



# **PEMANFAATAN *REJECTED COAL* SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS DAN PENGARUH *FOAM* TERHADAP SIFAT FISIS MEKANIS ROSTER**

**DESY NURUL FITRIAH**



**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2026**

- 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**



**IPB University**  
— Bogor Indonesia —

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 “Pemanfaatan *Rejected Coal* sebagai Substitusi Agregat Halus dan Pengaruh *Foam* terhadap Sifat Fisis Mekanis Roster” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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, Maret 2026

Desy Nurul Fitriah  
G7401221017



*@Hak cipta milik IPB University*

**IPB University**



**IPB University**  
— Bogor Indonesia —

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

DESY NURUL FITRIAH. Pemanfaatan *Rejected Coal* sebagai Substitusi Agregat Halus dan Pengaruh *Foam* terhadap Sifat Fisis Mekanis Roster. Dibimbing oleh SITI NIKMATIN dan HERIANSYAH PUTRA.

Limbah pencucian batubara (*rejected coal*) berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan karena belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan *rejected coal* sebagai substitusi agregat halus pada beton roster serta mengevaluasi pengaruh penambahan *agent foam* terhadap sifat fisis dan mekanis material. Metode penelitian meliputi karakterisasi *rejected coal* menggunakan EDS, XRD dan sudut kontak, formulasi beton roster dengan variasi agregat dan kadar *agent foam* sebesar 1%, 2%, dan 3% terhadap air serta pengujian sifat fisis dan mekanis setelah *curing* selama 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan *rejected coal* menghasilkan bata beton roster dengan ukuran pori 4,00-4,75  $\mu\text{m}$ , densitas 1,68  $\text{gr/cm}^3$  dan penyerapan air 16,88%, serta memiliki nilai kinerja mekanis uji kuat tekan  $2,35 \pm 0,30$  MPa, uji kuat lekat  $0,198 \pm 0,018$  MPa dan uji kuat lentur 1,46 MPa yang sesuai dengan aplikasi konstruksi non struktural. Penggunaan *rejected coal* dan penambahan *agent foam* berperan terhadap bobot material serta karakteristik fisis bata beton roster tanpa menurunkan kinerja mekanis.

Kata kunci: *Agent foam*, agregat halus, beton, pasangan bata, *rejected coal*

## ABSTRACT

DESY NURUL FITRIAH. Pemanfaatan *Rejected Coal* sebagai Substitusi Agregat Halus dan Pengaruh *Foam* terhadap Sifat Fisis Mekanis Roster. Supervised by SITI NIKMATIN dan HERIANSYAH PUTRA.

Coal washing waste (*rejected coal*) has the potential to cause environmental problems because it has not been optimally utilized. This study aims to utilize *rejected coal* as a substitute for fine aggregate in roster concrete and to evaluate the effect of adding foam agent on the physical and mechanical properties of material. The research methods included characterizing *rejected coal* using EDS, XRD, and contact angle, formulation roster concrete with variations in aggregate and foam agent content (1%, 2%, and 3% by weight of water), and testing after 28 days of curing. The results showed the use of *rejected coal* produced roster concrete bricks with a pore size of 4,00-4,75  $\mu\text{m}$ , a density of 1,68  $\text{gr/cm}^3$ , and water absorption of 16,88%, as well as mechanical performance values of 2,35 MPa in the compressive strength test, bond strength of 0,199 MPa, and flexural strength of 1,46 MPa, which are suitable for nonstructural construction applications. The use of *rejected coal* and the addition of a foaming agent affect the weight of the material and the physical characteristics of concrete roster bricks without reducing their mechanical performance.

Kata kunci: *Agent foam*, concrete, fine aggregate, masonry, *rejected coal*



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026

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*

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.

**PEMANFAATAN *REJECTED COAL* SEBAGAI SUBSTITUSI  
AGREGAT HALUS DAN PENGARUH *FOAM* TERHADAP  
SIFAT FISIS MEKANIS ROSTER**

**DESY NURUL FITRIAH  
G7401221017**

Skripsi  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Pada  
Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2026**



### Tim Penguji pada saat Ujian Skripsi

1. Rima Fitria Adiati, S.T., M.T.
2. Dr. Erus Rustami, S.Si, M.Si.

#### 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Usulan Penelitian : Pemanfaatan *Rejected Coal* sebagai Substitusi Agregat Halus dan Pengaruh *Foam* terhadap Sifat Fisis Mekanis Roster  
Nama : Desy Nurul Fitriah  
NIM : G7401221017

Pembimbing 1:

Disetujui oleh

Dr. Siti Nikmatin, S.Si., M.Si.  
NIP. 197508192000122001

Pembimbing 2:

Dr. Eng. Heriansyah Putra, S.Pd., M.Eng.  
NIP. 199002092018031001

Ketua Departemen Fisika:

Diketahui oleh

Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.  
NIP. 1968091619940301001

Tanggal Ujian : 20 Mei 2026

Tanggal Lulus:



*@Hak cipta milik IPB University*

**IPB University**



**IPB University**  
— Bogor Indonesia —

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 usulan penelitian dengan judul “Pemanfaatan *Rejected Coal* sebagai Substitusi Agregat Halus dan Pengaruh *Foam* terhadap Sifat Fisis Mekanis Roster”. Adapun penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Alm. Bapak Tonih Supriat dan Ibu Intik selaku orang tua penulis, A Iki, A Ipan dan Kak Karina selaku kakak-kakak penulis atas segala doa, dukungan, perhatian, nasihat dan kasih sayang sepanjang hidup penulis. Serta Nasya dan Aqmar yang selalu memberikan canda tawa nya.
2. Ibu Dr. Siti Nikmatin, S.Si., M.Si. dan Dr. Eng. Heriansyah Putra, S.Pd., M.Eng. selaku dosen pembimbing skripsi, serta Rima Fitria Adiati, S.T., M.T. dan Dr. Erus Rustami, S.Si, M.Si. selaku dosen penguji skripsi atas segala bimbingan, arahan, motivasi, serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Pak Afnan selaku laboran Lab Kekuatan Bahan Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan IPB dan Kak Umi selaku laboran Lab PT Intertisi Material Maju.
4. Sahabat penulis Yakseu-Yakseu alias Sofi, Andita dan Kesit yang selalu ada dalam perjuangan penulis yang senantiasa menemani dari titik terendah, membantu dan saling memberi dukungan hingga penulis bisa sampai titik ini.
5. Donut Genk, Alya, Azmya, Harley, Eramda, Abu, Atur, dan Jordan yang selalu memberikan dukungan tiada henti semenjak era PPKU dan bantuan dalam segala hal selama menyelesaikan skripsi ini.
6. Kakak-Kakak tingkat yang memberikan pengalaman sebelumnya dan *sharing* informasi, Kak Nadya, Bang Atha, Bang Angga dan Bang Naufal, serta tempat berbagi cerita dan selalu *support* penulis, Ima Himmatul Aliyah.
7. Untuk seseorang yang belum bisa penulis tulis dengan jelas namanya disini, namun sudah tertulis jelas di *Lauhul Mahfudz* untuk penulis. Terima kasih sudah menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Tidak lupa berterimakasih pada diri saya sendiri yang sudah berjuang dari perkuliahan hingga penulisan karya ilmiah ini selesai dan selalu bersyukur kepada Allah SWT. yang telah memberikan kesehatan, rezeki, kemudahan dan kelancaran selama ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan yang diharapkan dan memberikan hasil penelitian yang bermanfaat.

Bogor, Maret 2026

*Desy Nurul Fitriah*



*@Hak cipta milik IPB University*

**IPB University**



**IPB University**  
— Bogor Indonesia —

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.

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Rejected Coal</i>	3
2.2 Agregat Halus	4
2.3 Bata Beton Roster	5
2.4 <i>Agent Foam</i>	6
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.2.1 Alat Penelitian	8
3.2.2 Bahan Penelitian	8
3.3 Prosedur Penelitian	8
3.3.1 Karakterisasi Agregat Halus	8
3.3.2 Karakterisasi Fisika <i>Rejected Coal</i>	9
3.3.3 Formulasi Bata Beton Roster	10
3.4 Pengujian Sampel	12
3.4.1 <i>Surface Free Energy</i>	12
3.4.2 Karakterisasi Morfologi Pori	14
3.4.3 Uji Penyerapan Air	14
3.4.4 Uji Densitas	14
3.4.5 Uji Kuat Tekan	15
3.4.6 Uji Kuat Lekat	15
3.4.7 Uji Kuat Lentur	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Potensi Fisis <i>Rejected Coal</i>	17
4.2 Analisis Karakteristik Fisika <i>Rejected Coal</i>	18
4.2.1 Identifikasi Komposisi Unsur menggunakan EDS	18
4.2.2 Identifikasi Mineralogi menggunakan XRD	20
4.2.3 Analisis Sudut Kontak <i>Rejected Coal</i>	22
4.3 Analisis Pengujian Sifat Permukaan Bata Beton Roster	24
4.3.1 <i>Surface Free Energy</i>	24
4.3.2 Analisis Parameter Fisik Bata Beton Roster	27
4.4 Analisis Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis	31
4.4.1 Analisis Penyerapan Air	31
4.4.2 Analisis Densitas Material	32

4.4.3	Analisis Uji Kuat Tekan	34
4.4.4	Analisis Uji Kuat Lekat	36
4.4.5	Analisis Uji Kuat Lentur	39
V SIMPULAN DAN SARAN		43
5.1	Simpulan	43
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		44
LAMPIRAN		50
RIWAYAT HIDUP		60

## DAFTAR TABEL

1	Komposisi kimia <i>rejected coal</i>	4
2	Klasifikasi agregat berdasarkan gradasi ukuran SNI 03-2834-2000	4
3	Klasifikasi bata beton berdasarkan SNI 03-0349-1989	5
4	Variasi komposisi campuran bata beton roster	10
5	Energi permukaan cairan uji dan komponennya (mJ/m <sup>2</sup> )	13
6	Nilai modulus kehalusan pada agregat	17
7	Berat jenis komposisi penyusun	18
8	Komposisi unsur berdasarkan analisis EDS pada <i>rejected coal</i>	19
9	Identifikasi mineral <i>rejected coal</i>	21
10	Komposisi kimia pasir silika	21
11	Nilai sudut kontak bahan baku <i>rejected coal</i>	23
12	<i>Surface free energy rejected coal</i>	23
13	Sudut kontak sampel bata beton roster	25
14	<i>Surface free energy</i> sampel bata beton roster	25
15	Parameter fisik sampel bata beton roster	29
16	Hasil pengukuran kuat tekan	34
17	Pengukuran kuat lekat	37
18	Pengukuran kuat lentur	40

## DAFTAR GAMBAR

1	<i>Rejected coal</i>	3
2	Contoh desain roster	6
3	Tiga fase garis kontak antara suatu cairan uji dengan permukaan padat	10
4	Rancangan bata beton roster	11
5	Ilustrasi pengujian kuat tekan	15
6	Ilustrasi uji lekat dengan pemasangan bata ganda	16
7	Ilustrasi uji lentur	16
8	Perbandingan ukuran agregat halus	17
9	Citra EDS <i>rejected coal</i> dengan perbesaran permukaan 500 $\mu\text{m}$	18
10	Pemetaan unsur <i>rejected coal</i> pada ukuran 400 $\mu\text{m}$	19
11	Difraksi XRD <i>rejected coal</i>	20
12	Sudut kontak <i>rejected coal</i> dengan cairan uji (a) air, (b) FFA	23
13	Sudut kontak cairan uji air (a) R <sub>1</sub> , (b) R <sub>2</sub> , (c) R <sub>3</sub> , (d) RF <sub>1</sub> , (e) RF <sub>2</sub> , dan (f) RF <sub>3</sub>	24

14 Sudut kontak cairan uji FFA (a) R <sub>1</sub> , (b) R <sub>2</sub> , (c) R <sub>3</sub> , (d) RF <sub>1</sub> , (e) RF <sub>2</sub> , dan (f) RF <sub>3</sub>	24
15 Sampel R <sub>1</sub> beserta distribusi pori	28
16 Sampel R <sub>2</sub> beserta distribusi pori	28
17 Sampel R <sub>3</sub> beserta distribusi pori	28
18 Sampel RF <sub>1</sub> beserta distribusi pori	28
19 Sampel RF <sub>2</sub> beserta distribusi pori	29
20 Sampel RF <sub>3</sub> beserta distribusi pori	29
21 Distribusi pori sampel bata beton roster	29
22 Penyerapan air bata beton roster	31
23 Densitas bata beton roster	33
24 Nilai uji kuat tekan bata beton roster	35
25 Nilai uji kuat lekat bata beton roster	38
26 Nilai uji kuat lentur bata beton roster	40
27 Hubungan kuat lentur dengan kuat tekan bata beton roster	41

### DAFTAR LAMPIRAN

1 Perhitungan variasi <i>rejected coal</i> yang digunakan	50
2 Perhitungan <i>fineness modulus</i> agregat	52
3 Data hasil uji berat jenis bahan penyusun	54
4 Data sudut kontak	55
5 Data distribusi pori sampel bata beton roster	57
6 Data hasil uji penyerapan air	57
7 Data hasil uji densitas	57
8 Data hasil pengujian kuat tekan	58
9 Data hasil pengujian kuat lekat	58
10 Dokumentasi	59

