



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## **PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Formulasi dan Karakterisasi Bubur Semen Pemboran Berbasis Semen Portland Kelas G dengan Resin Epoksi dan Poliester” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Mutiara Kalsum  
G4401211059

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## ABSTRAK

MUTIARA KALSUM. Formulasi dan Karakterisasi Bubur Semen Pemboran Berbasis Semen Portland Kelas G dengan Resin Epoksi dan Poliester. Dibimbing oleh MOHAMMAD KHOTIB dan USMAN.

Penambahan resin polimer dalam bubur semen pemboran merupakan pendekatan untuk meningkatkan kestabilan dan kekuatan mekanik, khususnya pada penyemenan sumur migas. Penelitian ini mengevaluasi pengaruh resin epoksi dan poliester pada sifat fisik dan mekanik semen Portland kelas G pada konsentrasi 1–6%, meliputi cairan bebas, reologi viskositas plastis, titik mulur, kekuatan gel, massa jenis, serta kekuatan tekan pada suhu pengerasan 38 °C dan 60 °C sesuai dengan spesifikasi API 10A dan 10B-2. Hasilnya menunjukkan bahwa resin epoksi, khususnya Epoksi X dan Bisfenol-A, mampu meningkatkan viskositas dan kekuatan tekan melalui pembentukan jaringan kimia dengan produk hidrasi semen. Sebaliknya, resin poliester menyebabkan peningkatan cairan bebas dan ketidakstabilan bubur pada konsentrasi tinggi akibat sifat hidrofobik dan inkompatibilitas dengan sistem semen. Epoksi X 3% diidentifikasi sebagai formulasi terprospektif untuk meningkatkan performa bubur semen dan menjadi dasar pengembangan aditif polimer pada aplikasi penyemenan sumur.

Kata kunci: epoksi, kekuatan tekan, poliester, reologi bubur, semen pemboran

## ABSTRACT

MUTIARA KALSUM. Formulation and Characterization of Class G Portland Cement-Based Drilling Slurries Modified with Epoxy and Polyester Resins. Supervised by MOHAMMAD KHOTIB and USMAN.

The incorporation of polymer resins into drilling cement slurries presents a promising approach to improving slurry stability and mechanical strength, particularly for oil well cementing. This study investigated the impact of epoxy and polyester resins on the physical and mechanical properties of Class G Portland cement at concentrations ranging from 1% to 6%. Free water, rheological behavior (plastic viscosity, yield point, and gel strength), slurry density, and compressive strength were evaluated at curing temperatures of 38 °C and 60 °C, respectively, in compliance with API 10A and API 10B-2 standards. The results show that epoxy resins, notably Epoxy X and Bisphenol-A, efficiently improve viscosity and compressive strength by forming chemical network with cement hydration products. Polyester resins, on the other hand, cause more free water and destabilize the slurry at higher concentrations due to their hydrophobicity and low chemical compatibility with cement systems. Epoxy X at 3% concentration was identified as the most promising formulation for improving slurry performance and facilitating the development of polymer-based cementing additives.

*Keywords:* compressive strength, drilling cement, epoxy, polyester, slurry rheology.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**

**FORMULASI DAN KARAKTERISASI BUBUR SEMEN  
PEMBORAN BERBASIS SEMEN PORTLAND KELAS  
G DENGAN RESIN EPOKSI DAN POLIESTER**

**MUTIARA KALSUM**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana pada  
Program Studi Kimia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. Tetty Kemala, S.Si., M.Si.
- 2 Prof. Dr. Dra. Purwatiningsih, M.S.
- 3 Dr. Wulan Tri Wahyuni S. S.Si., M.Si.



Judul Skripsi : Formulasi dan Karakterisasi Bubur Semen Pemboran Berbasis Semen Portland Kelas G dengan Resin Epoksi dan Poliester  
Nama : Mutiara Kalsum  
NIM : G4401211059

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Mohammad Khotib, S.Si., M.Si

Pembimbing 2:

Dr. Eng. Usman, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Dra. Dyah Iswantini Pradono, M.Sc.Agr  
NIP. 196312171988032001



Tanggal Ujian:  
09 Juli 2025

Tanggal Lulus:



# IPB University

@Hak cipta milik IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Karya ilmiah ini merupakan hasil dari penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2025 sampai bulan Juni 2025 dengan judul “Formulasi dan Karakterisasi Bubur Semen Pemboran Berbasis Semen Portland Kelas G dengan Resin Epoksi dan Polyester”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Mohammad Khotib, S.Si., M.Si. selaku pembimbing pertama dan Dr. Eng. Usman, S.Si., M.Si. selaku pembimbing kedua atas bimbingan, dukungan, saran, dan masukan pada penelitian dan penulisan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada PT Pertamina Technology Innovation dan seluruh analis Laboratorium Material and Chemical Research dan Laboratorium Drilling yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Selain itu, terima kasih kepada teman-teman Kimia IPB angkatan 58, *little familee*, teman-teman PKU, himaja, ikamapaja, dan teman-teman magang di Pertamina Technology Innovation yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama proses penelitian ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan..

Bogor, Juli 2025

*Mutiara Kalsum*

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



**@Hak cipta milik IPB University**

**IPB University**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



<b>DAFTAR GAMBAR</b>	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	x
<b>I PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
<b>II METODE</b>	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Alat dan Bahan	3
2.3 Prosedur Kerja	3
<b>III HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	7
3.1 Kekuatan Tekan	7
3.2 Cairan bebas	8
3.3 Reologi	9
3.4 Massa Jenis	11
3.5 Interaksi Resin Epoksi dan Poliester pada Bubur Semen	12
<b>IV SIMPULAN DAN SARAN</b>	17
4.1 Simpulan	17
4.2 Saran	17
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	18
<b>LAMPIRAN</b>	19
<b>RIWAYAT HIDUP</b>	27

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



### 3.1 Hak Cipta IPB University

3.1	Kekuatan tekan produk semen Portland kelas G termodifikasi resin setelah proses pengerasan pada suhu 38 °C (a) dan 60 °C (b)	7
3.2	Persentase cairan bebas bubur semen Portland kelas G termodifikasi resin epoksi dan poliester pada konsentrasi 1–6%	8
3.3	Viskositas plastis (cP) (a) dan titik mulur (Ibf/100 ft <sup>2</sup> ) (b) bubur semen Portland kelas G termodifikasi resin epoksi dan poliester pada konsentrasi 1—6%	9
3.4	Kekuatan gel bubur semen Portland kelas G termodifikasi resin epoksi dan poliester pada konsentrasi 1–6% didiamkan dalam 10 detik (a) dan 10 menit (b)	10
3.5	Massa jenis (SG) bubur semen termodifikasi resin epoksi dan poliester pada konsentrasi 1–6%	11
3.6	Struktur resin epoksi Bisfenol A	12
3.7	Struktur poliamina	12
3.8	Ikatan silang resin epoksi alifatik dengan poliamina	12
3.9	Spektrum FTIR resin epoksi Sika, Bisfenol A, dan X	13
3.10	Spektrum FTIR pengeras poliamina resin epoksi Sika dan Bisfenol	14
3.11	Struktur resin poliester	14
3.12	Struktur katalis metil etil keton peroksida (MEKP)	15
3.13	Spektrum FTIR resin poliester X dan 108 UPR	15
3.14	Spektrum FTIR katalis MEKP resin poliester X dan 108 UPR	16

### DAFTAR LAMPIRAN

1	Bagan alir penelitian	20
2	Data kekuatan tekan produk semen Portland kelas G termodifikasi resin setelah proses pengerasan pada suhu 38 °C dan 60 °C	21
3	Data persentase cairan bebas bubur semen Portland kelas G termodifikasi resin epoksi dan poliester pada variasi konsentrasi	22
4	Data viskositas bubur semen Portland kelas G termodifikasi resin epoksi dan poliester berdasarkan pembacaan dial pada variasi konsentrasi	23
5	Viskositas plastis (cP) dan titik mulur (Ibf/100 ft <sup>2</sup> ) bubur semen Portland kelas G termodifikasi resin epoksi dan poliester pada variasi konsentrasi	25
6	Data kekuatan gel bubur semen Portland kelas G termodifikasi resin epoksi dan poliester pada variasi konsentrasi dalam waktu diam 10 detik dan 10 menit	26
7	Data variasi massa jenis (SG) bubur semen pemboran kelas G akibat penambahan resin epoksi dan poliester pada konsentrasi 1—6%	26

### IPB University