PEMANFAATAN LIMBAH LUMPUR LABORATORIUM KUALITAS AIR JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN UNIVERSITAS TANJUNGPURA UNTUK CAMPURAN PEMBUATAN *PAVING BLOCK*

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan

Disusun Oleh :

FERRI FAPRA GUNAWAN

NIM D1051191037

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ferri Fapra Gunawan

NIM : D1051191037

Menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul "Pemanfaatan Limbah Lumpur Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Untuk Campuran *Paving Block*" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atas diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dan Daftar Rujukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 26 Mei 2026

Ferri Fapra Gunawan
NIM D1051191037

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon. (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email: ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

PEMANFAATAN LIMBAH LUMPUR LABORATORIUM KUALITAS AIR JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN UNIVERSITAS TANJUNGPURA UNTUK CAMPURAN PEMBUATAN *PAVING BLOCK*

Jurusan Teknik Lingkungan
Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan

Oleh:

Ferri Fapra Gunawan
NIM. D1051191037

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 26 Mei 2026 dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Susunan Penguji Skripsi:

Dosen Pembimbing Utama	:	Ir. Isna Apriani, S.T., M.Si. NIP. 197704152005012001
Dosen Pembimbing Pendamping	:	Dr. Ir. Winardi, S.T., M.T. NIP. 197404232005011002
Dosen Penguji Utama	:	Govira Christiadora Asbanu, S.Pd.Si., M.Sc. NIP. 198902182019032013
Dosen Penguji Pendamping	:	Putranty Widha Nugraheni, S.Pd., M.Si. NIP. 199102162020122010

Pontianak, 26 Mei 2026

Dekan,

Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama

Ir. Isna Apriani, S.T., M.Si.
NIP. 197704152005012001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karya sederhana ini penulis persembahkan kepada: Kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang tiada henti, orang-orang terdekat yang selalu memberikan semangat dan motivasi, sahabat dan teman-teman Teknik Lingkungan angkatan 2019 yang telah menemani dan memberikan dukungan selama masa perkuliahan, dan almamater tercinta, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan menjadi langkah awal untuk memberikan kontribusi yang lebih baik bagi masyarakat dan lingkungan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan anugerah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Pemanfaatan Limbah Lumpur Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Untuk Campuran *Paving Block***" yang merupakan syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Pendidikan Sarjana I Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi pemanfaatan lumpur hasil pengolahan limbah cair laboratorium sebagai bahan tambahan pada pembuatan *paving block* melalui metode stabilisasi/solidifikasi serta untuk mengevaluasi karakteristik produk yang dihasilkan berdasarkan parameter kuat tekan, daya serap air, dan *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP). Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini masih terdapat berbagai kekurangan. Namun, berkat bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.:

1. Bapak Dr. -Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM., Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura;
2. Ibu Ir. Dian Rahayu Jati, S.T., M.Si., Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura;
3. Ibu Ir. Ulli Kadaria, S.T., M.T., Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura;
4. Ibu Ir. Isna Apriani, S.T., M.Si., sebagai Dosen Pembimbing Utama;
5. Bapak Dr. Ir. Winardi, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing Pendamping;
6. Ibu Govira Christiadora Asbanu, S.Pd.Si., M.Sc sebagai Dosen Penguji Utama;
7. Ibu Putranty Widha Nugraheni, S.Pd., M.Si. sebagai Dosen Penguji Pendamping;
8. Ibu Jumiati, S.Si., M.Si. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan selama masa perkuliahan;
9. Kedua orang tua yang selalu memberikan semangat dan doa;

Semoga semua bimbingan dan bantuan serta doa yang telah diberikan selama ini mendapatkan berkah dari Allah Subhanahu Wata'ala. Penulis

menyadari bahwa mengharapkan masukan berupa saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan tulisan ini.

Pontianak, Mei 2026

Ferri Fapra Gunawan

ABSTRAK

Lumpur hasil pengolahan limbah laboratorium merupakan limbah yang berpotensi mengandung logam berat sehnigga memerlukan pengelolaan yang tepat untuk mencegah pencemaran lingkungan. Salah satu alternatif pengelolaannya adalah melalui metode solidifikasi/stabilisasi dengan memanfaatkan lumpur sebagai bahan campuran *paving block*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik pelindian logam berat Perak (Ag) dan Tembaga (Cu) pada *paving block* menggunakan metode *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) serta mengevaluasi sifat fisik *paving block* berdasarkan nilai kuat tekan dan daya serap air. Penelitian menggunakan lumpur hasil pengolahan limbah Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura dengan variasi campuran sebesar 10%, 15%, dan 20% dari total campuran *paving block*. Pengujian TCLP dilakukan terhadap parameter Ag dan Cu mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, sedangkan pengujian kuat tekan dan daya serap air mengcau pada SNI 03-0691-1996. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh variasi *paving block* memeliki konsentrasi Ag dan Cu yang berada di bawah baku mutu TCLP-B. Konsentrasi Ag pada variasi 10%, 15%, dan 20% berturut-turut sebesar 0,55 mg/L, 0,575 mg/L, dan 1,39 mg/L, sedangkan konsenrasi Cu sebesar 0,79 mg/L, 0,705 mg/L, dan 0,905 mg/L. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi campuran lumpur 15% sebesar 47,40 MPa, sedangkan nilai terendah pada variasi 20% sebesar 22,93 MPa. Nilai daya serap air terendah diperoleh pada variasi 15% sebesar 9,23%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode stabilisasi/solidifikasi mampu mengurangi potensi pelindian logam berat dan menghasilkan *paving block* yang memenuhi persyaratan mutu. Pemanfaatan lumpur hasil pengolahan limbah laboratorium sebagai bahan campuran *paving block* berpotensi menjadi alternatif pengelolaan limbah yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Logam berat, Lumpur limbah laboratorium*, Paving block*, Stabilisasi/solidifikasi, TCLP.

ABSTRACT

Laboratory wastewater treatment sludge is a type of waste that may contain heavy metals and therefore requires proper management to prevent environmental pollution. One alternative management approach is the stabilization/solidification method, in which the sludge is utilized as an additive material in paving block production. This method aims not only to reduce the leaching potential of heavy metals but also to increase the value of the waste by converting it into a useful construction material. This study aimed to analyze the leaching characteristics of Silver (Ag) and Copper (Cu) in paving blocks using the Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) method and to evaluate the physical properties of the paving blocks based on compressive strength and water absorption. The study utilized sludge generated from the wastewater treatment process of the Water Quality Laboratory, Department of Environmental Engineering, Universitas Tanjungpura. The sludge was incorporated into paving block mixtures at proportions of 10%, 15%, and 20% of the total mixture. TCLP testing for Ag and Cu was conducted in accordance with Government Regulation Number 22 of 2021, while compressive strength and water absorption tests were performed based on SNI 03-0691-1996. The results showed that all paving block variations had Ag and Cu concentrations below the TCLP-B regulatory limits. Ag concentrations for the 10%, 15%, and 20% mixtures were 0.55 mg/L, 0.575 mg/L, and 1.39 mg/L, respectively, while Cu concentrations were 0.79 mg/L, 0.705 mg/L, and 0.905 mg/L, respectively. The highest compressive strength was obtained from the 15% sludge mixture at 47.40 MPa, whereas the lowest value was observed in the 20% mixture at 22.93 MPa. The lowest water absorption value was also achieved by the 15% mixture, at 9.23%. The findings indicate that the stabilization/solidification method effectively reduces the leaching potential of heavy metals while producing paving blocks that comply with applicable quality standards. Therefore, the utilization of laboratory wastewater treatment sludge as a paving block additive has the potential to serve as an environmentally friendly and sustainable waste management alternative.

***Keywords**:Laboratory wastewater, Heavy metals, Paving block, TCLP, Stabilization/solidification*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iii**
KATA PENGANTAR ..... **iv**
ABSTRAK ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Manfaat 3
1.5 Batasan Masalah 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Limbah B3 Laboratorium 5
2.2 Logam Berat 6
2.2.1 Perak (Ag) 7
2.2.2 Tembaga (Cu) 8
2.3 Stabilisasi/Solidifikasi 9
2.4 *Paving Block* 9
2.5 Syarat Mutu *Paving block* 11
2.6 Material Penyusun *Paving block* 12
2.6.1 Semen *Portland* (PC) 12
2.6.2 Agregat Halus 13
2.6.3 Air 14
2.6.4 Lumpur Limbah Laboratorium 15
2.6.5 Mekanisme Stabilisasi/Solidifikasi Logam Berat dalam Matriks Semen 16
2.7 Uji TCLP 18
BAB III METODE PENELITIAN **19**
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 19

3.2 Alat dan Bahan Penelitian 19
3.2.1 Alat 19
3.2.2 Bahan 19
3.3 Metode Pengumpulan Data 20
3.3.1 Data Primer 20
3.3.2 Data Sekunder 20
3.4 Prosedur Penelitian 21
3.4.1 Pembuatan *Paving block* 21
3.4.2 Uji Sifat Fisik dan Mekanik *Paving block* 22
3.4.2 Uji TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) 23
3.5 Variabel Penelitian 24
3.6 Diagram Alir Penelitian 24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 26
4.1 Uji TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Prosedure*) 26
4.2 Analisis Parameter Fisis Pada *Paving Block* 28
4.2.1 Analisis Kuat Tekan *Paving Block* 28
4.2.2 Analisis Daya Serap Air 31
BAB V PENUTUP 34
5.1 Kesimpulan 34
5.2 Saran 34
DAFTAR PUSTAKA 36
LAMPIRAN A 40
LAMPIRAN B 49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi *Paving block*..... 10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pembuatan *Paving block*..... 22
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik *paving block* 23
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian 25

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Mutu dan Pengaplikasian *Paving block* 10
Tabel 2. 2 Mutu *Paving block* 11
Tabel 2. 3 Susunan Unsur Semen Biasa 13
Tabel 4. 1 Data Uji TCLP *Paving Block* 26
Tabel 4. 2 Hasil Uji Kuat Tekan Komposisi 29
Tabel 4. 3 Uji Serap Air 31

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah laboratorium merupakan limbah yang dihasilkan dari kegiatan praktikum dan penelitian yang mengandung senyawa kimia berpotensi mencemari lingkungan. Limbah tersebut umumnya memiliki karakteristik berupa kandungan bahan organik, anorganik, serta logam berat yang bersifat toksik dan persisten di lingkungan. Apabila tidak dikelola dengan baik, limbah laboratorium dapat menyebabkan pencemaran tanah, air permukaan, air tanah, serta menimbulkan gangguan terhadap kesehatan manusia dan organisme akuatik.

Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura menghasilkan limbah cair yang dilakukan melalui proses koagulasi dan netralisasi menghasilkan residu berupa lumpur pengolahan. Berdasarkan penelitian Apriani (2022), limbah cair laboratorium memiliki kandungan COD awal sebesar 3853 mg/L yang setelah pengolahan menurun menjadi 2654 mg/L. Selain itu, kandungan logam perak (Ag) dan tembaga (Cu) juga masih ditemukan pada limbah hasil pengolahan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa lumpur hasil pengolahan berpotensi mengandung logam berat yang dapat dikategorikan sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Dengan demikian, diperlukan suatu metode pengelolaan yang mampu mengimobilisasi logam berat dalam lumpur limbah laboratorium sekaligus menghasilkan produk yang aman dan bermanfaat, seperti *paving block* melalui metode solidifikasi/stabilisasi.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021, limbah B3 merupakan sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang karena sifat, konsentrasi, atau jumlahnya dapat mencemari dan merusak lingkungan hidup serta membahayakan kesehatan manusia. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengelolaan lumpur limbah yang mampu mengurangi potensi pencemaran sekaligus memberikan nilai guna. Jenis limbah B3 menurut sumbernya digolongkan menjadi limbah B3 dari sumber yang tidak spesifik limbah B3 dari B3 kedaluwarsa, B3 yang tumpah, B3 yang tidak memenuhi spesifikasi produk yang akan dibuang dan bekas kemasan B3 dan limbah B3 dari sumber spesifik (Sulistyowati, 2018).

Salah satu cara pengolahan lumpur limbah B3 adalah pengolahan kimia dengan proses solidifikasi / stabilisasi (SS) dengan sementasi yang memanfaatkan lumpur limbah sebagai bahan baku tambahan pembuatan *paving block* (Bambang & Widiati, 2003). *Paving block* adalah komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak menguranginya mutu. Perbandingan campuran yang tepat antara volume semen *portland* dan pasir berkisar antara 1:2 sampai dengan 1:6 atau lebih besar (Sudibyo dkk., 2008).

Uji karakteristik untuk menentukan tingkat toksitas dapat dilakukan dengan uji prosedur pelindian TCLP. Berdasarkan hasil uji TCLP, limbah diidentifikasi sebagai limbah B3 kategori 1 jika limbah memiliki konsentrasi zat pencemar lebih besar dari TCLP-A dan sebagai limbah B3 kategori 2 jika limbah memiliki konsentrasi zat pencemar sama dengan atau lebih kecil dari TCLP-A dan lebih besar dari TCLP-B. Baku mutu karakteristik beracun melalui uji TCLP untuk penetapan kategori limbah B3 (Sulistyowati, 2018).

Pengolahan limbah cair Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan menyisakan limbah berupa lumpur yang dihasilkan dari proses netralisasi dan koagulasi. Lumpur hasil pengolahan limbah cair Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan UNTAN mengandung logam berat bersifat racun dan berbahaya yang berasal dari sisa aktivitas kegiatan penelitian, sisa pencucian alat laboratorium, sehingga limbah ini dapat dikatakan sebagai limbah berbahaya dan beracun. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa metode solidifikasi menggunakan semen mampu menurunkan konsentrasi logam berat yang terlindi dari limbah B3. Namun, penelitian mengenai pemanfaatan lumpur hasil pengolahan limbah cair Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura sebagai bahan campuran *paving block* masih sangat terbatas. Selain itu, informasi mengenai karakteristik pelindian logam Ag dan Cu pada *paving block* hasil solidifikasi serta pengaruhnya terhadap sifat fisik *paving block* masih belum diketahui secara pasti.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik pelindian logam berat Ag dan Cu menggunakan metode TCLP serta mengkaji sifat fisik *paving block* yang meliputi kuat tekan dan daya serap air.

Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengelolaan yang tidak hanya mampu mengurangi potensi pencemaran lingkungan, tetapi juga dapat meningkatkan nilai guna limbah tersebut. Pemanfaatan lumpur laboratorium sebagai bahan campuran *paving block* melalui metode solidifikasi/stabilisasi menjadi salah satu alternatif yang potensial karena mampu mimgimbolisasi logam berat dalam matriks semen sekaligus menghasilkan produk konstruksi yang bernilai ekonomis. Namun, keamanan lingkungan dari pemanfaatan tersebut perlu dibuktikan melalui pengujian pelindian logam berat menggunakan metode TCLP serta evaluasi terhadap sifat fisik *paving block* yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil uji pelindian logam berat perak (Ag) dan tembaga (Cu) pada *paving block* berdasarkan uji TCLP?
2. Berapa nilai pengujian sifat fisis berdasarkan nilai kuat tekan dan serap air pada *paving block*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi karakteristik pelindian logam berat perak (Ag) dan tembaga (Cu) pada *paving block* menggunakan metode TCLP.
2. Mengetahui nilai kuat tekan dan serap air pada *paving block* berdasarkan SNI 03-0691-1996 .

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan mengenai penerapan metode solidifikasi/stabilisasi dalam pengelolaan limbah B3 serta menjadi referensi bagi penelitian terkait pemanfaatan lumpur limbah laboratorium sebagai bahan konstruksi. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif pengelolaan limbah yang lebih ramah lingkungan melalui upaya pengurangan potensi pencemaran akibat logam berat dan peningkatan nilai guna limbah menjadi produk *paving block*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian menggunakan limbah Laboratorium Kualitas Air Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Hanya melakukan pengujian kimia/TCLP dengan parameter logam berat perak (Ag) dan tembaga (Cu).
3. Pengujian dilakukan sesuai jumlah sampel yang tersedia.
4. Metode pengolahan limbah yang diterapkan dalam penelitian ini adalah solidifikasi/stabilisasi menggunakan semen *portland* sebagai bahan pengikat.
5. Penelitian ini tidak mencakup analisis karakteristik mikrostruktus, porositas, densitas, maupun identifikasi senyawa kimia mengguanakan instrumen seperti SEM, XRD, atau FTIR.