendapatkan sifat mekanik material, biasanya dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak (*destructive test*), dari pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan dari material tersebut.

Sifat mekanik polimer/plastik yang paling penting yaitu kuat tarik dan modulus elastisitas (modulus Young). Penggolongan kualitas mekanik plastik biasanya dilakukan dengan menggunakan parameter kuat putus (uji tarik), kuat tekan (uji tekan), dan modulus Young. Pada umumnya sifat mekanik penting untuk

bahan plastik bentuk kantung adalah kekuatan luluh (*yield strength*), kekuatan tarik (*tensile strength*), serta perpanjangan saat putus (*elongation break*).

### 2.3. Iradiasi Gamma

Radiasi adalah istilah umum untuk semua jenis energi yang dipancarkan tanpa media. Radiasi adalah pancaran energi melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik/cahaya (foton) dari sumber radiasi. Ada beberapa sumber radiasi yang kita kenal di sekitar kehidupan kita, contohnya adalah televisi, lampu penerangan, alat pemanas makanan (*microwave oven*), komputer, dan lain-lain.

Radiasi terdiri dari beberapa jenis, dan setiap jenis radiasi tersebut memiliki panjang gelombang masing-masing. Ditinjau dari massanya, radiasi dapat dibagi menjadi radiasi elektromagnetik dan radiasi partikel. Radiasi elektromagnetik adalah radiasi yang tidak memiliki massa. Radiasi ini terdiri dari gelombang radio, gelombang mikro, inframerah, cahaya tampak, sinar-X, sinar gamma dan sinar kosmik. Radiasi partikel adalah radiasi berupa partikel yang memiliki massa, misalnya partikel beta, alfa dan neutron.

Radiasi gamma mempunyai sifat yang serupa dengan sinar-X, namun radiasi gamma berasal dari inti atom. Karena berasal dari inti atom, radiasi gamma akan memancar secara terus-menerus, dan tidak dapat dinyalakan atau dimatikan seperti halnya sinar-X. Radiasi gamma yang terdapat di alam terutama berasal dari bahan-bahan radioaktif alamiah, seperti radium atau kalium radioaktif. Beberapa inti atom yang dapat memancarkan radiasi gamma juga dapat dibuat oleh manusia.

Iradiasi merupakan suatu proses fisika yang dapat digunakan untuk peningkatan kualitas suatu bahan. Jenis radiasi yang digunakan adalah radiasi berenergi tinggi yang disebut radiasi pengion, karena menimbulkan ionisasi pada materi yang dilaluinya.

Menurut Winarno *et al.* , iradiasi adalah teknik penggunaan energi untuk penyinaran bahan dengan menggunakan sumber iradiasi buatan. Menurut Ivanov , iradiasi sinar gamma merupakan pancaran gelombang elektromagnetik energi tinggi dalam bentuk paket energi (foton) [11]. Secara umum teknik iradiasi adalah

pemancaran energi dengan radiasi (misalnya sinar gamma) berintensitas tinggi serta tidak membuat bahan yang menerima energi radiasi menjadi radioaktif.

#### 2.4. Dosis Radiasi

Banyaknya energi radiasi pengion yang terserap per satuan massa bahan, misalnya jaringan tubuh manusia, disebut dosis terserap yang dinyatakan dalam satuan gray, dengan simbol Gy. Untuk nilai yang lebih kecil, biasa digunakan miligray, mGy, yang sama dengan seperseribu gray. Istilah gray diambil dari nama fisikawan Inggris, Harold Gray.

Besar dosis terserap yang sama untuk jenis radiasi yang berbeda belum tentu mengakibatkan efek biologis yang sama, karena setiap jenis radiasi pengion memiliki keunikan masing-masing dalam berinteraksi dengan jaringan tubuh manusia. Sebagai contoh, dosis terserap 1 Gy yang berasal dari radiasi alfa lebih berbahaya dibandingkan dengan dosis terserap 1 Gy yang berasal dari radiasi beta.

Dosis iradiasi adalah jumlah energi radiasi yang diserap oleh suatu materi. Untuk setiap jenis bahan diperlukan dosis khusus untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Besar dosis iradiasi yang diperlukan tergantung tujuan dan jenis bahan yang diiradiasi.

Satuan untuk dosis iradiasi dinyatakan dalam energi yang diserap per kilogram massa bahan, yaitu joule/kg bahan. Dalam sistem satuan standar internasional, dosis dinyatakan dengan Gray (Gy), yaitu energi yang dihasilkan iradiasi pengion yang diserap bahan per satuan massa. Satu Gray setara dengan 1 joule per kilogram bahan. Satuan dosis iradiasi yang lama adalah *rad* (*radiation absorbed dose*) yang didefinisikan sebagai  $1 \text{ rad} = 10 \text{ joule/kg bahan}$  atau  $1 \text{ rad} = 10 \text{ Gy}$  atau  $100 \text{ krad} = 1 \text{ kGy}$ [12].

#### 2.5. Radikal Bebas

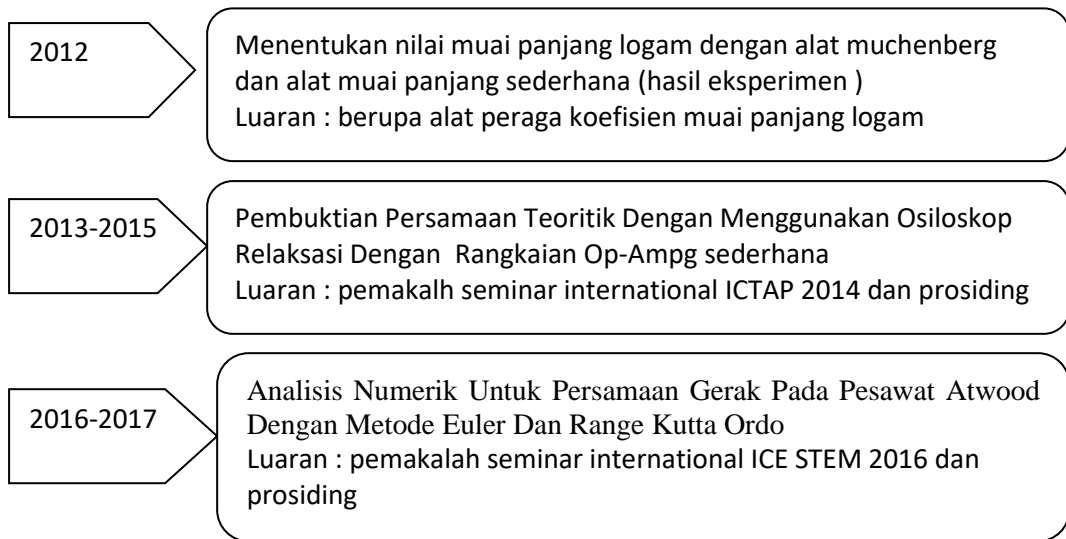
Interaksi radiasi gamma dengan materi atau penyerapan energi oleh materi menyebabkan terjadinya efek fotolistrik, hamburan Compton, dan produksi pasangan.[13] Ketiga proses tersebut dapat menghasilkan elektron yang dapat mengeksitasi molekul. Ion yang terbentuk akan cepat berinteraksi dengan elektron

yang menyebabkan eksitasi molekul. Molekul yang tereksitasi akan terdisosiasi menjadi radikal bebas. Radikal bebas adalah molekul dengan elektron tidak berpasangan, untuk memperoleh pasangan elektron senyawa ini sangat reaktif dan merusak molekul di sekitarnya.

Radikal bebas adalah atom atau molekul yang mempunyai elektron yang tidak berpasangan pada orbital terluarnya dan dapat berdiri sendiri. Kebanyakan radikal bebas bereaksi secara cepat dengan atom lain untuk mengisi orbital yang tidak berpasangan, sehingga radikal bebas normalnya berdiri sendiri hanya dalam periode waktu yang singkat sebelum menyatu dengan atom lain. Simbol untuk radikal bebas adalah sebuah titik yang berada di dekat simbol atom ( $R\cdot$ ). Radikal bebas dapat bermuatan positif (kation), negatif (anion), atau tidak bermuatan.

## 2.6 Road Map Penelitian





## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam melakukan penelitian ini yaitu:

1. Eksperimen

Metode eksperimen digunakan untuk membuktikan kebenaran hipotesis melalui eksperimen yang dilakukan di laboratorium.

2. Studi pustaka

Metode ini digunakan sebagai panduan dalam menyusun deskripsi teori dan kerangka berpikir. Panduan yang digunakan antara lain buku-buku, jurnal penelitian dan literatur yang relevan.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat Penelitian

Laboratorium Polimer, Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pasar Jumat, Jakarta Selatan dan Laboratorium uji mekanik Fakultas Teknik UHAMKA Pasar Rebo Jakarta Timur.

- Jadwal Penelitian

No	Uraian	April					Mei				Juni				Juli				Agustus			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Studi Literatur																					
2.	Pembelian bahan																					
3.	Pengajuan tempat penelitian																					
4.	Pengambilan Data (di PATIR, BATAN)																					





A – B pada saat potongan uji putus (satuan dalam  $\text{kg/cm}^2$  ditentukan dengan menggunakan rumus kekuatan tarik).

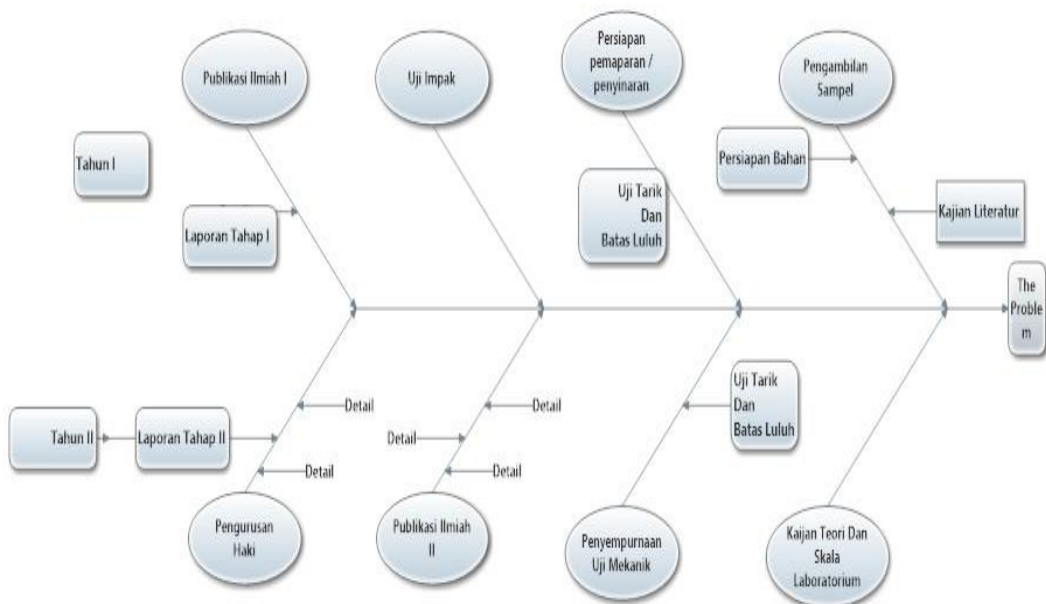
c. Kekuatan luluh / *Yield strength* ( $Y_s$ )

Titik luluh yaitu titik awal mulai terjadi regangan pada kurva stress-strain dimana terjadi penambahan renggangan tanpa ada pertambahan tegangan. Kekuatan luluh bisa dibaca pada grafik skala beban pada saat potongan uji tertarik ke bawah (satuan dalam  $\text{kg/cm}^2$  ditentukan dengan menggunakan rumus kekuatan luluh).

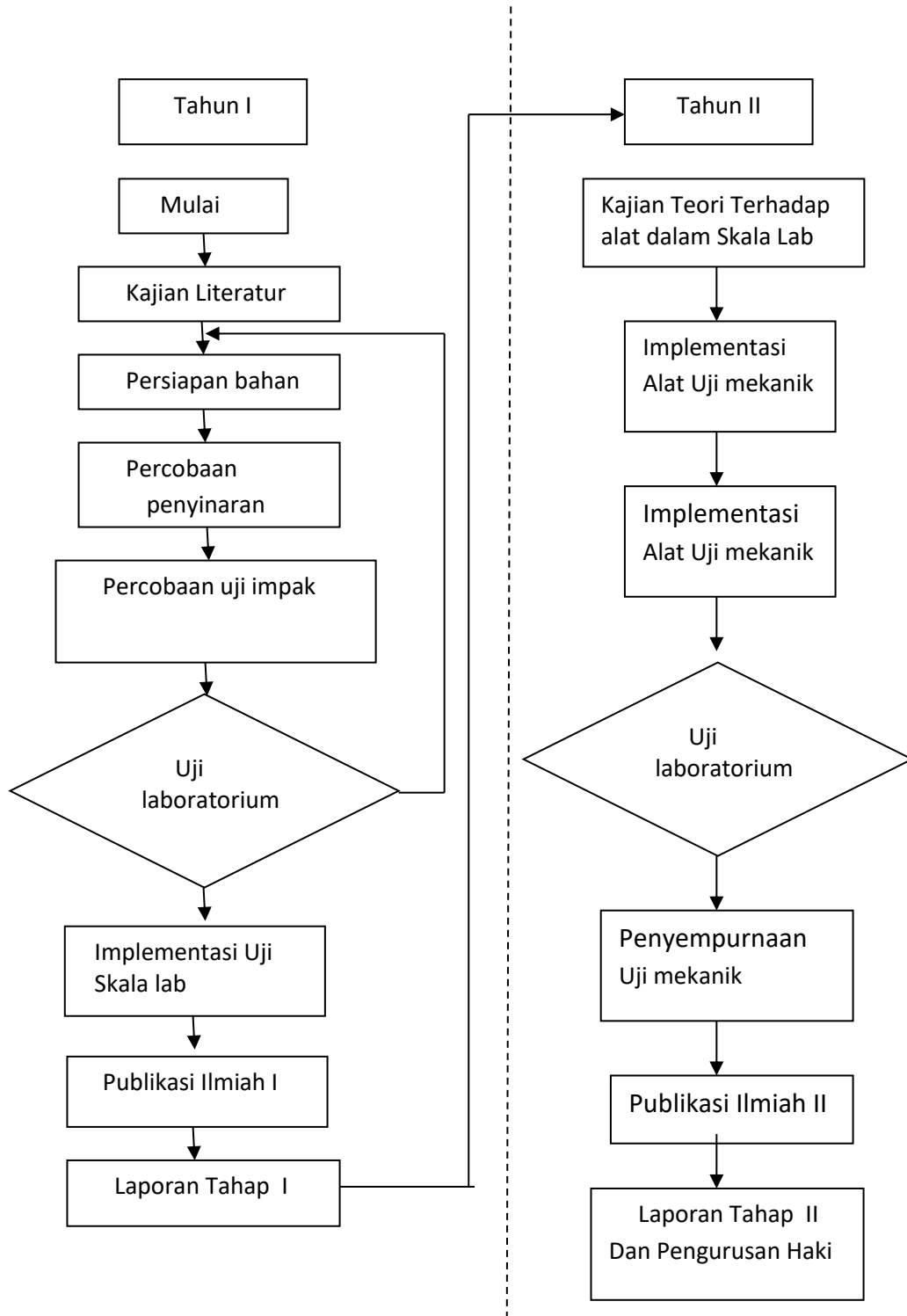
- Publikasi tahap 1 hasil penelitian dan perancangan alat dalam skala laboratorium dan publikasi tingkat nasional
- Publikasi tahap II hasil penelitian dan publikasi tingkat International

**3.4. Fishbon Diagram**

Adapun proses penelitian yang dilakukan dapat digambarkan dalam *fishbon diagram* sebagai berikut :



### 3.5. Diagram Alir.



### **3.6 Teknik Pengumpulan Data**

Data yang diambil pada penelitian ini berupa data hasil penelitian di laboratorium, yaitu data perubahan sifat mekanik sebelum dan sesudah iradiasi, serta data perubahan sifat mekanik berturut-turut setelah masa penyimpanan 1 – 5 minggu dalam suhu ruang.

Penelitian dilakukan pada empat jenis sampel plastik pengemas HDPE merk A ,B ,C dan D. Keempat plastik ini dipotong dengan pisau potong /cetak *dumbel* pada arah potong sejajar. Setelah itu diukur ketebalannya menggunakan mikrometer, kemudian dilakukan pengujian perpanjangan putus, kekuatan tarik dan kekuatan luluh menggunakan alat uji Strograph R-1, untuk mengetahui sifat mekanik awal sampel.

Cuplikan sampel yang belum diuji, kemudian diiradiasi dengan sinar gamma Co-60 pada dosis 10, 15, 20, 25 dan 30 kGy dengan laju dosis 6 kGy/jam. Sampel yang telah diiradiasi sebagian segera diuji dan sebagian disimpan dalam suhu ruang. Pengujian perpanjangan putus, kekuatan tarik dan kekuatan luluh kembali dilakukan untuk mengetahui perubahan sifat mekanik. Pengujian sifat mekanik sampel yang disimpan kembali dilakukan berturut-turut setelah 0 - 5 minggu masa penyimpanan.

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Hasil dan Analisa**

**Sifat Mekanik Plastik Pengemas HDPE Saat 0 Minggu Penyimpanan**

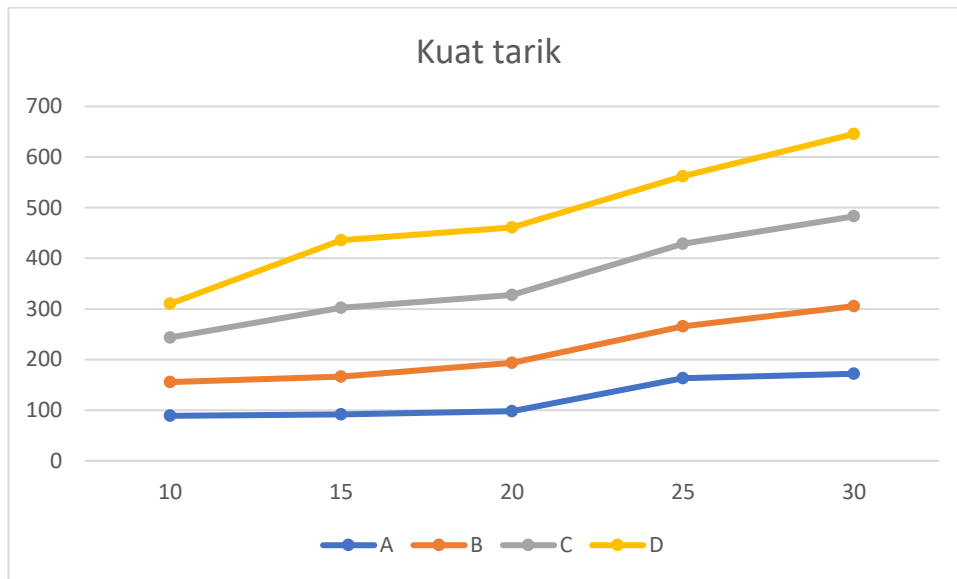
Untuk mengetahui sifat mekanik awal plastik pengemas HDPE sebelum penyimpanan, dilakukan pengujian sifat mekaniknya yang meliputi perpanjangan putus (Eb), kekuatan tarik (Ts), dan kekuatan luluh (Ys). Hasil pengukuran rata-rata awal sifat mekanik awal dapat dilihat pada tabel 4.1

**Tabel 4.1.**

**Pengukuran rata – rata kekuatan luluh (Ys) saat 0 minggu penyimpanan**

Dosis Radiasi (kGy)	Ys ± ΔYs (kg/cm <sup>2</sup> )			
	A	B	C	D
10	88,89 ± 5,24	66,67 ± 4,29	88 ± 5,24	66,67 ± 4,29
15	91,67 ± 8,33	74,89 ± 3,74	135,39 ± 21,36	74,89 ± 3,74
20	98,07 ± 5,28	95,78 ± 17,72	133,58 ± 15,82	133,58 ± 15,82
25	162,96 ± 37,77	102,55 ± 11,86	162,96 ± 37,77	133,58 ± 15,82
30	172,00 ± 8,69	133,58 ± 15,82	177,33±10,11	162,96 ± 37,77

Dari tabel 4.1 terlihat bahwa iradiasi gamma menyebabkan kekuatan luluh (Ys) pada plastik pengemas HDPE merk A ,B , C dan D meningkat dari dosis 10 kGy (sebelum iradiasi) ke dosis 15 kGy, sebanyak 3,13% pada type A dan 12,33% pada type D , Peningkatan kekuatan luluh terus terjadi sampai dosis 25 kGy pada kedua plastik. Peningkatan terbesar untuk merk A terjadi dari dosis 10 ke 15 kGy, sebanyak 66,17% dan dari dosis 15 ke 20 kGy sebanyak 30,25% untuk merk D.



**Grafik 4.1.**  
**Kekuatan Luluh ( $Y_s$ ) vs Dosis Radiasi (kGy) Saat 0 Minggu Penyimpanan**

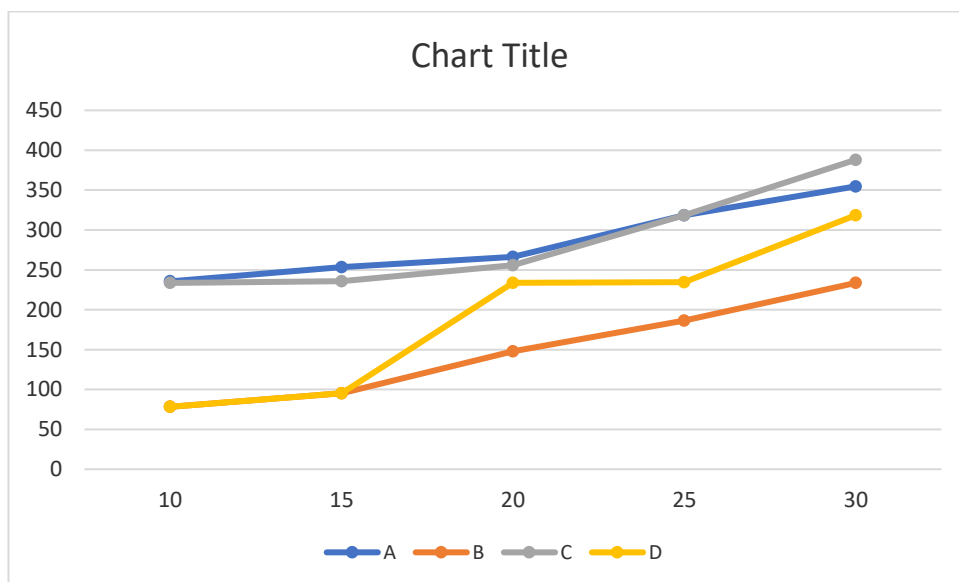
Peningkatan sifat mekanik pada plastik pengemas HDPE merk A - D setelah diiradiasi erat hubungannya dengan proses pembentukan radikal bebas saat iradiasi. Spesi radikal bebas yang dihasilkan dari iradiasi sinar gamma terhadap plastik HDPE menyebabkan terbentuknya ikatan silang (*crosslink*). Jumlah ikatan silang yang terbentuk erat hubungannya dengan sifat mekanik yang dihasilkan.

Gambar grafik 4.1 menunjukkan kekuatan luluh ( $Y_s$ ) meningkat seiring dengan meningkatnya dosis radiasi. Peningkatan kekuatan luluh tersebut disebabkan karena terjadinya reaksi radikal bebas yang membentuk jaringan ikat silang antar molekul plastik seperti yang telah diuraikan di atas. Semakin besar dosis iradiasi yang diberikan, akan semakin banyak rantai molekul plastik yang berikatan silang yang dihasilkan, maka akan semakin sulit plastik untuk meregang karena gaya yang dibutuhkan semakin besar, sehingga kekuatan luluh menjadi semakin meningkat.

**Tabel 4.2.**  
**Pengukuran rata – rata kekuatan tarik (Ts) saat 0 minggu penyimpanan**

Dosis Radiasi (kGy)	Ts ± ΔTs (kg/cm <sup>2</sup> )			
	A	B	C	D
10	(235.56 ± 34.11)	(78.26 ± 7.54)	(233.58 ± 38.74)	(78.28 ± 7.54)
15	(253.33 ± 18.26)	(95.33 ± 10.73)	(235.56 ± 34.11)	(95.33 ± 10.73)
20	(266.07 ± 25.25)	(147.88 ± 59.72)	(255.67 ± 12.90)	(233.58 ± 38.74)
25	(318.50 ± 26.71)	(186.42 ± 29.18)	(318.52 ± 26.71)	(234.58 ± 38.73)
30	(354.67 ± 15.20)	(233.58 ± 38.74)	(388.00 ± 9.84)	(318.52 ± 26.71)

Dari tabel 4.2 terlihat iradiasi gamma menyebabkan kekuatan tarik (Ts) pada plastik pengemas HDPE merk A - D meningkat seiring meningkatnya dosis radiasi sampai dosis 25 kGy. Peningkatan optimum terjadi dari dosis 10 ke 15 kGy, yakni sebesar 19,73 %.



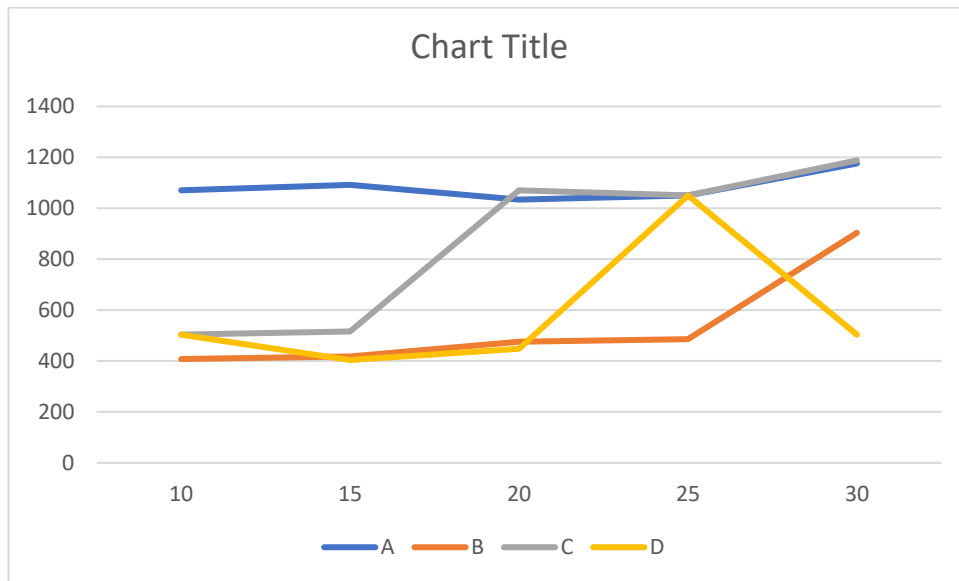
**Grafik 4.2.**  
**Kekuatan Tarik (Ts) vs Dosis Radiasi (kGy) Saat 0 Minggu Penyimpanan**

Grafik 4.2 menunjukkan peningkatan kekuatan tarik ( $E_b$ ) pada setiap penambahan dosis iradiasi. Peningkatan tersebut juga disebabkan karena terjadinya reaksi radikal bebas yang membentuk jaringan ikat silang antar molekul plastik. Semakin besar dosis iradiasi yang diberikan, akan semakin banyak rantai molekul plastik yang berikatan silang yang dihasilkan, maka akan semakin sulit plastik meregang karena gaya yang dibutuhkan untuk putus semakin besar, sehingga kekuatan tarik plastik HDPE menjadi semakin meningkat.

**Tabel 4.3**  
**Pengukuran rata – rata perpanjangan putus ( $E_b$ ) saat 0 minggu penyimpanan**

Dosis Radiasi (kGy)	$E_b \pm \Delta E_b$ (%)			
	A	B	C	D
10	(1070.00 $\pm$ 71.76)	(408.00 $\pm$ 31.14)	(504.00 $\pm$ 58.99)	(504.00 $\pm$ 58.99)
15	(1092.00 $\pm$ 50.20)	(448.00 $\pm$ 20.49)	(516.00 $\pm$ 26.08)	(404.00 $\pm$ 12.82)
20	(1034.00 $\pm$ 85.62)	(476.00 $\pm$ 34.35)	(1070.00 $\pm$ 71.76)	(448.00 $\pm$ 20.76)
25	(1050.00 $\pm$ 24.49)	(486.00 $\pm$ 57.27)	(1050.00 $\pm$ 24.49)	(1050.00 $\pm$ 24.49)
30	(1176.00 $\pm$ 28.81)	(504.00 $\pm$ 58.99)	(1188.00 $\pm$ 19.24)	(1050.00 $\pm$ 24.49)

Dari tabel 4.3 terlihat iradiasi gamma menyebabkan perpanjangan putus ( $E_b$ ) pada plastik pengemas HDPE merk A meningkat dari 0 ke 5 kGy, kemudian turun 5,31% pada dosis 10 kGy dan selanjutnya terus meningkat sampai dosis 25 kGy. Peningkatan optimum terjadi dari dosis 15 ke 20 kGy, sebanyak 12,00%. Untuk plastik B, perpanjangan putus ( $E_b$ ) terus meningkat seiring meningkatnya dosis iradiasi sampai 25 kGy. Peningkatan  $E_b$  optimum terjadi dari dosis 0 ke 5 kGy, sebesar 9,80%.



**Grafik 4.3.**

**Perpanjangan Putus (Eb) vs Dosis Radiasi (kGy) Saat 0 Minggu Penyimpanan**

Pada gambar grafik 4.3 ditunjukkan perpanjangan putus (Eb) pada kedua plastik pengemas HDPE meningkat seiring dengan bertambahnya dosis radiasi. Peningkatan tersebut juga disebabkan oleh pembentukan ikatan silang pada rantai molekul HDPE lebih banyak, sehingga sulit untuk meregang. Pada plastik A terjadi penurunan Eb dari dosis 5 kGy ke dosis 10 kGy sebesar 5,31%. Hal ini mungkin disebabkan kesalahan paralaks karena pengukuran perpanjangan putus yang dilakukan secara manual, yaitu dengan menggunakan mistar.

**a. Sifat Mekanik Plastik Pengemas HDPE Saat 1 Minggu Penyimpanan**

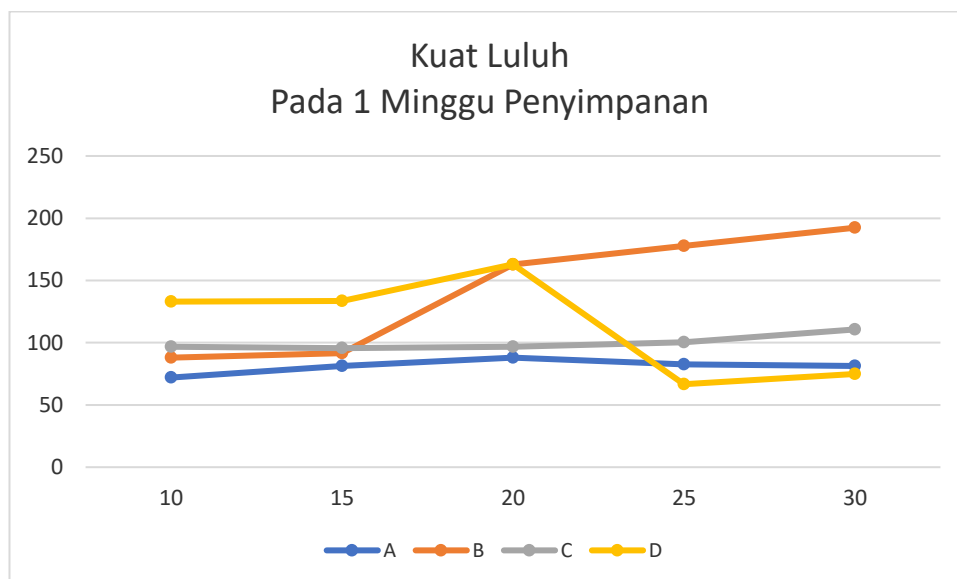
Untuk mengetahui perubahan sifat mekanik plastik pengemas HDPE setelah disimpan selama 1 minggu, dilakukan kembali pengujian sifat mekanik dengan parameter uji yang sama dengan yang tidak disimpan. Hasil pengukuran rata-rata perubahan sifat mekanik dapat dilihat pada tabel 4.4 – 4.6.



**Tabel 4.4.**  
**Pengukuran rata – rata kekuatan luluh ( $Y_s$ ) saat 1 minggu penyimpanan**

Dosis Radiasi (kGy)	$Y_s \pm \Delta Y_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )			
	A	B	C	D
10	(72.00 ± 2.98)	(88.00 ± 5.24)	(92.61 ± 8.93)	(133.58 ± 15.83)
15	(81.33 ± 2.98)	(91.67 ± 6.24)	(95.64 ± 10.55)	(133.58 ± 15.73)
20	(88.00 ± 2.98)	(162.96 ± 37.77)	(96.73 ± 5.78)	(162.92 ± 37.77)
25	(82.67 ± 3.65)	(177.33 ± 10.11)	(100.24 ± 6.72)	(66.67 ± 4.29)
30	(81.33 ± 2.98)	(172.00 ± 8.69)	(110.67 ± 8.94)	(74.89 ± 3.74)

Tabel 4.4 menunjukkan perubahan kekuatan luluh kedua plastik pengemas HDPE yang telah disimpan satu minggu setelah diiradiasi. Plastik A menunjukkan kekuatan luluh meningkat dari dosis 5 kGy ke 15 kGy, kemudian terus menurun sampai dosis 25 kGy. Plastik B menunjukkan kekuatan luluh terus meningkat di setiap penambahan dosis dan optimum pada dosis 25 kGy, begitu juga dengan plastic C sedangkan palstik D terjadi penurunan terus.



**Grafik 4.4**  
**Kekuatan Luluh ( $Y_s$ ) vs Dosis Radiasi (kGy) Saat 1 Minggu Penyimpanan**

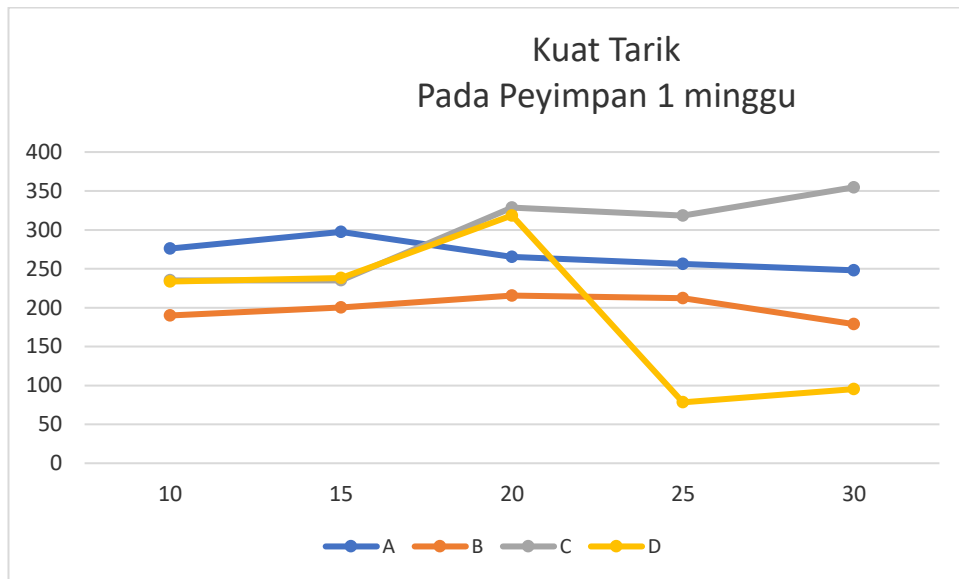
Dari grafik 4.4 terlihat bahwa terjadi sedikit penurunan kekuatan luluh pada plastik A dibandingkan dengan sebelum penyimpanan. Hal tersebut menunjukkan setelah iradiasi satu minggu plastik A masih memiliki kekuatan luluh yang baik. Plastik B menunjukkan terjadi peningkatan kekuatan luluh pada dosis 5 dan 10 kGy dibandingkan sebelum penyimpanan, kemudian pada dosis 15 – 25 kGy terjadi penurunan kekuatan luluh dibandingkan sebelum penyimpanan. Penurunan ini diduga disebabkan oleh ikatan silang yang mudah lepas, begitu juga C dan D .

**Tabel 4.5**

**Pengukuran rata – rata kekuatan tarik (Ts) saat 1 minggu penyimpanan**

<b>Dosis Radiasi (kGy)</b>	<b>Ts ± ΔT<sub>s</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
10	(276.00 ± 7.60)	(189.94 ± 17.09)	(235.00 ± 34.11)	(233.58 ± 38.74)
15	(297.33 ± 10.11)	(200.24 ± 9.01)	(235.00 ± 34.11)	(238.00 ± 34.11)
20	(265.33 ± 17.89)	(215.52 ± 7.59)	(328.67 ± 9.98)	(318.52 ± 26.70)
25	(256.00 ± 7.60)	(212.00 ± 16.06)	(318.52 ± 26.72)	(78.28 ± 7.54)
30	(248.00 ± 20.76)	(178.79 ± 18.12)	(354.67 ± 15.20)	(95.33 ± 10.73)

Tabel 4.5 menunjukkan setelah disimpan selama satu minggu pada plastik A terjadi peningkatan kekuatan tarik sebesar 7,73 % dari dosis 5 ke 10 kGy, kemudian terus menurun 19,89 % sampai dosis 25 kGy. Pada plastik B terjadi peningkatan kekuatan tarik sebesar 13,47 % dari dosis 5 sampai 15 kGy, kemudian menurun 17,04% sampai dosis 25 kGy.



**Grafik 4.5.**

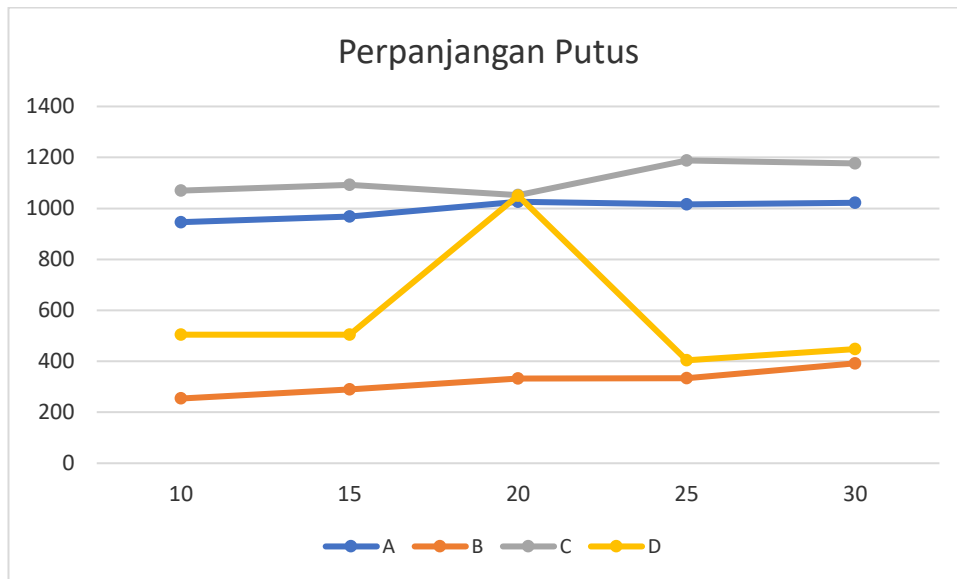
**Kekuatan Tarik (Ts) vs Dosis Radiasi (kGy) Saat 1 Minggu Penyimpanan**

Dari grafik 4.5 terlihat pada plastik A terjadi sedikit peningkatan kekuatan tarik pada dosis 5 - 10 kGy dibandingkan dengan sebelum penyimpanan. Kemudian dari dosis 15 – 25 kGy terjadi penurunan dibandingkan sebelum penyimpanan. Hal tersebut menunjukkan setelah iradiasi satu minggu plastik A masih memiliki kekuatan tarik yang baik. Plastik D menunjukkan terjadi peningkatan kekuatan tarik dari dosis 5 dan 15 kGy dibandingkan sebelum penyimpanan, kemudian pada dosis 20 – 25 kGy terjadi penurunan kekuatan tarik dibandingkan sebelum penyimpanan. Penurunan ini diduga juga disebabkan oleh ikatan silang yang mudah lepas, sehingga gaya yang diperlukan untuk menarik plastik sampai putus berkurang.

**Tabel 4.6****Pengukuran rata – rata perpanjangan putus ( $E_b$ ) saat 1 minggu penyimpanan**

<b>Dosis Radiasi (kGy)</b>	<b><math>E_b \pm \Delta E_b</math> (%)</b>			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
10	(946.00 $\pm$ 32.09)	(254.00 $\pm$ 33.62)	(1070.00 $\pm$ 71.76)	(504.00 $\pm$ 58.99)
15	(968.00 $\pm$ 27.75)	(290.00 $\pm$ 30.82)	(1092.00 $\pm$ 34.11)	(504.00 $\pm$ 58.99)
20	(1026.00 $\pm$ 32.68)	(332.00 $\pm$ 14.83)	(1052.00 $\pm$ 24.49)	(1050.00 $\pm$ 24.49)
25	(1016.00 $\pm$ 27.02)	(334.00 $\pm$ 16.73)	(1188.00 $\pm$ 19.24)	(404.00 $\pm$ 19.24)
30	(1022.00 $\pm$ 34.21)	(392.00 $\pm$ 30.08)	(1176.00 $\pm$ 28.81)	(448.00 $\pm$ 20.49)

Tabel 4.6 menunjukkan terjadi peningkatan perpanjangan putus pada hampir seluruh dosis radiasi. Pada plastik A terjadi penurunan sebesar 0,97 % pada dosis 15 kGy, kemudian kembali meningkat sampai dosis 25 kGy. Pada plastik B peningkatan perpanjangan putus terus terjadi sampai dosis maksimum 25 kGy, peningkatan optimum sebesar 17,37 %, yaitu dari dosis 20 ke 25 kGy.



**Grafik 4.6**

#### **Perpanjangan Putus (Eb) vs Dosis Radiasi (kGy) Saat 1 Minggu Penyimpanan**

Grafik 4. 6 menunjukkan terjadi penurunan perpanjangan putus pada setiap dosis untuk kedua plastik dibandingkan sebelum penyimpanan. Penurunan perpanjangan putus mungkin disebabkan oleh ikatan silang yang mudah lepas setelah penyimpanan satu minggu, sehingga plastik lebih mudah meregang dan putus. Pada pada plastik A saat dosis 15 kGy terjadi penurunan, hal ini selain disebabkan oleh ikatan silang yang mudah lepas, mungkin juga karena kesalahan paralaks saat pengukuran.

Walaupun demikian, grafik di atas juga menunjukkan terjadi peningkatan hampir di seluruh penambahan dosis radiasi meskipun telah disimpan satu minggu. Hal ini menunjukkan besar dosis yang diberikan sebanding dengan ikatan silang yang terbentuk, sehingga plastik lebih sulit putus.

#### **b. Sifat Mekanik Plastik Pengemas HDPE Saat 4 Minggu Penyimpanan**

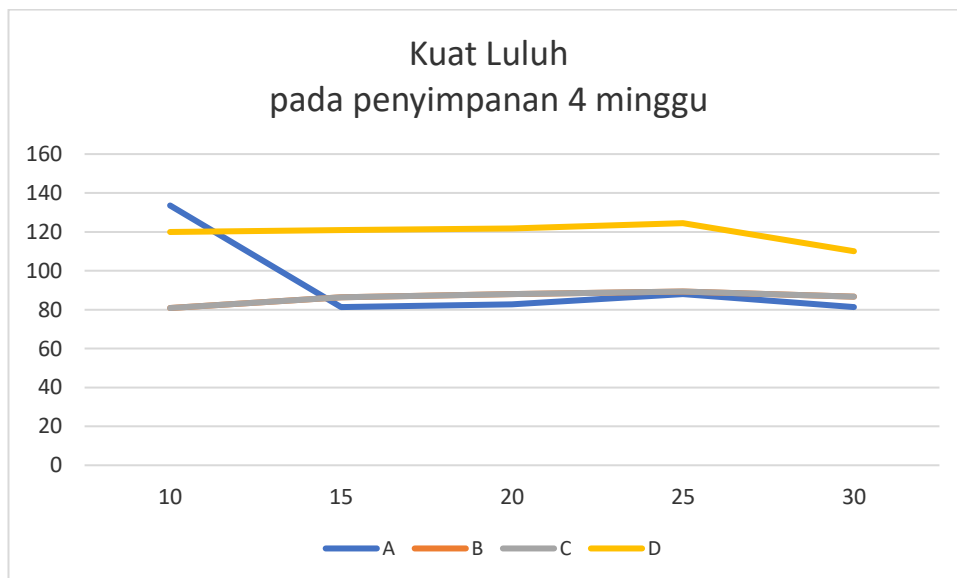
Untuk mengetahui perubahan sifat mekanik plastik pengemas HDPE setelah disimpan selama empat minggu, dilakukan kembali pengujian sifat mekanik dengan parameter uji yang sama dengan sebelumnya. Hasil pengukuran rata-rata perubahan sifat mekanik dapat dilihat pada tabel 4.7 – 4.9.

**Tabel 4.7**

**Pengukuran rata – rata kekuatan luluh ( $Y_s$ ) saat 4 minggu penyimpanan**

Dosis Radiasi (kGy)	$Y_s \pm \Delta Y_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )			
	A	B	C	D
10	(133.58 ±15.86)	(80.85 ± 5.41)	(80.85 ±5.41)	(120.00 ± 6.67)
15	(81.33 ±2.98)	(86.30 ± 4.78)	(86.31 ±4.78)	(120.97 ± 12.13)
20	(82.67 ±3.65)	(88.00 ± 2.98)	(88.00 ±2.98)	(121.82 ± 9.01)
25	(88.00 ±24.67)	(89.33 ± 3.65)	(89.33 ±3.65)	(124.48 ± 5.58)
30	(81.33 ±2.88)	(86.67 ± 4.71)	(86.67 ±4.71)	(110.06 ± 9.90)

Tabel 4.7 menunjukkan pengukuran rata-rata kekuatan luluh kedua plastik pengemas HDPE setelah disimpan 4 minggu setelah diiradiasi. Kedua plastik mengalami peningkatan kekuatan luluh sampai dosis 20 kGy, kemudian selanjutnya terus menurun sampai dosis 25 kGy.



**Grafik 4.7**

**Kekuatan Luluh ( $Y_s$ ) vs Dosis Radiasi (kGy) Saat 4 Minggu Penyimpanan**

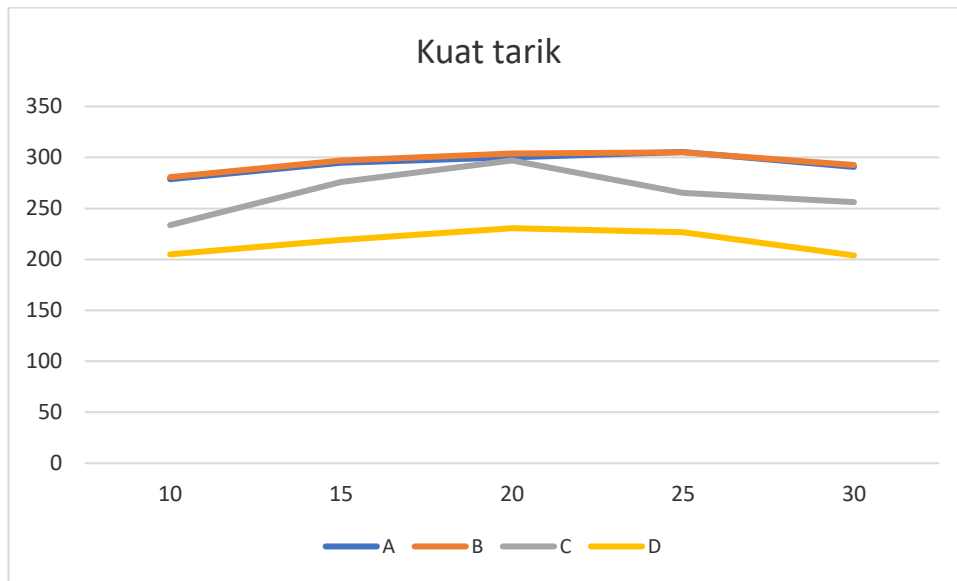
Grafik 4.7 menunjukkan pada keempat plastik yang telah disimpan empat minggu terjadi peningkatan kekuatan tarik dibandingkan dengan yang disimpan selama satu minggu. Hal tersebut menunjukkan setelah disimpan empat minggu plastik pengemas HDPE iradiasi tetap memiliki kekuatan luluh yang baik.

**Tabel 4.8**

**Pengukuran rata – rata kekuatan tarik ( $T_s$ ) saat 4 minggu penyimpanan**

<b>Dosis Radiasi (kGy)</b>	<b><math>T_s \pm \Delta T_s</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
10	(278.67 ± 17.54)	(280.67 ± 17.54)	(233.58 ± 38.74)	(205.33 ± 7.30)
15	(294.9 ± 27.60)	(296.91 ± 27.60)	(276.00 ± 7.6)	(219.03 ± 32.61)
20	(300.00 ± 10.95)	(304.00 ± 9.43)	(297.00 ± 10.11)	(230.55 ± 22.44)
25	(305.33 ± 9.89)	(305.33 ± 9.43)	(265.33 ± 17.89)	(226.55 ± 19.22)
30	(290.67 ± 14.61)	(292.67 ± 14.61)	(256.00 ± 7.6)	(203.88 ± 14.58)

Tabel 4.8 menunjukkan kekuatan tarik plastik A meningkat dan paling besar pada dosis 20 kGy, kemudian menurun 4,80 % pada dosis 25 kGy. Pada plastik B kekuatan tarik terbesar pada dosis 15 kGy, kemudian terus menurun 11,57 % sampai dosis 25 kGy plastic C dan terus menurun pada plastic D.



**Grafik 4.8.**

**Kekuatan Tarik (Ts) vs Dosis Radiasi (kGy) Saat 4 Minggu Penyimpanan**

Grafik di atas menunjukkan kekuatan tarik ke empat plastik HDPE yang disimpan empat minggu meningkat daripada yang disimpan satu minggu. Hal tersebut menunjukkan setelah disimpan empat minggu plastik pengemas HDPE iradiasi tetap memiliki kekuatan tarik yang baik. Peningkatan kekuatan tarik tersebut mungkin diakibatkan spesi radikal bebas yang masih tersisa, sehingga ikatan silang molekul masih kuat.

**Tabel 4.9**

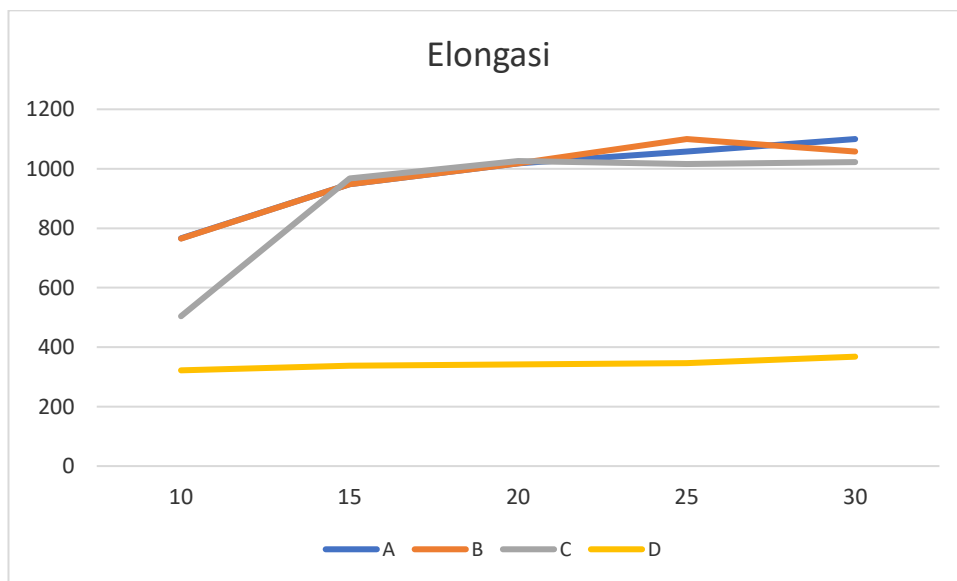
**Pengukuran rata – rata perpanjangan putus (Eb) saat 4 minggu penyimpanan**

Dosis Radiasi (kGy)	Eb ± ΔEb (%)			
	A	B	C	D
10	(766.00 ± 38.47)	(765.16 ± 17.54)	(504.00 ± 58.54)	(322.00 ± 16.43)
15	(948.00 ± 10.95)	(948.01 ± 27.60)	(968.01 ± 27.75)	(338.00 ± 21.68)



20	(1018.00 ± 39.62)	(1018.00 ± 9.43)	(1026.00 ± 32.43)	(342.00 ± 10.95)
25	(1058.00 ± 16.43)	(1100.00 ± 9.43)	(1016.00 ± 278.02)	(346.00 ± 25.10)
30	(1100.00 ± 38.08)	(1058.00 ± 14.61)	(1022.00 ± 34.21)	(368.00 ± 34.21)

Tabel 4.8 menunjukkan perpanjangan putus kedua plastik meningkat pada setiap penambahan dosis radiasi. Pada plastik A peningkatan paling besar terjadi pada dosis 10 kGy, yaitu meningkat sebesar 23,76% dari dosis 5 kGy. Pada plastik B peningkatan paling besar terjadi pada dosis 25 kGy, yaitu meningkat sebesar 6,36% dari dosis 20 kGy, kemudian mengalami penurunan pada plastic C dan D



**Grafik 4.8**

#### **Perpanjangan Putus (Eb) vs Dosis Radiasi (kGy) Saat 4 Minggu Penyimpanan**

Grafik 4.8 menunjukkan perpanjangan putus plastik A setelah disimpan empat minggu mengalami sedikit penurunan dibandingkan dengan yang disimpan selama satu minggu. Penurunan tersebut kemungkinan disebabkan oleh ikatan silang molekuler plastik yang melemah, walau demikian perpanjangan putus plastik

A masih baik. Plastik D menunjukkan peningkatan perpanjangan putus dari dosis 10 – 20 kGy, sedangkan pada dosis 25 kGy mengalami penurunan dibandingkan yang disimpan selama satu minggu. Hal tersebut kemungkinan diakibatkan oleh ikatan silang pada dosis 25 kGy melemah dan juga diakibatkan oleh kesalahan paralaks pada pengukuran perpanjangan putus.

**c. Sifat Mekanik Plastik Pengemas HDPE Saat 5 Minggu Penyimpanan**

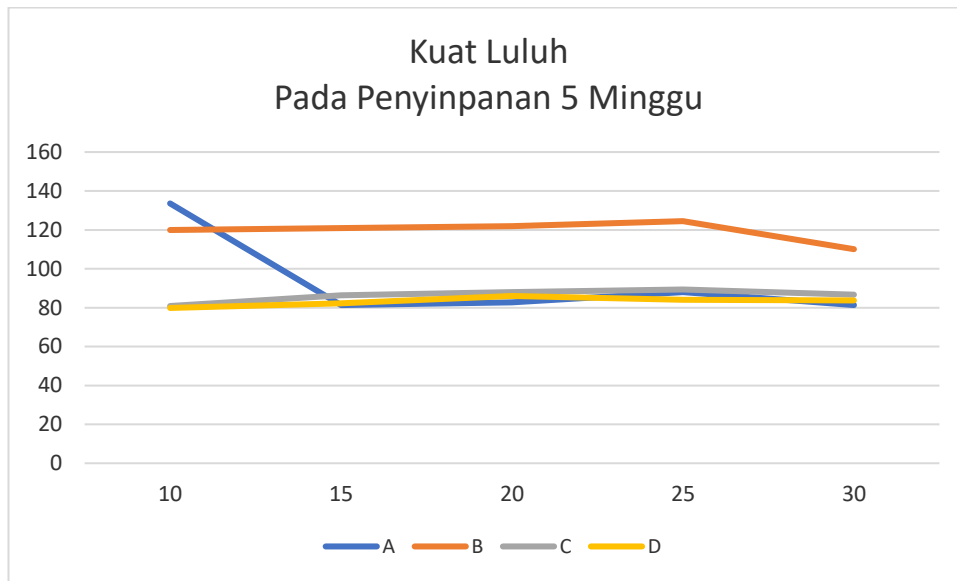
Untuk mengetahui perubahan sifat mekanik plastik pengemas HDPE setelah disimpan selama empat minggu, dilakukan kembali pengujian sifat mekanik dengan parameter uji yang sama dengan sebelumnya. Hasil pengukuran rata-rata perubahan sifat mekanik dapat dilihat pada tabel 4.9 – 4.11

**Tabel 4.9**

**Pengukuran rata – rata kekuatan luluh ( $Y_s$ ) saat 5 minggu penyimpanan**

Dosis Radiasi (kGy)	$Y_s \pm \Delta Y_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )			
	A	B	C	D
10	(133.58 ±15.86)	(120.00 ± 6.67)	(80.85 ±5.41)	(79.85 ±3.41)
15	(81.33 ±2.98)	(120.97 ± 12.13)	(86.31 ±4.78)	(82.30 ±4.78)
20	(82.67 ±3.65)	(121.82 ± 9.01)	(88.00 ±2.98)	(86.00 ±1.98)
25	(88.00 ±24.67)	(124.48 ± 5.58)	(89.33 ±3.65)	(84.00 ±3.65)
30	(81.33 ±2.88)	(110.06 ± 9.90)	(86.67 ±4.71)	(83.67 ±4.71)

Tabel 4.9 menunjukkan pengukuran rata-rata kekuatan luluh kedua plastik pengemas HDPE setelah disimpan 5 minggu setelah diiradiasi. Kedua plastik mengalami peningkatan kekuatan luluh sampai dosis 20 kGy, kemudian selanjutnya terus menurun sampai dosis 30 kGy.



**Grafik 4.9**

**Kekuatan Luluh ( $Y_s$ ) vs Dosis Radiasi (kGy) Saat 5 Minggu Penyimpanan**

Grafik 4.9 menunjukkan pada keempat plastik yang telah disimpan empat minggu terjadi mengalami penurunan kekuatan luluh dibandingkan dengan yang disimpan selama empat minggu. Hal tersebut menunjukkan setelah disimpan lima minggu plastik pengemas HDPE iradiasi tetap memiliki kekuatan luluh yang baik.

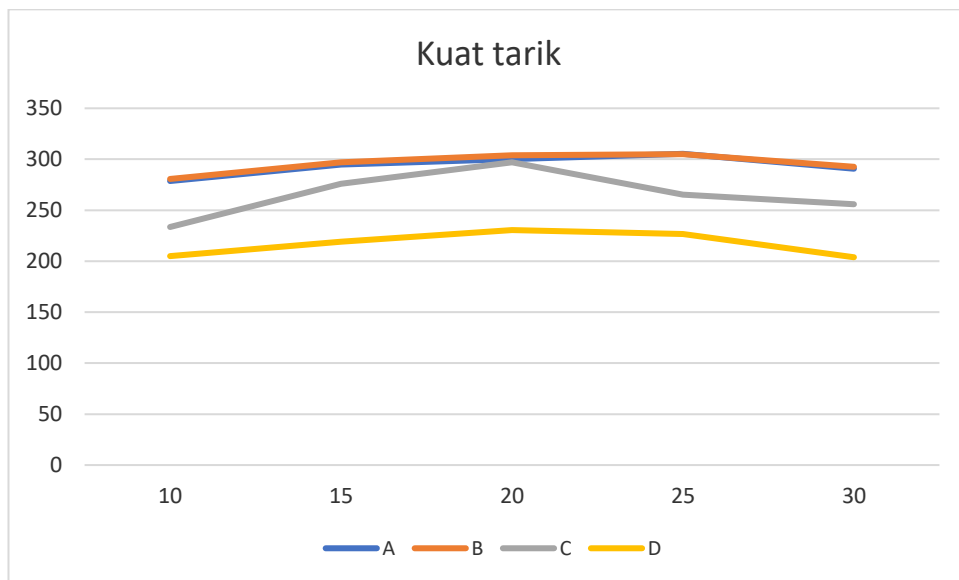
**Tabel 4.10**

**Pengukuran rata – rata kekuatan tarik ( $T_s$ ) saat 5 minggu penyimpanan**

Dosis Radiasi (kGy)	$T_s \pm \Delta T_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )			
	A	B	C	D
10	(278.67 ± 17.54)	(280.67 ± 17.54)	(233.58 ± 38.74)	(205.33 ± 7.30)
15	(294.9 ± 27.60)	(296.91 ± 27.60)	(276.00 ± 7.6)	(219.03 ± 32.61)
20	(300.00 ± 10.95)	(304.00 ± 9.43)	(297.00 ± 10.11)	(230.55 ± 22.44)

25	(305.33 ± 9.89)	(305.33 ± 9.43)	(265.33 ± 17.89)	(226.55 ± 19.22)
30	(290.67 ± 14.61)	(292.67 ± 14.61)	(256.00 ± 7.6)	(203.88 ± 14.58)

Tabel 4.10 menunjukkan kekuatan tarik plastik A meningkat dan paling besar pada dosis 20 kGy, kemudian menurun 4,80 % pada dosis 25 kGy. Pada plastik B kekuatan tarik terbesar pada dosis 15 kGy, kemudian terus menurun 11,57 % sampai dosis 25 kGy plastic C dan terus menurun pada plastic D.



**Grafik 4.10**

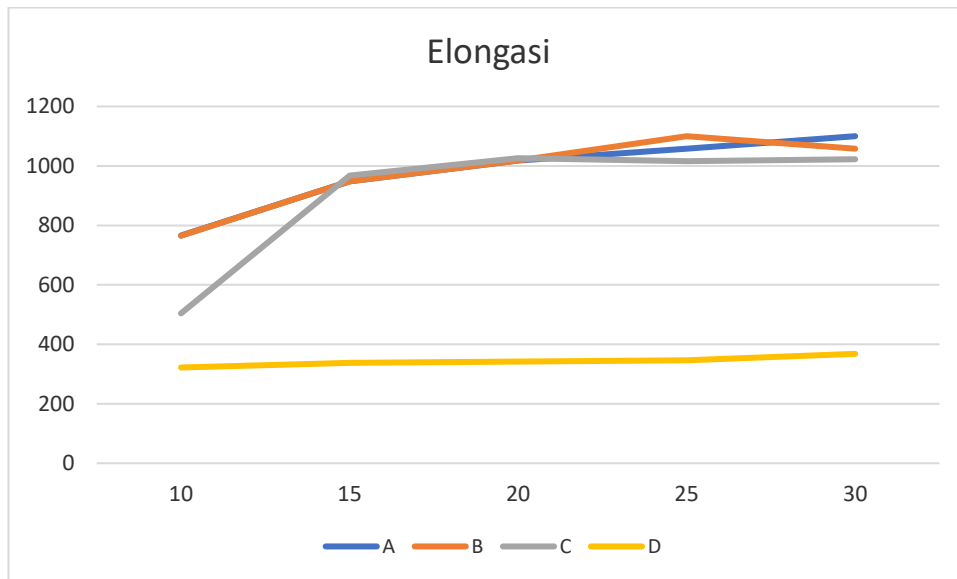
#### **Kekuatan Tarik (Ts) vs Dosis Radiasi (kGy) Saat 5 Minggu Penyimpanan**

Grafik di atas menunjukkan kekuatan tarik ke empat plastik HDPE yang disimpan lima minggu meningkat daripada yang disimpan empat minggu. Hal tersebut menunjukkan setelah disimpan lima minggu plastik pengemas HDPE iradiasi tetap memiliki kekuatan tarik yang baik. Peningkatan kekuatan tarik tersebut mungkin diakibatkan spesi radikal bebas yang masih tersisa, sehingga ikatan silang molekuler masih kuat.

**Tabel 4.11****Pengukuran rata – rata perpanjangan putus ( $E_b$ ) saat 5 minggu penyimpanan**

<b>Dosis Radiasi (kGy)</b>	<b><math>E_b \pm \Delta E_b</math> (%)</b>			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
10	(766.00 $\pm$ 38.47)	(765.16 $\pm$ 17.54)	(504.00 $\pm$ 58.54)	(322.00 $\pm$ 16.43)
15	(948.00 $\pm$ 10.95)	(948.01 $\pm$ 27.60)	(968.01 $\pm$ 27.75)	(338.00 $\pm$ 21.68)
20	(1018.00 $\pm$ 39.62)	(1018.00 $\pm$ 9.43)	(1026.00 $\pm$ 32.43)	(342.00 $\pm$ 10.95)
25	(1058.00 $\pm$ 16.43)	(1100.00 $\pm$ 9.43)	(1016.00 $\pm$ 278.02)	(346.00 $\pm$ 25.10)
30	(1100.00 $\pm$ 38.08)	(1058.00 $\pm$ 14.61)	(1022.00 $\pm$ 34.21)	(368.00 $\pm$ 34.21)

Tabel 4.11 menunjukkan perpanjangan putus kedua plastik meningkat pada setiap penambahan dosis radiasi. Pada plastik A peningkatan paling besar terjadi pada dosis 10 kGy, yaitu meningkat sebesar 23,76% dari dosis 5 kGy. Pada plastik B peningkatan paling besar terjadi pada dosis 25 kGy, yaitu meningkat sebesar 6,36% dari dosis 20 kGy, kemudian mengalami penurunan pada plastic C dan D



**Grafik 4.11**

**Perpanjangan Putus (Eb) vs Dosis Radiasi (kGy) Saat 4 Minggu Penyimpanan**

Grafik 4.11 menunjukkan perpanjangan putus plastik A setelah disimpan empat minggu mengalami sedikit penurunan dibandingkan dengan yang disimpan selama satu minggu. Penurunan tersebut kemungkinan disebabkan oleh ikatan silang molekul plastik yang melemah, walau demikian perpanjangan putus plastik A masih baik. Plastik D menunjukkan peningkatan perpanjangan putus dari dosis 10 – 20 kGy, sedangkan pada dosis 30 kGy mengalami penurunan dibandingkan yang disimpan selama satu minggu. Hal tersebut kemungkinan diakibatkan oleh ikatan silang pada dosis 30 kGy melemah dan juga diakibatkan oleh kesalahan paralaks pada pengukuran perpanjangan putus.

**4.2 Keterbatasan Penelitian**

Keterbatasan dalam penelitian ini, adalah tidak bisa mengamati dan menjelaskan berapa jumlah dan jenis spesi radikal bebas yang terbentuk pada plastik pengemas HDPE, baik yang tidak disimpan maupun yang disimpan setelah diiradiasi gamma. Menurut teori, plastik HDPE iradiasi setelah disimpan beberapa lama akan mengalami sifat mekanik. Pada penelitian ini, setelah disimpan memang ada penurunan sifat mekanik pada parameter perpanjangan putus, akan tetapi parameter kekuatan luluh dan kekuatan tarik menunjukkan peningkatan. Selain itu,

pada penelitian ini juga tidak bisa menunjukkan bahwa setiap terjadi kenaikan dosis radiasi maka akan terjadi kenaikan jumlah radikal bebas. Hal ini mungkin bisa dijelaskan jika dilakukan pengujian radikal bebas.

Selain itu, pengamatan terhadap efek yang ditimbulkan oleh radiasi gamma pada plastik HDPE dalam penelitian ini hanya terbatas pada peningkatan atau penurunan sifat mekanik saja, sedangkan pengamatan terhadap kemungkinan terbentuknya reaksi kimia antara plastik dengan sinar gamma, yang akan berpengaruh pada perubahan unsur – unsur kimia plastik atau terhadap keamanan pemakaian belum dilakukan. Hal ini dikarenakan keterbatasan teori dan kemampuan serta belum ada penelitian relevan mengenai hal tersebut. Pengamatan terhadap berapa dosis maksimum yang sesuai untuk tujuan radiasi juga belum dilakukan dengan baik.

Akan tetapi penerapan teknik iradiasi gamma terhadap plastik HDPE pada penelitian ini saya rasa tidak berpengaruh terhadap faktor keamanan konsumsi plastik pengemas, dengan asumsi bahwa plastik banyak digunakan karena mempunyai sifat inert atau tidak mudah bereaksi dengan bahan yang dikemasnya. Selain itu proses penyinaran dengan menggunakan radiasi gamma merupakan proses “dingin” karena tidak menimbulkan kenaikan suhu pada bahan yang dilaluinya. Akibatnya perubahan unsur kimia yang terjadi akibat radiasi secara kuantitatif juga lebih sedikit. Selain itu, penggunaan dosis radiasi maksimum pada penelitian ini hanya mencapai 30 kGy, sedangkan pada penelitian – penelitian sebelumnya digunakan dosis radiasi yang lebih besar.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa iradiasi gamma menyebabkan peningkatan sifat mekanik plastik pengemas HDPE. Parameter sifat mekanik yang diuji pada penelitian ini antara lain kekuatan luluh ( $Y_s$ ), kekuatan tarik ( $T_s$ ), dan perpanjangan putus ( $E_b$ ). Ketiga parameter tersebut mengalami peningkatan dibandingkan sebelum diiradiasi, peningkatan terjadi setiap dilakukan penambahan dosis radiasi.

Peningkatan sifat mekanik tersebut disebabkan oleh terbentuknya radikal bebas pada plastik saat diiradiasi gamma. Spesi radikal bebas yang terbentuk menyebabkan terbentuknya ikatan silang antara molekul plastik, sehingga kekuatan luluh, kekuatan tarik, dan perpanjangan putus menjadi meningkat dan gaya yang diperlukan plastik untuk meregang dan putus akan lebih besar. Semakin besar dosis radiasi yang diberikan, akan semakin banyak ikatan silang molekul plastik yang dihasilkan, maka akan semakin sulit plastik untuk meregang dan sifat mekaniknya meningkat.

Plastik pengemas HDPE iradiasi yang disimpan dalam beberapa jangka waktu dapat mengalami perubahan sifat mekanik. Perubahan tersebut dapat berupa peningkatan atau penurunan kekuatan luluh, kekuatan tarik, dan perpanjangan putus. Apabila terjadi penurunan sifat mekanik hal tersebut disebabkan oleh ikatan silang pada molekul plastik melemah. Pada penelitian ini penurunan sifat mekanik plastik HDPE iradiasi setelah penyimpanan relatif kecil, sehingga masih kuat dan bisa dipakai cukup lama.

Penerapan iradiasi gamma harus dilakukan pada dosis yang tepat, agar sesuai dengan tujuan iradiasi. Iradiasi gamma pada dosis yang sesuai tidak akan berpengaruh terhadap keamanan pemakaian, karena iradiasi gamma tidak menimbulkan kenaikan suhu pada bahan yang dilaluinya. Akibatnya perubahan unsur kimia yang terjadi akibat radiasi secara kuantitatif juga lebih sedikit.



## **B. Saran**

1. Pengukuran perpanjangan putus ( $E_b$ ) sebaiknya dilakukan dengan teliti, agar kesalahan paralaks akibat pengukuran secara manual sangat kecil.
2. Waktu penyimpanan plastik iradiasi sebaiknya ditambah beberapa waktu, agar perubahan sifat mekanik yang terjadi dapat diamati lebih baik.
3. Penyimpanan plastik iradiasi dilakukan dalam kondisi ruang yang sama untuk setiap jangka waktu.

Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan uji radikal bebas untuk mengetahui jumlah dan karakteristik radikal bebas yang terbentuk pada plastik iradiasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] C.R. Oswin. *Plastic Films and Packaging*. (London : Applied Science Publisher Ltd, 1975). Hal 30.
- [2] Bambang Dwiloka, *Iradiasi Pangan*. (Semarang : 2002). Hal 5.
- [3] Suyitno. *Nuklir dari Bom ke Listrik*. (Yayasan Metropolitan Surakarya : 1995). Hal 49-57.
- [3] Mirzan Thabarani Razzak. “Syntheses of Functional Polymers by Co-60 Gamma Rays” *.Journal of Dissertation*. (Department of Nuclear Engineering University of Tokyo : 1985). Hal 1.
- [5] Dian Iramani dan Sudirman. “Pengaruh Iradiasi Gamma terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Pengemas Berbasis Polietilena dan Polipropilena”. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. (Vol.7, No.2, Februari 2006). Hal 70-72.
- [6].Iman Mujiarto. “Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif “. *Jurnal Traksi*. (Vol. 3. No. 2, Desember 2005).
- [7]Mimi Nurminah. “Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas serta Pengaruhnya terhadap Bahan yang Dikemas”. *Jurnal Penelitian*. (Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sumatera Utara : 2002). Hal.3.
- [8] C.R. Oswin. *Plastic Films and Packaging*. (London : Applied Science Publisher Ltd, 1975). Hal. 3
- [9] Kobayashi, Akira . *Maching Of Plastics*. Scbundo Publishing Co, Apr,1954
- [10]Kumar S., Panda, A.K., dan Singh, R.K., 2011, *A Review on Tertiary Recycling of High-Density Polyethylene to Fuel, Resources, Conservation and Recycling* Vol. 55 893–910
- [10]Retno Wulandari. *Iradiasi Sinar Gamma UHMWPE dan HDPE untuk Meningkatkan Ketahanan Mekanik Tibial Tray* [Jurnal Skripsi]. (Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB : 2011). Hal. 2.
- [11]Weni Listiana. *Pengaruh Iradiasi Gamma Dosis Sedang Terhadap Beberapa Produk Sup pada Penyimpanan Suhu  $-18^{\circ}C$*  [Skripsi]. (Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, ISTN : 2004). Hal. 13-14.

[12]Mirzan Thabarani Razzak *Snytheses of Functional Polymers by Co-60 Gamma Rays* [Jurnal Disertasi]. (Department of Nuclear Engineering University of Tokyo : 2005). Hal. 4.

# **Lampiran – Lampiran**

Lampiran 1

**Anggaran Biaya**

**1. Honor**

Peneliti	Honor/ jam Rp	Waktu jam/ minggu	Minggu	Honor/thn (Rp)	
				Th. 1	Th. 2
Ketua	Rp 30.000	16 jam/ minggu	16 minggu/th	Rp 12,800,000	Rp 12,800,000
Anggota 1	Rp 30.000	12 jam/ minggu	12 minggu/th	Rp 4,320,000	Rp 4,320,000
Anggota 2	Rp 30.000	12 jam/ minggu	12 minggu/th	Rp 4,320,000	Rp 4,320,000
<b>SUB TOTAL 1</b>				Rp 21,440,000	Rp 21,440,000

**2.Peralatan  
Penunjang**

Material	Justifikasi pemakaian	Kuantitas	Harga satuan (Rp)	Penunjang (Rp)	
				Th. 1	Th. 2
Buku/Jurnal Literatur	Kajian teori	3	Rp 200,000	Rp 600,000	
Pipa Kapiler	Jalur Air	2	Rp 2,000,000		
Bahan Plastik	Mengambil Sampel	2	Rp 250,000		
Bahan Plastik	Mengambil Sampel	4	Rp 300,000		
Bahan Plastik	Mengambil Sample	6	Rp 600,000	Rp 3,600,000	
Botol sampel	Sampel	15	Rp 15,000	Rp 225,000	
Mikrometer		2	Rp 2,500,000		
Tempat filter	Instalasi Filter	6	Rp 750,000		
Kerangka Alat	Bodi struktur alat	2	Rp 3,500,000		
<b>SUB TOTAL 2</b>				Rp 4,425,000	

**3. Bahan Habis  
Pakai**

Material	Justifikasi pemakaian	Kuantitas	Harga satuan (Rp)	Penunjang (Rp)	
				Th. 1	Th. 2
Karet Alam	Pengurang Kekerasan	50	Rp 95,000	Rp 4,750,000	
Bahan Plastik type A	Mengambil sampel	50	Rp 75,000	Rp 3,750,000	
Bahan Plastik type B	Mengambil Sampel	50	Rp 45,000	Rp 2,250,000	
Meteran	Pengurang Mikro organisme	9	Rp 55,000	Rp 495,000	
Filter 1 mikron	Instalasi Filter	1	Rp 1,000,000		Rp 1,000,000
Filter 0,5 mikron	Instalasi Filter	1	Rp 600,000		Rp 600,000

Filter 0,1 mikron	Instalasi Filter	1	Rp 600,000		Rp 600,000
Bahan Plastik Type C	filter	7	Rp 1,500,000	Rp 10,500,000	
Kertas A4	mencetak	5	Rp 36,000	Rp 180,000	Rp 180,000
Kertas foto	mencetak	2	Rp 50,000	Rp 100,000	Rp 100,000
Tinta printer	isi ulang printer	15	Rp 150,000	Rp 2,250,000	Rp 2,250,000
Konsumsi pakar group diskusi	konsumsi pakar	15	Rp 50,000		Rp 750,000
Sertifikat pakar group diskusi	Sertifikat pakar + penyelenggara	15	Rp 30,000		
Fotokopi	Penggandaan	300	Rp 200	Rp 60,000	Rp 60,000
Penjilidan	administrasi	10	Rp 30,000	Rp 300,000	Rp 300,000
		<b>SUBTOTAL 3</b>		Rp 24,635,000	Rp 6,290,000
<b>Bahan Habis Pakai dan peralatan (Sub Total 2 + Sub Total 3)</b>				<b>Rp 29,060,000</b>	<b>Rp29,090,000</b>

#### 4. Perjalanan

Perjalanan	Justifikasi Perjalanan	Kuantitas	Harga Satuan	Biaya per tahun (Rp)	
				Th. 1	Th. 2
Tiga Titik Pengambilan Sample	Ambil Sampel	20	Rp 500,000	Rp 10,000,000	
Diskusi Pakar Group	FGD	10	Rp 100,000		Rp 1,000,000
Seminar Dalam Negri	Publikasi	3	Rp 1,000,000	Rp 3,000,000	
Seminar luar negri	Publikasi	3	Rp 1,500,000		Rp 4,500,000
Pengujian Lapangan	Metode Penelitian	3	Rp 150,000		
Pengujian Laboratorium	Metode Penelitian	12	Rp 150,000	Rp 1,800,000	
<b>SUBTOTAL 4</b>				<b>Rp 14,800,000</b>	<b>Rp 15,950,000</b>

#### 5. Lain-lain

Kegiatan	Justifikasi	Kuantitas	Harga Satuan	Biaya per tahun	
				Th. 1	Th. 2
Pengujian Laboratorium	Uji rancangan skala lab	9	Rp 300,000	Rp 2,700,000	
Pengurusan perijinan	Pengambilan sampel	3	Rp 500,000	Rp 1,500,000	
Pembuatan artikel Journal	Publikasi	1	Rp 100,000	Rp 100,000	Rp1.600,000
Jilid & Penggandaan Laporan	Dokumentasi	10	Rp 500,000	Rp 5,000,000	
Pengiriman Artikel Ilmiah	Publikasi	1	Rp 100,000	Rp 100,000	Rp 5.000,000
Pengurusan HAKI	Publikasi	1	Rp 1,000,000		
<b>SUBTOTAL 5</b>				<b>Rp 9,400,000</b>	<b>Rp 7,700,000</b>

<b>TOTAL ANGGARAN YANG DIPERLUKAN SETIAP TAHUN</b>	<b>Rp 54,700,000</b>	<b>Rp54,180,000</b>
--	----------------------	---------------------

<b>TOTAL ANGGARAN YANG DIPERLUKAN SELURUH TAHUN (Rp)</b>	<b>Rp 108,880,000</b>
--	-----------------------

**Lampiran 2.  
Dukungan Sarana Prasarana.**

Sarana pendukung penelitian memanfaatkan sumberdaya yang ada di kampus UHAMKA dan beberapa laboratorium terkait yang ada di Puspitek dan Batan. Rincian Sarana yang akan digunakan diantaranya :

<b>No</b>	<b>Sarana</b>	<b>Kondisi</b>	<b>Lokasi</b>
1	Laboratorium Mekanika	Baik	F.Teknik UHAMKA
2	Laboratorium Kimia	Baik	F Farmasi UHAMKA
3	Laboratorium Komputasi	Baik	Matematika FKIP UHAMKA
4	Laboratorium Uji Material (metalurgi) uji Radiasi Sinar Gamma dan laboratorium Polimer	Baik	Batan Pasar Jumat
5	Perpustakaan Ilmu Pengetahuan	Baik	LIPI



**LAMPIRAN 3****Susunan Organisasi Tim Peneliti / Pelaksana Dan Pembagian**

<b>No</b>	<b>Nama / NIDN</b>	<b>Instansi Asal</b>	<b>Bidang Ilmu</b>	<b>Alokasi Waktu (Jam/ Minggu)</b>	<b>Uraian Tugas</b>
1	Y.Soenarto / 0028125501	UHAMKA	Pend Fisika	25	Penanggung Jawab dalam Penelitian
2	Imas Ratna .E / 0314086804	UHAMKA	Pend Fisika	20	Perhitungan Dan Pembimbingan Mahasiswa

## Lampiran 4

### Biodata Ketua

	<b>BIODATA DOSEN UHAMKA</b>	Tgl Efektif : 7 Oktober 2013 No Form : No Rev. :
---	---------------------------------	--

1. Nama : Drs. Y. Soenarto, M.Si
2. Tempat dan tanggal lahir : Salatiga, 28 Desember 1955
3. NPD/NIP dan NIDN : D.85.0195/19551228.198103.1.006/00-2812-5501
4. NBM : 0904-5585-559068
5. Status Dosen : ~~Tetap/Tidak Tetap~~ \*)
6. Status Perkawinan : ~~Kawin/Tidak Kawin/Duda/Janda~~ \*)
7. Alamat Rumah : Komplek LIPI Blok C-1/14, Rt.03/11, Rawa Panjang, Bojong Gede, Bogor, 16320  
Telepon : (021)87986180/ 081316373780  
Email/Media sosial lainnya : soenartom@gmail.com
8. Pendidikan

No	Jenjang	Tahun Lulus	Asal PT	Prodi/Jurusan	Bidang Keahlian (peminatan)
1	S.1/D4/Profesi	1980	IKIP - JAKARTA	Pend. Mat.	Mat.
2	S.2/Sp-1	2000	Univ. Indonesia	Fisika	Fisika Murni
3	S.3/Sp-2	---	---	---	---
4	Lainnya	---	---	---	---

9. Jabatan akademik : (~~Tanpa Jabatan/Asisten Ahli/Lektor/Lektor Kepala/Guru Besar~~)
10. Sertifikasi Dosen : ~~sudah/belum~~
11. Mata kuliah yang diajarkan 3 tahun terakhir

No	Mata Kuliah	Sks	Program Studi
1	Aljabar Linear (smt. ganjil)	3	Pend. Mat
2	Aljabar Abstrak (smt. genap)	4	Pend. Mat
3	Kalkulus 1 (smt. ganjil)	4	Pend. Fisika
4	Kalkulus 2 (smt. genap)	4	Pend. Fisika

12. Penelitian yang pernah dilaksanakan 3 tahun terakhir :

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jmh (Juta Rp )
1	2014 - 2015	Pembuktian Persamaan Teoritik Dengan	Kemendiknas	91 Juta

	Menggunakan Osiloskop Pada Osilator Relaksasi Dengan Rangkaian OP-AMP		
--	---	--	--

13. Artikel Ilmiah/Karya Ilmiah/ karya seni/ buku yang ditulis tiga tahun terakhir

No	Judul	Jenis (artikel ilmiah/ karya ilmiah/ karya seni/buku)	Tingkat (Lokal, Nasional, Internasional)	Tahun
1	Rangkuman Matematika dan IPA untuk SD kelas 6	Nasional (PT. Gramedia)	Nasional	2013
2	Bahas Tuntas Matematika dan IPA SMP	Nasional (PT. Gramedia)	Nasional	2012

14. Pengabdian Kepada Masyarakat yang dilaksanakan 3 tahun terakhir :

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jmh (Juta Rp)
1	2014	Pelatihan Pembuatan Proposal Penelitian Tindakan Kelas Bagi Guru-guru SD Desa Cipanas Kab. Ebak-Banten	LPPM	11,9 Juta

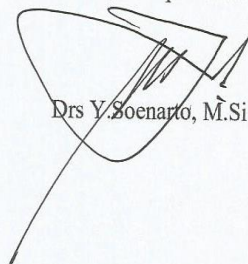
15. Aktif di Organisasi Muhammadiyah : di ~~(Ranting, Cabang, Daerah)~~ Wilayah, ~~Pimpinan Pusat, atau Ortom \*\*~~ sebagai Anggota

16. Tuliskan keikutsertaan dalam organisasi profesi maupun organisasi kelembagaan.

No	Nama Organisasi	Jabatan	Tahun	Tingkat/Jenjang (Lokal/Nasional/Internasional)
1	Himpunan Fisika Indonesia (HFI)	Anggota	2010-2013	Nasional

Demikian biodata ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta, 30 April 2017



Drs Y. Soenarto, M.Si

\*) coret yang tidak perlu

\*\*) garis bawah yang sesuai

### Biodata Anggota 1

	<b>BIODATA DOSEN UHAMKA</b>	Tgl Efektif : 7 Oktober 2013 No Form : No Rev. :
---	---------------------------------	--

1. Nama : Dra. Imas Ratna Ermawaty, M.Pd
2. Tempat dan tanggal lahir : Jakarta, 14 Agustus 1968
3. NPD/NIP dan NIDN : D.00474 - 031408680
4. NBM : 0903-6905-967311
5. Status Dosen : Tetap/Tidak Tetap \*)
6. Status Perkawinan : Kawin/Tidak Kawin/Duda/Janda \*)
7. Alamat  
Rumah : Jl Bekasi Timur VI no 5 Rt 002 /011,  
Jakarta Timur, 13410  
Telepon : (021) 8196629 / 0819700755  
Email/Media sosial lainnya : iye212@yahoo.com
8. Pendidikan

No	Jenjang	Tahun Lulus	Asal PT	Prodi/Jurusan	Bidang Keahlian (peminatan)
1	S.1/D4/Profesi	1992	UNAS – JAKARTA	MIPA / Fisika	Fisika Bahan
2	S.2/Sp-1	2005	UNJ JAKARTA	Teknologi Pend	
3	S.3/Sp-2	---	---	---	---
4	Lainnya	---	---	---	---

9. Jabatan akademik : (~~Tanpa Jabatan~~/Asisten Ahli/Lektor/Lektor Kepala/Guru Besar)
10. Sertifikasi Dosen : sudah/belum
11. Mata kuliah yang diajarkan 3 tahun terakhir

No	Mata Kuliah	Sks	Program Studi
1	Aljabar Linear (smt. ganjil)	1	T.Informatika
2	Kalkulus (smt.genap)	3	T.Informatika
3	Kalkulus I (smt. ganjil)	3	T.Elektro
4	Kalkulus II (smt. genap)	3	T.Elektro
5	Fisika Matematika I (Smt. Ganjil)	3	Pend Fisika
6	Fisika Matematika II (Smt. Genap)	3	Pend Fisika
7	Kolokium Fisika (Smt. Ganjil)	3	Pend Fisika
8	Seminar Proposal (Smt Genap)	2	Pend Fisika
9	Konsep Dasar Fisika (Smt Ganjil)	2	PGSD
10	Konsep Bumi Dan Antariksa (Smt. Genap)	2	PGSD

12. Penelitian yang pernah dilaksanakan 3 tahun terakhir :

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jmh (Juta Rp)

1	2014 -2015	Pembuktian Persamaan Teoritik Dengan Menggunakan Osiloskop Pada Osilator Relaksasi Dengan Rangkaian OP-AMP	Kemendiknas	91 Juta
2	2015	Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Problem Composing Terhadap Hasil Belajar Fisika Di SMAN 2 Maumere NTT	LPPM	15 Juta
3	2016	Analisis Numerik untuk persamaan gerak pada pesawat atwood dengan metode euler dan rank kutta ordo empat	LPPM	8 Juta

13. Artikel Ilmiah/Karya Ilmiah/ karya seni/ buku yang ditulis tiga tahun terakhir

No	Judul	Tahun	Jenis (artikel ilmiah/ karya ilmiah/ karya seni/buku)
1	Fisika I	2014	Nasional (PT. Alia Media)
2	Cara Pintar Kuasai Fisika SMA Kls X,XI,XII	2015	Nasional (PT. Grasindo)
3	Supertrik Matematika Dan IPA SMA	2015	Nasional (PT Grasindo)
4	Konsep Dasar Fisika Berbasis Nilai	2015	Lokal (Uhamka Press)
5	Fisika Matematika	2016	Lokal (Uhamka Press)
6	Fisika Dasar I Berbasis Nilai	2016	Lokal ( Uhamka Press)

14. Judul artikel ilmiah yang tercatat dalam indeks sitasi internasional (2014-2015): -

15. Karya dosen yang telah mendapat hak paten/HaKi/Penghargaan tingkat nasional/Internasional (2014 – 2017)

No	Nama Karya	Paten	HaKi	Penghargaan Nasional/ Internasional
1	Fisika Matematika		v	

16. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentasi )Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu Dan Tempat
1	The 3 <sup>rd</sup> International Conference on Theoretical and Applied Physic2013 and Simpoisum Fisika Nasional XXVI	<b>PEMAKALAH</b> Pembuktian Persamaan Teoritik Dengan Menggunakan Osiloskop Pada Osilator Relaksasi Dengan Rangkaian OP-AMP	Tempat Universitas Negeri Malang ,10 Oktober 2013
2	Seminar Hasil-hasil Penelitian	<b>Pemakalah</b> <b>Hubungan Pengetahuan Kalkulus Dan Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar Fisika</b>	Tempat UHAMKA ,November 2014
3	The 4 <sup>rd</sup> International Conference on Theoretical and Applied Physic 2014 and Simpoisum Fisika Nasional XXVII	<b>Pemakalah</b>	Tempat Universitas Negeri Udayana Denpasar Bali,16-17 Oktober 2014
4	Workshop Kurikulum	<b>Pemateri</b>	Tempat

		<b>Revitalisasi Kurikulum Berbasis KKNI</b>	Aula lt 6 FKIP UHAMKA Oktober 2016
5	Seminar Dan Bedah Buku	<b>Pemateri Integrasi Islam Dan Sains : Model Fisika Berbasis Nilai</b>	Tempat Aula lt 6 UHAMKA 14 Maret 2017
6	Workshop	Pemateri Pembuatan Alat Peraga Fisika (bandul Matematis, Didrostatika ) Untuk guru IPA di MAUMERE NTT	Tempat Aula IKIP Maumere NTT 20 – 21 Februari 2017

17. Pengabdian Kepada Masyarakat yang dilaksanakan 3 tahun terakhir :

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jmh (Juta Rp)
1	2014	Implementasi Listrik Biogester Type Vertikal Dengan Pengaduk Digunakan Untuk Listrik JET -PUMP	Lemlitbang	15 Juta
2	2014	Pelatihan Pembuatan Edmoda Dan Blog Sebagai Penunjang Media Pembelajaran Bagi Guru SMA Muhammadiyah 23 Jakarta	Lemlitbang	5 Juta
3	2015	Workshop Pembuatan Roket Air Sebagai Sarana Penunjang Pembelajaran Fisika Untuk Siswa SMA Budhi Warman I JKT	Lemlitbang	6,5 Juta
4	2015	Workshop TeX/LateX Untuk Saintifik	Lemlitbang	5 Juta
5	2016	Workshop Pembuatan Alat Peraga Fisika (bandul Matematis, Didrostatika ) Untuk guru IPA di MAUMERE NTT	Lemlitbang	12 Juta

18. Aktif di Organisasi Muhammadiyah : di ~~(Ranting, Cabang, Daerah)~~ Wilayah, ~~Pimpinan~~ Pusat, atau Ortom \*\*) sebagai Anggota

19. Tuliskan keikutsertaan dalam organisasi profesi maupun organisasi kelembagaan.

No	Nama Organisasi	Tahun	Tingkat/Jenjang (Lokal/Nasional/Internasional)
1	Himpunan Fisika Indonesia (HFI)	2013-2016	Nasional (Anggota)
2	Himpunan Pendidikan Fisika Perguruan Tinggi Muhammadiyah	2016-2020	Nasional (Sekretaris)

Demikian biodata ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta, 18 April 2017



Dra Imas Ratna E, M.Pd

\*) coret yang tidak perlu

\*\*) garis bawah yang sesuai

## Lampiran 5

### 0 minggu penyimpanan untuk type A,B,C,D

Ket:

\* = Didapat langsung dari hasil pengukuran di laboratorium,

\*\* = Dihitung masing-masing menurut rumus kekuatan luluh, kekuatan tarik, dan perpanjangan putus.

#### A 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	Eb (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.8	0.0045	0.13	0.33	1080	96.30	244.44
2	0.3	1	10.7	0.0045	0.12	0.26	970	88.89	192.59
3	0.3	1	12.2	0.0045	0.12	0.36	1120	88.89	266.67
4	0.3	1	11.3	0.0045	0.12	0.28	1030	88.89	207.41
5	0.3	1	12.5	0.0045	0.11	0.36	1150	81.48	266.67
<b>Jumlah</b>							<b>5350</b>	<b>444.44</b>	<b>1177.78</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1070.00</b>	<b>88.89</b>	<b>235.56</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>71.76</b>	<b>5.24</b>	<b>34.11</b>

#### A 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	Eb (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	12.3	0.0040	0.11	0.30	1130	91.67	250.00
2	0.3	1	12.3	0.0040	0.12	0.31	1130	100.00	258.33
3	0.3	1	11.8	0.0040	0.12	0.33	1080	100.00	275.00
4	0.3	1	11.1	0.0040	0.10	0.31	1010	83.33	258.33
5	0.3	1	12.1	0.0040	0.10	0.27	1110	83.33	225.00
<b>Jumlah</b>							<b>5460</b>	<b>458.33</b>	<b>1266.67</b>

<b>Rata-Rata</b>		<b>1092.00</b>	<b>91.67</b>	<b>253.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>50.20</b>	<b>8.33</b>	<b>18.26</b>

### A 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	10.8	0.0045	0.13	0.37	980	96.30	200.00
2	0.3	1	12.1	0.0050	0.14	0.40	1110	93.33	266.67
3	0.3	1	11.8	0.0050	0.14	0.34	1080	93.33	226.67
4	0.3	1	10.1	0.0045	0.14	0.36	910	103.70	192.59
5	0.3	1	11.9	0.0045	0.14	0.40	1090	103.70	296.30
<b>Jumlah</b>							<b>5170</b>	<b>490.37</b>	<b>1330.37</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1034.00</b>	<b>98.07</b>	<b>266.07</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>85.62</b>	<b>5.28</b>	<b>25.15</b>

### A 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.4	0.0045	0.13	0.39	1040	96.30	288.89
2	0.3	1	11.8	0.0045	0.24	0.48	1080	177.78	503.70
3	0.3	1	11.7	0.0045	0.25	0.40	1070	185.19	296.30
4	0.3	1	11.4	0.0045	0.25	0.44	1040	185.19	474.07
5	0.3	1	11.2	0.0045	0.23	0.44	1020	170.37	474.07
<b>Jumlah</b>							<b>5250</b>	<b>814.81</b>	<b>1592.59</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1050.00</b>	<b>162.96</b>	<b>318.52</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>24.49</b>	<b>37.77</b>	<b>26.71</b>



### A 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	12.8	0.0050	0.27	0.50	1180	180.00	480.00
2	0.3	1	12.7	0.0050	0.25	0.54	1170	166.67	520.00
3	0.3	1	12.7	0.0050	0.26	0.52	1170	173.33	526.67
4	0.3	1	13.2	0.0050	0.27	0.54	1220	180.00	513.33
5	0.3	1	12.4	0.0050	0.24	0.56	1140	160.00	420.00
<b>Jumlah</b>							<b>5880</b>	<b>860.00</b>	<b>1773.33</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1176.00</b>	<b>172.00</b>	<b>354.67</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>28.81</b>	<b>8.69</b>	<b>15.20</b>

### Untuk Type B

### B 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.8	0.0045	0.13	0.33	1080	96.30	244.44
2	0.3	1	10.7	0.0045	0.12	0.26	970	88.89	192.59
3	0.3	1	12.2	0.0045	0.12	0.36	1120	88.89	266.67
4	0.3	1	11.3	0.0045	0.12	0.28	1030	88.89	207.41
5	0.3	1	12.5	0.0045	0.11	0.36	1150	81.48	266.67
<b>Jumlah</b>							<b>5350</b>	<b>444.44</b>	<b>1177.78</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1070.00</b>	<b>88.89</b>	<b>235.56</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>71.76</b>	<b>5.24</b>	<b>34.11</b>

### B 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	6.5	0.0055	0.12	0.15	550	72.73	90.91
2	0.3	1	6.1	0.0060	0.12	0.14	510	66.67	77.78
3	0.3	1	5.0	0.0060	0.12	0.13	400	66.67	72.22
4	0.3	1	3.8	0.0060	0.12	0.14	280	66.67	77.78
5	0.3	1	3.8	0.0055	0.10	0.12	280	60.61	72.73
<b>Jumlah</b>							<b>2020</b>	<b>333.33</b>	<b>391.41</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>404.00</b>	<b>66.67</b>	<b>78.28</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>125.82</b>	<b>4.29</b>	<b>7.54</b>

### B 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	5.8	0.0060	0.14	0.20	480	77.78	111.11
2	0.3	1	5.5	0.0050	0.12	0.14	450	80.00	93.33
3	0.3	1	5.3	0.0060	0.13	0.16	430	72.22	88.89
4	0.3	1	5.3	0.0060	0.13	0.15	430	72.22	83.33
5	0.3	1	5.5	0.0060	0.13	0.18	450	72.22	100.00
<b>Jumlah</b>							<b>2240</b>	<b>374.44</b>	<b>476.67</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>448.00</b>	<b>74.89</b>	<b>95.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>20.49</b>	<b>3.74</b>	<b>10.73</b>

### B 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	5.5	0.0050	0.16	0.30	450	106.67	200.00
2	0.3	1	5.9	0.0060	0.16	0.19	490	88.89	105.56
3	0.3	1	5.6	0.0060	0.15	0.17	460	83.33	94.44
4	0.3	1	5.5	0.0055	0.20	0.37	450	121.21	224.24
5	0.3	1	6.3	0.0055	0.13	0.19	530	78.79	115.15
<b>Jumlah</b>							<b>2380</b>	<b>478.89</b>	<b>739.39</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>476.00</b>	<b>95.78</b>	<b>147.88</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>34.35</b>	<b>17.72</b>	<b>59.72</b>

### B 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	5.9	0.0055	0.16	0.27	490	96.97	163.64
2	0.3	1	5.5	0.0055	0.20	0.39	450	121.21	236.36
3	0.3	1	5.1	0.0050	0.16	0.28	410	106.67	186.67
4	0.3	1	6.5	0.0055	0.15	0.28	550	90.91	169.70
5	0.3	1	6.3	0.0055	0.16	0.29	530	96.97	175.76
<b>Jumlah</b>							<b>2430</b>	<b>512.73</b>	<b>932.12</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>486.00</b>	<b>102.55</b>	<b>186.42</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>57.27</b>	<b>11.86</b>	<b>29.18</b>

Untuk Type C

**C 10 kgy**

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	12.9	0.0050	0.26	0.59	1190	173.33	526.67
2	0.3	1	12.8	0.0050	0.25	0.58	1180	166.67	426.67
3	0.3	1	12.8	0.0050	0.26	0.60	1180	173.33	506.67
4	0.3	1	12.7	0.0050	0.29	0.58	1170	193.33	580.00
5	0.3	1	13.2	0.0050	0.27	0.56	1220	180.00	560.00
<b>Jumlah</b>							<b>5940</b>	<b>886.67</b>	<b>1940.00</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1188.00</b>	<b>177.33</b>	<b>388.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>19.24</b>	<b>10.11</b>	<b>9.89</b>

**C 15 kGy**

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	6.1	0.0055	0.20	0.38	510	121.21	230.30
2	0.3	1	5.8	0.0050	0.23	0.36	480	153.33	240.00
3	0.3	1	6.1	0.0050	0.24	0.38	510	160.00	253.33
4	0.3	1	6.5	0.0055	0.22	0.39	550	133.33	236.36
5	0.3	1	6.3	0.0055	0.18	0.36	530	109.09	218.18
<b>Jumlah</b>							<b>2580</b>	<b>676.97</b>	<b>1178.18</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>516.00</b>	<b>135.39</b>	<b>235.64</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>26.08</b>	<b>21.36</b>	<b>12.90</b>

### C 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	5.5	0.0055	0.24	0.46	450	145.45	278.79
2	0.3	1	5.9	0.0050	0.22	0.38	490	146.67	253.33
3	0.3	1	5.5	0.0050	0.19	0.33	450	126.67	220.00
4	0.3	1	6.5	0.0050	0.21	0.36	550	140.00	240.00
5	0.3	1	6.8	0.0055	0.18	0.29	580	109.09	175.76
<b>Jumlah</b>							<b>2520</b>	<b>667.88</b>	<b>1167.88</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>504.00</b>	<b>133.58</b>	<b>233.58</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>58.99</b>	<b>15.82</b>	<b>38.74</b>

### C 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.4	0.0045	0.13	0.39	1040	96.30	288.89
2	0.3	1	11.8	0.0045	0.24	0.48	1080	177.78	503.70
3	0.3	1	11.7	0.0045	0.25	0.40	1070	185.19	296.30
4	0.3	1	11.4	0.0045	0.25	0.44	1040	185.19	474.07
5	0.3	1	11.2	0.0045	0.23	0.44	1020	170.37	474.07
<b>Jumlah</b>							<b>5250</b>	<b>814.81</b>	<b>1592.59</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1050.00</b>	<b>162.96</b>	<b>318.52</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>24.49</b>	<b>37.77</b>	<b>26.71</b>

### C 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.8	0.0045	0.13	0.33	1080	96.30	244.44
2	0.3	1	10.7	0.0045	0.12	0.26	970	88.89	192.59
3	0.3	1	12.2	0.0045	0.12	0.36	1120	88.89	266.67
4	0.3	1	11.3	0.0045	0.12	0.28	1030	88.89	207.41
5	0.3	1	12.5	0.0045	0.11	0.36	1150	81.48	266.67
<b>Jumlah</b>							<b>5350</b>	<b>444.44</b>	<b>1177.78</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1070.00</b>	<b>88.89</b>	<b>235.56</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>71.76</b>	<b>5.24</b>	<b>34.11</b>

### Untuk Type D

### D 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	5.5	0.0055	0.24	0.46	450	145.45	278.79
2	0.3	1	5.9	0.0050	0.22	0.38	490	146.67	253.33
3	0.3	1	5.5	0.0050	0.19	0.33	450	126.67	220.00
4	0.3	1	6.5	0.0050	0.21	0.36	550	140.00	240.00
5	0.3	1	6.8	0.0055	0.18	0.29	580	109.09	175.76
<b>Jumlah</b>							<b>2520</b>	<b>667.88</b>	<b>1167.88</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>504.00</b>	<b>133.58</b>	<b>233.58</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>58.99</b>	<b>15.82</b>	<b>38.74</b>

### D 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	5.5	0.0055	0.24	0.46	450	145.45	278.79
2	0.3	1	5.9	0.0050	0.22	0.38	490	146.67	253.33
3	0.3	1	5.5	0.0050	0.19	0.33	450	126.67	220.00
4	0.3	1	6.5	0.0050	0.21	0.36	550	140.00	240.00
5	0.3	1	6.8	0.0055	0.18	0.29	580	109.09	175.76
<b>Jumlah</b>							<b>2520</b>	<b>667.88</b>	<b>1167.88</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>504.00</b>	<b>133.58</b>	<b>233.58</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>58.99</b>	<b>15.82</b>	<b>38.74</b>

### D 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.4	0.0045	0.13	0.39	1040	96.30	288.89
2	0.3	1	11.8	0.0045	0.24	0.48	1080	177.78	503.70
3	0.3	1	11.7	0.0045	0.25	0.40	1070	185.19	296.30
4	0.3	1	11.4	0.0045	0.25	0.44	1040	185.19	474.07
5	0.3	1	11.2	0.0045	0.23	0.44	1020	170.37	474.07
<b>Jumlah</b>							<b>5250</b>	<b>814.81</b>	<b>1592.59</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1050.00</b>	<b>162.96</b>	<b>318.52</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>24.49</b>	<b>37.77</b>	<b>26.71</b>

### D 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	6.5	0.0055	0.12	0.15	550	72.73	90.91
2	0.3	1	6.1	0.0060	0.12	0.14	510	66.67	77.78
3	0.3	1	5.0	0.0060	0.12	0.13	400	66.67	72.22
4	0.3	1	3.8	0.0060	0.12	0.14	280	66.67	77.78
5	0.3	1	3.8	0.0055	0.10	0.12	280	60.61	72.73
<b>Jumlah</b>							<b>2020</b>	<b>333.33</b>	<b>391.41</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>404.00</b>	<b>66.67</b>	<b>78.28</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>125.82</b>	<b>4.29</b>	<b>7.54</b>

### D 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	5.8	0.0060	0.14	0.20	480	77.78	111.11
2	0.3	1	5.5	0.0050	0.12	0.14	450	80.00	93.33
3	0.3	1	5.3	0.0060	0.13	0.16	430	72.22	88.89
4	0.3	1	5.3	0.0060	0.13	0.15	430	72.22	83.33
5	0.3	1	5.5	0.0060	0.13	0.18	450	72.22	100.00
<b>Jumlah</b>							<b>2240</b>	<b>374.44</b>	<b>476.67</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>448.00</b>	<b>74.89</b>	<b>95.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>20.49</b>	<b>3.74</b>	<b>10.73</b>



## Lampiran 6

### 1 minggu penyimpanan untuk type A,B,C,D

Ket:

\* = Didapat langsung dari hasil pengukuran di laboratorium,

\*\* = Dihitung masing-masing menurut rumus kekuatan luluh, kekuatan tarik, dan perpanjangan putus.

### Type A

#### A 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	Eb (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	10.3	0.005	0.10	0.33	930	66.67	220.00
2	0.3	1	10.5	0.005	0.11	0.40	950	73.33	266.67
3	0.3	1	10.8	0.005	0.11	0.40	980	73.33	266.67
4	0.3	1	10.0	0.005	0.11	0.38	900	73.33	253.33
5	0.3	1	10.7	0.005	0.11	0.35	970	73.33	233.33
<b>Jumlah</b>							<b>4730</b>	<b>360.00</b>	<b>1240.00</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>946.00</b>	<b>72.00</b>	<b>248.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>32.09</b>	<b>2.98</b>	<b>20.76</b>

#### A 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	Eb (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	10.8	0.005	0.13	0.42	980	86.67	280.00
2	0.3	1	10.5	0.005	0.12	0.43	950	80.00	286.67
3	0.3	1	10.3	0.005	0.12	0.40	930	80.00	266.67
4	0.3	1	10.8	0.005	0.12	0.41	980	80.00	273.33
5	0.3	1	11.0	0.005	0.12	0.41	1000	80.00	273.33

<b>Jumlah</b>		<b>4840</b>	<b>406.67</b>	<b>1380.00</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>968.00</b>	<b>81.33</b>	<b>276.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>27.75</b>	<b>2.98</b>	<b>7.60</b>

#### A 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.0	0.005	0.13	0.45	1000	86.67	300.00
2	0.3	1	11.2	0.005	0.14	0.47	1020	93.33	313.33
3	0.3	1	11.8	0.005	0.13	0.43	1080	86.67	286.67
4	0.3	1	11.0	0.005	0.13	0.44	1000	86.67	293.33
5	0.3	1	11.3	0.005	0.13	0.44	1030	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>5130</b>	<b>440.00</b>	<b>1486.67</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1026.00</b>	<b>88.00</b>	<b>297.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>32.86</b>	<b>2.98</b>	<b>10.11</b>

#### A 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.2	0.005	0.12	0.44	1020	80.00	293.33
2	0.3	1	10.8	0.005	0.13	0.38	980	86.67	253.33
3	0.3	1	11.0	0.005	0.13	0.37	1000	86.67	246.67
4	0.3	1	11.3	0.005	0.12	0.40	1030	80.00	266.67
5	0.3	1	11.5	0.005	0.12	0.40	1050	80.00	266.67
<b>Jumlah</b>							<b>5080</b>	<b>413.33</b>	<b>1326.67</b>

<b>Rata-Rata</b>		<b>1016.00</b>	<b>82.67</b>	<b>265.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>27.02</b>	<b>3.65</b>	<b>17.89</b>

### A 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.7	0.005	0.12	0.40	1070	80.00	266.67
2	0.3	1	11.3	0.005	0.13	0.38	1030	86.67	253.33
3	0.3	1	10.8	0.005	0.12	0.37	980	80.00	246.67
4	0.3	1	11.0	0.005	0.12	0.39	1000	80.00	260.00
5	0.3	1	11.3	0.005	0.12	0.38	1030	80.00	253.33
<b>Jumlah</b>							<b>5110</b>	<b>406.67</b>	<b>1280.00</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1022.00</b>	<b>81.33</b>	<b>256.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>34.21</b>	<b>2.98</b>	<b>7.60</b>

### Type B

#### B 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	3.6	0.0055	0.14	0.28	260	84.85	169.70
2	0.3	1	3.3	0.0055	0.14	0.26	230	84.85	157.58
3	0.3	1	3.1	0.0050	0.14	0.27	210	93.33	180.00
4	0.3	1	3.9	0.0050	0.16	0.27	290	106.67	180.00
5	0.3	1	3.8	0.0050	0.14	0.31	280	93.33	206.67

<b>Jumlah</b>		<b>1270</b>	<b>463.03</b>	<b>893.94</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>254.00</b>	<b>92.61</b>	<b>178.79</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>33.62</b>	<b>8.93</b>	<b>18.12</b>

### B 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.1	0.0055	0.14	0.28	310	84.85	169.70
2	0.3	1	3.6	0.0050	0.14	0.28	260	93.33	186.67
3	0.3	1	3.9	0.0050	0.16	0.30	290	106.67	200.00
4	0.3	1	3.6	0.0050	0.13	0.27	260	86.67	180.00
5	0.3	1	4.3	0.0050	0.16	0.32	330	106.67	213.33
<b>Jumlah</b>							<b>1450</b>	<b>478.18</b>	<b>949.70</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>290.00</b>	<b>95.64</b>	<b>189.94</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>30.82</b>	<b>10.55</b>	<b>17.09</b>

### B 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.3	0.0050	0.14	0.32	330	93.33	213.33
2	0.3	1	4.4	0.0055	0.16	0.31	340	96.97	187.88
3	0.3	1	4.1	0.0050	0.14	0.30	310	93.33	200.00
4	0.3	1	4.5	0.0050	0.14	0.30	350	93.33	200.00
5	0.3	1	4.3	0.0050	0.16	0.30	330	106.67	200.00

<b>Jumlah</b>		<b>1660</b>	<b>483.64</b>	<b>1001.21</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>332.00</b>	<b>96.73</b>	<b>200.24</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>14.83</b>	<b>5.78</b>	<b>9.01</b>

### B 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	Lo* (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	Fy* (kg)	Fx* (kg)	Eb (%)**	Ys** (kg/cm <sup>2</sup> )	Ts** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.1	0.0050	0.16	0.34	310	106.67	226.67
2	0.3	1	4.5	0.0055	0.15	0.36	290	90.91	218.18
3	0.3	1	4.3	0.0055	0.16	0.34	330	96.97	206.06
4	0.3	1	4.3	0.0050	0.15	0.32	330	100.00	213.33
5	0.3	1	4.5	0.0050	0.16	0.32	310	106.67	213.33
<b>Jumlah</b>							<b>1670</b>	<b>501.21</b>	<b>1077.58</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>334.00</b>	<b>100.24</b>	<b>215.52</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>16.73</b>	<b>6.72</b>	<b>7.59</b>

### B 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	Lo* (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	Fy* (kg)	Fx* (kg)	Eb (%)**	Ys** (kg/cm <sup>2</sup> )	Ts** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.5	0.005	0.18	0.35	350	120.00	233.33
2	0.3	1	5.3	0.005	0.15	0.34	430	100.00	226.67
3	0.3	1	5.6	0.005	0.18	0.30	460	120.00	226.67
4	0.3	1	4.1	0.005	0.16	0.30	310	106.67	200.00
5	0.3	1	5.1	0.005	0.16	0.30	410	106.67	200.00
<b>Jumlah</b>							<b>1960</b>	<b>553.33</b>	<b>1086.67</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>392.00</b>	<b>110.67</b>	<b>212.00</b>

<b>Standar Deviasi</b>		<b>60.99</b>	<b>8.94</b>	<b>16.06</b>
------------------------	--	--------------	-------------	--------------

### Type C

#### C 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.8	0.0045	0.13	0.33	1080	96.30	244.44
2	0.3	1	10.7	0.0045	0.12	0.26	970	88.89	192.59
3	0.3	1	12.2	0.0045	0.12	0.36	1120	88.89	266.67
4	0.3	1	11.3	0.0045	0.12	0.28	1030	88.89	207.41
5	0.3	1	12.5	0.0045	0.11	0.36	1150	81.48	266.67
<b>Jumlah</b>							<b>5350</b>	<b>444.44</b>	<b>1177.78</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1070.00</b>	<b>88.89</b>	<b>235.56</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>71.76</b>	<b>5.24</b>	<b>34.11</b>

#### C 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	12.3	0.0040	0.11	0.30	1130	91.67	250.00
2	0.3	1	12.3	0.0040	0.12	0.31	1130	100.00	258.33
3	0.3	1	11.8	0.0040	0.12	0.33	1080	100.00	275.00
4	0.3	1	11.1	0.0040	0.10	0.31	1010	83.33	258.33
5	0.3	1	12.1	0.0040	0.10	0.27	1110	83.33	225.00
<b>Jumlah</b>							<b>5460</b>	<b>458.33</b>	<b>1266.67</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1092.00</b>	<b>91.67</b>	<b>253.33</b>

**C 20 kGy**

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	12.9	0.0050	0.26	0.59	1190	173.33	526.67
2	0.3	1	12.8	0.0050	0.25	0.58	1180	166.67	426.67
3	0.3	1	12.8	0.0050	0.26	0.60	1180	173.33	506.67
4	0.3	1	12.7	0.0050	0.29	0.58	1170	193.33	580.00
5	0.3	1	13.2	0.0050	0.27	0.56	1220	180.00	560.00
<b>Jumlah</b>							<b>5940</b>	<b>886.67</b>	<b>1940.00</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1188.00</b>	<b>177.33</b>	<b>388.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>19.24</b>	<b>10.11</b>	<b>9.89</b>

**C 25 kGy**

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.4	0.0045	0.13	0.39	1040	96.30	288.89
2	0.3	1	11.8	0.0045	0.24	0.48	1080	177.78	503.70
3	0.3	1	11.7	0.0045	0.25	0.40	1070	185.19	296.30
4	0.3	1	11.4	0.0045	0.25	0.44	1040	185.19	474.07
5	0.3	1	11.2	0.0045	0.23	0.44	1020	170.37	474.07
<b>Jumlah</b>							<b>5250</b>	<b>814.81</b>	<b>1592.59</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1050.00</b>	<b>162.96</b>	<b>318.52</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>24.49</b>	<b>37.77</b>	<b>26.71</b>

### C 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	12.8	0.0050	0.27	0.50	1180	180.00	480.00
2	0.3	1	12.7	0.0050	0.25	0.54	1170	166.67	520.00
3	0.3	1	12.7	0.0050	0.26	0.52	1170	173.33	526.67
4	0.3	1	13.2	0.0050	0.27	0.54	1220	180.00	513.33
5	0.3	1	12.4	0.0050	0.24	0.56	1140	160.00	420.00
<b>Jumlah</b>							<b>5880</b>	<b>860.00</b>	<b>1773.33</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1176.00</b>	<b>172.00</b>	<b>354.67</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>28.81</b>	<b>8.69</b>	<b>15.20</b>

### Untuk Type D

### D 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	5.5	0.0055	0.24	0.46	450	145.45	278.79
2	0.3	1	5.9	0.0050	0.22	0.38	490	146.67	253.33
3	0.3	1	5.5	0.0050	0.19	0.33	450	126.67	220.00
4	0.3	1	6.5	0.0050	0.21	0.36	550	140.00	240.00
5	0.3	1	6.8	0.0055	0.18	0.29	580	109.09	175.76
<b>Jumlah</b>							<b>2520</b>	<b>667.88</b>	<b>1167.88</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>504.00</b>	<b>133.58</b>	<b>233.58</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>58.99</b>	<b>15.82</b>	<b>38.74</b>



### D 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	5.5	0.0055	0.24	0.46	450	145.45	278.79
2	0.3	1	5.9	0.0050	0.22	0.38	490	146.67	253.33
3	0.3	1	5.5	0.0050	0.19	0.33	450	126.67	220.00
4	0.3	1	6.5	0.0050	0.21	0.36	550	140.00	240.00
5	0.3	1	6.8	0.0055	0.18	0.29	580	109.09	175.76
<b>Jumlah</b>							<b>2520</b>	<b>667.88</b>	<b>1167.88</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>504.00</b>	<b>133.58</b>	<b>233.58</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>58.99</b>	<b>15.82</b>	<b>38.74</b>

### D 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.4	0.0045	0.13	0.39	1040	96.30	288.89
2	0.3	1	11.8	0.0045	0.24	0.48	1080	177.78	503.70
3	0.3	1	11.7	0.0045	0.25	0.40	1070	185.19	296.30
4	0.3	1	11.4	0.0045	0.25	0.44	1040	185.19	474.07
5	0.3	1	11.2	0.0045	0.23	0.44	1020	170.37	474.07
<b>Jumlah</b>							<b>5250</b>	<b>814.81</b>	<b>1592.59</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1050.00</b>	<b>162.96</b>	<b>318.52</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>24.49</b>	<b>37.77</b>	<b>26.71</b>

### D 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	6.5	0.0055	0.12	0.15	550	72.73	90.91
2	0.3	1	6.1	0.0060	0.12	0.14	510	66.67	77.78
3	0.3	1	5.0	0.0060	0.12	0.13	400	66.67	72.22
4	0.3	1	3.8	0.0060	0.12	0.14	280	66.67	77.78
5	0.3	1	3.8	0.0055	0.10	0.12	280	60.61	72.73
<b>Jumlah</b>							<b>2020</b>	<b>333.33</b>	<b>391.41</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>404.00</b>	<b>66.67</b>	<b>78.28</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>125.82</b>	<b>4.29</b>	<b>7.54</b>

### D 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	5.8	0.0060	0.14	0.20	480	77.78	111.11
2	0.3	1	5.5	0.0050	0.12	0.14	450	80.00	93.33
3	0.3	1	5.3	0.0060	0.13	0.16	430	72.22	88.89
4	0.3	1	5.3	0.0060	0.13	0.15	430	72.22	83.33
5	0.3	1	5.5	0.0060	0.13	0.18	450	72.22	100.00
<b>Jumlah</b>							<b>2240</b>	<b>374.44</b>	<b>476.67</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>448.00</b>	<b>74.89</b>	<b>95.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>20.49</b>	<b>3.74</b>	<b>10.73</b>

## Lampiran 6

### 4 minggu penyimpanan untuk type A,B,C,D

Ket:

\* = Didapat langsung dari hasil pengukuran di laboratorium,

\*\* = Dihitung masing-masing menurut rumus kekuatan luluh, kekuatan tarik, dan perpanjangan putus.

### Type A

#### A 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	Eb (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	8.3	0.0055	0.14	0.47	730	84.85	284.85
2	0.3	1	8.5	0.0050	0.12	0.42	750	80.00	280.00
3	0.3	1	8.5	0.0050	0.13	0.43	750	86.67	286.67
4	0.3	1	8.7	0.0050	0.12	0.44	770	80.00	293.33
5	0.3	1	9.3	0.0055	0.12	0.41	830	72.73	248.48
<b>Jumlah</b>							<b>3830</b>	<b>404.24</b>	<b>1393.33</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>766.00</b>	<b>80.85</b>	<b>278.67</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>38.47</b>	<b>5.41</b>	<b>17.54</b>

#### A 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	Eb (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	10.3	0.0055	0.14	0.42	930	84.85	254.55
2	0.3	1	10.5	0.0050	0.14	0.49	950	93.33	326.67
3	0.3	1	10.6	0.0050	0.13	0.47	960	86.67	313.33

4	0.3	1	10.5	0.0050	0.12	0.43	950	80.00	286.67
5	0.3	1	10.5	0.0050	0.13	0.44	950	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>4740</b>	<b>431.52</b>	<b>1474.55</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>948.00</b>	<b>86.30</b>	<b>294.91</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>10.95</b>	<b>4.78</b>	<b>27.60</b>

### A 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	Eb (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	10.7	0.0050	0.14	0.46	970	93.33	306.67
2	0.3	1	10.8	0.0050	0.13	0.47	980	86.67	313.33
3	0.3	1	11.4	0.0050	0.13	0.44	1040	86.67	293.33
4	0.3	1	11.5	0.0050	0.13	0.44	1050	86.67	293.33
5	0.3	1	11.5	0.0050	0.13	0.44	1050	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>5090</b>	<b>440.00</b>	<b>1500.00</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1018.00</b>	<b>88.00</b>	<b>300.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>39.62</b>	<b>2.98</b>	<b>9.43</b>

### A 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	Eb (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.8	0.0050	0.14	0.48	1080	93.33	320.00
2	0.3	1	11.6	0.0050	0.14	0.44	1060	93.33	293.33
3	0.3	1	11.8	0.0050	0.13	0.46	1080	86.67	306.67
4	0.3	1	12.3	0.0050	0.13	0.45	1130	86.67	300.00
5	0.3	1	12.5	0.0050	0.13	0.46	1150	86.67	306.67

<b>Jumlah</b>		<b>5500</b>	<b>446.67</b>	<b>1526.67</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>1100.00</b>	<b>89.33</b>	<b>305.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>38.08</b>	<b>3.65</b>	<b>9.89</b>

### A 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.7	0.005	0.12	0.44	1070	80.00	293.33
2	0.3	1	11.4	0.005	0.14	0.44	1040	93.33	293.33
3	0.3	1	11.5	0.005	0.13	0.4	1050	86.67	266.67
4	0.3	1	11.8	0.005	0.13	0.46	1080	86.67	306.67
5	0.3	1	11.5	0.005	0.13	0.44	1050	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>5290</b>	<b>433.33</b>	<b>1453.33</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1058.00</b>	<b>86.67</b>	<b>290.67</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>16.43</b>	<b>4.71</b>	<b>14.61</b>

### Type B

#### B 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.3	0.005	0.19	0.32	330	126.67	213.33
2	0.3	1	4.0	0.005	0.19	0.32	300	126.67	213.33
3	0.3	1	4.3	0.005	0.17	0.39	330	113.33	260.00
4	0.3	1	4.1	0.005	0.17	0.30	310	113.33	200.00

5	0.3	1	4.4	0.005	0.18	0.32	340	120.00	213.33
<b>Jumlah</b>							<b>1610</b>	<b>600.00</b>	<b>1100.00</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>322.00</b>	<b>120.00</b>	<b>220.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>16.43</b>	<b>6.67</b>	<b>23.09</b>

### B 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.2	0.0055	0.18	0.33	320	109.09	200.00
2	0.3	1	4.7	0.0050	0.20	0.38	370	133.33	253.33
3	0.3	1	4.3	0.0050	0.20	0.38	330	133.33	253.33
4	0.3	1	4.2	0.0055	0.18	0.30	320	109.09	181.82
5	0.3	1	4.5	0.0050	0.18	0.31	350	120.00	206.67
<b>Jumlah</b>							<b>1690</b>	<b>604.85</b>	<b>1095.15</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>338.00</b>	<b>120.97</b>	<b>219.03</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>21.68</b>	<b>12.13</b>	<b>32.61</b>

### B 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.3	0.0050	0.19	0.34	330	126.67	226.67
2	0.3	1	4.3	0.0050	0.20	0.34	330	133.33	226.67
3	0.3	1	4.5	0.0055	0.18	0.34	350	109.09	206.06
4	0.3	1	4.5	0.0050	0.18	0.38	350	120.00	253.33

5	0.3	1	4.5	0.0050	0.18	0.36	350	120.00	240.00
<b>Jumlah</b>							<b>1710</b>	<b>609.09</b>	<b>1152.73</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>342.00</b>	<b>121.82</b>	<b>230.55</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>10.95</b>	<b>9.01</b>	<b>22.44</b>

### B 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.2	0.0050	0.19	0.29	320	126.67	193.33
2	0.3	1	4.5	0.0055	0.20	0.39	350	121.21	236.36
3	0.3	1	4.7	0.0055	0.20	0.39	370	121.21	236.36
4	0.3	1	4.7	0.0050	0.20	0.36	370	133.33	240.00
5	0.3	1	4.2	0.0050	0.18	0.34	320	120.00	226.67
<b>Jumlah</b>							<b>1730</b>	<b>622.42</b>	<b>1132.73</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>346.00</b>	<b>124.48</b>	<b>226.55</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>25.10</b>	<b>5.58</b>	<b>19.22</b>

### B 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.3	0.0055	0.16	0.34	330	96.97	206.06
2	0.3	1	4.6	0.0050	0.18	0.28	360	120.00	186.67
3	0.3	1	5.2	0.0050	0.18	0.34	420	120.00	226.67
4	0.3	1	4.5	0.0050	0.16	0.30	450	106.67	200.00
5	0.3	1	4.8	0.0050	0.16	0.30	380	106.67	200.00

<b>Jumlah</b>		<b>1840</b>	<b>550.30</b>	<b>1019.39</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>368.00</b>	<b>110.06</b>	<b>203.88</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>34.21</b>	<b>9.90</b>	<b>14.58</b>

### Type C

#### C 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	5.5	0.0055	0.24	0.46	450	145.45	278.79
2	0.3	1	5.9	0.0050	0.22	0.38	490	146.67	253.33
3	0.3	1	5.5	0.0050	0.19	0.33	450	126.67	220.00
4	0.3	1	6.5	0.0050	0.21	0.36	550	140.00	240.00
5	0.3	1	6.8	0.0055	0.18	0.29	580	109.09	175.76
<b>Jumlah</b>							<b>2520</b>	<b>667.88</b>	<b>1167.88</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>504.00</b>	<b>133.58</b>	<b>233.58</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>58.99</b>	<b>15.82</b>	<b>38.74</b>

#### C 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	10.8	0.005	0.13	0.42	980	86.67	280.00
2	0.3	1	10.5	0.005	0.12	0.43	950	80.00	286.67
3	0.3	1	10.3	0.005	0.12	0.40	930	80.00	266.67
4	0.3	1	10.8	0.005	0.12	0.41	980	80.00	273.33
5	0.3	1	11.0	0.005	0.12	0.41	1000	80.00	273.33



<b>Jumlah</b>		<b>4840</b>	<b>406.67</b>	<b>1380.00</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>968.00</b>	<b>81.33</b>	<b>276.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>27.75</b>	<b>2.98</b>	<b>7.60</b>

### C 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.0	0.005	0.13	0.45	1000	86.67	300.00
2	0.3	1	11.2	0.005	0.14	0.47	1020	93.33	313.33
3	0.3	1	11.8	0.005	0.13	0.43	1080	86.67	286.67
4	0.3	1	11.0	0.005	0.13	0.44	1000	86.67	293.33
5	0.3	1	11.3	0.005	0.13	0.44	1030	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>5130</b>	<b>440.00</b>	<b>1486.67</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1026.00</b>	<b>88.00</b>	<b>297.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>32.86</b>	<b>2.98</b>	<b>10.11</b>

### C 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.2	0.005	0.12	0.44	1020	80.00	293.33
2	0.3	1	10.8	0.005	0.13	0.38	980	86.67	253.33
3	0.3	1	11.0	0.005	0.13	0.37	1000	86.67	246.67
4	0.3	1	11.3	0.005	0.12	0.40	1030	80.00	266.67
5	0.3	1	11.5	0.005	0.12	0.40	1050	80.00	266.67
<b>Jumlah</b>							<b>5080</b>	<b>413.33</b>	<b>1326.67</b>

<b>Rata-Rata</b>		<b>1016.00</b>	<b>82.67</b>	<b>265.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>27.02</b>	<b>3.65</b>	<b>17.89</b>

### C 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.7	0.005	0.12	0.40	1070	80.00	266.67
2	0.3	1	11.3	0.005	0.13	0.38	1030	86.67	253.33
3	0.3	1	10.8	0.005	0.12	0.37	980	80.00	246.67
4	0.3	1	11.0	0.005	0.12	0.39	1000	80.00	260.00
5	0.3	1	11.3	0.005	0.12	0.38	1030	80.00	253.33
<b>Jumlah</b>							<b>5110</b>	<b>406.67</b>	<b>1280.00</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1022.00</b>	<b>81.33</b>	<b>256.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>34.21</b>	<b>2.98</b>	<b>7.60</b>

### Type D

#### D 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	8.3	0.0055	0.14	0.47	730	84.85	284.85
2	0.3	1	8.5	0.0050	0.12	0.42	750	80.00	280.00
3	0.3	1	8.5	0.0050	0.13	0.43	750	86.67	286.67
4	0.3	1	8.7	0.0050	0.12	0.44	770	80.00	293.33
5	0.3	1	9.3	0.0055	0.12	0.41	830	72.73	248.48
<b>Jumlah</b>							<b>3830</b>	<b>404.24</b>	<b>1393.33</b>

<b>Rata-Rata</b>		<b>766.00</b>	<b>80.85</b>	<b>278.67</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>38.47</b>	<b>5.41</b>	<b>17.54</b>

### D 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	10.3	0.0055	0.14	0.42	930	84.85	254.55
2	0.3	1	10.5	0.0050	0.14	0.49	950	93.33	326.67
3	0.3	1	10.6	0.0050	0.13	0.47	960	86.67	313.33
4	0.3	1	10.5	0.0050	0.12	0.43	950	80.00	286.67
5	0.3	1	10.5	0.0050	0.13	0.44	950	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>4740</b>	<b>431.52</b>	<b>1474.55</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>948.00</b>	<b>86.30</b>	<b>294.91</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>10.95</b>	<b>4.78</b>	<b>27.60</b>

### D 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	10.7	0.0050	0.14	0.46	970	93.33	306.67
2	0.3	1	10.8	0.0050	0.13	0.47	980	86.67	313.33
3	0.3	1	11.4	0.0050	0.13	0.44	1040	86.67	293.33
4	0.3	1	11.5	0.0050	0.13	0.44	1050	86.67	293.33
5	0.3	1	11.5	0.0050	0.13	0.44	1050	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>5090</b>	<b>440.00</b>	<b>1500.00</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1018.00</b>	<b>88.00</b>	<b>300.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>39.62</b>	<b>2.98</b>	<b>9.43</b>

### D 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.8	0.0050	0.14	0.48	1080	93.33	320.00
2	0.3	1	11.6	0.0050	0.14	0.44	1060	93.33	293.33
3	0.3	1	11.8	0.0050	0.13	0.46	1080	86.67	306.67
4	0.3	1	12.3	0.0050	0.13	0.45	1130	86.67	300.00
5	0.3	1	12.5	0.0050	0.13	0.46	1150	86.67	306.67
<b>Jumlah</b>							<b>5500</b>	<b>446.67</b>	<b>1526.67</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1100.00</b>	<b>89.33</b>	<b>305.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>38.08</b>	<b>3.65</b>	<b>9.89</b>

### D 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.7	0.005	0.12	0.44	1070	80.00	293.33
2	0.3	1	11.4	0.005	0.14	0.44	1040	93.33	293.33
3	0.3	1	11.5	0.005	0.13	0.4	1050	86.67	266.67
4	0.3	1	11.8	0.005	0.13	0.46	1080	86.67	306.67
5	0.3	1	11.5	0.005	0.13	0.44	1050	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>5290</b>	<b>433.33</b>	<b>1453.33</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1058.00</b>	<b>86.67</b>	<b>290.67</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>16.43</b>	<b>4.71</b>	<b>14.61</b>

## Lampiran 7

### 5 minggu penyimpanan untuk type A,B,C,D

Ket:

\* = Didapat langsung dari hasil pengukuran di laboratorium,

\*\* = Dihitung masing-masing menurut rumus kekuatan luluh, kekuatan tarik, dan perpanjangan putus.

### Type A

#### A 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	8.3	0.0055	0.14	0.47	730	84.85	284.85
2	0.3	1	8.5	0.0050	0.12	0.42	750	80.00	280.00
3	0.3	1	8.5	0.0050	0.13	0.43	750	86.67	286.67
4	0.3	1	8.7	0.0050	0.12	0.44	770	80.00	293.33
5	0.3	1	9.3	0.0055	0.12	0.41	830	72.73	248.48
<b>Jumlah</b>							<b>3830</b>	<b>404.24</b>	<b>1393.33</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>766.00</b>	<b>80.85</b>	<b>278.67</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>38.47</b>	<b>5.41</b>	<b>17.54</b>

#### A 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	10.3	0.0055	0.14	0.42	930	84.85	254.55
2	0.3	1	10.5	0.0050	0.14	0.49	950	93.33	326.67
3	0.3	1	10.6	0.0050	0.13	0.47	960	86.67	313.33
4	0.3	1	10.5	0.0050	0.12	0.43	950	80.00	286.67
5	0.3	1	10.5	0.0050	0.13	0.44	950	86.67	293.33

<b>Jumlah</b>		<b>4740</b>	<b>431.52</b>	<b>1474.55</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>948.00</b>	<b>86.30</b>	<b>294.91</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>10.95</b>	<b>4.78</b>	<b>27.60</b>

### A 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	10.7	0.0050	0.14	0.46	970	93.33	306.67
2	0.3	1	10.8	0.0050	0.13	0.47	980	86.67	313.33
3	0.3	1	11.4	0.0050	0.13	0.44	1040	86.67	293.33
4	0.3	1	11.5	0.0050	0.13	0.44	1050	86.67	293.33
5	0.3	1	11.5	0.0050	0.13	0.44	1050	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>5090</b>	<b>440.00</b>	<b>1500.00</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1018.00</b>	<b>88.00</b>	<b>300.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>39.62</b>	<b>2.98</b>	<b>9.43</b>

### A 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.8	0.0050	0.14	0.48	1080	93.33	320.00
2	0.3	1	11.6	0.0050	0.14	0.44	1060	93.33	293.33
3	0.3	1	11.8	0.0050	0.13	0.46	1080	86.67	306.67
4	0.3	1	12.3	0.0050	0.13	0.45	1130	86.67	300.00
5	0.3	1	12.5	0.0050	0.13	0.46	1150	86.67	306.67
<b>Jumlah</b>							<b>5500</b>	<b>446.67</b>	<b>1526.67</b>

<b>Rata-Rata</b>		<b>1100.00</b>	<b>89.33</b>	<b>305.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>38.08</b>	<b>3.65</b>	<b>9.89</b>

### A 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.7	0.005	0.12	0.44	1070	80.00	293.33
2	0.3	1	11.4	0.005	0.14	0.44	1040	93.33	293.33
3	0.3	1	11.5	0.005	0.13	0.4	1050	86.67	266.67
4	0.3	1	11.8	0.005	0.13	0.46	1080	86.67	306.67
5	0.3	1	11.5	0.005	0.13	0.44	1050	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>5290</b>	<b>433.33</b>	<b>1453.33</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1058.00</b>	<b>86.67</b>	<b>290.67</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>16.43</b>	<b>4.71</b>	<b>14.61</b>

### Type B

#### B 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.3	0.005	0.19	0.32	330	126.67	213.33
2	0.3	1	4.0	0.005	0.19	0.32	300	126.67	213.33
3	0.3	1	4.3	0.005	0.17	0.39	330	113.33	260.00
4	0.3	1	4.1	0.005	0.17	0.30	310	113.33	200.00
5	0.3	1	4.4	0.005	0.18	0.32	340	120.00	213.33

<b>Jumlah</b>		<b>1610</b>	<b>600.00</b>	<b>1100.00</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>322.00</b>	<b>120.00</b>	<b>220.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>16.43</b>	<b>6.67</b>	<b>23.09</b>

### B 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.2	0.0055	0.18	0.33	320	109.09	200.00
2	0.3	1	4.7	0.0050	0.20	0.38	370	133.33	253.33
3	0.3	1	4.3	0.0050	0.20	0.38	330	133.33	253.33
4	0.3	1	4.2	0.0055	0.18	0.30	320	109.09	181.82
5	0.3	1	4.5	0.0050	0.18	0.31	350	120.00	206.67
<b>Jumlah</b>							<b>1690</b>	<b>604.85</b>	<b>1095.15</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>338.00</b>	<b>120.97</b>	<b>219.03</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>21.68</b>	<b>12.13</b>	<b>32.61</b>

### B 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.3	0.0050	0.19	0.34	330	126.67	226.67
2	0.3	1	4.3	0.0050	0.20	0.34	330	133.33	226.67
3	0.3	1	4.5	0.0055	0.18	0.34	350	109.09	206.06
4	0.3	1	4.5	0.0050	0.18	0.38	350	120.00	253.33
5	0.3	1	4.5	0.0050	0.18	0.36	350	120.00	240.00



<b>Jumlah</b>		<b>1710</b>	<b>609.09</b>	<b>1152.73</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>342.00</b>	<b>121.82</b>	<b>230.55</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>10.95</b>	<b>9.01</b>	<b>22.44</b>

### B 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.2	0.0050	0.19	0.29	320	126.67	193.33
2	0.3	1	4.5	0.0055	0.20	0.39	350	121.21	236.36
3	0.3	1	4.7	0.0055	0.20	0.39	370	121.21	236.36
4	0.3	1	4.7	0.0050	0.20	0.36	370	133.33	240.00
5	0.3	1	4.2	0.0050	0.18	0.34	320	120.00	226.67
<b>Jumlah</b>							<b>1730</b>	<b>622.42</b>	<b>1132.73</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>346.00</b>	<b>124.48</b>	<b>226.55</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>25.10</b>	<b>5.58</b>	<b>19.22</b>

### B 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	4.3	0.0055	0.16	0.34	330	96.97	206.06
2	0.3	1	4.6	0.0050	0.18	0.28	360	120.00	186.67
3	0.3	1	5.2	0.0050	0.18	0.34	420	120.00	226.67
4	0.3	1	4.5	0.0050	0.16	0.30	450	106.67	200.00
5	0.3	1	4.8	0.0050	0.16	0.30	380	106.67	200.00

<b>Jumlah</b>		<b>1840</b>	<b>550.30</b>	<b>1019.39</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>368.00</b>	<b>110.06</b>	<b>203.88</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>34.21</b>	<b>9.90</b>	<b>14.58</b>

### Type C

#### C 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	5.5	0.0055	0.24	0.46	450	145.45	278.79
2	0.3	1	5.9	0.0050	0.22	0.38	490	146.67	253.33
3	0.3	1	5.5	0.0050	0.19	0.33	450	126.67	220.00
4	0.3	1	6.5	0.0050	0.21	0.36	550	140.00	240.00
5	0.3	1	6.8	0.0055	0.18	0.29	580	109.09	175.76
<b>Jumlah</b>							<b>2520</b>	<b>667.88</b>	<b>1167.88</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>504.00</b>	<b>133.58</b>	<b>233.58</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>58.99</b>	<b>15.82</b>	<b>38.74</b>

#### C 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	10.8	0.005	0.13	0.42	980	86.67	280.00
2	0.3	1	10.5	0.005	0.12	0.43	950	80.00	286.67
3	0.3	1	10.3	0.005	0.12	0.40	930	80.00	266.67
4	0.3	1	10.8	0.005	0.12	0.41	980	80.00	273.33
5	0.3	1	11.0	0.005	0.12	0.41	1000	80.00	273.33

<b>Jumlah</b>		<b>4840</b>	<b>406.67</b>	<b>1380.00</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>968.00</b>	<b>81.33</b>	<b>276.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>27.75</b>	<b>2.98</b>	<b>7.60</b>

### C 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.0	0.005	0.13	0.45	1000	86.67	300.00
2	0.3	1	11.2	0.005	0.14	0.47	1020	93.33	313.33
3	0.3	1	11.8	0.005	0.13	0.43	1080	86.67	286.67
4	0.3	1	11.0	0.005	0.13	0.44	1000	86.67	293.33
5	0.3	1	11.3	0.005	0.13	0.44	1030	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>5130</b>	<b>440.00</b>	<b>1486.67</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1026.00</b>	<b>88.00</b>	<b>297.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>32.86</b>	<b>2.98</b>	<b>10.11</b>

### C 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.2	0.005	0.12	0.44	1020	80.00	293.33
2	0.3	1	10.8	0.005	0.13	0.38	980	86.67	253.33
3	0.3	1	11.0	0.005	0.13	0.37	1000	86.67	246.67
4	0.3	1	11.3	0.005	0.12	0.40	1030	80.00	266.67
5	0.3	1	11.5	0.005	0.12	0.40	1050	80.00	266.67
<b>Jumlah</b>							<b>5080</b>	<b>413.33</b>	<b>1326.67</b>

<b>Rata-Rata</b>		<b>1016.00</b>	<b>82.67</b>	<b>265.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>27.02</b>	<b>3.65</b>	<b>17.89</b>

### C 30 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.7	0.005	0.12	0.40	1070	80.00	266.67
2	0.3	1	11.3	0.005	0.13	0.38	1030	86.67	253.33
3	0.3	1	10.8	0.005	0.12	0.37	980	80.00	246.67
4	0.3	1	11.0	0.005	0.12	0.39	1000	80.00	260.00
5	0.3	1	11.3	0.005	0.12	0.38	1030	80.00	253.33
<b>Jumlah</b>							<b>5110</b>	<b>406.67</b>	<b>1280.00</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1022.00</b>	<b>81.33</b>	<b>256.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>34.21</b>	<b>2.98</b>	<b>7.60</b>

### Type D

### D 10 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	8.3	0.0055	0.14	0.47	730	84.85	284.85
2	0.3	1	8.5	0.0050	0.12	0.42	750	80.00	280.00
3	0.3	1	8.5	0.0050	0.13	0.43	750	86.67	286.67
4	0.3	1	8.7	0.0050	0.12	0.44	770	80.00	293.33
5	0.3	1	9.3	0.0055	0.12	0.41	830	72.73	248.48
<b>Jumlah</b>							<b>3830</b>	<b>404.24</b>	<b>1393.33</b>

<b>Rata-Rata</b>		<b>766.00</b>	<b>80.85</b>	<b>278.67</b>
<b>Standar Deviasi</b>		<b>38.47</b>	<b>5.41</b>	<b>17.54</b>

### D 15 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	10.3	0.0055	0.14	0.42	930	84.85	254.55
2	0.3	1	10.5	0.0050	0.14	0.49	950	93.33	326.67
3	0.3	1	10.6	0.0050	0.13	0.47	960	86.67	313.33
4	0.3	1	10.5	0.0050	0.12	0.43	950	80.00	286.67
5	0.3	1	10.5	0.0050	0.13	0.44	950	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>4740</b>	<b>431.52</b>	<b>1474.55</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>948.00</b>	<b>86.30</b>	<b>294.91</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>10.95</b>	<b>4.78</b>	<b>27.60</b>

### D 20 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	F <sub>y</sub> * (kg)	F <sub>x</sub> * (kg)	E <sub>b</sub> (%)**	Y <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> ** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	10.7	0.0050	0.14	0.46	970	93.33	306.67
2	0.3	1	10.8	0.0050	0.13	0.47	980	86.67	313.33
3	0.3	1	11.4	0.0050	0.13	0.44	1040	86.67	293.33
4	0.3	1	11.5	0.0050	0.13	0.44	1050	86.67	293.33
5	0.3	1	11.5	0.0050	0.13	0.44	1050	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>5090</b>	<b>440.00</b>	<b>1500.00</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1018.00</b>	<b>88.00</b>	<b>300.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>39.62</b>	<b>2.98</b>	<b>9.43</b>

### D 25 kGy

No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	Fy* (kg)	Fx* (kg)	Eb (%)**	Ys** (kg/cm <sup>2</sup> )	Ts** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.8	0.0050	0.14	0.48	1080	93.33	320.00
2	0.3	1	11.6	0.0050	0.14	0.44	1060	93.33	293.33
3	0.3	1	11.8	0.0050	0.13	0.46	1080	86.67	306.67
4	0.3	1	12.3	0.0050	0.13	0.45	1130	86.67	300.00
5	0.3	1	12.5	0.0050	0.13	0.46	1150	86.67	306.67
<b>Jumlah</b>							<b>5500</b>	<b>446.67</b>	<b>1526.67</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1100.00</b>	<b>89.33</b>	<b>305.33</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>38.08</b>	<b>3.65</b>	<b>9.89</b>

### D 30 kGy

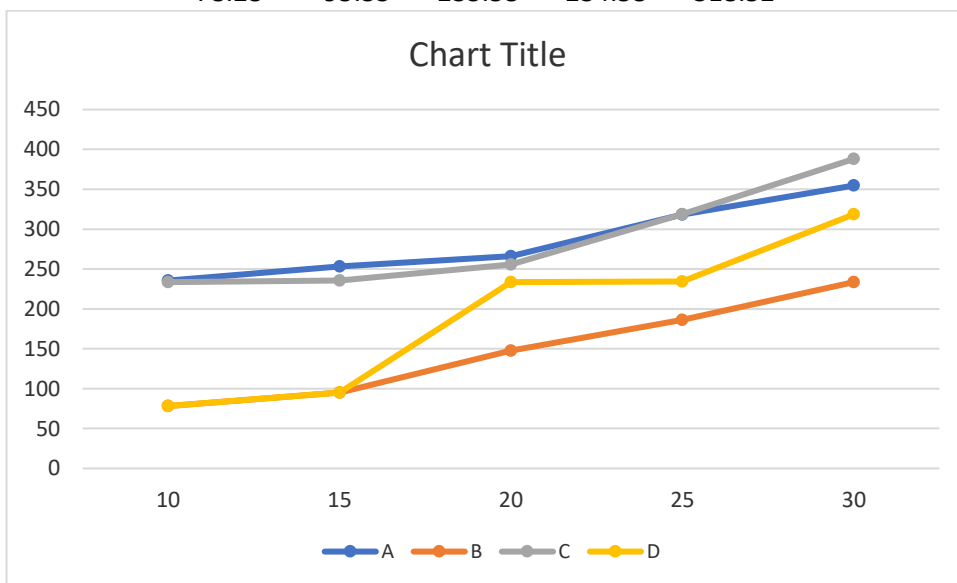
No.	Lebar* (cm)	L <sub>0</sub> * (cm)	L* (cm)	Tebal* (cm)	Fy* (kg)	Fx* (kg)	Eb (%)**	Ys** (kg/cm <sup>2</sup> )	Ts** (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.3	1	11.7	0.005	0.12	0.44	1070	80.00	293.33
2	0.3	1	11.4	0.005	0.14	0.44	1040	93.33	293.33
3	0.3	1	11.5	0.005	0.13	0.4	1050	86.67	266.67
4	0.3	1	11.8	0.005	0.13	0.46	1080	86.67	306.67
5	0.3	1	11.5	0.005	0.13	0.44	1050	86.67	293.33
<b>Jumlah</b>							<b>5290</b>	<b>433.33</b>	<b>1453.33</b>
<b>Rata-Rata</b>							<b>1058.00</b>	<b>86.67</b>	<b>290.67</b>
<b>Standar Deviasi</b>							<b>16.43</b>	<b>4.71</b>	<b>14.61</b>

## Lampiran 8

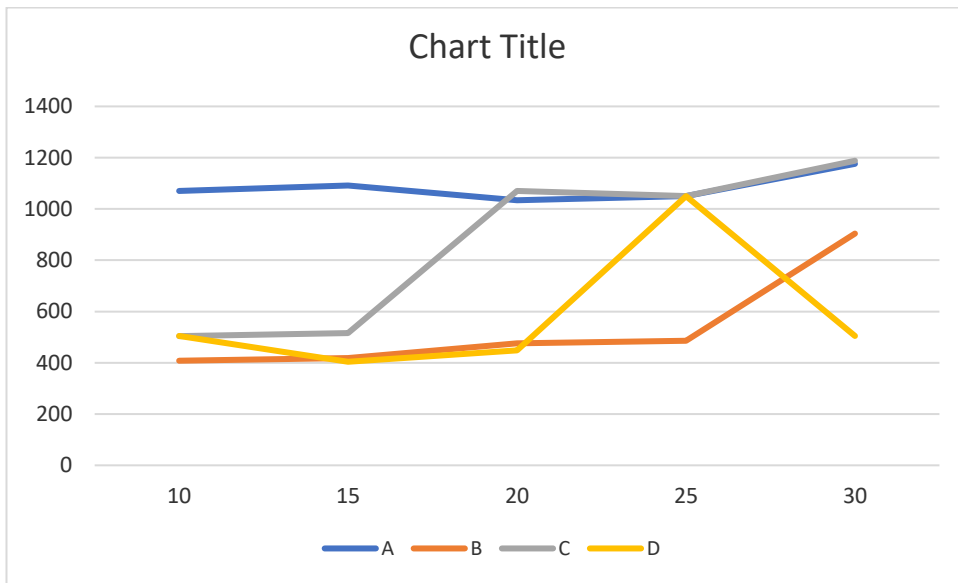
### Grafik menggunakan excel

#### Untuk Waktu simpan 0 minggu

	10	15	20	25	30
A	235.56	253.33	266.07	318.5	354.67
B	78.26	95.33	147.88	186.42	233.58
C	233.58	235.56	255.67	318.52	388
D	78.28	95.33	233.58	234.58	318.52

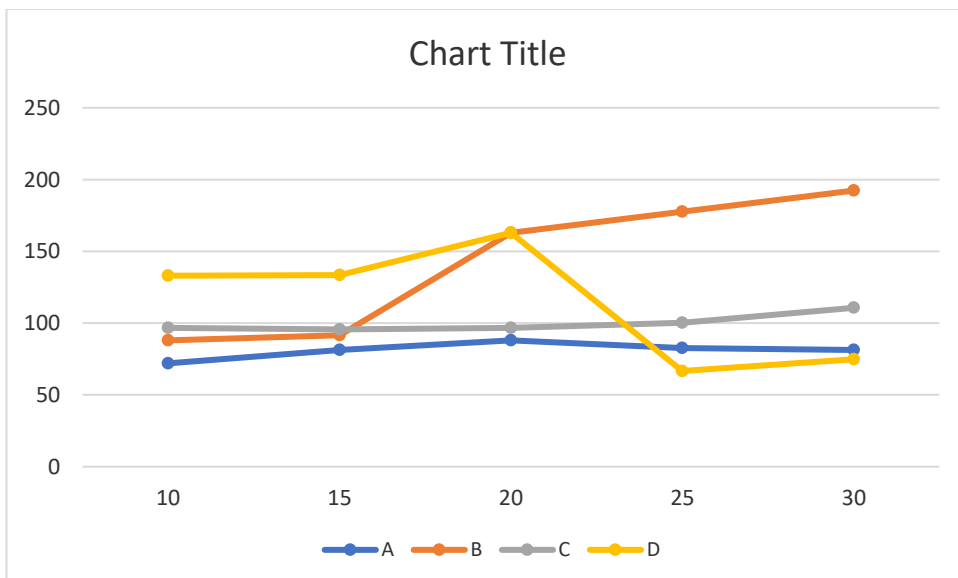


	10	15	20	25	30
A	1070	1092	1034	1050	1176
B	408	418	476	486	904
C	504	516	1070	1050	1188
D	504	404	448	1050	504



**Untuk 1 minggu penyimpanan**

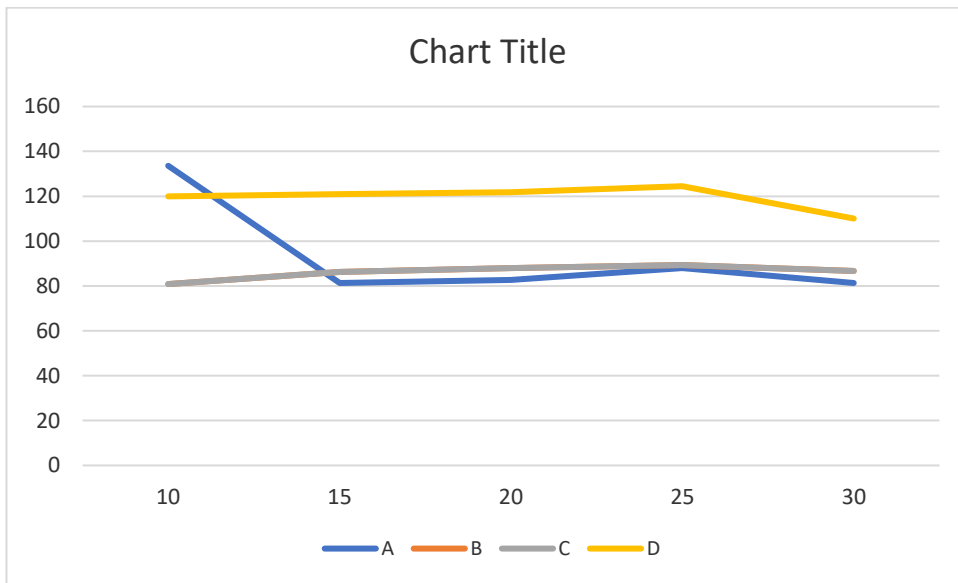
	10	15	20	25	30
A	72	81.33	88	82.67	81.33
B	88	91.67	162.97	177.67	192.37
C	96.73	95.64	96.73	100.24	110.67
D	133	133.58	162.96	66.67	74.89



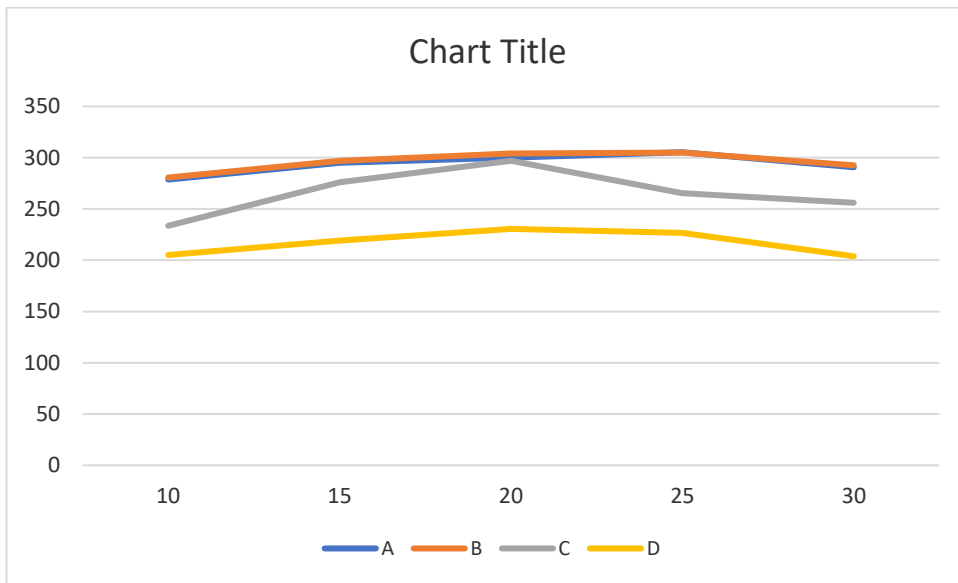


**Untuk 4 minggu penyimpanan**

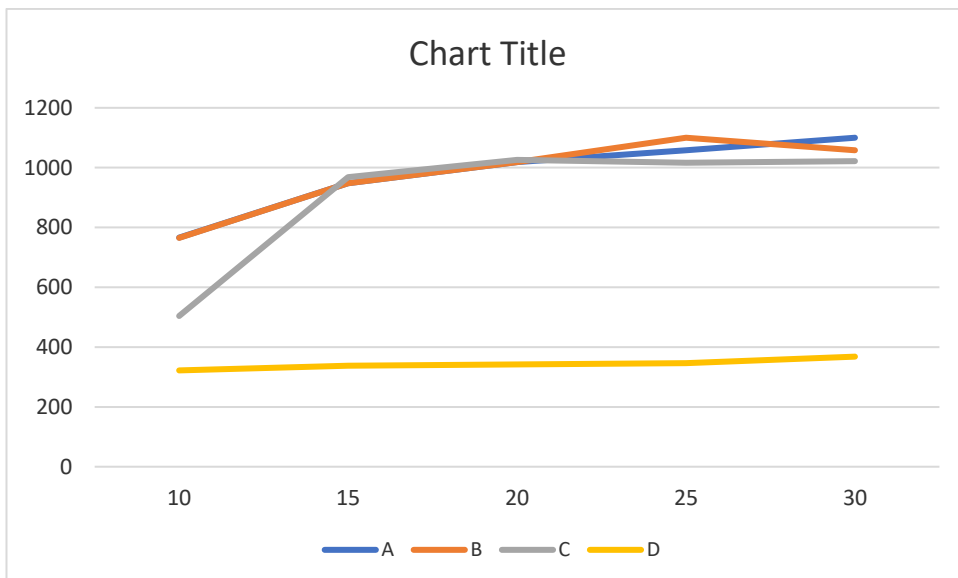
	10	15	20	25	30
A	133.58	81.33	82.67	88	81.33
B	80.85	86.3	88	89.33	86.67
C	80.85	86.31	88	89.33	86.67
D	120	120.97	121.82	124.48	110.06



	10	15	20	25	30
A	278.67	294.9	300	305.33	290.67
B	280.67	296.91	304	305	292.67
C	233.58	276	297	265.33	256
D	205	219.03	230.55	226.55	203.88

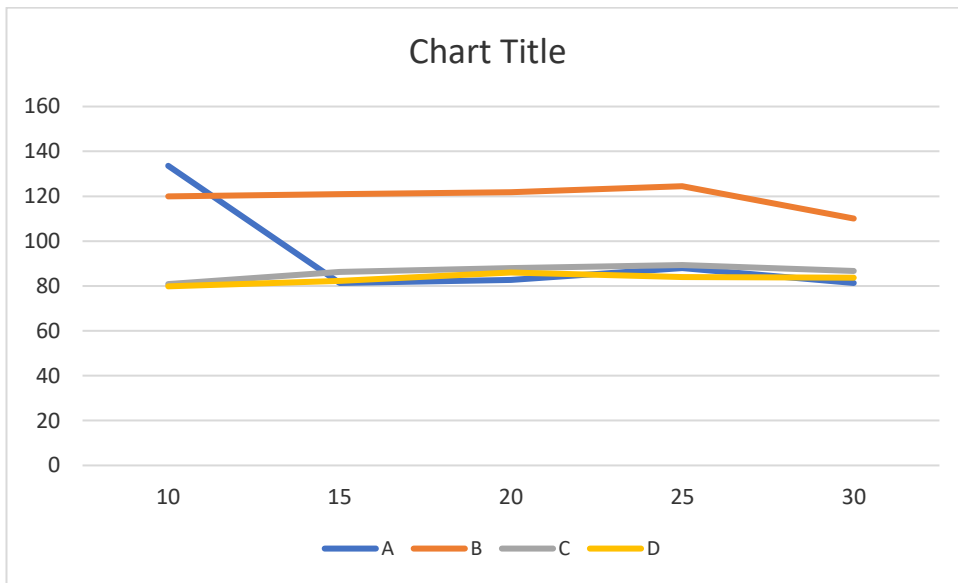


	10	15	20	25	30
A	766	948	1018	1058	1100
B	765.16	948.01	1018	1100	1058
C	504	968.01	1026	1016	1022
D	322	338	342	346	368



**Untuk penyimpanan 5 minggu**

	10	15	20	25	30
A	133.58	81.33	82.67	88	81.33
B	120	120.97	121.82	124.48	110.06
C	80.85	86.31	88	89.33	86.67
D	79.85	82.3	86	84	83.67



**Lampiran 8 : Foto Alat Uji Tarik, Strograph R-1**



**Lampiran 9**  
**Bahan Uji coba**











## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Drs Y.Soenarto , M.Si  
NIDN : 0028125501  
Pangkat /Golongan : Lektor Kepala  
Jabatan Fungsional : -  
Alamat : Jl Limau II Kebayoran baru Jakarta Selatan

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya dengan judul  
“ PENGARUH IKATAN KIMIA DENGAN PAPARAN DOSIS IRRADIASI GAMMA DAN  
WAKTU SIMPAN TERHADAP UJI TARIK DAN BATAS LULUH PLASTIK  
PENGEMAS HDPE “


Yang diusulkan dalaam skim penelitian dasar unggulan perguruan tinggi tahun  
anggaran 2018 bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga /  
sumber dana lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidak sesuai dengan pernyataan ini, maka  
saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan  
mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar -  
benarnya.

Jakarta, 15 April 2017

Mengetahui ,  
Ketua Lembaga Penelitian

  
*Suswandari*  
Prof. Dr. Suswandari ,M.Pd  
Nidn 0020116601

Yang menyatakan,

  
Drs Y.Soenarto , M.Si  
Nidn 0028125501