

**TUGAS AKHIR – TL184834**

**PENGARUH GEL *ALOE VERA* PADA GEL METIL  
SELULOSA/*ALOE VERA AQUEOUS MIXTURE* TERHADAP  
TRANSMITANSI DAN GAIN ULTRASONIK UNTUK  
APLIKASI KUPLAN BERBASIS AIR**

**BAGUS CAHYO KUNCORO**  
NRP. 0251184000054

Dosen Pembimbing

**Dr. Eng. Hosta Ardhyanta, S.T., M.Sc**  
NIP. 19801207200501104

**Azzah Dyah Pramata S.T.,M.T., M.Eng.,Ph.D**  
NIP. 1992202012023

**Program Studi Teknik Material**  
Departemen Teknik Material dan Metalurgi  
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2022





**TUGAS AKHIR – TL184834**

**PENGARUH GEL *ALOE VERA* PADA GEL METIL  
SELULOSA/*ALOE VERA AQUEOUS MIXTURE* TERHADAP  
TRANSMITANSI DAN GAIN ULTRASONIK UNTUK  
APLIKASI KUPLAN BERBASIS AIR**

**BAGUS CAHYO KUNCORO**  
NRP. 0251184000054

Dosen Pembimbing  
**Dr. Eng. Hosta Ardhyanta, S.T., M.Sc**  
NIP. 19801207200501104  
**Azzah Dyah Pramata S.T.,M.T., M.Eng.,Ph.D**  
NIP. 1992202012023

**Program Studi Teknik Material**  
Departemen Teknik Material dan Metalurgi  
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2022

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



**FINAL PROJECT – TL184834**

**THE EFFECT OF ALOE VERA GEL ON METHYL  
CELLULOSE/ALOE VERA AQUEOUS MIXTURE GEL ON  
ULTRASONIC TRANSMISSION AND GAIN FOR WATER-  
BASED COUPLANT APPLICATIONS**

**BAGUS CAHYO KUNCORO**  
NRP. 0251184000054

Advisor

**Dr. Eng. Hosta Ardhyanta, S.T., M.Sc**  
NIP. 19801207200501104

**Azzah Dyah Pramata S.T.,M.T., M.Eng.,Ph.D**  
NIP. 1992202012023

**Study Program of Materials Engineering**  
Departement of Materials and Metallurgical Engineering  
Faculty of Industrial Technology and System Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2022

*(This page is intentionally blank)*

## LEMBAR PENGESAHAN

### **PENGARUH GEL *ALOE VERA* PADA GEL METIL SELULOSA/*ALOE VERA* *AQUEOUS MIXTURE* TERHADAP TRANSMITANSI DAN GAIN ULTRASONIK UNTUK APLIKASI KUPLAN BERBASIS AIR**

#### **TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi S-1 Teknik Material  
Departemen Teknik Material dan Metalurgi  
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **BAGUS CAHYO KUNCORO**  
NRP. 0251184000054

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Eng. Hosta Ardhyananta, S.T., M.Sc



Pembimbing

2. Azzah Dyah Pramata S.T.,M.T., M.Eng.,Ph.D



Ko-Pembimbing

3. Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., PhD



Penguji

4. Tubagus Noor Rohmannudin, S.T., M.Sc



Penguji



**SURABAYA**  
**Juli, 2022**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



# APPROVAL SHEET

## THE EFFECT OF ALOE VERA GEL ON METHYL CELLULOSE/ALOE VERA AQUEOUS MIXTURE GEL ON ULTRASONIC TRANSMISSION AND GAIN FOR WATER-BASED COUPLAND APPLICATIONS

### FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements  
for obtaining a degree of bachelor of engineering at  
Undergraduate Study Program of Materials Engineering  
Departement of Materials and Metallurgical Engineering  
Faculty of Industrial Technology and System Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember


By : **BAGUS CAHYO KUNCORO**  
NRP. 0251184000054

Approved by Final Project Examiner Team :

1. Dr. Eng. Hosta Ardhyanta, S.T., M.Sc

  
Advisor

2. Azzah Dyah Pramata S.T.,M.T., M.Eng.,Ph.D

  
Co-Advisor

3. Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., PhD

  
Examiner

4. Tubagus Noor Rohmannudin, S.T., M.Sc

  
Examiner



**SURABAYA**  
July, 2022

*(This page is intentionally blank)*

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa/NRP : Bagus Cahyo Kuncoro/02511840000054  
Departemen : Teknik Material dan Metalurgi FTIRS-ITS  
Dosen Pembimbing/NIP : 1. Dr. Eng. Hosta Ardhyanta, S.T., M.Sc  
2. Azzah Dyah Pramata S.T.,M.T., M.Eng.,Ph.D

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "PENGARUH GEL *ALOE VERA* PADA GEL METIL SELULOSA/*ALOE VERA AQUEOUS MIXTURE* TERHADAP TRANSMITANSI DAN GAIN ULTRASONIK UNTUK APLIKASI KUPLAN BERBASIS AIR" adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 20 Juli 2022

Mengetahui  
Dosen Pembimbing



(Dr. Eng. Hosta Ardhyanta, S.T., M.Sc)  
NIP. 19801207200501104

Mahasiswa



(Bagus Cahyo Kuncoro)  
NRP. 02511840000054

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student/NRP : Bagus Cahyo Kuncoro/02511840000054  
Departement : Teknik Material dan Metalurgi FTIRS-ITS  
Advisor/NIP : 1. Dr. Eng. Hosta Ardhyanta, S.T., M.Sc  
2. Azzah Dyah Pramata S.T.,M.T., M.Eng.,Ph.D

Hereby declare that the Final Project with the title of "THE EFFECT OF ALOE VERA GEL ON METHYL CELLULOSE/ALOE VERA AQUEOUS MIXTURE GEL ON ULTRASONIC TRANSMISSION AND GAIN FOR WATER-BASED COUPLAND APPLICATIONS" is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing..

If in the future there is a discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Acknowledged  
Advisor



(Dr. Eng. Hosta Ardhyanta, S.T., M.Sc)  
NIP. 19801207200501104

Surabaya, 20 Juli 2022

Student



(Bagus Cahyo Kuncoro)  
NRP. 02511840000054

*(This page is intentionally blank)*

**PENGARUH GEL *ALOE VERA* PADA GEL METIL SELULOSA/*ALOE VERA*  
*AQUEOUS MIXTURE* TERHADAP TRANSMITANSI DAN GAIN ULTRASONIK  
UNTUK APLIKASI KUPLAN BERBASIS AIR**

**Nama Mahasiswa / NRP** : Bagus Cahyo Kuncoro / 02511840000054  
**Departemen** : Teknik Material dan Metalurgi FTIRS-ITS  
**Dosen Pembimbing** : 1. Dr. Eng. Hosta Ardhyanta, S.T., M.Sc  
2. Azzah Dyah Pramata S.T.,M.T., M.Eng.,Ph.D

**Abstrak**

Pada uji ultrasonik, ketika transducer diaplikasikan langsung terhadap material uji tanpa adanya medium perantara akan menghasilkan refleksi gelombang suaraw. Penggunaan kuplan dapat menjadi solusi karena dapat menjadi media penghantar gelombang suara dari transducer ke material uji sehingga transducer dapat membaca gelombang suara yang dipantulkan. Air dapat digunakan sebagai kuplan, namun memiliki kekurangan terkait gain yang dihasilkan, viskositas dan kemampuan tahan korosi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi gel *Aloe Vera* terhadap transmitansi ultrasonik yang dihasilkan oleh masing-masing kuplan Metil Selulosa/*Aloe Vera* berbasis air serta menganalisis gain (sensitivitas) yang dihasilkan oleh masing-masing kuplan Metil Selulosa/*Aloe Vera* berbasis air. Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan material kuplan Air/Metil Selulosa/*Aloe Vera* (H<sub>2</sub>O/MC/AV) dengan Metil Selulosa sebagai *thickener/crosslinker* dan *Aloe Vera* sebagai peningkat impedansi akustik. Metode yang digunakan adalah gelasi (*gelation*). Dalam penelitian ini dianalisis pengaruh konsentrasi (%wt) Metil Selulosa dengan *Aloe Vera* adalah 4:0; 3:1; 2:2; 1:3; 0:4 terhadap transmitansi dan nilai gain yang dihasilkan pada pengujian ultrasonik. Pengujian yang dilakukan adalah FTIR, Visual, Densitas, Cepat Rambat Ultrasonik, dan Uji Ultrasonik. Hasil analisis menunjukkan kenaikan konsentrasi *Aloe Vera* menurunkan transmitansi ultrasonik dengan nilai terendah adalah H<sub>2</sub>O/MC0%/AV4% yaitu 0,3392 dan untuk nilai gain (sensitivitas) menunjukkan dengan kenaikan konsentrasi *Aloe Vera* meningkatkan gain (sensitivitas) dengan nilai terbaik adalah H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0% yaitu 13,5 dB.

**Kata Kunci:** *Kuplan, Metil Selulosa, Aloe Vera*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



# THE EFFECT OF ALOE VERA GEL ON METHYL CELLULOSE/ALOE VERA AQUEOUS MIXTURE GEL ON ULTRASONIC TRANSMISSION AND GAIN FOR WATER-BASED COUPLANT APPLICATIONS

**Student Name / NRP** : Bagus Cahyo Kuncoro / 02511840000054  
**Departement** : Teknik Material dan Metalurgi FTIRS-ITS  
**Advisor** : 1. Dr. Eng. Hosta Ardhyanta, S.T., M.Sc  
2. Azzah Dyah Pramata S.T.,M.T., M.Eng.,Ph.D

## Abstract

In ultrasonic testing, when the transducer is applied directly to the test material without the presence of an intermediate medium, it will produce sound wave reflections. The use of a couplant can be a solution because it can be a medium for conducting sound waves from the transducer to the test material so that the transducer can read the reflected sound waves. Water can be used as a couplant, but has disadvantages related to the resulting gain, viscosity and corrosion resistance ability. This study aimed to analyze the effect of *Aloe Vera* gel concentration on the ultrasonic transmittance produced by each water-based Methyl Cellulose/*Aloe Vera* coupler and to analyze the gain (sensitivity) produced by each water-based Methyl Cellulose/*Aloe Vera* coupler. In this research, the material of Water/Methyl Cellulose/*Aloe Vera* (H<sub>2</sub>O/MC/AV) couplant was made using Methyl Cellulose as a thickener/crosslinker and *Aloe Vera* as an acoustic impedance enhancer. The method used is gelation. In this study, the effect of concentration (% wt) of Methyl Cellulose with *Aloe Vera* was analyzed at 4:0; 3:1; 2:2; 1:3; 0:4 on the transmittance and gain value generated in ultrasonic testing. The tests carried out are FTIR, Visual, Density, Ultrasonic Speed Propage, and Ultrasonic Test. The results of the analysis show that increasing the concentration of *Aloe Vera* decreases ultrasonic transmittance with the lowest value being H<sub>2</sub>O/MC0%/AV4%, which is 0.3392 and for the gain value (sensitivity) it shows that increasing the concentration of *Aloe Vera* increases the gain (sensitivity) with the best value being H<sub>2</sub>O/MC4 %/AV0% ie 13.5 dB.

**Keywords:** *Couplant, Methyl Cellulose, Aloe Vera*

*(This page is intentionally blank)*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir yang berjudul “PENGARUH GEL *ALOE VERA* PADA GEL METIL SELULOSA/*ALOE VERA AQUEOUS MIXTURE* TERHADAP TRANSMITANSI DAN GAIN ULTRASONIK UNTUK APLIKASI KUPLAN BERBASIS AIR”. Selama proses penelitian, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan memberi dukungan kepada penulis, diantaranya adalah:

1. Bapak Dr. Eng. Hosta Ardhyanta, S.T., M.Sc, Ibu Azzah Dyah Pramata S.T.,M.T., M.Eng.,Ph.D yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu kepada penulis dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir.
2. Orang tua, keluarga, dan teman dekat penulis yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.
3. Bapak Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTIRS ITS.
4. Bapak Wikan Jatimurti, S.T., M.T., selaku dosen wali penulis yang senantiasa memberikan arahan selama masa perkuliahan.
5. Bapak/Ibu Dosen yang telah membimbing dan memberikan ilmu selama menempuh masa perkuliahan.
6. Orang tua, keluarga, dan teman dekat penulis yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.

Penulis menyadari penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga laporan ini dapat berguna bagi penulis dan semua pihak yang terkait.

Surabaya, 20 Juli 2022  
Penulis

  
Bagus Cahyo Kuncoro

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

<b>Abstrak</b> .....	<b>xv</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>xvii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xxv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1 <i>Non Destructive Testing</i> .....	3
2.2 Pengujian Ultrasonik .....	4
2.3 Gelombang Suara Ultrasonik .....	7
2.3.1 Tipe-Tipe Gelombang Ultrasonik .....	7
2.3.2 Kecepatan Rambat Gelombang Ultrasonik .....	8
2.3.3 Frekuensi .....	9
2.3.4 Panjang Gelombang .....	10
2.3.5 Gelombang Suara pada Antarmuka .....	10
2.4 Kuplan .....	11
2.5 <i>Aloe Vera</i> .....	12
2.6 Metil Selulosa .....	14
2.6.1 Gelasi Metil Selulosa .....	15
2.7 Blok Kalibrasi V1 .....	15
2.8 Penelitian Sebelumnya .....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>19</b>
3.1 Diagram Alir .....	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	20
3.2.1 Alat .....	20
3.2.2 Bahan .....	28
3.3 Metode Penelitian .....	29
3.3.1 Preparasi Kuplan .....	29
3.4 Pengujian .....	29
3.4.1 Pengujian Visual .....	29
3.4.2 Pengujian Cepat Rambat .....	30
3.4.3 Pengujian Densitas .....	30
3.4.4 Pengujian Ultrasonik .....	30
3.4.5 Pengujian FTIR .....	30
3.5 Rancangan Penelitian .....	31
3.6 Jadwal Penelitian .....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>33</b>
4.1 Spektrum IR Material Kuplan Air/Metil Selulosa/ <i>Aloe Vera</i> (H <sub>2</sub> O/MC/AV) .....	33
4.2 Pengamatan Visual Material Kuplan Air/Metil Selulosa/ <i>Aloe Vera</i> (H <sub>2</sub> O/MC/AV) .....	34
4.3 Densitas Material Kuplan Air/Metil Selulosa/ <i>Aloe Vera</i> (H <sub>2</sub> O/MC/AV) .....	36

4.4	Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik Material Kuplan Air/Metil Selulosa/ <i>Aloe Vera</i> (H <sub>2</sub> O/MC/AV).....	37
4.5	Impedansi Akustik dan Koefisien Transmisi Dari Material Kuplan Air/Metil Selulosa/ <i>Aloe Vera</i> (H <sub>2</sub> O/MC/AV).....	38
4.6	Gain (Sensitivitas) Material Kuplan Air/Metil Selulosa/ <i>Aloe Vera</i> (H <sub>2</sub> O/MC/AV).....	39
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>43</b>
5.1	Kesimpulan .....	43
5.2	Saran.....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>45</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>48</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Skema Uji Ultrasonik.....	5
<b>Gambar 2.2</b> Teknik Transmisi .....	6
<b>Gambar 2.3</b> Teknik Gema.....	6
<b>Gambar 2.4</b> (Kiri) Gelombang transversal (Kanan) Gelombang Longitudinal .....	7
<b>Gambar 2.5</b> Gelombang Permukaan .....	8
<b>Gambar 2.6</b> Gelombang Pelat Simetris.....	8
<b>Gambar 2.7</b> Gelombang Pelat Asimetris .....	8
<b>Gambar 2.8</b> Bagian-bagian <i>Aloe Vera</i> .....	12
<b>Gambar 2.9</b> a.) Tanaman <i>Aloe Vera</i> b.) Bagian Memanjang Daun <i>Aloe Vera</i> c.) Potongan Melintang daun <i>Aloe Vera</i> .....	14
<b>Gambar 2.10</b> Struktur Metil Selulosa. ....	14
<b>Gambar 2.11</b> Dimensi Blok Kalibrasi V1.....	16
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	19
<b>Gambar 3.2</b> Pisau .....	20
<b>Gambar 3.3</b> Blender .....	20
<b>Gambar 3.4</b> Gelas Ukur .....	21
<b>Gambar 3.5</b> Gelas Beaker .....	21
<b>Gambar 3.6</b> Magnetic Stirrer .....	22
<b>Gambar 3.7</b> Pemanas Air Elektrik .....	22
<b>Gambar 3.8</b> Thermogun .....	23
<b>Gambar 3.9</b> Alumunium Foil.....	23
<b>Gambar 3.10</b> Blok Kalibrasi V1 .....	24
<b>Gambar 3.11</b> Botol.....	24
<b>Gambar 3.12</b> Piknometer .....	25
<b>Gambar 3.13</b> SIUI CTS 9005.....	25
<b>Gambar 3.14</b> Timbangan Analitik .....	26
<b>Gambar 3.15</b> Plexiglass .....	26
<b>Gambar 3.16</b> <i>Ultrasonic Thickness Gauge SIUI CTS 30B</i> .....	27
<b>Gambar 3.17</b> Cawan Petri .....	27
<b>Gambar 3.18</b> <i>Aloe Vera</i> .....	28
<b>Gambar 3.19</b> Metil Selulosa .....	28
<b>Gambar 3.20</b> Sonotech Ultragel II .....	29
<b>Gambar 3.21</b> Alat Uji FTIR .....	31
<b>Gambar 4.1</b> Spektra IR Material Kuplan H <sub>2</sub> O/MC/AV, Metil Selulosa, Air dan <i>Aloe Vera</i> .....	33
<b>Gambar 4.2</b> Spektrum IR Material Kuplan H <sub>2</sub> O/MC/AV.....	34
<b>Gambar 4.3</b> Foto Material Kuplan H <sub>2</sub> O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi <i>Aloe Vera</i> (a) 0% (b) 1% (c) 2% (d) 3% dan (e) 4% .....	35
<b>Gambar 4.4</b> Densitas Material Kuplan H <sub>2</sub> O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi <i>Aloe Vera</i> .....	37
<b>Gambar 4.5</b> Cepat Rambat Material Kuplan H <sub>2</sub> O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi <i>Aloe Vera</i> .....	38
<b>Gambar 4.6</b> Impedansi Akustik Material Kuplan H <sub>2</sub> O/MC/AV .....	39
<b>Gambar 4.7</b> <i>Set Up</i> Pengujian Sensitivitas Gelombang Ultrasonik Material Kuplan H <sub>2</sub> O/MC/AV .....	40
<b>Gambar 4.8</b> Gain (Sensitivitas) Material Kuplan H <sub>2</sub> O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi <i>Aloe Vera</i> .....	41

**Gambar 4.9** Foto Screen Digital UT Flaw Detector Kuplan Komersial (a) Sonotech Ultragel II dan Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi *Aloe Vera* (b) 0% (c) 1% (d) 2% (e) 3% (f) 4%..... 42



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Kelebihan dan Kekurangan Metode NDT .....	4
<b>Tabel 2.2</b> Kecepatan Gelombang Longitudinal dari Berbagai Media.....	9
<b>Tabel 2.3</b> Panjang gelombang pada berbagai media.....	10
<b>Tabel 2.4</b> Impedansi Akustik pada Berbagai Media.....	11
<b>Tabel 2.5</b> Komposisi AISI 1018 .....	15
<b>Tabel 2.6</b> Penelitian Sebelumnya Terkait Kuplan .....	16
<b>Tabel 3.1</b> Rancangan Pengujian Sampel.....	31
<b>Tabel 3.2</b> Rencana Kegiatan Penelitian .....	32
<b>Tabel 4.1</b> Densitas Material Kuplan H <sub>2</sub> O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi <i>Aloe Vera</i> .....	36
<b>Tabel 4.2</b> Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik Material H <sub>2</sub> O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi <i>Aloe Vera</i> .....	38
<b>Tabel 4.3</b> Nilai Impedansi Akustik, Koefisien Transmisi Material Kuplan MC/AV .....	39
<b>Tabel 4.4</b> Sensitivitas (Gain) Material Kuplan H <sub>2</sub> O/MC/AV .....	40

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

---

---

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri manufaktur sebuah mesin dan komponen teknik harus dalam kondisi yang baik dan siap untuk digunakan pada saat dioperasikan. Oleh karena itu diperlukan inspeksi secara berkala. Inspeksi tanpa merusak atau *Non Destructive Testing* merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memeriksa kondisi sebuah mesin dan komponen teknik, dimana salah satunya adalah uji ultrasonik yang umum dipakai. Uji ultrasonik adalah teknik pemeriksaan yang serbaguna, dipakai untuk menguji bermacam-macam produk logam dan nonlogam seperti sambungan las, benda tempa, benda cor, lembaran tipis, tabung, plastik, dan keramik.

Pada uji ultrasonik, jika transduser hanya ditempatkan pada suatu bagian material inspeksi pasti ada celah udara, celah udara ini akan menciptakan refleksi yang terjadi akibat udara memiliki impedansi akustik yang kecil sehingga gelombang suara sulit untuk ditransmisikan. Untuk dapat mengatasi hal ini diperlukan medium supaya dapat mengisi celah udara tersebut sehingga memungkinkan gelombang suara yang dihasilkan transduser untuk dapat ditransmisikan kedalam permukaan logam, oleh karena itu harus berupa cairan, minyak, atau pasta. Media tersebut dinamakan Kuplan (Hellier, 2003 & Zhang, 2019).

Dalam membuatnya, kuplan dengan impedansi akustik tinggi dan koefisien transmisi tinggi merupakan yang paling efektif untuk mendeteksi cacat (Netshidavini, 2012). Kuplan yang dipilih juga harus bersifat non-korosif. Viskositas yang lebih tinggi memberikan kemampuan kopling yang baik. Setelah pemeriksaan selesai, Kuplan yang dipasang harus mudah dilepas. Kuplan tidak boleh meninggalkan bekas pada spesimen. Kuplan juga harus tidak beracun, mudah dibersihkan dan ramah lingkungan (Shivamurthy, 2018). Sensitivitas kuplan yang bagus adalah yang menghasilkan gain rendah (Indrianto).

Air merupakan salah satu media yang dapat digunakan sebagai Kuplan. Namun dalam penggunaannya air memiliki beberapa kekurangan, yaitu air memerlukan gain yang tinggi ketika dilakukan uji ultrasonik disamping itu juga air memiliki kekurangan terkait viskositas dan korosi (Shivamurthy, 2018). Oleh sebab itu perlu ditambahkan bahan tambahan untuk meningkatkan impedansi akustiknya, yaitu Metil Selulosa yang sekaligus berfungsi sebagai zat pengental untuk meningkatkan viskositasnya dan *Aloe Vera* yang sekaligus mengatasi masalah korosi. Metil selulosa sendiri adalah bahan yang tidak beracun, tidak berasa, dan tidak berbau (Nurjannah, 2020). Metil Selulosa juga memiliki impedansi akustik yang bagus untuk digunakan sebagai kuplan dimana ketika dicampur dengan 250 ml air dengan konsentrasi 0-50 dengan interval 10 gram menghasilkan impedansi akustik sebesar  $1,49-1,74 \text{ (kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}) \times 10^6$  dengan densitas berkisar antara  $0,998-1,119 \text{ (kg.m}^{-3}) \times 10^3$  (Shivamurthy, 2018). Gel dari *Aloe Vera* juga ditambahkan guna meminimalisir sifat korosi dari air dikarenakan ekstrak aquos dari *Aloe Vera* memiliki efisiensi inhibisi yang baik dalam mengontrol korosi (Rajendrai, 2013). Penambahan *Aloe Vera* dikarenakan juga memiliki impedansi akustik sebesar  $1,566 \text{ (kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}) \times 10^6$  dengan densitas  $1,039 \text{ (kg.m}^{-3}) \times 10^3$  (Chouhan, 2016).

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Rosyid Ridlo pada tahun 2016 dimana dia membuat sebuah Kuplan dengan mencampurkan konsentrasi *Aloe Vera* berdasarkan volume 25%, 40% dan 55% pada *Carbomer 940* dimana didapatkan hasil impedansi akustik dari kuplan yang dihasilkan menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi *Aloe Vera* dimana disebabkan oleh densitas *Aloe Vera* yang lebih kecil dari *Carbomer 940*.

Penelitian yang dilakukan oleh Young, didapatkan hasil yaitu peningkatan nilai impedansi akustik beriringan dengan peningkatan koefisien transmisi namun berbanding terbalik dengan nilai gain yang dihasilkan. Sehingga pada penelitian ini dihasilkan kuplan Metil Selulosa berbasis air dan dengan penambahan *Aloe Vera* serta Metil Selulosa diharapkan dapat

meningkatkan nilai impedansi akustik dari kuplan yang akan berpengaruh pada nilai transmitansi ultrasonik dan gain yang dihasilkan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang dianalisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi *Aloe Vera* terhadap nilai transmitansi ultrasonik yang dihasilkan oleh masing-masing kuplan Metil Selulosa berbasis air?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi *Aloe Vera* terhadap nilai gain yang dihasilkan pada alat ultrasonik dari masing-masing kuplan Metil Selulosa berbasis air?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil akhir yang baik dan sesuai dengan yang diinginkan serta tidak menyimpang dari permasalahan yang ditinjau, maka batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil proses pencampuran dianggap homogen.
2. Cairan *Aloe Vera* dianggap tidak ada pengotor dan homogen.
3. Metil Selulosa yang digunakan dianggap tidak ada pengotor.
4. Suhu ruangan dianggap konstan
5. Kecepatan pengadukan dianggap konstan

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis pengaruh dari penambahan konsentrasi gel *Aloe Vera* terhadap transmitansi gelombang ultrasonik yang dihasilkan oleh masing-masing kuplan Metil Selulosa berbasis air.
2. Menganalisis pengaruh penambahan konsentrasi gel *Aloe Vera* terhadap nilai gain (sensitivitas) yang dihasilkan pada pengujian ultrasonik dari masing-masing kuplan Metil Selulosa/*Aloe Vera* berbasis air.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat menjadi rujukan penelitian-penelitian selanjutnya mengenai penambahan *Aloe Vera* pada pembuatan kuplan /berbasis air sehingga *Aloe Vera* dapat digunakan secara optimal pada aplikasi uji ultrasonik.

---

---

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Non Destructive Testing*

Ada dua macam pengujian yang ada di dunia ini, yang pertama adalah pengujian yang merusak material seperti uji tarik, tekan, geser dan dampak material, (*Destructive Testing*) dan yang tanpa merusak material yang akan diuji (*Non-Destructive Testing*).

Pengujian non-destruktif adalah teknik untuk penilaian kerusakan, prediksi bencana dan kontrol kualitas, untuk mendeteksi cacat tanpa mempengaruhi struktur internal. Terdapat beberapa jenis non-destructive testing diantaranya Inspeksi Visual, Radiografi, Penetrasi Pewarna, Ultrasonik, Partikel Magnetik, Arus Eddy. Metode-metode ini hanya dipisahkan dalam teknik aplikasi (Mahesh, 2019).

Setiap metode NDT mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Beberapa metode yang tersedia hanya dapat dilakukan pengujian pada permukaan benda padat seperti liquid penetrant test dan magnetic particle inspection. Metode eddy current test benda padat biasa digunakan untuk inspeksi namun terbatas pada jenis material yaitu yang bersifat konduktif. Pengujian menggunakan radiographic dapat digunakan untuk inspeksi hingga internal benda tetapi mempunyai efek radiasi sinar  $\gamma$  (gamma) yang berbahaya bagi manusia. Dalam NDT, pengujian menggunakan gelombang ultrasonik lebih populer digunakan karena pengujian tersebut dirasa aman untuk digunakan pada berbagai jenis material benda dan dapat menjangkau internal benda yang di uji (Sidiq, 2016).

Terdapat beberapa metode untuk pengujian tanpa merusak dengan prinsip yang berbeda, Adapun metode tersebut antara lain

1. *Visual Testing* (VT), pengujian visual menggunakan refleksi cahaya, atau cahaya yang dikirimkan dari objek uji yang dicitrakan menggunakan mata manusia, atau alat pencitraan lain
2. *Penetrant Testing* (PT), pengujian penetrasi, dengan cairan yang mengandung pewarna yang diberikan kepada permukaan dan memasuki diskontinuitas dengan aksi kapiler
3. *Magnetic Particle Testing* (MT), objek uji dimagnetisasi dan partikel ferromagnetik diberikan ke permukaan dan akan sejajar dengan diskontinuitasnya
4. *Radiographic Testing* (RT), film radiografi di paparkan saat terdapat radiasi yang melewati objek uji, diskontinuitas mempengaruhi paparan
5. *Ultrasonic Testing* (UT), Pulsa suara dengan frekuensi tinggi dari transduser di sebarakan menuju material uji, dan akan terpantul pada antarmuka
6. *Eddy Current Test* (ET), Medan listrik terlokalisasi diinduksikan menuju specimen uji konduktif dengan induksi elektromagnetik
7. *Thermal Infrared Testing* (TIR), Variasi temperature pada permukaan objek uji, diukur atau dideteksi menggunakan sensor termal, instrument pendeteksi, atau kamera
8. *Acoustic Emission Testing* (AE), saat diskontinuitas menyebar, energi dilepaskan dan bergerak sebagai gelombang stress menuju material, dan dideteksi menggunakan sensor (Nunes, 1989)

Kelebihan dan kekurangan metode *Non-Destructive Testing* disajikan pada sebuah Tabel

2.1

**Tabel 2.1** Kelebihan dan Kekurangan Metode NDT (Mahesh, 2019)

No	Metode	Kelebihan	Kekurangan
1.	Visual Testing	- melihat <i>defect</i> pada permukaan komponen yang berukuran besar atau tampak mata	- hasil kurang akurat dan tidak dapat digunakan untuk mengidentifikasi <i>defect</i> kecil dan berada pada bagian dalam part
2.	Liquid Penetran Testing	- Dapat menginspeksi permukaan yang luas dengan murah dan cepat - Dapat menginspeksi part dengan geometri yang kompleks. - Indikasi <i>defect</i> langsung ditampilkan pada permukaan material dengan tampilan <i>visual</i> .	- Hanya mendeteksi <i>defect</i> yang merusak permukaan - Membutuhkan preparasi permukaan untuk menghilangkan kontaminan yang dapat menutupi <i>defect</i>
3.	Magnetic Particle Inspection	- Dapat menginspeksi daerah yang luas dan kompleks secara cepat - Dapat mendeteksi <i>flaw</i> pada permukaan dan <i>subsurface</i> - Preparasi permukaan tidak terlalu dibutuhkan seperti inspeksi <i>penetrant</i> . - Indikasi oleh partikel magnet dihasilkan dipermukaan dan menggambarkan <i>discontinuity</i>	- Hanya dapat menginspeksi material ferromagnetik - Membutuhkan permukaan yang relatif halus - Cat atau material nonmagnetik yang melapisi komponen mempengaruhi sensitivitas - Membutuhkan demagnetisasi dan pembersihan setelah pengujian
4.	Radiographic Testing	- Dapat diaplikasikan pada banyak material. - Menghasilkan rekaman citra permanen. - Memperlihatkan bagian dalam material. - Menunjukkan kesalahan fabrikasi. - Memperlihatkan diskontinuitas struktur.	- Tidak bisa dipakai pada benda dengan bentuk yang kompleks. - Mengharuskan adanya akses dari kedua sisi spesimen. - Diskontinuitas laminar seringkali tidak terdeteksi. - Pertimbangan keselamatan akibat bahaya radiasi sinar X dan gamma. - Metoda pengujian tanpa merusak yang relatif mahal.
5.	Ultrasonic Testing	- Kedalaman penetrasi untuk mendeteksi <i>defect</i> sangat baik diatas seluruh metode NDT - Hanya membutuhkan 1 sisi benda uji - Menampilkan informasi jarak pada layar CRT - Preparasi benda uji yang sederhana - Dapat digunakan selain untuk mendeteksi <i>flaw</i>	- Permukaan harus dapat dijangkau oleh <i>probe</i> dan <i>couplant</i> - <i>Finishing</i> dan kekasaran pada permukaan mempengaruhi hasil inspeksi - Sulit menginspeksi benda yang tipis - Membutuhkan standar referensi.

## 2.2 Pengujian Ultrasonik

Inspeksi Ultrasonik merupakan salah satu metode *non-destructive testing* di mana berkas gelombang suara frekuensi tinggi dirambatkan ke dalam bahan untuk mendeteksi cacat permukaan dan dibawah permukaan pada bahan. Gelombang suara berjalan melalui material dengan beberapa kehilangan energi (atenuasi) dan dipantulkan pada antarmuka. Sinar yang

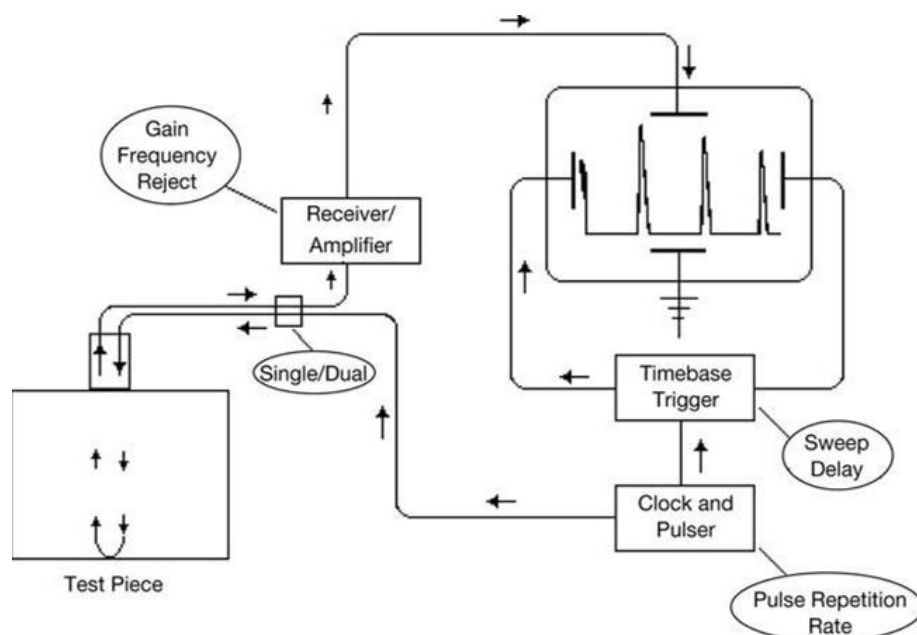
dipantulkan ditampilkan dan kemudian dianalisis untuk menentukan keberadaan dan lokasi cacat atau diskontinuitas.

Kebanyakan pemeriksaan ultrasonik dilakukan pada frekuensi antara 0,1 dan 25 MHz - jauh di atas kisaran pendengaran manusia, yaitu sekitar 20 Hz hingga 20 kHz (ASM Handbook vol 17, 1992).

Beberapa peralatan yg digunakan pada uji ultrasonik antara lain adalah

- Generator sinyal elektronik yang menghasilkan semburan tegangan bolak-balik
- Sebuah transduser (penyelidik atau unit pencarian) yang memancarkan sinar gelombang ultrasonik ketika semburan tegangan bolak-balik diterapkan padanya
- Kuplan untuk mentransfer energi dalam bentuk berkas gelombang ultrasonik ke benda uji
- Kuplan untuk mentransfer output gelombang ultrasonik (energi akustik) dari benda uji ke transduser
- Sebuah transduser (bisa sama dengan transduser yang memulainya atau bisa juga terpisah) untuk menerima dan mengubah keluaran gelombang ultrasonik dari benda uji ke semburan tegangan bolak-balik yang sesuai. Di sebagian besar sistem, satu transduser secara bergantian bertindak sebagai pengirim dan penerima
- Perangkat elektronik untuk memperkuat dan, jika perlu, memodulasi atau memodifikasi sinyal dari transduser
- Tampilan atau alat penunjuk untuk mengkarakterisasi atau merekam output dari benda uji. Perangkat tampilan mungkin CRT, kadang-kadang disebut sebagai osiloskop; perekam grafik atau strip; penanda, indikator, atau perangkat alarm; atau hasil cetakan komputer
- Jam elektronik, atau pengatur waktu, untuk mengontrol operasi berbagai komponen sistem, berfungsi sebagai titik referensi utama, dan menyediakan koordinasi untuk seluruh system (ASM Handbook vol 17, 1992).

Berikut adalah skema uji ultrasonik yang disajikan pada Gambar 2.1



**Gambar 2.1** Skema Uji Ultrasonik (ASM Handbook vol 17, 1992).

Ada beberapa teknik yang sering digunakan pada uji ultrasonik

### 1. Teknik Transmisi

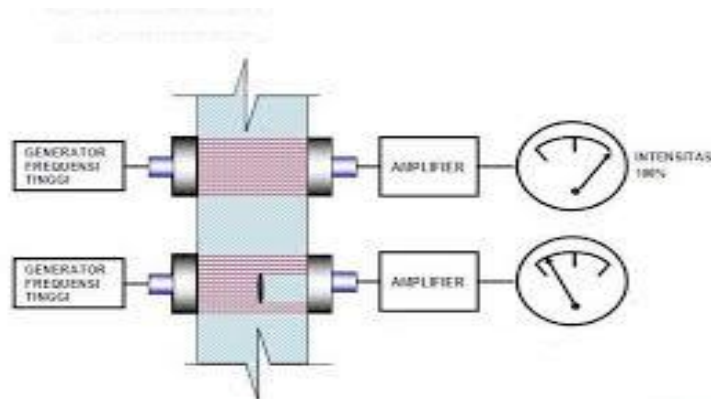
Pada sistem transmisi diperlukan dua probe, yang satu berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik (transmitter), sedangkan satunya berfungsi sebagai penerima gelombang pantul (receiver). Gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke dalam material dapat berupa pulsa pendek (short pulse) maupun gelombang kontinu (continuous wave). Pemeriksaan kualitas material diukur dari banyaknya energi yang hilang selama merambat di dalam material.

Sistem through transmission memiliki keuntungan antara lain :

1. Sistem ini memiliki kemampuan yang lebih baik untuk mendeteksi cacat yang letaknya dekat dengan permukaan.

2. Kemampuan menguji material dengan ketebalan yang lebih besar dibandingkan sistem gelombang pantul.

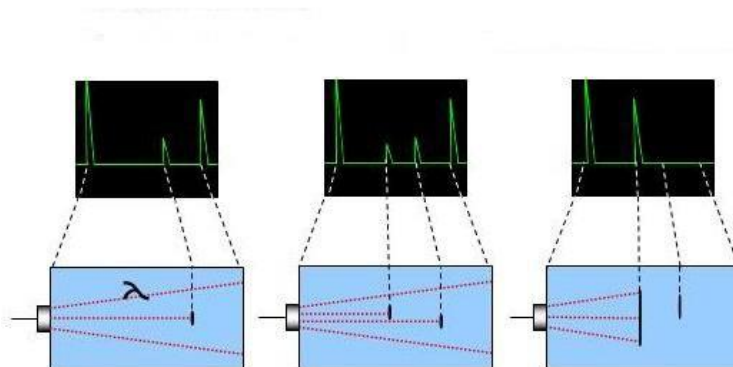
Namun sistem through transmission tidak dapat melihat adanya diskontinuitas di dalam material karena sistem ini hanya bisa menunjukkan adanya kehilangan energi suara (Hellier, 2003).



Gambar 2.2 Teknik Transmisi

### 2. Teknik Gema/Pantulan (Pulse Echo)

Teknik ini menggunakan pulsa bertegangan tinggi yang nanti akan diubah oleh transducer menjadi getaran mekanis yang akan dirambatkan ke dalam material. Persentase terbesar gelombang suara dipantulkan kembali dari permukaan bagian depan benda uji ke transducer. Sisanya dipantulkan oleh permukaan bagian belakang benda uji atau diskontinuitas. Gelombang suara yang diterima kembali oleh transducer akan diubah menjadi pulsa-pulsa listrik yang diperkuat dan ditampilkan pada layar tabung sinar katoda (CRT) sebagai pulsa-pulsa vertikal (Badar, 2013).



Gambar 2.3 Teknik Gema



## 2.3 Gelombang Suara Ultrasonik

Gelombang suara ialah gelombang elastis yang dapat di transmisikan baik pada media cairan ataupun padat. Frekuensi yang bisa manusia dengar adalah sekitar 20 Hz sampai 20 kHz, tetapi sangat memungkinkan untuk membuat gelombang elastis yang memiliki sifat yang sama dengan suara pada frekuensi hingga 500 Mhz. Gelombang elastis dengan frekuensi lebih tinggi dari yang dapat didengar disebut dengan ultrasonik (ASM Handbook vol 17, 1992).

### 2.3.1 Tipe-Tipe Gelombang Ultrasonik

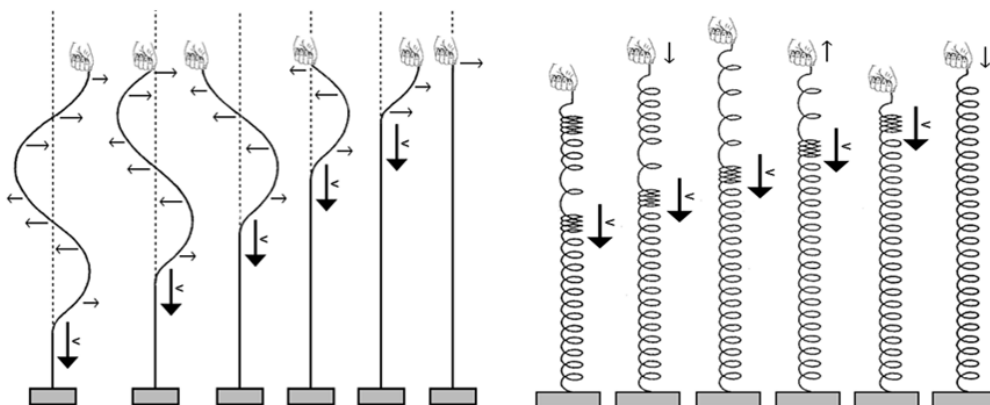
Gelombang ultrasonik diklasifikasikan berdasarkan mode getaran partikel medium sehubungan dengan arah rambat gelombang, yaitu gelombang longitudinal, transversal, permukaan dan Lamb.

#### 1. Mode Longitudinal

Gelombang longitudinal merupakan gelombang yang memiliki arah getaran yang sama dengan arah rambatan. Artinya arah gerakan medium gelombang sama atau berlawanan arah dengan perambatan gelombang. Gelombang longitudinal mekanis juga disebut sebagai gelombang mampatan atau gelombang kompresi (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2018).

#### 2. Mode Transversal/shear

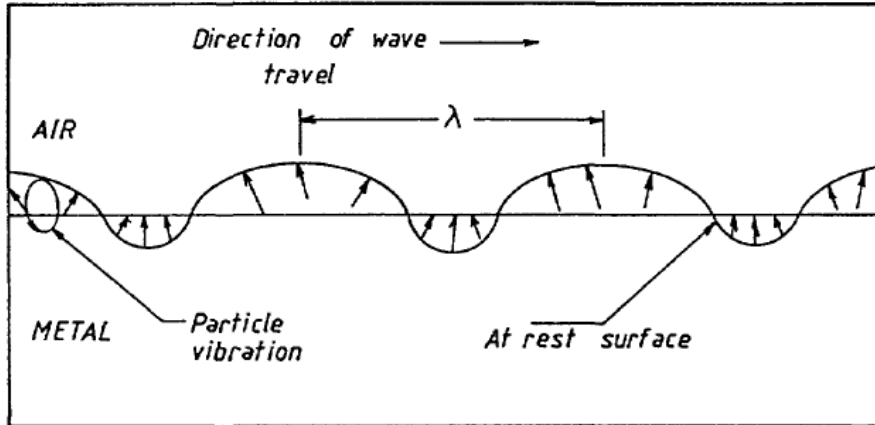
Gelombang yang arah rambatannya tegak lurus dengan arah getarannya (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2018).



**Gambar 2.4** (Kiri) Gelombang transversal (Kanan) Gelombang Longitudinal

#### 3. Mode Permukaan (*Rayleigh*)

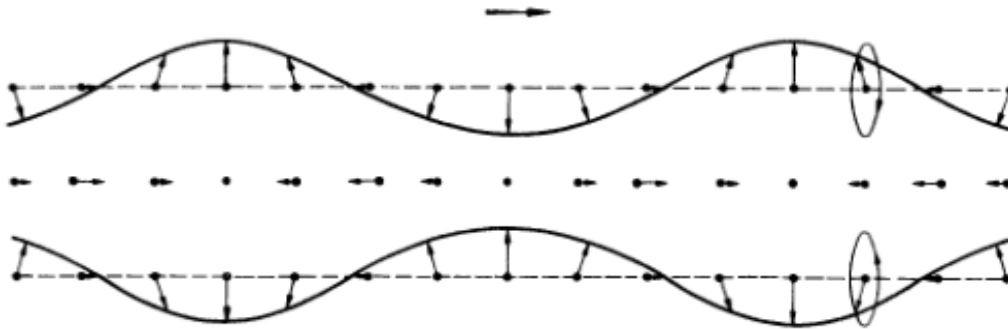
Gelombang permukaan (*rayleigh wave*) secara sederhana dijelaskan sebagai gelombang yang merambat di permukaan, tidak ada penetrasi ke dalam medium (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2018). Gelombang permukaan berguna untuk tujuan pengujian karena redaman yang dideritanya untuk bahan tertentu lebih rendah daripada gelombang geser atau gelombang longitudinal yang setara dan karena gelombang tersebut dapat mengalir di sekitar sudut dan dengan demikian digunakan untuk menguji bentuk yang cukup rumit. Tentu saja, hanya retakan atau cacat permukaan atau dekat permukaan yang dapat dideteksi (IAEE, 1988). Pada Gambar 2.5 merupakan gambaran dari mode permukaan.



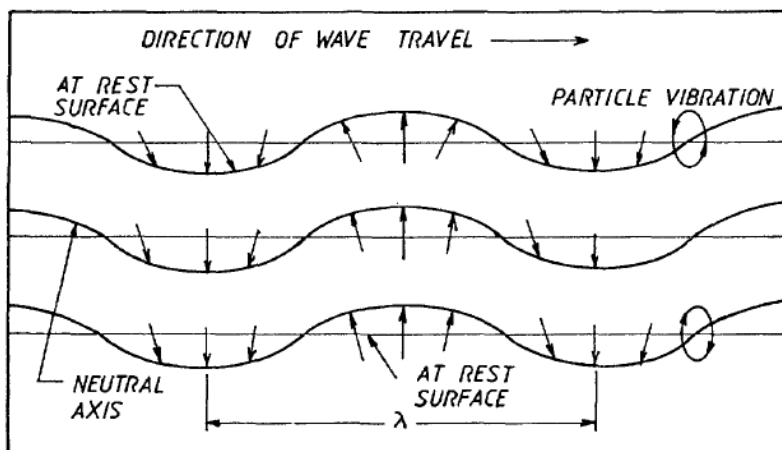
Gambar 2.5 Gelombang Permukaan

#### 4. Mode Pelat (*Lamb*)

Gelombang pelat (*lamb wave*) terjadi bila gelombang transversal merambat pada bahan pelat tipis yang tebalnya kurang dari setengah panjang gelombang. Gerakan atom yang bergetar berbentuk elips. Gelombang merambat pada seluruh benda uji tipis tersebut, baik dalam bentuk gelombang simetris atau gelombang asimetris (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2018).



Gambar 2.6 Gelombang Pelat Simetris



Gambar 2.7 Gelombang Pelat Asimetris

#### 2.3.2 Kecepatan Rambat Gelombang Ultrasonik

Pada fluida, gelombang suara merupakan jenis kompresi longitudinal, dimana, perpindahan partikel berada pada arah perambatan gelombang, namun pada kondisi padat,

gelombang suaranya merupakan gelombang geser, yang di mana perpindahan partikel sejalan dengan arah gelombang tersebut bergerak, dan gelombang pada permukaan elastis juga dapat terjadi. Dimana hal ini disebut sebagai gelombang Rayleigh

Sesuatu yang bergerak pasti memiliki sebuah kecepatan termasuk sebuah gelombang suara. Kecepatan gelombang longitudinal,  $V_c$  pada carian dapat menggunakan persamaan (2.1)

$$V_c = \left(\frac{K_a}{\rho}\right)^{1/2} \quad (2.1)$$

di mana,  $K_a$  merupakan volume elastisitas adiabatic dan  $\rho$  merupakan densitas. Pada padatan, kecepatan dari kompresi gelombang menggunakan rumus:

$$V_c = \left(\frac{E(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)\rho}\right)^{1/2} \quad (2.2)$$

di mana  $E$  merupakan modulus elastisitas dan  $\nu$  merupakan *passion's ratio*. Kecepatan rambat gelombang ultrasonik dalam suatu bahan tergantung pada jenis bahan yang dilalui oleh mode gelombang tersebut (Kementrian Ketenagakerjaan RI, 2018). Berikut adalah kecepatan rambat gelombang dalam berbagai jenis bahan disajikan pada Tabel 2.2 (Hull, 1988).

**Tabel 2.2** Kecepatan Gelombang Longitudinal dari Bebagai Media (Hull, 1988).

Bahan	Massa Jenis ( $\times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )	Kecepatan Rambat ( $\times 10^3 \text{ m/s}$ )	
		$V_L$	$V_T$
<b><u>Metal</u></b>			
Aluminium	2,7	6,32	3,80
Baja	7,85	5,90	3,23
Tembaga	8,9	4,70	2,26
<b><u>Non Metal</u></b>			
Gelas	2,2 - 2,6	4,2 - 5,7	2,4 - 3,5
Karet	1,1 - 2,1	1,5 - 2,30	-
Resspex	1,18	2,7	1,4
Porselin	2,4	5,6 - 6,2	3,5 - 3,7
<b><u>Cairan</u></b>			
Air	1,0	1,48	-
Gliserin	1,26	1,92	-
Oli	0,89 - 0,96	1,74	-

### 2.3.3 Frekuensi

Frekuensi gelombang sama dengan getaran atau osilasi atom-atom medium tempat gelombang merambat. Biasanya dilambangkan dengan huruf  $f$  dan sampai saat ini dinyatakan sebagai jumlah siklus per detik<sup>27</sup>. Dimana frekuensi memiliki rumus yaitu :

$$f = \frac{1}{T} \quad (2.3)$$

### 2.3.4 Panjang Gelombang

Selama periode waktu getaran  $T$ , gelombang menempuh jarak tertentu dalam medium. Jarak ini didefinisikan sebagai panjang gelombang dan dilambangkan dengan huruf Yunani. Atom-atom dalam medium yang dipisahkan oleh jarak akan berada dalam keadaan gerak yang sama (yaitu dalam fase yang sama) ketika gelombang melewati medium (IAEE, 1988). Panjang gelombang dirumuskan yaitu :

$$\lambda = VT \quad (2.4)$$

Pada Tabel 2.3 disajikan data panjang gelombang pada berbagai macam material

**Tabel 2.3** Panjang gelombang pada berbagai media (Hull, 1988).

Material	$\lambda$ (mm) untuk frekuensi (MHz) dari			
	1.25	2.5	5.0	10.0
Udara	0.26	0.13	0.066	0.033
Air	1.14	0.57	0.286	0.143
Oli	1.39	0.70	0.35	0.175
Alumunium	4.95	2.48	1.24	0.62
Tembaga	3.68	1.84	0.92	0.46
Magnesium	4.62	2.31	1.16	0.58
Baja	4.65	2.32	1.16	0.58
Perspeks	2.18	1.09	0.55	-
Polietilen	1.87	0.94	0.47	-

### 2.3.5 Gelombang Suara pada Antarmuka

Ada batasan untuk perambatan suara pada antarmuka antara dua media dengan sifat elastis yang berbeda. Ketika seberkas gelombang suara kompresi longitudinal mencapai batas antara dua media, sebagian dari gelombang datang akan dipantulkan pada antarmuka dan sebagian akan ditransmisikan melintasi antarmuka. Intensitas energi yang dipantulkan dan ditransmisikan pada suatu batas tergantung pada impedansi akustik dari media yang terlibat. Koefisien refleksi,  $R$ , dan koefisien transmisi,  $T$ , dapat ditentukan dari impedansi akustik,  $Z_1$  dan  $Z_2$  dari dua media yang bersentuhan. Impedansi akustik,  $Z$ , dari suatu material diberikan oleh:

$$Z = \rho V_c \quad (2.5)$$

di mana  $\rho$  adalah kerapatan material dan  $V_c$  adalah kecepatan gelombang kompresi dalam medium.

Koefisien pemantulan,  $R$ , untuk gelombang bunyi yang merambat melalui medium 1 pada antarmuka antara medium 1 dan medium 2 diberikan oleh (Hull, 1988).

$$R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} = \frac{\rho_2 V_{c2} - \rho_1 V_{c1}}{\rho_2 V_{c2} + \rho_1 V_{c1}} \quad (2.6)$$

Sedangkan untuk koefisien transmisi,  $T$ , adalah

$$T = \frac{2Z_2}{Z_2 + Z_1} = \frac{2\rho_1 V_{c1}}{\rho_2 V_{c2} + \rho_1 V_{c1}} \quad (2.7)$$

Dibawah ini merupakan Tabel 2.4 yang berisi nilai impedansi akustik dari berbagai macam media :

**Tabel 2.4** Impedansi Akustik pada Berbagai Media (Hull, 1988).

Media	Impedansi Akustik (MPa s/m)
Udara	$4.04 \times 10^{-4}$
Air	1.43
Oli	1.58
Alumunium	16.77
Tembaga	41.08
Baja	45.72

Ketika sebuah medium (*kuplan*) terbentuk antara dua material yaitu *transducers* dan material uji, gelombang ultrasonik biasanya dipancarkan ke permukaan dari media 1 menghasilkan gelombang yang dipantulkan dan gelombang yang ditransmisikan ke dalam lapisan (*Kuplan*). Gelombang yang ditransmisikan ke dalam lapisan (*Kuplan*) dipantulkan lagi pada antarmuka belakang media 1 dan ditransmisikan ke medium 3. Dalam hal ini, koefisien transmisi (*T*) dirumuskan sebagai berikut:

$$T = \frac{4}{2 + \left(\frac{Z_3 + Z_1}{Z_1 + Z_3}\right) \cos^2 k_2 d + \left(\frac{Z_3^2 + Z_1 Z_3}{Z_1 Z_3 + Z_2^2}\right) \sin^2 k_2 d} \quad (2.8)$$

Dimana  $Z_1, Z_2, Z_3$  adalah impedansi akustik dari masing masing media, dimana  $Z_1$  adalah milik *transducer*,  $Z_2$  adalah milik *Kuplan* dan  $Z_3$  untuk material uji,  $k_2$  adalah perambatan gelombang pada medium 2 dengan rumus  $k_2 = 2\pi/\lambda_2$  dimana  $\lambda$  adalah panjang gelombang sedangkan  $d$  merupakan ketebalan dari lapisan (*Kuplan*)<sup>4</sup>. Koefisien transmisi intensitas tergantung pada rasio ketebalan lapisan dengan panjang gelombang ultrasonik, yang dihasilkan dari interferensi karena beberapa refleksi pada dua antarmuka media (Rose, 1974).

Jika ketebalan kuplan lebih kecil daripada panjang gelombang, sehingga  $k_2 d < 1$ , maka  $\cos^2 k_2 d = 1$  dan  $\sin^2 k_2 d \approx k_2 d$  dan apabila impedansi akustik dari kuplan lebih kecil daripada *transducer* dan materialnya maka persamaan 3 dapat disederhanakan menjadi

$$T = \frac{4}{A + B \left(\frac{k_2 d}{Z_2}\right)^2} \quad (2.9)$$

Dimana A dan B adalah

$$A = \frac{2Z_1 Z_3 + Z_1^2 + Z_3^2}{Z_1 Z_3} \quad (2.10)$$

$$B = Z_1 Z_3 \quad (2.11)$$

Dari persamaan 4 dapat dilihat bahwa semakin kecil ketebalan dari kuplan maka intensitas gelombang yang ditransmisikan semakin kuat (Young, 2002).

## 2.4 Kuplan

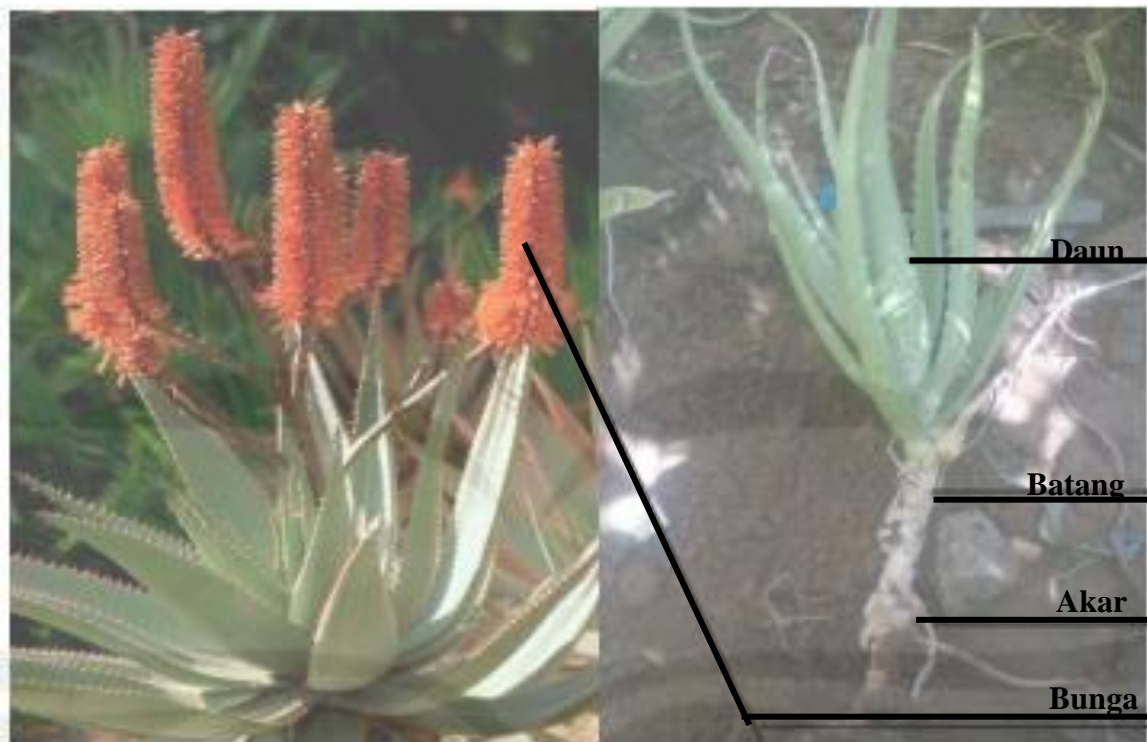
Kuplan, biasanya cair atau semi cair, diperlukan antara probe/transducer dan permukaan material uji untuk memungkinkan atau meningkatkan transmisi gelombang ultrasonik kedalam material uji. Jenis kuplan yang biasanya digunakan adalah air, gel selulosa, oli dan *grease*. (ASME, 2007).

Kuplan yang dipilih harus bersifat non-korosif. Viskositas yang lebih tinggi memberikan kopling yang baik dan mengurangi kebisingan permukaan. Kuplan harus ada selama keseluruhan inspeksi berlangsung. Setelah pemeriksaan selesai, Kuplan yang dipasang harus mudah dilepas. Kuplan juga harus tidak beracun, mudah dibuang dan ramah lingkungan (Shivamurthy, 2018). Kuplan dengan impedansi akustik tinggi dan koefisien transmisi tinggi merupakan yang paling efektif untuk mendeteksi cacat (Netshidavhini, 2012). Sensitivitas kuplan yang bagus adalah yang menghasilkan gain rendah (Indrianto)

Media kuplan yang digunakan pada permukaan melengkung atau kasar jarang berhasil karena kebanyakan media Kuplan memiliki impedansi akustik yang lebih rendah daripada materialnya. Sedangkan pada permukaan yang halus, untuk melakukan pengukuran, oli dengan viskositas rendah, atau bahkan oli diesel, lebih disukai dan pada permukaan kasar, oli dengan viskositas lebih tinggi berguna (Krautkramer, 1977).

## 2.5 *Aloe Vera*

*Aloe Vera* dikenal sebagai "tonik alami". Orang Mesir menyebutnya tanaman keabadian. Nama *Aloe Vera* berasal dari kata Arab 'Alloeh' yang berarti zat pahit yang bersinar, sedangkan Vera dalam bahasa Latin berarti 'benar'. *Aloe Vera* adalah tanaman sukulen, milik keluarga liliaceae. Ada lebih dari 360 spesies lidah buaya yang dikenal. Namun, *Aloe Barbaensis Miller* adalah yang banyak digunakan untuk formulasi kosmetik, makanan fungsional dan obat-obatan (Chandegara, 2015).



**Gambar 2.8** Bagian-bagian *Aloe Vera* (Chandegara, 2015).

Bagian dari *Aloe Vera* yang sering digunakan adalah daunnya. Daun *Aloe Vera* mentah terdiri dari sekitar 98,5% air, bahan padat yang tersisa mengandung berbagai senyawa termasuk nutrisi (misalnya, karbohidrat, asam amino, vitamin, dan mineral) dan non-nutrisi (misalnya, asam organik, lignin, senyawa fenolik, antrakuinon, dan pitosterol). Komposisi kimia dan berbagai konstituen dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti spesies/subspesies, iklim, lahan dan irigasi, cara budidaya, pemanenan, proses ekstraksi, dan kondisi penyimpanan (Guo, 2016).



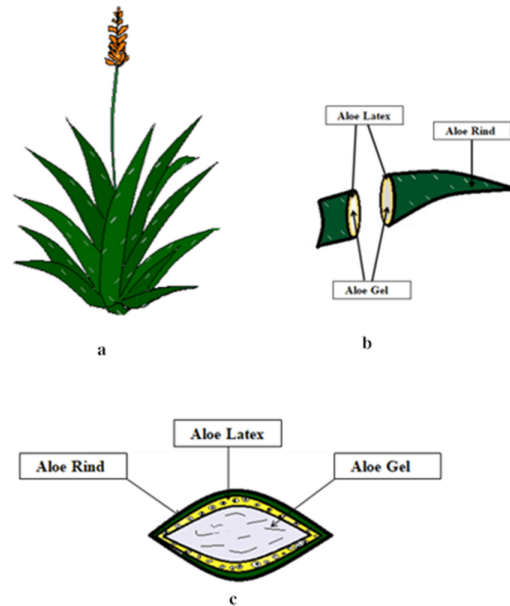
*Aloe Vera* dapat dengan mudah didapat dan bisa dijadikan sebagai kuplan dikarenakan *Aloe Vera* merupakan bahan degradable, tidak beracun dan menurut Shibharathy et al ekstrak aquos dari *Aloe Vera* memiliki efisiensi inhibisi yang baik dalam mengontrol korosi (Rajendra, 2013). *Aloe Vera* juga memiliki impedansi akustik yang baik untuk dapat dijadikan Kuplan senilai  $1.566 \text{ kgm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Chouhan, 2016). Pada penelitian (Nanda, 2019) *Aloe Vera* digunakan sebagai filler pada komposit Bakteri Selulosa/*Aloe Vera*.

Setiap daun dari *Aloe Vera* terdiri dari tiga lapisan yaitu:

1. Gel bening bagian dalam yang mengandung 99% air dan sisanya terbuat dari glukomanan, asam amino, lipid, sterol, dan vitamin.
2. Lapisan tengah lateks yang merupakan getah kuning pahit dan mengandung antrakuinon dan glikosida.
3. Lapisan terluar yang tebalnya 15-20 sel disebut kulit buah yang berfungsi sebagai pelindung dan mensintesis karbohidrat dan protein. Di dalam kulit ada ikatan pembuluh yang bertanggung jawab untuk transportasi zat seperti air (*xilem*) dan pati (*floem*).

Lidah buaya mengandung 75 konstituen yang berpotensi aktif: vitamin, enzim, mineral, gula, lignin, saponin, asam salisilat dan asam amino.

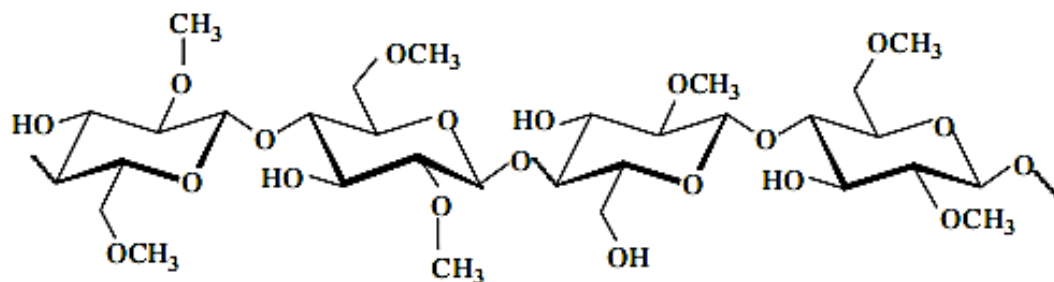
1. **Vitamin:** Ini mengandung vitamin A (beta karoten), C dan E, yang merupakan antioksidan. Ini juga mengandung vitamin B12, asam folat, dan kolin. Antioksidan menetralkan radikal bebas.
2. **Enzim:** Mengandung 8 enzim: aliiase, alkaline phosphatase, amilase, bradikinas, karboksipeptida e, katalase, selulase, lipase, dan peroksidase. Bradykinase membantu mengurangi peradangan yang berlebihan ketika dioleskan ke kulit, sementara yang lain membantu dalam pemecahan gula dan lemak.
3. **Mineral:** Ini menyediakan kalsium, kromium, tembaga, selenium, magnesium, mangan, kalium, natrium dan seng. Mereka sangat penting untuk fungsinya berbagai sistem enzim dalam jalur metabolisme yang berbeda dan hanya sedikit yang merupakan antioksidan.
4. **Gula:** Ini menyediakan monosakarida (glukosa dan fruktosa) dan polisakarida (glukomanan /polimannosa). Ini berasal dari lapisan lendir tanaman dan dikenal sebagai mukopolisakarida. Monosakarida yang paling menonjol adalah mannose-6 fosfat, dan polisakarida yang paling umum disebut glukomanan [beta-(1,4)-acetylated mannan]. Acemannan, glukomanan yang menonjol juga telah ditemukan. Baru-baru ini, sebuah glikoprotein dengan sifat antialergi, yang disebut alprogen dan senyawa anti-inflamasi baru, C-glucosyl chromone, telah diisolasi dari gel lidah buaya.
5. **Antrakuinon:** Ini menyediakan 12 antrakuinon, yang merupakan senyawa fenolik yang secara tradisional dikenal sebagai pencahar. Aloin dan emodin bertindak sebagai analgesik, antibakteri dan antivirus.
6. **Fatty Acids:** Ini menyediakan 4 sterol; kolesterol, campesterol, sitosterol dan lupeol. Semua ini memiliki tindakan anti-inflamasi dan lupeol juga memiliki sifat antiseptik dan analgesik.
7. **Hormon:** Auksin dan giberelin yang membantu penyembuhan luka dan memiliki tindakan anti-inflamasi.
8. **Lainnya:** Ini menyediakan 20 dari 22 asam amino yang dibutuhkan manusia dan 7 dari 8 asam amino esensial. Ini juga mengandung asam salisilat yang memiliki sifat anti-inflamasi dan antibakteri. Lignin, zat inert, bila dimasukkan dalam sediaan topikal, meningkatkan efek penetrasi bahan lain ke dalam kulit. Saponin yang merupakan zat sabun membentuk sekitar 3% dari gel dan memiliki sifat pembersihan dan antiseptik (Surjushe, 2008)



**Gambar 2.9** a.) Tanaman *Aloe Vera* b.) Bagian Memanjang Daun *Aloe Vera* c.) Potongan Melintang daun *Aloe Vera* (Jangra, 2022).

## 2.6 Metil Selulosa

Metil Selulosa merupakan sebuah senyawa yang berasal dari selulosa (Shivamurthy, 2018). Selulosa  $((C_6H_{10}O_5)_n)$  sendiri terdapat didalam sebuah tumbuhan sebagai bahan pembentuk dinding sel. Selulosa secara kimia bernama  $\beta$ -glukan yang terdiri atas rantai panjang satuan gula terikat  $\beta 1 \rightarrow 4$ , berbobot molekul mulai dari 100.000 sampai 200.000, yang mempunyai 3 gugus hidroksil yang bisa disusbtstitusi menjadi turunannya (Rahmidar, 2018). Selain ditemukan alami pada tumbuhan, selulosa dapat juga diproduksi oleh bakteri. Jenis selulosa ini disebut dengan bioselulosa atau selulosa mikrobial (Nurjannah, 2020). Selulosa mempunyai turunan dimana salah satunya adalah Metil Selulosa yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti emulsifier pada industri kosmetik, makanan, farmasi, dan berbagai industri lainnya (Rahmidar, 2018). Pada Gambar 2.10 merupakan struktur dari Metil Selulosa.



**Gambar 2.10** Struktur Metil Selulosa (Rahmidar, 2018).

Metilselulosa adalah bahan yang tidak beracun, ramah lingkungan, dan tidak meninggalkan bekas (Shivamurthy, 2018). Ia mampu membentuk larutan dengan viskositas tinggi pada konsentrasi yang sangat rendah, sehingga berguna sebagai zat pengental dalam perekat yang larut dalam air (Sina, 2011). Ketika dicampur dengan 250 ml air dengan konsentrasi 0-50 gram Metil Selulosa memiliki densitas dan impedansi akustik antara  $0,998-1,119 \text{ (kg.m}^{-3}) \times 10^3$  dan  $1,49-1,74 \text{ (kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}) \times 10^6$  (Shivamurthy, 2018).



### 2.6.1 Gelasi Metil Selulosa

Pada kondisi suhu sekitar, interaksi polimer-pelarut antara gugus MC hidrofilik dan air mendominasi. Struktur "Kandang air" di sekitar molekul hidrofobik MC menghasilkan interaksi polimer-polimer yang lemah. Ini adalah contoh klasik hidrasi hidrofobik, mencegah ikatan silang MC pada suhu kamar. Sementara suhu meningkat mendekati suhu fisiologis, sangkar air hancur dan daerah hidrofobik MC terpapar yang mengarah ke interaksi polimer-polimer yang lebih kuat. Temperatur yang lebih tinggi memperkuat mobilitas rantai polimer dan gugus metoksi lebih dekat satu sama lain dan mengatur diri sendiri untuk membentuk interaksi hidrofobik. Penataan ulang rantai polimer parsial terjadi dan interaksi hidrofobik primer (non-kooperatif) terbentuk. Langkah ini merupakan tahap pertama dari crosslinking. Saat hidrogel masih memanaskan, domain hidrofobik dan akibatnya jaringan tiga dimensi terbentuk. Rantai MC terikat yang tersisa menghasilkan interaksi hidrofobik tambahan, yang disebut kooperatif, untuk meningkatkan kepadatan sel jaringan. Suhu yang lebih tinggi (di atas 60°C) merangsang sel-sel jaringan untuk mengambil dan menahan air dari larutan, yang merupakan efek dari gaya osmotik. Akibatnya, membengkak penuh, stabil secara mekanis, dan jaringan ikatan silang terbentuk. (Beata, 2019)

### 2.7 Blok Kalibrasi V1

Blok kalibrasi yang paling serbaguna adalah blok yang dijelaskan oleh International Institute of Welding (I.I.W.) dan diusulkan oleh International Standard Organization (I.S.O.). Blok ini, disebut I.I.W. blok V1 (ultrasonic testing of material) (International Organization for Standardization, 2015). Menggunakan baja dengan standar AISI 1018.

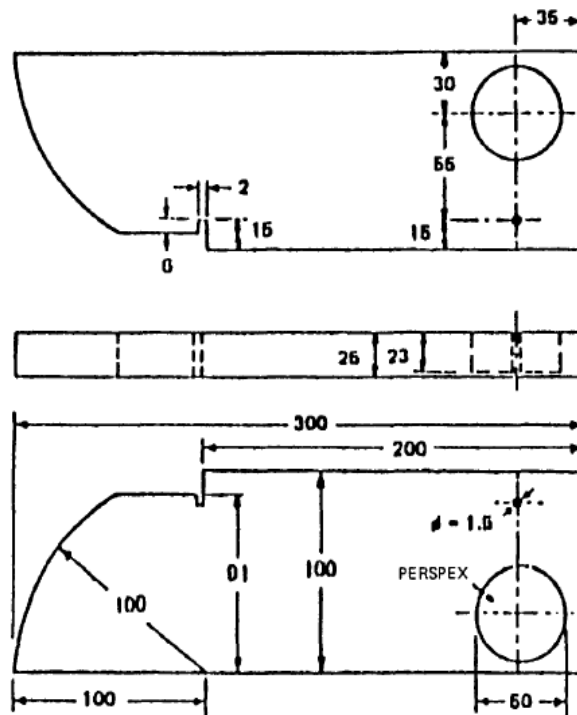
Blok ini biasanya digunakan untuk

1. Kalibrasi untuk basis waktu
2. Menentukan index probe
3. Menentukan sudut probe
4. Pemeriksaan karakteristik kinerja (linieritas basis waktu, resolusi, zona mati, dll.) dari detektor cacat ultrasonik.

Komposisi dari baja AISI 1018 yang merupakan baja karbon rendah terdapat pada Tabel 2.6

**Tabel 2.5** Komposisi AISI 1018 (Azo Materials, 2013)

Element	Kandungan
Carbon	0,18 %
Iron	98,81% – 99,26%
Manganese	0,60% - 0,90%
Phosphorous	0,040%
Sulfur	0,050%



**Gambar 2.11** Dimensi Blok Kalibrasi V1 (International Organization for Standardization, 2015).

## 2.8 Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian terkait transmitansi dan gain pada kuplan yang terkait dengan penelitian ini disajikan dalam bentuk Tabel 2.6 adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.6** Penelitian Sebelumnya Terkait Kuplan

Material (Kuplan)	Perlakuan	Hasil	Referensi
Metil Selulosa dengan Air	Uji Ultrasonik pada kuplan Metil Selulosa dengan variasi 0-50 gram dengan interval 10 gram pada 250 ml air pada suhu 50°C dengan magnetic stirrer	Kuplan terbaik diperoleh pada komposisi 250ml air dan 10gram Metil Selulosa	Shivamurthy, 2018.
Ion metal dicampurkan secara kimia dengan oli	Uji Ultrasonik pada variasi kuplan litium, sodium dan kalsium berbasis oli	Kuplan litium berbasis oli dapat meningkatkan sensitivitas dalam mendeteksi cacat	Zhang, 2019.
Madu, gliserin, motor oil SAE 20, grease, baby oil, margarine, vaseline, ultrasound gel	Dilakukan teknik pulse echo pada setiap kuplan untuk diamati gema pertama dinding belakang	Amplitudo dari first back wall echo meningkat seiring dengan meningkatnya impedansi akustik dan transmitansi yang tinggi	Netshidavhini, 2012.

Material (Kuplan)	Perlakuan	Hasil	Referensi
<i>Aloe Vera</i> dengan Carbomer 940	Uji ultrasonik dengan variasi <i>Aloe Vera</i> 25%, 40%, 55%	Nilai impedansi akustik menurun pada minggu 1, pada minggu 12 nilainya cenderung tetap	Ridlo, 2016.
Kuplan campuran carbopol, methyl paraben, air suling, propylparaben, Disodium EDTA, Glycerin, <i>Aloe Vera</i> Gel. Dengan variasi pada komposisi carbopol dan methyl paraben	Dilakukan uji ultrasonografi pada setiap komposisi kuplan	Diperoleh kuplan terbaik ada pada formula dengan 0,4 % carbopol dan 0,2 % methyl paraben.	Afzal et al, 2022.

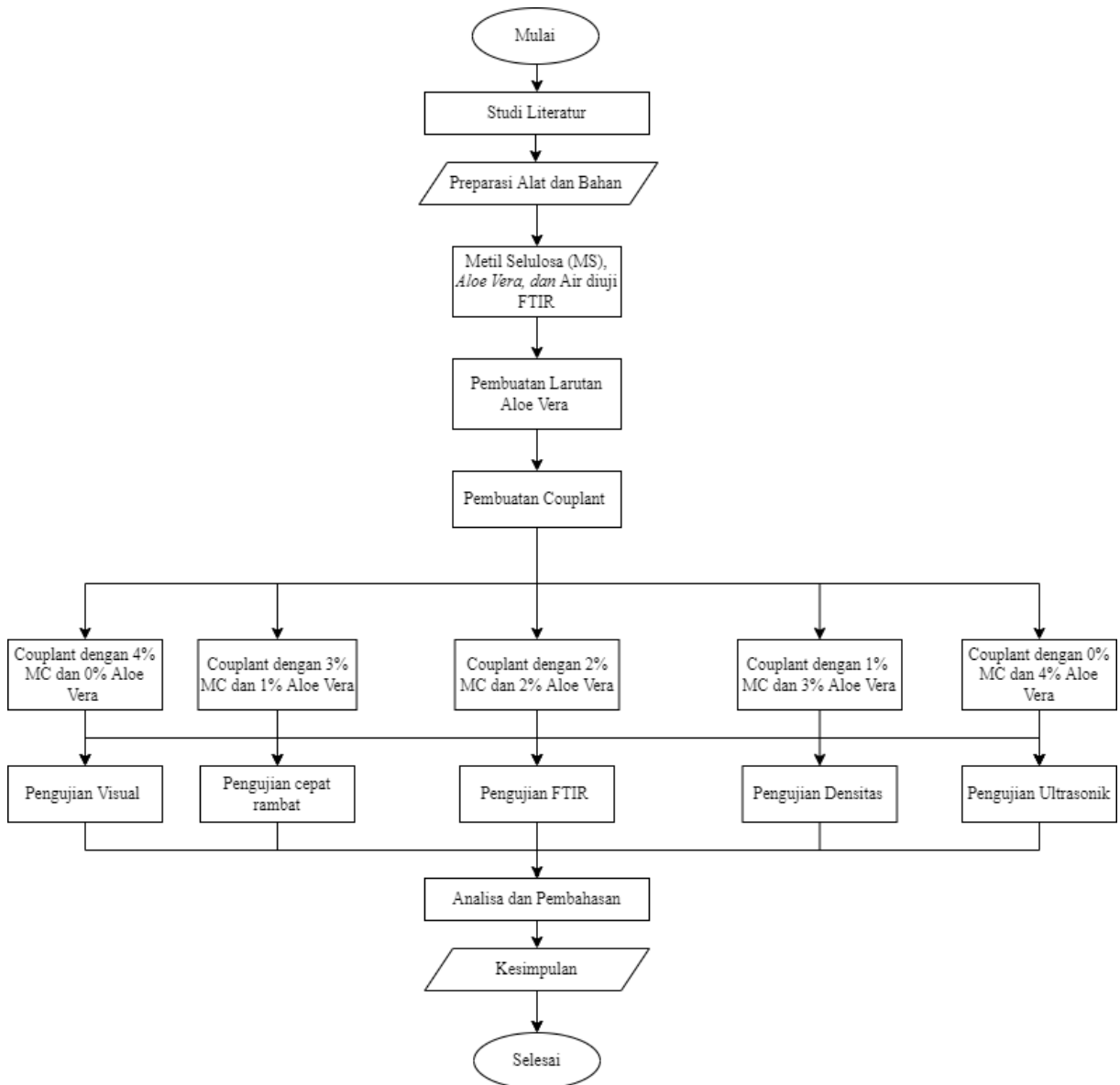
*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

---

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir

Pada penelitian ini digunakan air sebagai pelarut, Metil Selulosa sebagai zat pengental dan peningkat impedansi akustik, dan *Aloe Vera* sebagai peningkat impedansi akustik. Variasi yang digunakan adalah 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4% konsentrasi *Aloe Vera* berdasarkan volume air. Berikut diagram alir dari penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 3.2.1 Alat

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Pisau.

Pisau berfungsi untuk memotong bagian-bagian dari *Aloe Vera* untuk mendapatkan dagingnya.



**Gambar 3.2** Pisau

2. Blender.

Blender berfungsi untuk membentuk daging *Aloe Vera* menjadi cairan.



**Gambar 3.3** Blender

3. Gelas ukur.  
Gelas ukur digunakan untuk menakar cairan dalam skala mili liter.



**Gambar 3.4** Gelas Ukur

4. Gelas Beaker  
Digunakan sebagai wadah pengadukan larutan



**Gambar 3.5** Gelas Beaker

5. Magnetic Stirrer

Magnetic stirrer dipakai untuk mengaduk larutan.



**Gambar 3.6** Magnetic Stirrer

6. Pemanas Air Elektrik

Digunakan untuk memanaskan aquades hingga temperatur 50°C



**Gambar 3.7** Pemanas Air Elektrik



7. Thermogun  
Digunakan untuk memantau temperatur aquades ketika dipanaskan.



**Gambar 3.8** Thermogun

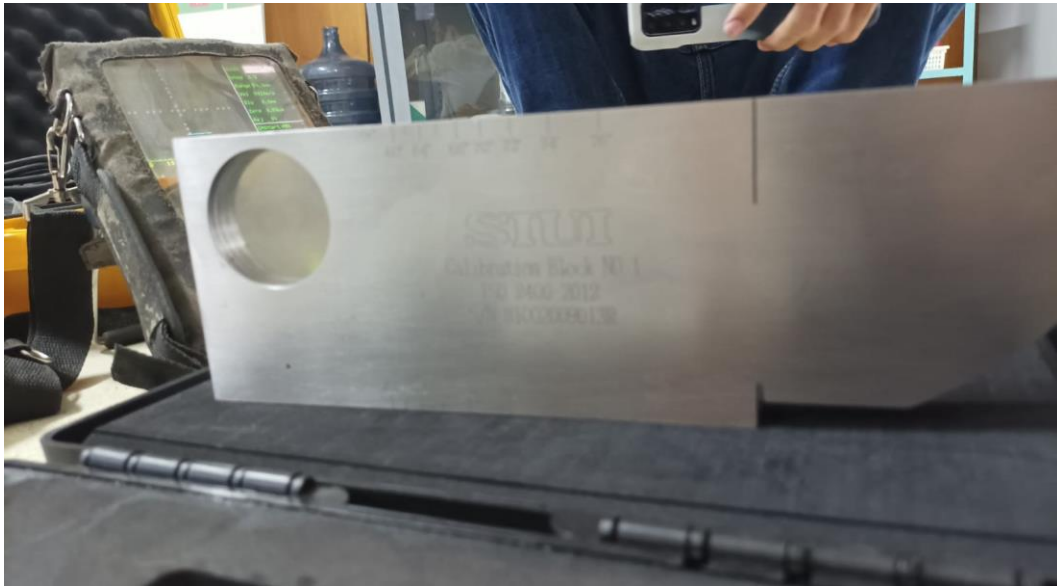
8. Aluminium Foil  
Digunakan untuk menjaga ketebalan dari kuplan saat delakukan *ultrasonic testing*.



**Gambar 3.9** Alumunium Foil.

9. Blok Kalibrasi V1

Digunakan sebagai spesimen untuk melakukan uji ultrasonik untuk mengamati efek kopling pada transmisi dan gain.



**Gambar 3.10** Blok Kalibrasi V1

10. Botol

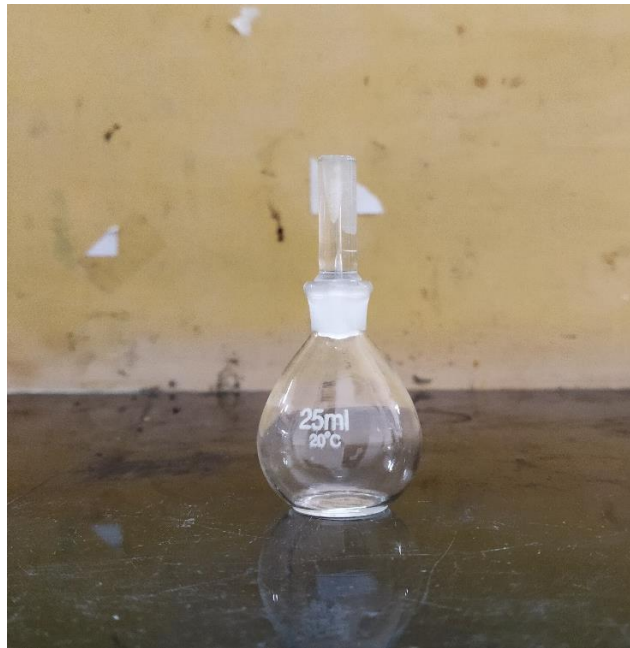
Digunakan sebagai tempat kuplan disimpan.



**Gambar 3.11** Botol

11. Piknometer

Digunakan untuk melakukan pengujian densitas.



Gambar 3.12 Piknometer

12. Portable Ultrasonic Flaw Detector

Alat yang digunakan adalah SIUI CTS 9005



Gambar 3.13 SIUI CTS 9005

13. Timbangan analitik

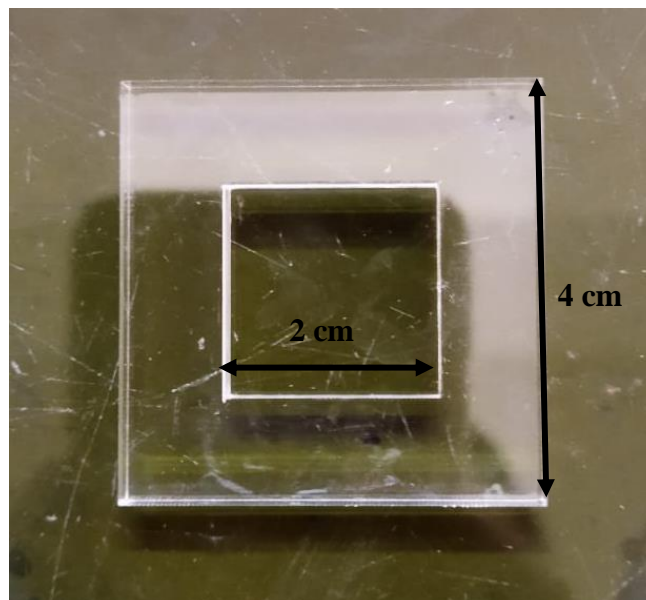
Digunakan untuk menimbang Metil Selulosa.



**Gambar 3.14** Timbangan Analitik

14. Plexiglass

Digunakan untuk menghitung cepat rambat gelombang ultrasonik



**Gambar 3.15** Plexiglass



15. *Ultrasonic Thickness Gauge SIUI CTS 30B*

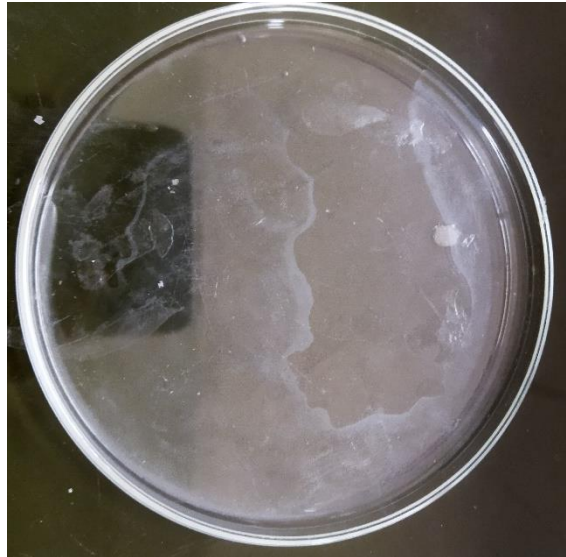
Digunakan untuk melakukan pengujian cepat rambat suara.



**Gambar 3.16** *Ultrasonic Thickness Gauge SIUI CTS 30B*

16. Cawan Petri

Digunakan sebagai wadah Metil Selulosa saat ditimbang.



**Gambar 3.17** Cawan Petri

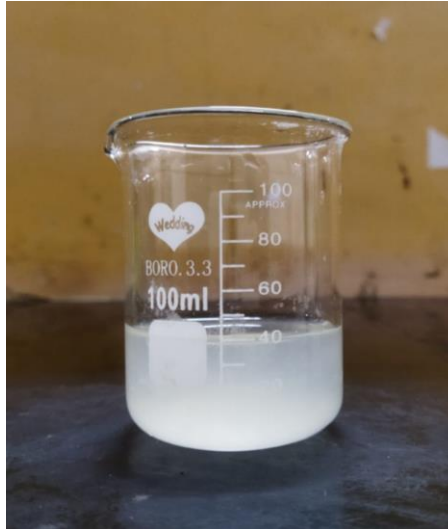
### 3.2.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah

1. *Aloe Vera*

Digunakan sebagai bahan baku pembuatan kuplan

*Aloe Vera* didapatkan dari toko Hypermart Pakuwon City Mall



**Gambar 3.18** *Aloe Vera*

2. Air

Digunakan sebagai pelarut Metil Selulosa.

3. Metil Selulosa.

Digunakan sebagai pengental dari larutan.

Didapatkan dari toko MaxLab di Tokopedia



**Gambar 3.19** Metil Selulosa

4. Sonotech Ultragel II

Digunakan sebagai pembanding dari kuplan yang dihasilkan.



**Gambar 3.20** Sonotech Ultragele II

### 3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 3.3.1 Preparasi Kuplan

Adapun langkah-langkah preparasi yang dilakukan yaitu terbagi menjadi 2 proses diantaranya adalah :

##### 3.3.1.1 Pembuatan Larutan Gel *Aloe Vera*

1. Daun *Aloe Vera* dicuci terlebih dahulu, kemudian dipisahkan antara kulit dan gel dengan menggunakan pisau, kemudian diambil bagian gelnya.
2. Gel daun *Aloe Vera* dihancurkan menggunakan blender sehingga menjadi cairan.
3. Cairan yang telah diperoleh diletakkan dalam sebuah wadah sebagai tempat penyimpanan

##### 3.3.1.2 Pembuatan Material Kuplan Air/Metil Selulosa/*Aloe Vera* (H<sub>2</sub>O/MC/AV)

1. Menimbang massa Metil Selulosa, Air dan cairan gel *Aloe Vera* sesuai dengan fraksi massa yang telah ditentukan.
2. Memanaskan air yang telah ditimbang menggunakan pemanas air elektrik dengan dipantau temperaturnya menggunakan thermogun hingga 50°C.
3. Metil Selulosa ditambahkan kedalam aquades yang telah dipanaskan tadi sedikit demi sedikit bersamaan dengan mengaduk menggunakan magnetic stirrer yang telah diatur dengan kecepatan pengadukan 300 rpm dan temperatur 50°C.
4. Cairan *Aloe Vera* ditambahkan sesuai dengan perbandingan fraksi massa masing-masing sebesar 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4% kedalam larutan metil selulosa dengan sambil diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 15 menit.
5. Larutan yang telah jadi dituangkan kedalam botol kemudian didiamkan hingga dingin.

### 3.4 Pengujian

Untuk mendukung hasil yang diperoleh pada penelitian ini, maka dilakukan beberapa pengujian sebagai berikut :

#### 3.4.1 Pengujian Visual

Melihat secara visual warna, transparansi, dan kekentalan dari kuplan yang telah dihasilkan.

### 3.4.2 Pengujian Cepat Rambat

Pengujian cepat rambat dilakukan dengan menggunakan bantuan *plexiglass* dan alat *Ultrasonic Thickness Gauge SIUI CTS 30B*. Pengujian dilakukan pertama dengan meletakkan kuplan kedalam *plexiglass* dengan kedalaman 5 mm kemudian dilakukan pengujian menggunakan menggunakan alat *Ultrasonic Thickness Gauge SIUI CTS 30B* dengan meletakkan kuplan ke dalam *plexiglass* kemudian probe diaplikasikan ke permukaan kuplan selanjutnya nilai dari cepat rambat kuplan akan muncul pada layar alat *Ultrasonic Thickness Gauge SIUI CTS 30B*.

### 3.4.3 Pengujian Densitas

Pengujian densitas dilakukan dengan menggunakan piknometer 25 ml, langkah pertama melakukan kalibrasi terhadap piknometer untuk mengetahui volume sebenarnya dari piknometer dengan cara menghitung berat piknometer 25ml kosong, kemudian piknometer tersebut diisi dengan aquades. Lalu ditimbang kembali piknometer yang telah diisi. Didapatkan data berat dari piknometer kosong dan piknometer yang telah diisi aquades. Diperoleh massa aquades data tersebut digunakan untuk mengetahui volume sebenarnya dari piknometer dengan cara membaginya dengan nilai densitas dari aquades yang telah diketahui. Untuk menghitung densitas dari kuplan, dilakukan dengan cara pertama mengisi piknometer dengan kuplan kemudian dihitung massanya, setelah itu mengisi piknometer yang didalamnya terdapat kuplan dengan aquades dan dihitung kembali massa dari piknometer yang berisi kuplan dan air. Selanjutnya dari data yang telah didapat, massa aquades yang mengisi piknometer berisi kuplan dapat diketahui begitu juga dengan volumenya dengan cara perhitungan. Volume dari kuplan dapat diketahui dengan mengurangkan volume dari piknometer dengan volume dari aquades dan massa dari kuplan dapat diketahui dengan cara mengurangkan massa dari piknometer berisi kuplan dengan massa dari piknometer kosong. Langkah terakhir adalah menghitung nilai densitas dari kuplan menggunakan persamaan dibawah ini

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (3.1)$$

Dimana,

m = massa fluida (kg)

v = volume fluida (m<sup>3</sup>)

### 3.4.4 Pengujian Ultrasonik

Menggunakan alat SIUI CTS 9005 dengan diameter probe 10 mm dan dapat mengirimkan pulsa frekuensi 4 Mhz. Pada pengujian ini gain tidak diatur nilainya. Pengujian dilakukan dengan cara kuplan ditempatkan pada permukaan blok yang telah diletakkan aluminium dengan lubang berbentuk kontak dengan ukuran 30x30mm ditengahnya yang bertujuan untuk menyamakan ketebalan dari kuplan kemudian transduser melakukan scanning pada tempat yang telah diberi kuplan. Di sini, transduser memancarkan gelombang longitudinal yang merambat melalui kuplan dan spesimen hingga mencapai ujung belakang spesimen. Gelombang ini kemudian dipantulkan melalui jalur yang sama kembali ke transduser. Gelombang yang dipantulkan kemudian ditampilkan di layar detektor cacat sebagai sinyal yang mewakili pulsa awal dan dinding belakang spesimen. Pada uji gain ini dilihat berapa gain yang dibutuhkan untuk menjaga gema pantulan dinding belakang tetap di 80%.

### 3.4.5 Pengujian FTIR

FTIR merupakan salah satu instrumen spektroskopi. Pada spektroskopi inframerah, radiasi inframerah dipancarkan mengenai sampel. Sebagian radiasi infra merah diserap oleh sampel sebagian yang lain ditransmisikan. Hasil spektrum inframerah menggambarkan penyerapan molekul dan transmisi, menggambarkan ciri khas sampel. Setiap molekul memiliki



penyerapan berbeda sesuai dengan pola vibrasi dan pola ikatan antar atomnya. Dua molekul tidak ada yang menghasilkan spektrum infra merah yang sama. Oleh sebab itu spektroskopi infra merah sangat berguna untuk berbagai analisis. FTIR dapat memberikan informasi mengenai material yang belum diketahui (teridentifikasi), mengenai kualitas sampel, dan mengetahui jumlah komponen dalam suatu campuran. Gambar 3.2 merupakan alat uji dari FTIR



**Gambar 3.21** Alat Uji FTIR

Prinsip kerja FTIR adalah berdasarkan penyerapan radiasi inframerah. Infra merah dipancarkan melalui interferometer kemudian dipancarkan melalui sampel, sebagian radiasi infrared diserap sampel dan sebagian lain dipancarkan kembali dan tertangkap oleh detector. Besarnya radiasi infra merah yang tertangkap oleh detektor kemudian diubah menjadi spektrum oleh interferogram

### 3.5 Rancangan Penelitian

Untuk mempermudah penelitian, maka dibuatlah tabel yang berisi data pengujian yang dilakukan pada setiap variasi dari kuplan ditunjukkan pada Tabel 3.1

**Tabel 3.1** Rancangan Pengujian Sampel

Spesimen Uji	Pengujian				
	FTIR	Visual	Densitas	Cepat Rambat Ultrasonik	Ultrasonik
Air	✓				
<i>Aloe Vera</i> (AV)	✓				
Metil Selulosa (MC)	✓				
H <sub>2</sub> O/MC4%/AV0%	✓	✓	✓	✓	✓
H <sub>2</sub> O/MC3%/AV1%	✓	✓	✓	✓	✓
H <sub>2</sub> O/MC2%/AV2%	✓	✓	✓	✓	✓
H <sub>2</sub> O/MC1%/AV3%	✓	✓	✓	✓	✓
H <sub>2</sub> O/MC0%/AV4%	✓	✓	✓	✓	✓

### 3.6 Jadwal Penelitian

Penelitian dilakukan dalam waktu 16 minggu dengan pembagian waktu seperti pada Tabel 3.2

**Tabel 3.2** Rencana Kegiatan Penelitian

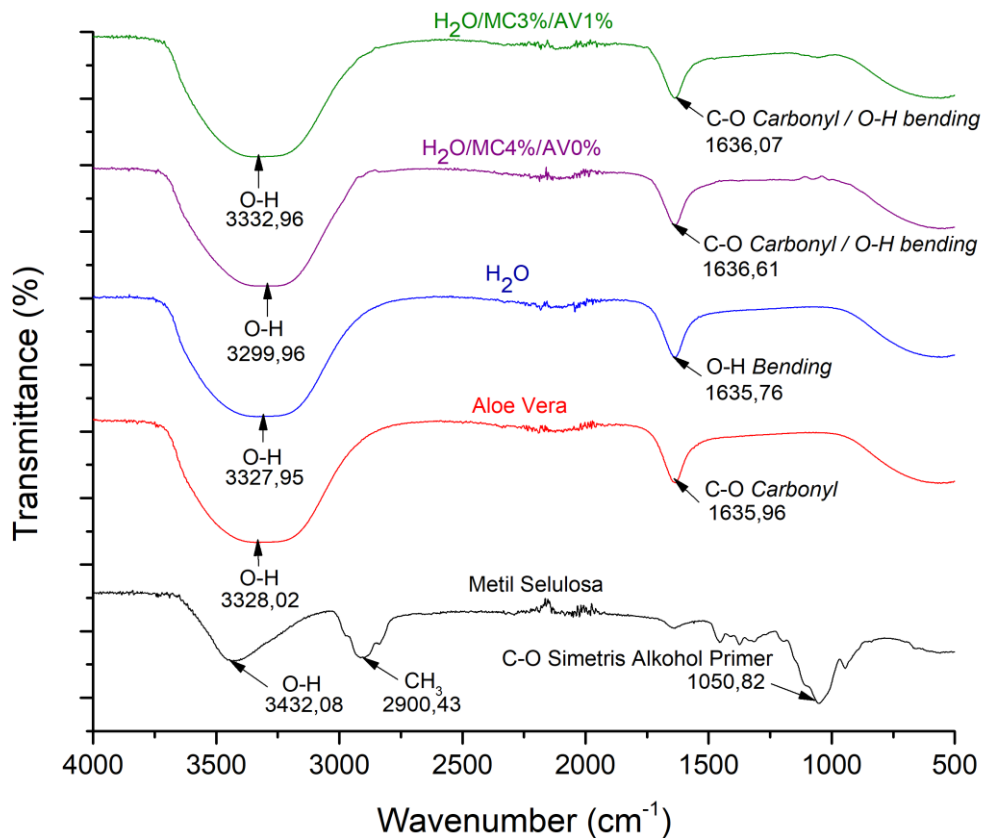
No	Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																
2	Asistensi Kepada Dosen Pembimbing																
3	Penyusunan Laporan																
4	Persiapan alat dan bahan																
5	Pengujian FTIR																
6	Fabrikasi Couplant																
7	Pengujian Density																
8	Pengujian Cepat Rambat																
9	Pengujian Ultrasonik																
10	Pengujian Visual																
11	Analisa data dan Pembahasan																

---

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Spektrum IR Material Kuplan Air/Metil Selulosa/*Aloe Vera* (H<sub>2</sub>O/MC/AV)

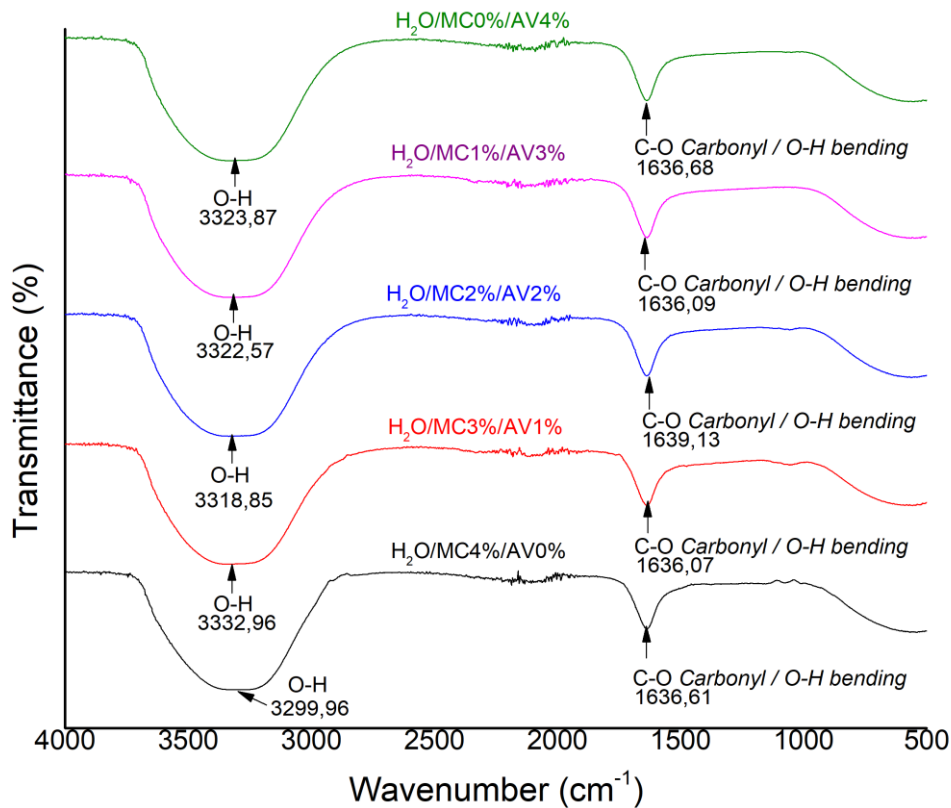
Pengujian FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) dilakukan pada Departemen Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Pengujian ini menggunakan alat Thermo Scientific Nicolet iS10. Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis gugus fungsi yang terdapat pada senyawa kimia suatu bahan. Pengujian dilakukan terhadap bahan Metil Selulosa, *Aloe Vera*, Air dan Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV yang telah dibuat.



**Gambar 4.1** Spektra IR Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV, Metil Selulosa, Air dan *Aloe Vera*

Bahan Metil Selulosa memiliki puncak pada 3432,02 cm<sup>-1</sup>, 2900,43 cm<sup>-1</sup> dan 1050,82 cm<sup>-1</sup> berkorelasi atas regangan O-H (Hidroksil), regangan CH<sub>3</sub> dan regangan C-O simetris alkohol primer (Rahmidar, 2018). Kemudian pada bahan *Aloe Vera* memiliki dua peak pada 3328,02 cm<sup>-1</sup> dan 1635,96 cm<sup>-1</sup> yang mengindikasikan regangan O-H dan regangan C-O *carbonyl* (Andonegi, 2020). Puncak bilangan gelombang pada 3327,95 cm<sup>-1</sup> dan 1635,76 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya regangan O-H dan O-H *bending* pada air (Palencia, 2018). Gambar 4.1 menunjukkan hilangnya puncak 2900,43 cm<sup>-1</sup> (CH<sub>3</sub>) pada bahan Metil Selulosa di material kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV mengindikasikan bahwa adanya ikatan antara molekul metil selulosa (interaksi hidrofobik) saat proses gelasi. Puncak 1050,82 cm<sup>-1</sup> (C-O Simetris Alkohol Primer) yang hilang dari bahan Metil Selulosa pada Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV dapat terjadi karena adanya ikatan antara gugus hidroksil dari Metil Selulosa dengan air (Buslov, 2008). Sementara untuk peak yang muncul pada bilangan gelombang antara 1600-1700 cm<sup>-1</sup> dapat disebabkan

oleh hadirnya *Aloe Vera* pada gel yang menyebabkan bertambahnya gugus *carbonyl* sehingga muncul puncak pada bilangan gelombang tersebut, munculnya puncak pada bilangan tersebut juga dapat diindikasikan adanya *O-H bend* dari bahan air. Material Kuplan yang dihasilkan menunjukkan struktur *hydrogel*.



**Gambar 4.2** Spektrum IR Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV

Gambar 4.2 merupakan hasil spektrum IR Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV, dapat terlihat bahwa kelimanya memiliki puncak yang seragam pada 3000-3750 cm<sup>-1</sup> dimana itu merupakan puncak yang menunjukkan regangan O-H dan terdapat juga puncak pada rentang 1600-1700 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan keberadaan gugus C-O *carbonyl* dan O-H *bending*. Keberadaan peak pada 3000-3750 cm<sup>-1</sup> bisa diinterpretasikan karena keberadaan dari regangan gugus O-H (hidroksil) dari air, metil selulosa, dan keberadaan dari polisakarida dan juga kandungan air pada *Aloe Vera* (Bialik, 2020). Puncak yang terjadi pada daerah bilangan gelombang 1600-1700 dapat diinterpretasikan karena bertambahnya kadar *Aloe Vera* dan keberadaan dari air.

#### 4.2 Pengamatan Visual Material Kuplan Air/Metil Selulosa/*Aloe Vera* (H<sub>2</sub>O/MC/AV)

Pengujian visual ini dilakukan pada Laboratorium Inovasi Material Departemen Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Pengujian ini memiliki tujuan untuk mengamati warna, transparansi dan kekentalan dari material kuplan campuran dari air, metil selulosa dan *Aloe Vera* (H<sub>2</sub>O/MC/AV). Pengujian dilakukan secara visual menggunakan mata.

a. H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0%



b. H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1%



c. H<sub>2</sub>O/MC2%/AV2%



d. H<sub>2</sub>O/MC1%/AV3%



e. H<sub>2</sub>O/MC0%/AV4%



**Gambar 4.3** Foto Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi *Aloe Vera* (a) 0% (b) 1% (c) 2% (d) 3% dan (e) 4%

Visual Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV ditampilkan pada Gambar 4.3. Pengamatan Visual dilakukan terhadap material H<sub>2</sub>O/MC/AV berupa pengamatan warna, transparansi dan kekentalan gel. Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0% menunjukkan warna putih, transparan dan memiliki kekentalan (gel). Material H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0% mengalami transformasi dari larutan (solution) menjadi gel melalui proses gelasi (Buslov, 2008). Selanjutnya, Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV diberi penambahan *Aloe Vera* (penurunan kadar Metil Selulosa). Material H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1% menunjukkan warna putih, transparan dan memiliki kekentalan (gel). Namun, teksturnya menunjukkan kekentalan (gel) yang lebih rendah daripada sebelum

penambahan *Aloe Vera* (penurunan konsentrasi Metil Selulosa). Pada material kuplan H<sub>2</sub>O/MC0%/AV4% menunjukkan warna putih dan transparan serta tekstur cair dan tidak kental. Shostak dkk (2015) menemukan bahwa hal ini disebabkan oleh properti dari Metil Selulosa yang dapat membuat warna putih dan transparan pada gel, Sehingga properti warna dan transparansi dari semua material kuplan yang dihasilkan sama. Kekentalan yang menurun seiring dengan penambahan *Aloe Vera* (penurunan konsentrasi Metil Selulosa), hal ini menunjukkan bahwa *Aloe Vera* tidak dapat meningkatkan kekentalan material dan tidak dapat berfungsi sebagai thickener/crosslinker (pengental) dan juga kandungan air dari *Aloe Vera* yang tinggi membuat material kuplan semakin cair. Sehingga penurunan kekentalan disebabkan berkurangnya Metil Selulosa yang berperan sebagai *crosslinker*. Hal ini dikarenakan semakin rendahnya konsentrasi dari Metil Selulosa pada Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV maka terjadinya ikatan molekul antara metil selulosa yang menyebabkan terbentuknya gel (gelasi) juga akan semakin rendah. Penambahan Metil Selulosa diatas 4% menyebabkan material kuplan semakin kental sehingga sulit untuk dibersihkan ketika selesai melakukan pengujian ultrasonik. Begitu juga dengan penambahan *Aloe Vera* lebih dari 4% menghasilkan kuplan yang tidak kental dan cenderung cair sehingga pada saat digunakan lebih cepat habis dan densitas yang dihasilkan juga menurun sehingga impedansi akustik dan koefisien transmisinya akan rendah.

#### 4.3 Densitas Material Kuplan Air/Metil Selulosa/*Aloe Vera* (H<sub>2</sub>O/MC/AV)

Pengujian densitas dilakukan pada Laboratorium Inovasi Material Departemen Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan menggunakan alat piknometer 25 ml dengan bertujuan untuk menghitung nilai densitas dari Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV yang telah dihasilkan.

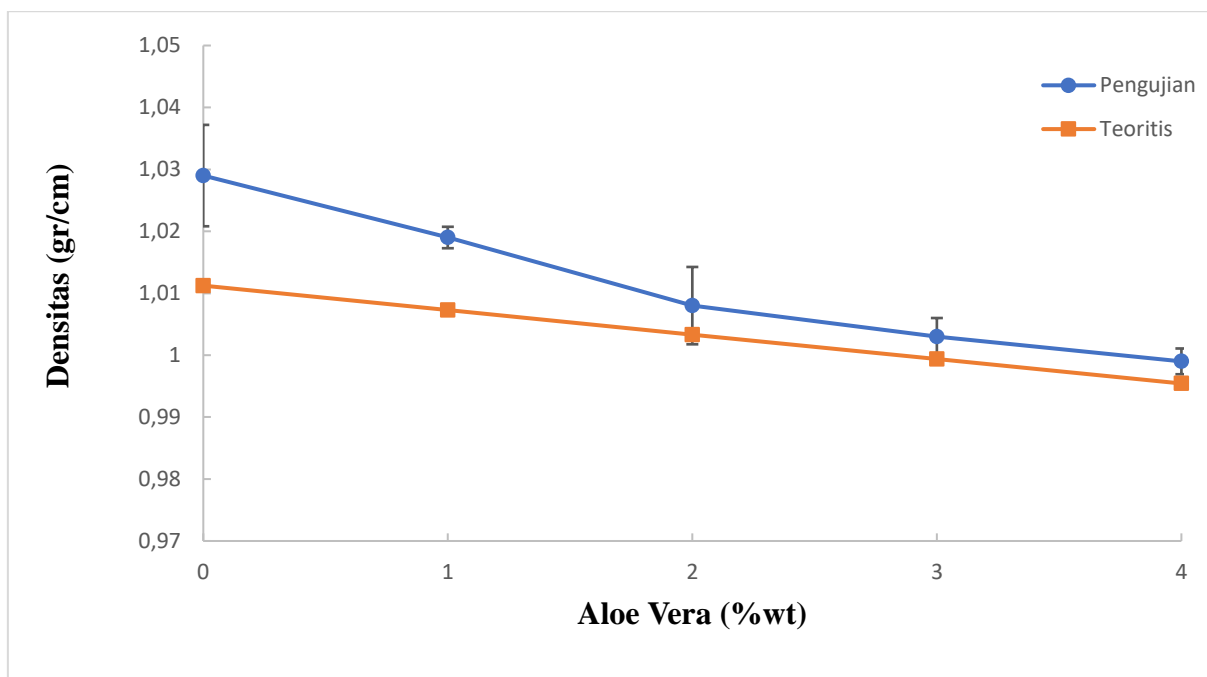
**Tabel 4.1** Densitas Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi *Aloe Vera*

Material Kuplan	Densitas (gr/cm <sup>3</sup> ) Pengujian	Densitas (gr/cm <sup>3</sup> ) Teoritis
Sonotech Ultragel	1,087 ± 0,003	1,087 ± 0,003
Air	0,997 ± 0,002	0,997 ± 0,002
<i>Aloe Vera</i>	0,945 ± 0,004	0,945 ± 0,004
Metil Selulosa	1,34 ± 0,006	1,34 ± 0,006
H <sub>2</sub> O/MC4%/AV0%	1,029 ± 0,008	1,011
H <sub>2</sub> O/MC3%/AV1%	1,019 ± 0,002	1,007
H <sub>2</sub> O/MC2%/AV2%	1,008 ± 0,006	1,003
H <sub>2</sub> O/MC1%/AV3%	1,003 ± 0,003	0,999
H <sub>2</sub> O/MC0%/AV4%	0,999 ± 0,002	0,995

Densitas Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV disajikan dalam Gambar 4.4 dan Tabel 4.1 Densitas dari H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0% merupakan hasil tertinggi dengan nilai 1,029 ± 0,008 gr/cm<sup>3</sup>. Selanjutnya, material kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV diberi penambahan *Aloe Vera* (penurunan konsentrasi Metil Selulosa). Material H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1% memiliki densitas 1,019 ± 0,002 gr/cm<sup>3</sup> dimana hal ini menunjukkan penurunan densitas. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.4 seiring dengan meningkatnya konsentrasi dari *Aloe Vera* (penurunan konsentrasi Metil Selulosa) pada Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV, densitas yang dihasilkan menurun dari 1,029 hingga 0,999 gr/cm<sup>3</sup> menggunakan piknometer 25 ml sedangkan nilai densitas teoritis juga mengalami penurunan dari 1,011 hingga 0,995 gr/cm<sup>3</sup> sehingga nilai densitas dari hasil pengujian menggunakan piknometer sejalan dengan nilai densitas teoritisnya. Hal ini dapat terjadi karena berkurangnya kadar Metil Selulosa yang berfungsi sebagai *crosslinker*, sehingga



jumlah network didalam material berkurang. Hal ini juga didukung oleh komposisi dari *Aloe Vera* yang sebagian besar air (Chouhan, 2016) sehingga kadar air didalam Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV bertambah seiring dengan meningkatnya konsentrasi *Aloe Vera* menyebabkan Metil Selulosa tidak dapat mengikat air secara optimal pada saat proses gelasi, mengakibatkan densitas yang dihasilkan tidak bertambah dan malah cenderung menurun. Hal ini juga dapat dipengaruhi oleh jumlah *organic acids* pada *Aloe Vera* yang dapat berikatan (Gutiérrez, 2016) dengan gugus metil pada Metil Selulosa bertambah jumlahnya namun jumlah gugus metil pada Metil Selulosa berkurang sehingga ikatan yang terjadi didalam material kuplan tidak optimal. Hal ini juga dikarenakan jumlah *organic acids* pada *Aloe Vera* yang tidak banyak membuat ikatan yang terjadi pada material kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV lebih cenderung dipengaruhi oleh gugus metil pada Metil Selulosa. Penelitian lain menyebutkan juga bahwa menurut hasil penelitian dari (Ewa, 2022) gel yang mengandung kadar air yang tinggi didalamnya memiliki densitas yang lebih kecil.



**Gambar 4.4** Densitas Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi *Aloe Vera*

#### 4.4 Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik Material Kuplan Air/Metil Selulosa/*Aloe Vera* (H<sub>2</sub>O/MC/AV)

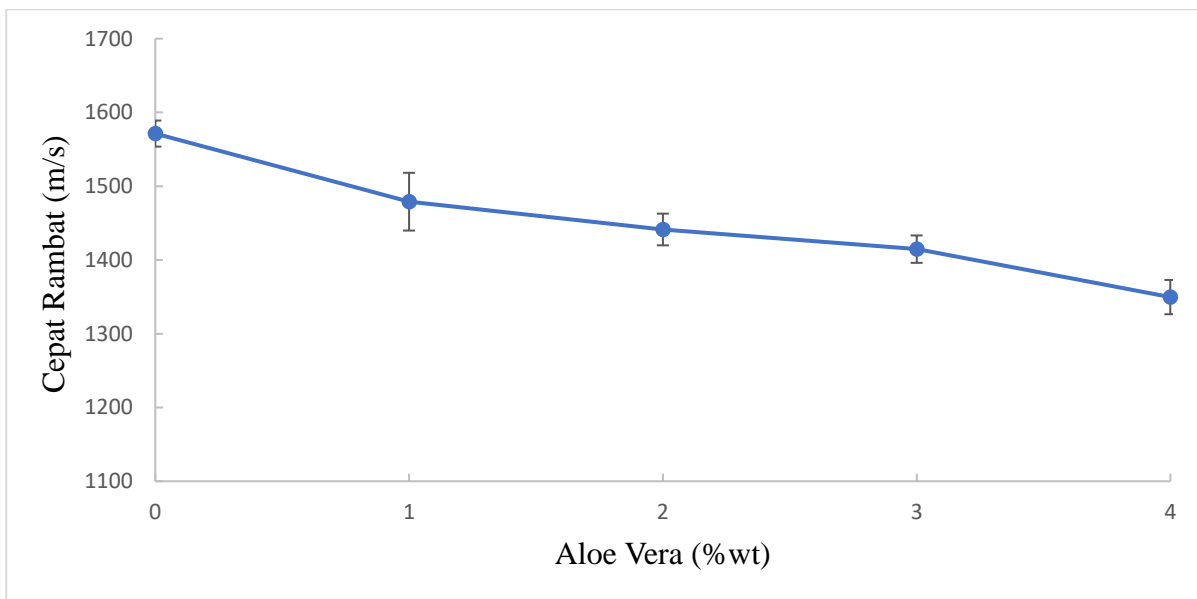
Pengujian cepat rambat dilakukan pada Laboratorium Inovasi Material Departemen Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan alat *Ultrasonic Thickness Gauge SIUI CTS 30B* dan *plexiglass*. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur nilai cepat rambat dari material kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV yang telah dihasilkan.

Cepat rambat ultrasonik dari Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV dirangkum pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.5. Material kuplan H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0% menghasilkan nilai cepat rambat sebesar  $1571 \pm 18$  m/s. Selanjutnya, konsentrasi *Aloe Vera* ditambahkan (penurunan konsentrasi Metil Selulosa) pada material kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV. Material kuplan H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1% memiliki nilai cepat rambat  $1479 \pm 39$  m/s. Hal ini menunjukkan penurunan dari material kuplan H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0%. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.5 nilai cepat rambat menurun seiring dengan bertambahnya kadar *Aloe Vera* (penurunan konsentrasi Metil Selulosa) pada material kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV. Hal ini dikarenakan densitas dari material kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV juga

mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi dari *Aloe Vera*. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah densitas (kerapatan zat) maka semakin rendah cepat rambat ultrasonik di dalam material dan semakin sulit gelombang ultrasonik merambat/berpindah di dalam material. Peningkatan densitas (kerapatan zat) meningkatkan cepat rambat ultrasonik di dalam material (Prawira, 2018; Young, 2002; Bindal 2000).

**Tabel 4.2** Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik Material H<sub>2</sub>O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi *Aloe Vera*

Material Kuplan	Cepat Rambat (m/s)
Sonotech Ultragel	1807 ± 20
Air	1330 ± 23
<i>Aloe Vera</i>	1355 ± 22
H <sub>2</sub> O/MC4%/AV0%	1571 ± 18
H <sub>2</sub> O/MC3%/AV1%	1479 ± 39
H <sub>2</sub> O/MC2%/AV2%	1441 ± 22
H <sub>2</sub> O/MC1%/AV3%	1415 ± 19
H <sub>2</sub> O/MC0%/AV4%	1350 ± 23



**Gambar 4.5** Cepat Rambat Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi *Aloe Vera*

#### 4.5 Impedansi Akustik dan Koefisien Transmisi Dari Material Kuplan Air/Metil Selulosa/*Aloe Vera* (H<sub>2</sub>O/MC/AV)

Nilai densitas dan cepat rambat yang telah didapatkan, dapat digunakan untuk menghitung impedansi akustik dan koefisien transmisi dengan menggunakan persamaan (2.5) untuk impedansi akustik dan (2.9) untuk koefisien transmisi. Hasil dari perhitungan nilai impedansi akustik dan koefisien transmisi pada material kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV terangkum dalam Tabel 4.3

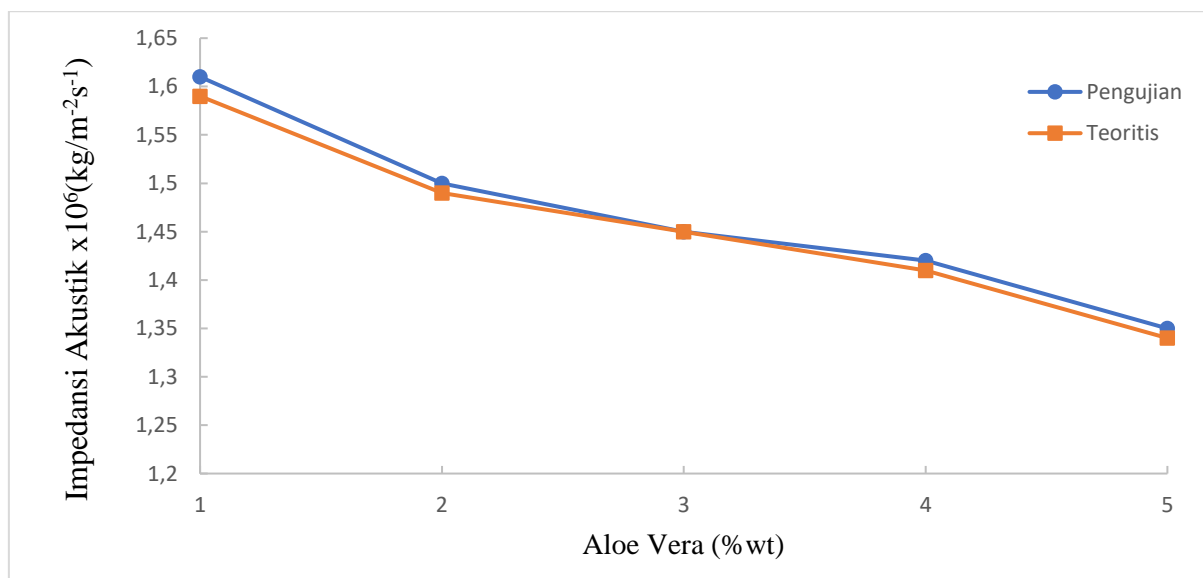
Material komersial Sonotech Ultragel II memiliki nilai impedansi akustik  $1,89 \times 10^6$  (kg/m<sup>2</sup>s<sup>-1</sup>) dan koefisien transmisi 0,4975 dimana angka tersebut lebih tinggi dari nilai material kuplan H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0%. Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0% memperoleh nilai impedansi akustik dan koefisien transmisi dengan nilai  $1,61 \times 10^6$  (kg/m<sup>2</sup>s<sup>-1</sup>) untuk impedansi akustiknya dan 0,4219 untuk koefisien transmisinya. Selanjutnya, material kuplan H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1%



memiliki nilai impedansi akustik  $1,51 \times 10^6$  ( $\text{kg/m}^2\text{s}^{-1}$ ) dan koefisien transmisi 0,3892 dimana menunjukkan nilai yang lebih rendah dari material kuplan H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0%. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.6 dan Tabel 4.3 hasil impedansi akustik yang perhitungannya berdasarkan dari nilai densitas dan cepat rambat ultrasonik hasil pengujian sejalan dengan nilai impedansi akustik yang perhitungannya berdasarkan nilai densitas teoritis dimana bertambahnya konsentrasi *Aloe Vera* (penurunan konsentrasi Metil Selulosa) pada material kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV beriringan dengan menurunnya nilai impedansi akustik dan juga koefisien transmisi. Hal ini dikarenakan persamaan impedansi akustik sangat bergantung dengan nilai densitas dan cepat rambat, sehingga apabila nilai densitas dan cepat rambat menurun maka impedansi akustik yang dihasilkan juga menurun. Hal yang sama terjadi pada koefisien transmisi, berdasarkan persamaan koefisien transmisi, menurunnya atau meningkatnya koefisien transmisi sejalan dengan nilai impedansi akustik (Young, 2002). Impedansi akustik yang tinggi menghasilkan kemampuan yang lebih baik untuk mentransmisikan gelombang suara pada material (Netshidavini, 2012).

**Tabel 4.3** Nilai Impedansi Akustik, Koefisien Transmisi Material Kuplan MC/AV

Material Kuplan	Impedansi Akustik	Impedansi Akustik	Koefisien Transmisi
	$\times 10^6$ ( $\text{kg/m}^2\text{s}^{-1}$ )	$\times 10^6$ ( $\text{kg/m}^2\text{s}^{-1}$ ) Teoritis	
Sonotech Ultragel II	1,89	1,89	0,4975
H <sub>2</sub> O/MC4%/AV0%	1,61	1,59	0,4219
H <sub>2</sub> O/MC3%/AV1%	1,51	1,49	0,3892
H <sub>2</sub> O/MC2%/AV2%	1,45	1,45	0,3718
H <sub>2</sub> O/MC1%/AV3%	1,42	1,41	0,3615
H <sub>2</sub> O/MC0%/AV4%	1,35	1,34	0,3392



**Gambar 4.6** Impedansi Akustik Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV

#### 4.6 Gain (Sensitivitas) Material Kuplan Air/Metil Selulosa/*Aloe Vera* (H<sub>2</sub>O/MC/AV)

Gain (Sensitivitas) yang dihasilkan untuk dapat mencapai 80% puncak gelombang pada penelitian ini menggunakan alat Ultrasonic Flaw Detector SIUI CTS 9005 (SN549341141022) dan SIUI Blok Kalibrasi V1 (SN81002009013R) dengan dengan probe normal berdiameter 10mm dan frekuensi 4Mhz. Pengujian ini menggunakan standard ASME Section V.

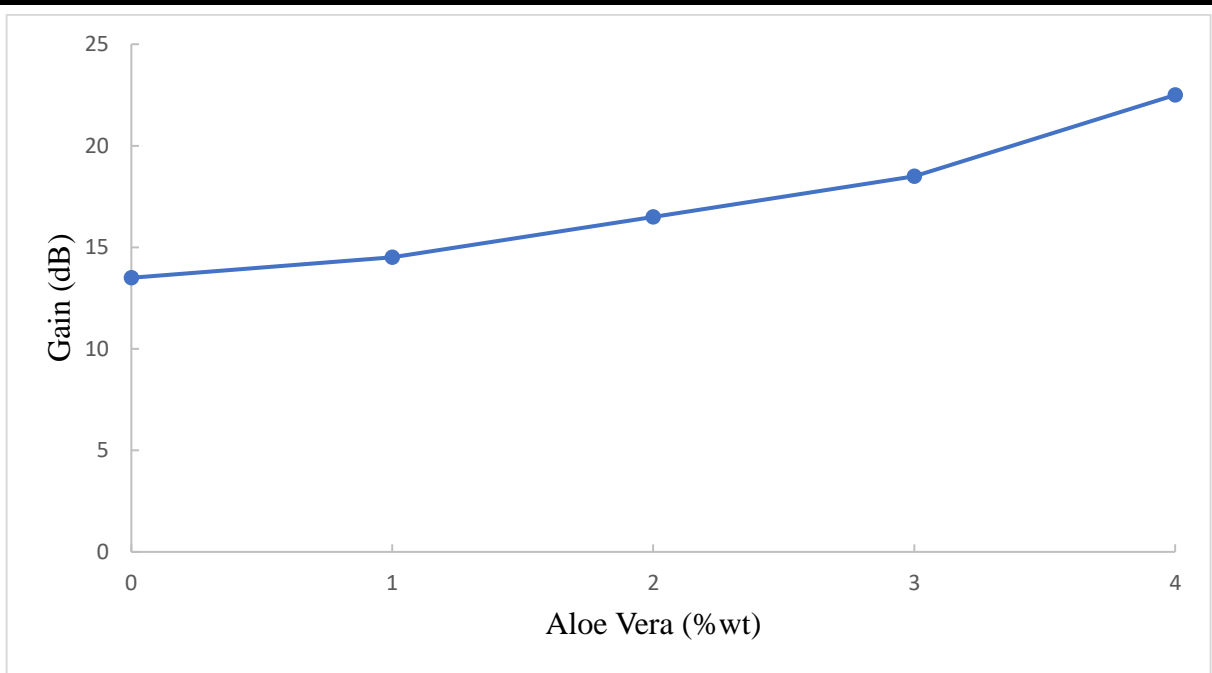


**Gambar 4.7** *Set Up* Pengujian Sensitivitas Gelombang Ultrasonik Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV

Material Komersial Sonotech Ultragel II menghasilkan gain 11 desibel (dB) pada pengujian ultrasonik lebih rendah 2,5 dB dari material kuplan H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0%. Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0% menghasilkan nilai gain 13,5 dB. Selanjutnya, penambahan konsentrasi *Aloe Vera* (penurunan konsentrasi Metil Selulosa) pada material kuplan H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1% menghasilkan nilai gain yang lebih tinggi 1 dB daripada material kuplan H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0%. Seiring dengan naiknya konsentrasi dari *Aloe Vera* (penurunan konsentrasi Metil Selulosa) nilai gain yang dihasilkan semakin besar seperti yang tersaji pada Gambar 4.8. Hal ini disebabkan pada pengujian ultrasonik, sensitivitas dalam menghasilkan 80% puncak gelombang (amplitudo) pada alat uji ultrasonik bergantung pada nilai impedansi akustik dan koefisien transmisi, dimana semakin besar koefisien transmisi pada batas yang terbentuk antara transduser dan material uji, semakin tinggi tingkat sensitivitas untuk menghasilkan 80% puncak gelombang ultrasonik dalam pengujian ultrasonik (Young, 2002). Sensitivitas couplant yang terbaik adalah ketika gain (db) yang dihasilkan memiliki nilai yang rendah, karena hanya memerlukan gain (dB) yang kecil untuk mendapatkan gelombang yang tinggi (Indrianto).

**Tabel 4.4** Sensitivitas (Gain) Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV

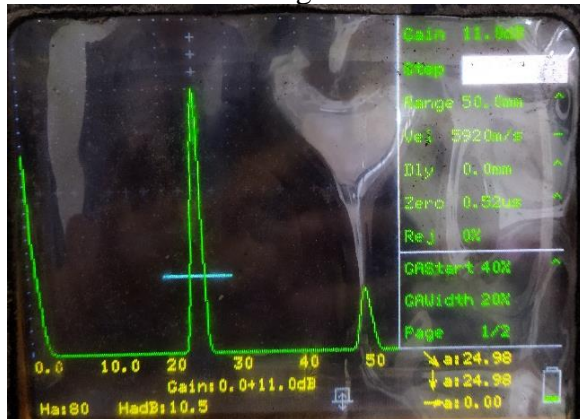
Material Kuplan	Gain (dB)
Sonotech Ultragel II	11
H <sub>2</sub> O/MC4%/AV0%	13,5
H <sub>2</sub> O/MC3%/AV1%	14,5
H <sub>2</sub> O/MC2%/AV2%	16,5
H <sub>2</sub> O/MC1%/AV3%	18,5
H <sub>2</sub> O/MC0%/AV4%	22,5



**Gambar 4.8** Gain (Sensitivitas) Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi *Aloe Vera*.

Gambar 4.9 merupakan foto dari pengujian ultrasonik yang telah dilakukan untuk memperoleh nilai gain dari masing-masing Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV. Pada masing-masing material kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV didapatkan nilai gain dengan melihat pada *screen* di alat uji ultrasonik dan data hasil nilai gain (sensitivitas) tertera pada Tabel 4.4.

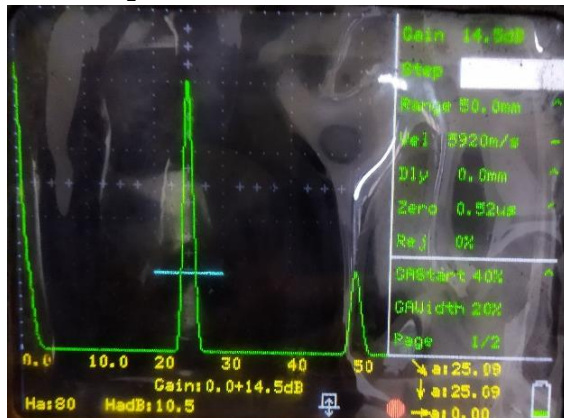
a. Sonotech Ultragel II



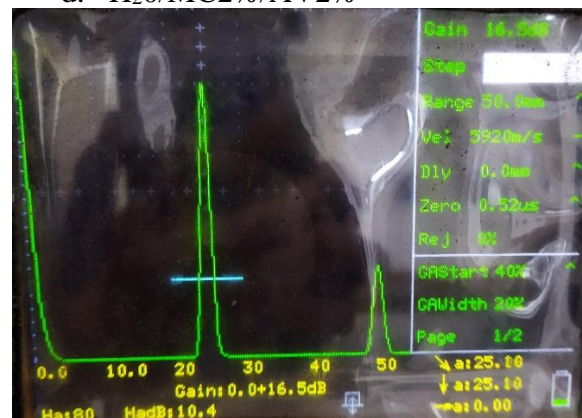
b. H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0%



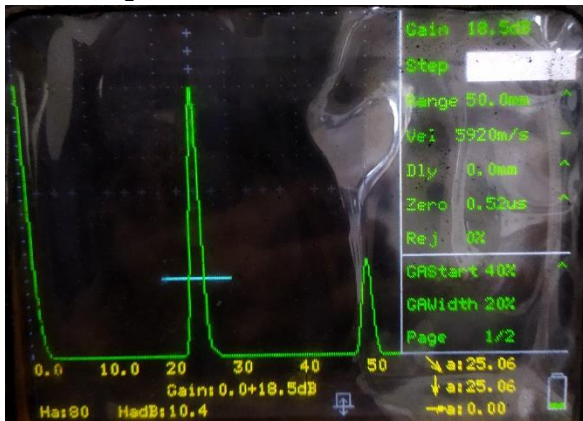
c. H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1%



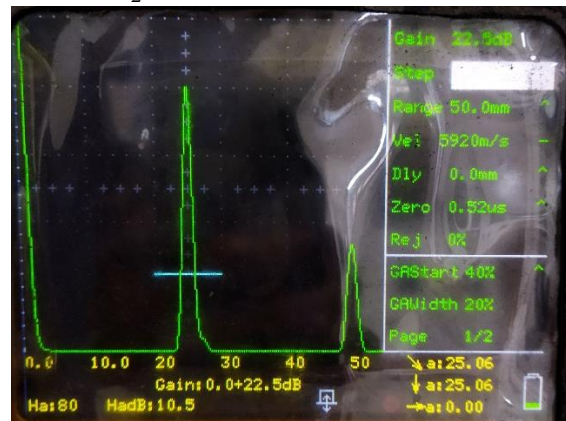
d. H<sub>2</sub>O/MC2%/AV2%



e. H<sub>2</sub>O/MC1%/AV3%



f. H<sub>2</sub>O/MC0%/AV4%



**Gambar 4.9** Foto Screen Digital UT Flaw Detector Kuplan Komersial (a) Sonotech Ultragel II dan Material Kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV Dengan Berbagai Konsentrasi Aloe Vera (b) 0% (c) 1% (d) 2% (e) 3% (f) 4%

---

---

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil dan analisis data yang telah dilakukan dapat diambil sebuah kesimpulan adalah sebagai berikut :

1. Peningkatan konsentrasi *Aloe Vera* menurunkan nilai transmitansi material kuplan H<sub>2</sub>O/MC/AV dengan nilai terendah pada H<sub>2</sub>O/MC0%/AV4% yaitu 0,3392 dengan nilai transmitansi terbaik ada pada material kuplan H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1% yaitu 0,3892.
2. Peningkatan konsentrasi *Aloe Vera* meningkatkan nilai gain (sensitivitas) material kuplan dengan nilai terendah adalah H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1% yaitu 14,5 dB yang juga merupakan material kuplan dengan nilai gain terbaik.

#### **5.2 Saran**

1. Menggunakan bahan tambahan lain selain *Aloe Vera* yang dapat meningkatkan transmitansi dan gain.
2. Dapat dilakukan penelitian lain dengan variasi dan parameter lain.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

---



---

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Azo Materials. 2013. AISI 1018 Carbon Steel (UNS G10180), <URL:https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=9138>.
2. Afzal, S. Zahid, M. Rehan, Z.A. Shakir, H.M.F. Javed, H. Aljohani, M.M.H. Mustafa, S.K. Ahmad, M. Hassan, M.M. Preparation and Evaluation of Polymer-Based Ultrasound Gel and Its Application in Ultrasonography. *Gels* 2022, 8, 42.
3. Andonegi, Mireia & Irastorza, Ainhoa & Izeta, Ander & De la Caba, Koro & Guerrero, Pedro. (2020). Physicochemical and Biological Performance of *Aloe Vera*-Incorporated Native Collagen Film. *Pharmaceutics*. 12. 10.3390/pharmaceutics12121173.
4. ASM Handbook Vol 17. Non Destructive Evaluation and Quality Control. ASM Handbook Committee. United State 1992.
5. ASME. Boiler and Pressure Vessel Code. 2007
6. Aziz, Nur Abdul. 2018. Pengukuran Ketebalan Pada Material Baja Dengan Ultrasonik Testing Menggunakan Metode Contact Testing Dengan Variasi Media Koplans Oli, Air dan Gel. *Teknik Mesin ITS : Surabaya*.
7. Bialik-Was, K. Raftopoulos, K.N. Pielichowski, K. Alginate Hydrogels with *Aloe Vera*: The Effects of Reaction Temperature on Morphology and Thermal Properties. *Materials* 2022, 15, 748.
8. Bindal, V.N.. 2000. Water-based Kuplans for general purpose use for ultrasonic NDT applications. *Journal of Scientific and Industrial Research*. 59. 935-939.
9. Buslov, D. & Sushko, N. & Tretinnikov, Oleg. (2008). Study of thermal gelation of methylcellulose in water using FTIR-ATR spectroscopy. *Journal of Applied Spectroscopy*. 75. 514-518. 10.1007/s10812-008-9081.
10. Chandegara, Dr. Vallabh & Nandasana, J. & Kumpavat, M. & Varshney, Anil. 2015. Effect of temperature on gel extraction process from *Aloe Vera* leaves. *AgricEngInt: CIGR Journal*. 17. 207.
11. Chouhan, MC & Rs, Chouhan & Br, Patil & Bd, Shrivastava. 2016. Ultrasonic investigation of *Aloe Vera* juice, water, ethanol, n-Butanol and acetic acid at 298K temperature and 2MHz frequency by NDT. *International journal of applied research*. 2. 301-304.
12. Golis, M. J. 1992. *The Ultrasonic Level III Study Guide*. ASNT. Columbus. OH. pp. 13-19.
13. González, Gema. (2017). Effect of Cross-Linking with *Aloe Vera* Gel on Surface and Physicochemical Properties of Edible Films Made from Plantain Flour. *Food Biophysics*. 12. 11-22. 10.1007/s11483-016-9458-z.
14. Guo, Xiaoqing & Mei, Nan. 2016. *Aloe Vera* – A Review of Toxicity and Adverse Clinical Effects. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*. 34. 00-00. 10.1080/10590501.2016.1166826.
15. Hellier, Charles J. 2003. *Handbook of Nondestructive Evaluation*. United States of America: McGraw-Hill.
16. Indrianto, Taufik & Leksonowati, Nur Fitria Pujo & Rosbrandion, Wowo. Perbandingan Sensitivitas Kuplan Menggunakan Media Oli, Air, Glycerin dan CMC (Carboxy Methyl Celulos) pada Ultrasonic Testing. *Politeknik Negeri Batam*
17. International Atomic Energy Agency (IAEE).1988. *Ultrasonic Testing of Material at Level 2*. IAIE : Austria.
18. International Organization for Standardization. 2015. Non-destructive testing - Ultrasonic testing -Specification for a calibration block for phased array testing (PAUT).

19. Jakubczyk, E. Kamińska-Dwórznicza, A. Ostrowska-Ligęza, E. The Effect of Composition, Pre-Treatment on the Mechanical and Acoustic Properties of Apple Gels and Freeze-Dried Materials. *Gels* 2022, 8, 110.
20. Jangra, Alka & Sharma, Garima & Sihag, Sonia & Chhokar, Vinod. (2022). The dark side of miracle plant-*Aloe Vera*: a review. *Molecular Biology Reports*. 49. 10.1007/s11033-022-07176-9.
21. J.B. Hull, Vernon John. 1988. *Non-Destructive Testing*. London: Palgrave
22. Kementrian Ketenagakerjaan RI. 2018. Melakukan Ultrasonic Test (UT) C.24LAS01.036.01
23. Kim, Young & Song, Sung-Jin & Lee, Sung-Sik & Lee, Jeong-Ki & Hong, Soon-Shin & Eom, heung-seop. 2002. A Study of the Kuplan Effects on Contact Ultrasonic Testing. *Journal of the Korean Society for Nondestructive Testing*. 22.
24. Krautkrämer. 1977. *Ultrasonic Testing of Materials*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
25. Mahesh, Batta. 2019 Application of Non-Destructive Testing in Oil and Gas Industries. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*. vol 2.
26. Netshidavhini, Ngeletshedzo & Mabuza, Boy. 2012. Effects of Various Kuplans on Carbon Steel and Aluminium Materials Using Ultrasonic Testing.
27. Nunes, R. M. et al. *ASM Handbook*. vol. 17 (ASM International, 1989).
28. Nurjannah, Neng Rita & Sudiarti, Tety & Rahmidar, Lena. 2020. Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Termetilasi sebagai Biokomposit Hidrogel. *al-Kimiya*. 7. 19-27. 10.15575/ak.v7i1.6490.
29. Paar, Anton. 2022. Viscosity Measurements of Methylcellulose Solutions Used for Pharmaceutical Products. C92IA046EN-A.
30. Palencia, Manuel. (2018). Functional transformation of Fourier-transform mid-infrared spectrum for the improving of spectral specificity by simple algorithm based on wavelet-like functions. *Journal of Advanced Research*. 14. 10.1016/j.jare.2018.05.009.
31. Prawira, Nanda & Rouf, Abdul. (2018). Perancangan Alat Ukur Massa Jenis Zat Cair Menggunakan Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*. 8. 143. 10.22146/ijeis.24481.
32. Rahmidar, Lena & Wahidiniawati, Seruni & Sudiarti, Tety. 2018. Pembuatan dan Karakterisasi Metil Selulosa dari Bonggol dan Kulit Nanas (*Ananas comosus*). *Alotrop*. 2. 10.33369/atp.v2i1.4807.
33. Rajendran, Susai. 2013. Corrosion Inhibition by An Aqueous Extract Of *Aloe Vera* (L.) Burm F.(Liliaceae) V. Sribharathy, Susai Rajendran, P. Rengan, R. Nagalakshmi *Eur. Chem. Bull.* 2013, 2(7), 471-476 471.
34. Ridlo, M.Rosyid. 2016. Pengaruh *Aloe Vera* Pada Transmisi Ultrasonik Gel Karbomer 940. *Pusat Penelitian Fisika LIPI* 9, 22: 713-717.
35. Rodríguez-Rodríguez, Elena M & Darias-Martín, Jacinto & Díaz, Carlos. 2010. *Aloe Vera* as a Functional Ingredient in Foods. *Critical reviews in food science and nutrition*. 50. 305-26. 10.1080/10408390802544454.
36. Rose, J. L. and Meyer, P. A. 1974. Ultrasonic Signal-Processing Concepts for Measuring the Thickness of Thin Layer, *Mater. Eval*, Vol. 32, No. 2 32(2), pp. 249-225.
37. Shivamurthy, Basavanna & Krishnamurthy, & Sachidanada, H. 2018. Case study on water based cellulose Kuplan in contact type ultrasonic testing. *MATEC Web of Conferences*. 144. 02016. 10.1051/mateconf/201714402016.
38. Shostak, T., Bilous, S., Kalynyuk, T., 2015. Features of the excipients selection for semi-solid dosage for MC. *Jurnal Farmasi*, 1.



- 
39. Sidiq, Taufiq. 2016. *Sistem Deteksi Bentuk Kecacatan Benda Padat Menggunakan Teknik Variasi Sudut Ultrasonik*. Jurnal UGM. Yogyakarta.
  40. Sina Ebnesajjad. 2011. *Handbook of Adhesives and Surface Preparation*. Oxford: William Andrew.
  41. Surjushe A, Vasani R, Saple DG. *Aloe Vera: a short review*. Indian J Dermatol. 2008;53(4):163-6. doi: 10.4103/0019-5154.44785. PMID: 19882025; PMCID: PMC2763764.
  42. Zhang, Lei & Yang, Yuan & Yang, Xiaoliang & Wei, Xiaoyuan. (2019). Grease-like Coupling Agent Based on Metal Ionization Method for Low-Frequency Ultrasonic NDT. Results in Physics. 12. 10.1016/j.rinp.2019.01.084.

---

---

**LAMPIRAN A**  
**PERHITUNGAN MASSA SPESIMEN**

**1. Perhitungan Komposisi Material Kuplan**

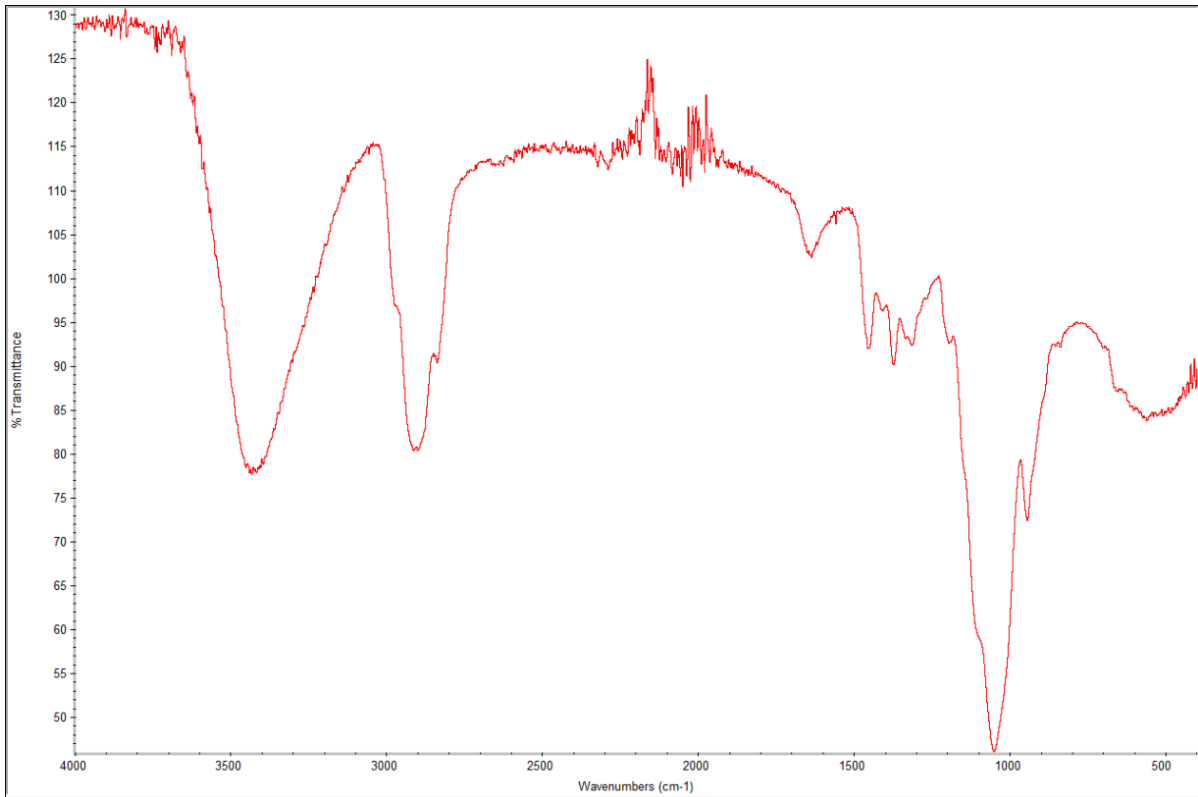
Massa Total = 260 gram

- H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0%  
Massa H<sub>2</sub>O =  $0,96 \times 260 = 249,6$  gram  
Massa Metil Selulosa =  $0,04 \times 260 = 10,4$  gram  
Massa *Aloe Vera* =  $0 \times 260 = 0$  gram
- H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1%  
Massa H<sub>2</sub>O =  $0,96 \times 260 = 249,6$  gram  
Massa Metil Selulosa =  $0,03 \times 260 = 7,8$  gram  
Massa *Aloe Vera* =  $0,01 \times 260 = 2,6$  gram
- H<sub>2</sub>O/MC2%/AV2%  
Massa H<sub>2</sub>O =  $0,96 \times 260 = 249,6$  gram  
Massa Metil Selulosa =  $0,02 \times 260 = 5,2$  gram  
Massa *Aloe Vera* =  $0,02 \times 260 = 5,2$  gram
- H<sub>2</sub>O/MC1%/AV3%  
Massa H<sub>2</sub>O =  $0,96 \times 260 = 249,6$  gram  
Massa Metil Selulosa =  $0,01 \times 260 = 2,6$  gram  
Massa *Aloe Vera* =  $0,03 \times 260 = 7,8$  gram
- H<sub>2</sub>O/MC0%/AV4%  
Massa H<sub>2</sub>O =  $0,96 \times 260 = 249,6$  gram  
Massa Metil Selulosa =  $0 \times 260 = 0$  gram  
Massa *Aloe Vera* =  $0,04 \times 260 = 10,4$  gram

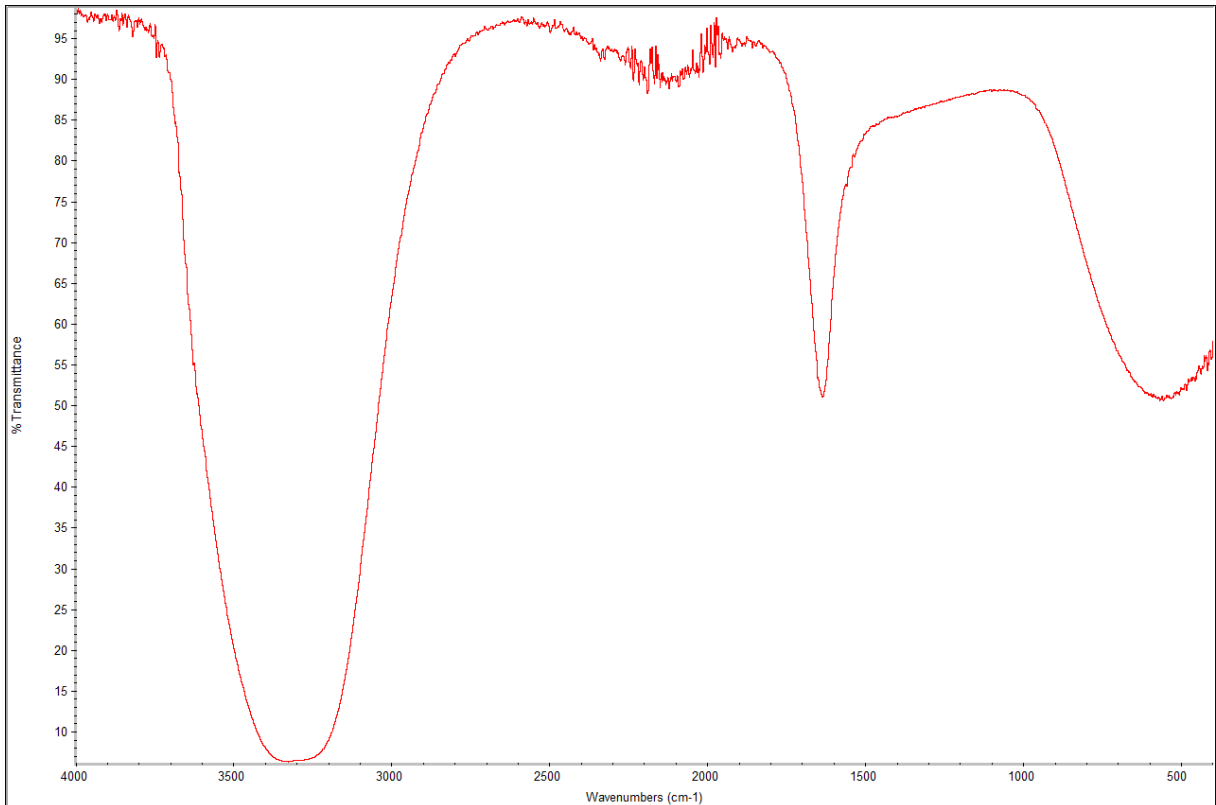
**LAMPIRAN B  
HASIL PENGUJIAN**

**1. Pengujian FTIR**

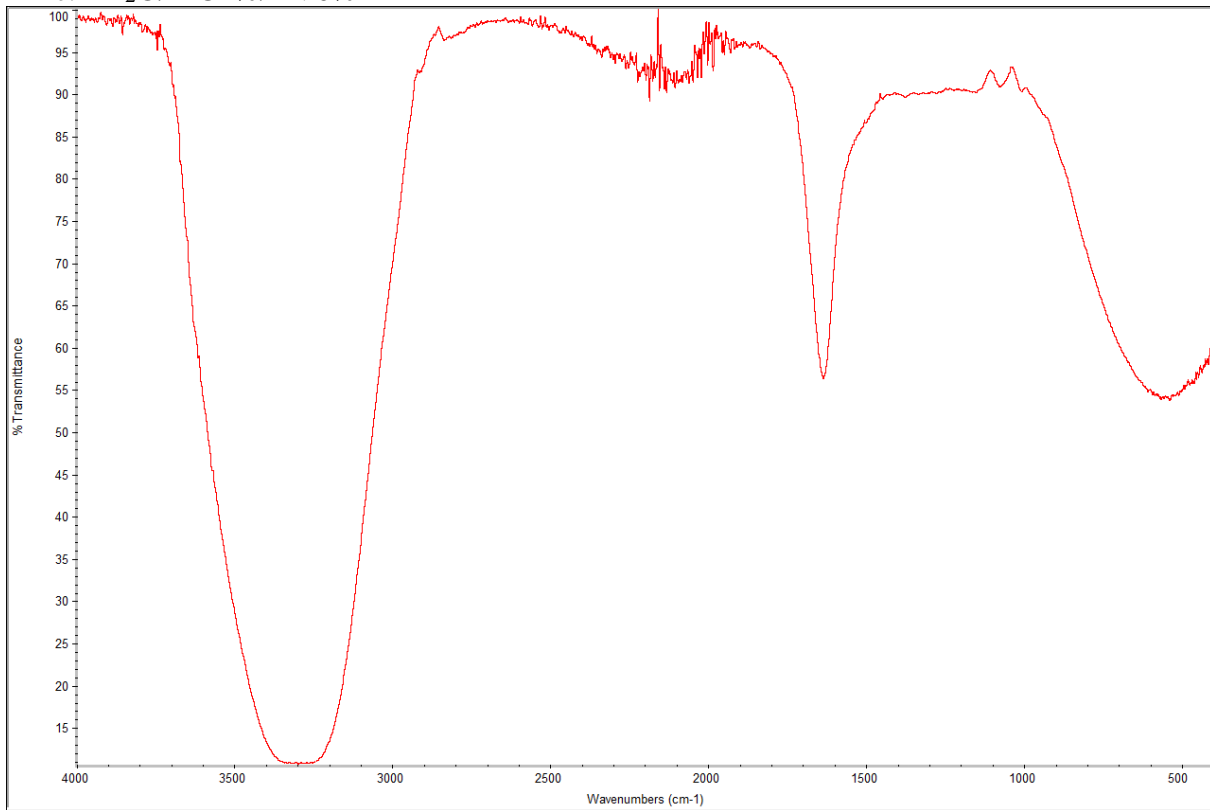
**a. Metil Selulosa**



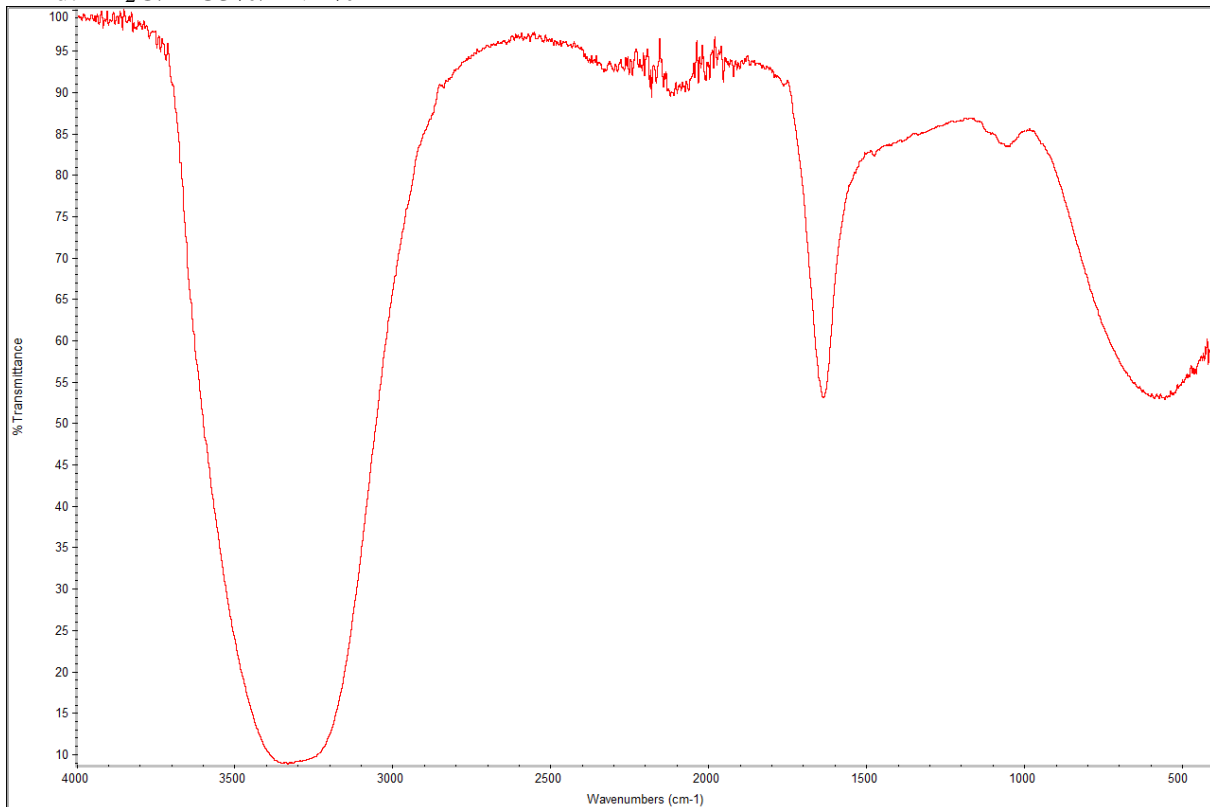
**b. Aloe Vera**



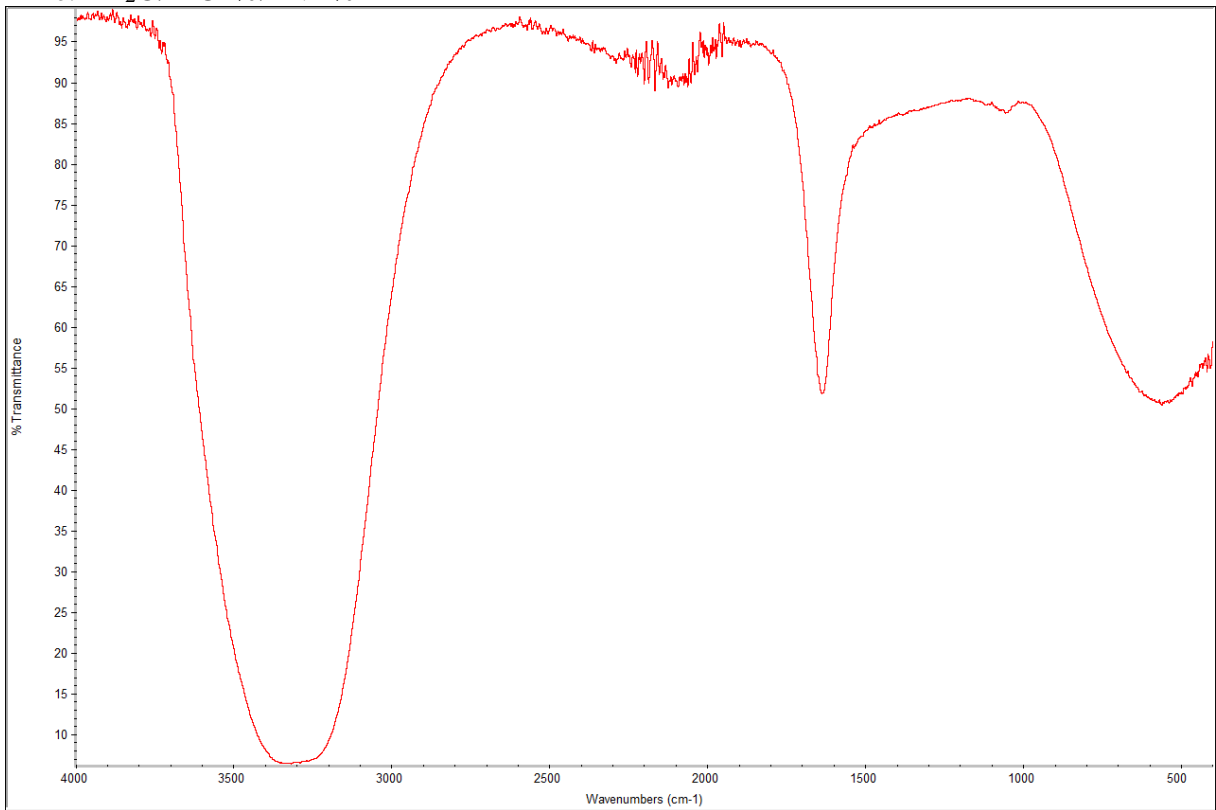
c. H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0%



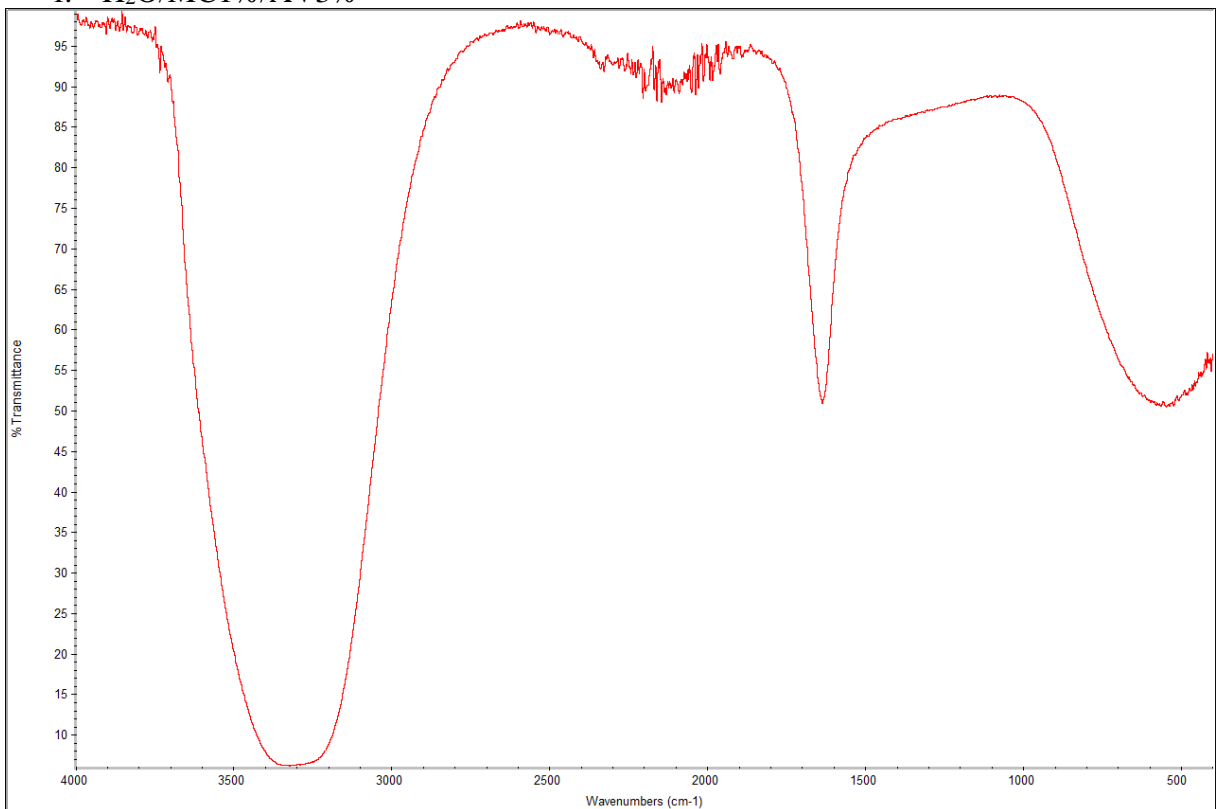
d. H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1%



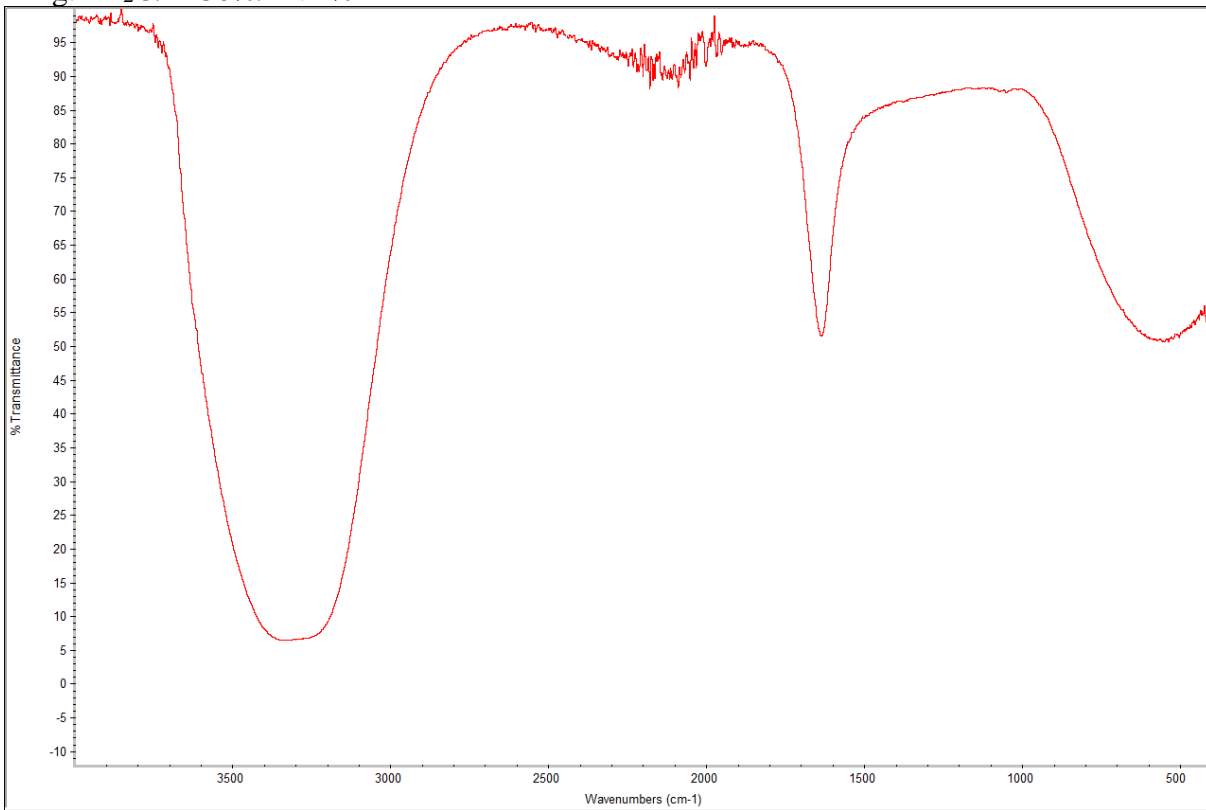
e. H<sub>2</sub>O/MC2%/AV2%



f. H<sub>2</sub>O/MC1%/AV3%



g. H<sub>2</sub>O/MC0%/AV4%



## 2. Pengujian Densitas

### ▪ Piknometer 1

Massa piknometer kosong = 16,82 gram

Volume piknometer = 25,84 gram

### ▪ Piknometer 2

Massa piknometer kosong = 17,69 gram

Volume piknometer = 25,63 gram

### a. H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0%

#### • Perhitungan 1

Massa piknometer kosong + material kuplan + air = 42,80 gram

Massa piknometer kosong + material kuplan = 22,01 gram

Massa air = 42,80 gram - 22,01 = 20,79 gram

Volume air = 20,79 gram / 0,99753 gr/cm<sup>3</sup> = 20,84 cm<sup>3</sup>

Massa material kuplan = 22,01 - 16,82 = 5,19 gram

Volume material kuplan = 25,84 - 20,84 = 5 cm<sup>3</sup>

Densitas = 5,19 gram / 5 cm<sup>3</sup> = 1,038 gram / cm<sup>3</sup>

#### • Perhitungan 2

Massa piknometer kosong + material kuplan + air = 42,70 gram

Massa piknometer kosong + material kuplan = 20,89 gram

Massa air = 42,70 gram - 20,89 = 21,81 gram

Volume air = 21,81 gram / 0,99753 gr/cm<sup>3</sup> = 21,86 cm<sup>3</sup>

Massa material kuplan = 20,89 - 16,82 = 4,07 gram

Volume material kuplan = 25,84 - 21,86 = 3,98 cm<sup>3</sup>

---

Densitas =  $4,07 \text{ gram} / 3,98 \text{ cm}^3 = 1,022 \text{ gram/ cm}^3$

- Perhitungan 3

Massa piknometer kosong + material kuplan + air = 43,34 gram  
Massa piknometer kosong + material kuplan = 20,63 gram  
Massa air =  $43,34 \text{ gram} - 20,63 = 22,71 \text{ gram}$   
Volume air =  $22,71 \text{ gram} / 0,99753 \text{ gr/cm}^3 = 22,77 \text{ cm}^3$   
Massa material kuplan =  $20,63 - 17,69 = 2,94 \text{ gram}$   
Volume material kuplan =  $25,63 - 22,77 = 2,86 \text{ cm}^3$   
Densitas =  $2,94 \text{ gram} / 2,86 \text{ cm}^3 = 1,027 \text{ gram/ cm}^3$

b. H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1%

- Perhitungan 1

Massa piknometer kosong + material kuplan + air = 42,68 gram  
Massa piknometer kosong + material kuplan = 20,13 gram  
Massa air =  $42,68 \text{ gram} - 20,13 = 22,55 \text{ gram}$   
Volume air =  $22,55 \text{ gram} / 0,99753 \text{ gr/cm}^3 = 22,60 \text{ cm}^3$   
Massa material kuplan =  $20,13 - 16,82 = 3,31 \text{ gram}$   
Volume material kuplan =  $25,84 - 22,60 = 3,24 \text{ cm}^3$   
Densitas =  $3,31 \text{ gram} / 3,24 \text{ cm}^3 = 1,021 \text{ gram/ cm}^3$

- Perhitungan 2

Massa piknometer kosong + material kuplan + air = 43,30 gram  
Massa piknometer kosong + material kuplan = 19,86 gram  
Massa air =  $43,30 \text{ gram} - 19,86 = 23,44 \text{ gram}$   
Volume air =  $23,44 \text{ gram} / 0,99753 \text{ gr/cm}^3 = 23,50 \text{ cm}^3$   
Massa material kuplan =  $19,68 - 17,69 = 2,17 \text{ gram}$   
Volume material kuplan =  $25,63 - 23,50 = 2,13 \text{ cm}^3$   
Densitas =  $2,17 \text{ gram} / 2,13 \text{ cm}^3 = 1,018 \text{ gram/ cm}^3$

- Perhitungan 3

Massa piknometer kosong + material kuplan + air = 43,30 gram  
Massa piknometer kosong + material kuplan = 19,86 gram  
Massa air =  $43,30 \text{ gram} - 19,86 = 23,44 \text{ gram}$   
Volume air =  $23,44 \text{ gram} / 0,99753 \text{ gr/cm}^3 = 23,50 \text{ cm}^3$   
Massa material kuplan =  $19,68 - 17,69 = 2,17 \text{ gram}$   
Volume material kuplan =  $25,63 - 23,50 = 2,13 \text{ cm}^3$   
Densitas =  $2,17 \text{ gram} / 2,13 \text{ cm}^3 = 1,018 \text{ gram/ cm}^3$

c. H<sub>2</sub>O/MC2%/AV2%

- Perhitungan 1

Massa piknometer kosong + material kuplan + air = 43,27 gram  
Massa piknometer kosong + material kuplan = 20,84 gram  
Massa air =  $43,27 \text{ gram} - 20,84 = 22,43 \text{ gram}$   
Volume air =  $22,43 \text{ gram} / 0,99753 \text{ gr/cm}^3 = 22,49 \text{ cm}^3$   
Massa material kuplan =  $20,84 - 17,69 = 3,15 \text{ gram}$   
Volume material kuplan =  $25,63 - 22,49 = 3,14 \text{ cm}^3$   
Densitas =  $3,15 \text{ gram} / 3,14 \text{ cm}^3 = 1,003 \text{ gram/ cm}^3$

---

- Perhitungan 2

Massa piknometer kosong + material kuplan + air = 43,28 gram  
Massa piknometer kosong + material kuplan = 20,85 gram  
Massa air = 43,28 gram - 20,85 = 22,43 gram  
Volume air = 22,43 gram / 0,99753 gr/cm<sup>3</sup> = 22,49 cm<sup>3</sup>  
Massa material kuplan = 20,85 - 17,69 = 3,16 gram  
Volume material kuplan = 25,63 - 22,49 = 3,14 cm<sup>3</sup>  
Densitas = 3,16 gram / 3,14 cm<sup>3</sup> = 1,006 gram/ cm<sup>3</sup>

- Perhitungan 3

Massa piknometer kosong + material kuplan + air = 42,66 gram  
Massa piknometer kosong + material kuplan = 20,11 gram  
Massa air = 42,66 gram - 20,11 = 22,55 gram  
Volume air = 22,55 gram / 0,99753 gr/cm<sup>3</sup> = 22,60 cm<sup>3</sup>  
Massa material kuplan = 20,11 - 16,82 = 3,29 gram  
Volume material kuplan = 25,84 - 22,60 = 3,24 cm<sup>3</sup>  
Densitas = 3,29 gram / 3,24 cm<sup>3</sup> = 1,015 gram/ cm<sup>3</sup>

d. H<sub>2</sub>O/MC1%/AV3%

- Perhitungan 1

Massa piknometer kosong + material kuplan + air = 41,61 gram  
Massa piknometer kosong + material kuplan = 20,80 gram  
Massa air = 41,61 gram - 20,80 = 20,81 gram  
Volume air = 20,81 gram / 0,99753 gr/cm<sup>3</sup> = 20,86 cm<sup>3</sup>  
Massa material kuplan = 20,80 - 16,82 = 3,98 gram  
Volume material kuplan = 25,84 - 20,86 = 3,98 cm<sup>3</sup>  
Densitas = 3,98 gram / 3,98 cm<sup>3</sup> = 1 gram/ cm<sup>3</sup>

- Perhitungan 2

Massa piknometer kosong + material kuplan + air = 43,27 gram  
Massa piknometer kosong + material kuplan = 20,82 gram  
Massa air = 43,27 gram - 20,82 = 22,45 gram  
Volume air = 22,45 gram / 0,99753 gr/cm<sup>3</sup> = 22,51 cm<sup>3</sup>  
Massa material kuplan = 20,82 - 17,69 = 3,13 gram  
Volume material kuplan = 25,63 - 22,51 = 3,12 cm<sup>3</sup>  
Densitas = 3,15 gram / 3,14 cm<sup>3</sup> = 1,003 gram/ cm<sup>3</sup>

- Perhitungan 3

Massa piknometer kosong + material kuplan + air = 43,29 gram  
Massa piknometer kosong + material kuplan = 20,87 gram  
Massa air = 43,29 gram - 20,87 = 22,42 gram  
Volume air = 22,42 gram / 0,99753 gr/cm<sup>3</sup> = 22,47 cm<sup>3</sup>  
Massa material kuplan = 20,87 - 17,69 = 3,18 gram  
Volume material kuplan = 25,63 - 22,47 = 3,16 cm<sup>3</sup>  
Densitas = 3,18 gram / 3,16 cm<sup>3</sup> = 1,006 gram/ cm<sup>3</sup>



e. H<sub>2</sub>O/MC0%/AV4% (Cair)

• Perhitungan 1

Massa material kuplan = 25,55 gram

Volume material kuplan = 25,63 cm<sup>3</sup>

Densitas = 25,55 gram/25,63 cm<sup>3</sup> = 0,997 gram/cm<sup>3</sup>

• Perhitungan 2

Massa material kuplan = 25,63 gram

Volume material kuplan = 25,63 cm<sup>3</sup>

Densitas = 25,55 gram/25,63 cm<sup>3</sup> = 1 gram/cm<sup>3</sup>

• Perhitungan 3

Massa material kuplan = 25,66 gram

Volume material kuplan = 25,63 cm<sup>3</sup>

Densitas = 25,66 gram/25,63 cm<sup>3</sup> = 1,001 gram/cm<sup>3</sup>

### 3. Pengujian Cepat Rambat

a. H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0%

Percobaan 1



Percobaan 2



Percobaan 3



b. H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1%

Percobaan 1



Percobaan 2



Percobaan 3



c.  $H_2O/MC2\%/AV2\%$   
Percobaan 1



Percobaan 2



Percobaan 3



d.  $H_2O/MC1\%/AV3\%$   
Percobaan 1



Percobaan 2



Percobaan 3



e.  $H_2O/MC0\%/AV4\%$   
Percobaan 1



Percobaan 2

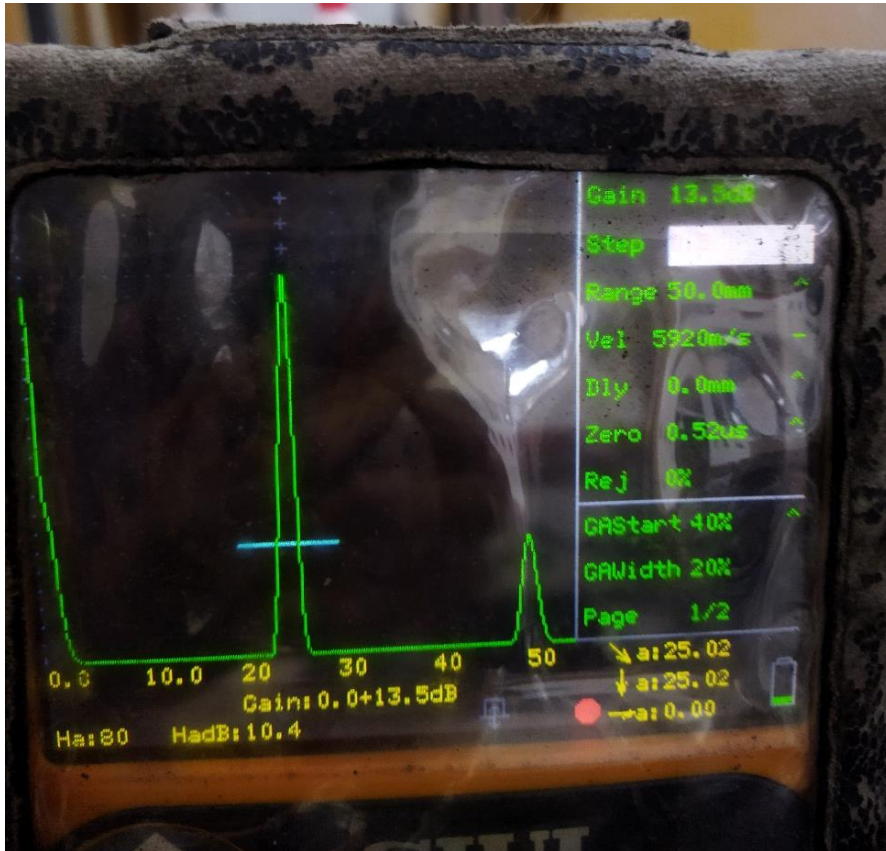


Percobaan 3



#### 4. Pengujian Ultrasonik

a. H<sub>2</sub>O/MC4%/AV0%



b. H<sub>2</sub>O/MC3%/AV1%

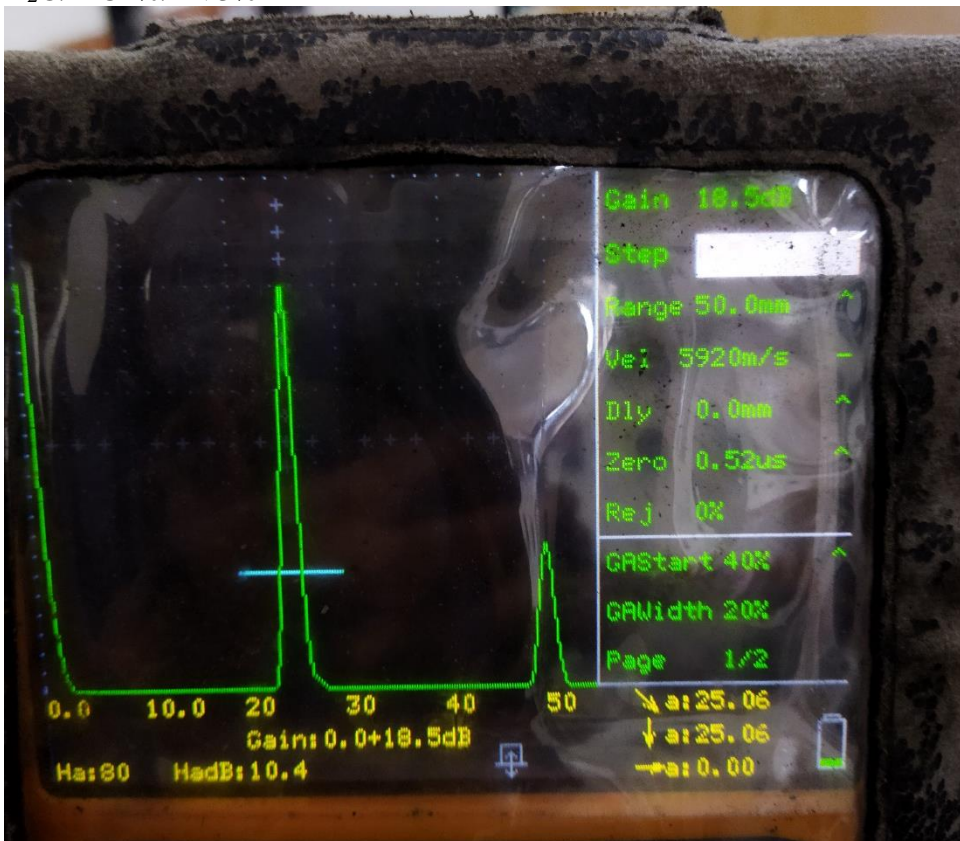




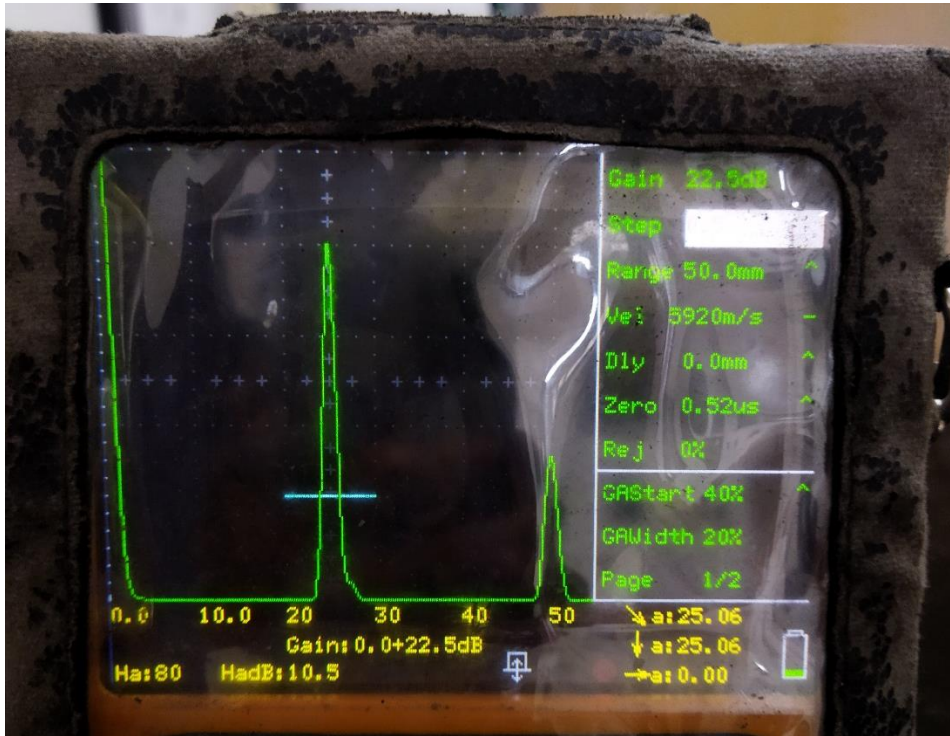
c. H<sub>2</sub>O/MC2%/AV2%



d. H<sub>2</sub>O/MC1%/AV3%



e. H<sub>2</sub>O/MC0%/AV4%



f. Sonotech Ultragel II



## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dalam pengerjaan laporan penelitian tugas akhir ini, penulis mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung dan membantu, diantaranya:

1. Allah SWT yang selalu memberikan saya sehat, selalu ada ketika saya merasa down, selalu memberikan saya petunjuk ketika saya lagi bingung.
2. Bapak Dr. Eng. Hosta Ardhyanta, S.T., M.Sc, Ibu Azzah Dyah Pramata S.T.,M.T., M.Eng.,Ph.D yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu kepada penulis dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir.
3. Kedua orang tua penulis yaitu ayah Sri Wardoyo dan ibu Yuli Triana, serta kakak Indah Mustikasari Wardoyo yang selalu memberikan support serta selalu mendoakan saya.
4. Bapak Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTIRS ITS.
5. Bapak Wikan Jatimurti, S.T., M.T., selaku dosen wali penulis yang senantiasa memberikan arahan selama masa perkuliahan.
6. Kepada teman saya di Pink Dragon yang selalu ada ketika saya membutuhkan sesuatu dan memberikan masukan terkait dengan tugas akhir ini.
7. Naufal Rais Nada selaku partner menulis, menunggu, dan lain-lain ketika sedang mengerjakan laporan tugas akhir ataupun pada saat running penelitian.
8. Last but not least, I wanna thank me, i wanna thank me for believing in me, i wanna thank me for doing all this hard work, i wanna thank me for having no days off, i wanna thank me for, for never quitting, i wanna thank me for always being a giver and tryna give more than i receive, i wanna thank me for tryna do more right than wrong, i wanna thank me for just being me at all times.

Akhir kata, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis selama perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis juga memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini. Semoga kebaikan yang telah kalian berikan dibalas oleh Allah SWT. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dalam penelitian lebih lanjut, khususnya demi kemajuan Departemen Teknik Material dan Metalurgi ITS.

Surabaya, 12 Juli 2022  
Penulis

Bagus Cahyo Kuncoro

## **BIODATA PENULIS**



Penulis bernama lengkap Bagus Cahyo Kuncoro. Lahir di kota Jember pada tanggal 2 Maret 2000 dari ayah bernama Sri Wardoyo dan ibu bernama Yuli Triana. Penulis adalah putra kedua dari 2 bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Negeri 1 Jember, lalu SMP Negeri 1 Jember, dan SMA Negeri 1 Jember. Penulis melanjutkan Pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jurusan Teknik Material Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem. Semasa kuliah penulis aktif di berbagai kegiatan intra kampus dan berbagai kegiatan kepanitiaan. Penulis juga memiliki pengalaman magang di PT Petrokimia Gresik dan ditempatkan di bagian Departemen Jasa Operasi dan Pemeliharaan. Sebagai tugas akhir, penulis mengambil topik material inovatif terkhususnya di bidang Non-Destructive Testing.