UNIVERSITAS GADJAH MADA
Pemanfaatan Sludge SPAM Terkalsinasi sebagai Supplementary Cementitious Material (SCM) pada Paving Block : Analisis Kelayakan Teknis
Kayla Putri Aulia, Ir. Suprapto Siswosukarto, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PENGESAHAN iv
HALAMAN PERNYATAAN v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xii
INTISARI xiv
ABSTRACT xv
BAB 1 PENDAHULUAN 16
1.1 Latar Belakang 16
1.2 Rumusan Masalah 19
1.3 Tujuan Penelitian 19
1.4 Batasan Masalah 19
1.5 Manfaat Penelitian 21
1.5.1 Manfaat Teoretis 21
1.5.2 Manfaat Praktis 21
1.5.3 Manfaat bagi Lingkungan dan Kebijakan Pembangunan 21
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 22
2.1 Tinjauan Umum 22
2.2 Perbandingan Penelitian Sebelumnya 27
BAB 3 LANDASAN TEORI 32
3.1 Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) 32
3.1.1 Pembentukan *Sludge* pada Instalasi Pengolahan Air 32
3.1.2 Karakteristik Fisik dan Kimia *Sludge* 33
3.1.3 Karakteristik Komposisi *Sludge* Berdasarkan EDX 34
3.1.4 Karakteristik Struktur Kristal Sludge Berdasarkan XRD 35
3.2 Aktivasi Termal Melalui Metode Kalsinasi 37
3.2.1 *Ball mill* 37
3.2.2 Transformasi Fisik dan Mineralogi Selama Kalsinasi 38
3.2.3 Pengaruh Temperatur Kalsinasi terhadap Aktivitas Pozzolan 39

Pemanfaatan Sludge SPAM Terkalsinasi sebagai Supplementary Cementitious Material (SCM) pada Paving
Block : Analisis Kelayakan Teknis
Kayla Putri Aulia, Ir. Suprapto Siswosukarto, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.2.4 Dasar Pemilihan Temperatur Kalsinasi 825 ºC 40
3.3 Sistem Hidrasi Semen dan Reaksi Pozzolan 40
3.3.1 Fase Klinker Penyusun Semen Portland 40
3.3.2 Mekanisme Hidrasi Semen Portland 42
3.3.3 Produk Hidrasi dan Perkembangan Mikrostruktur 44
3.3.4 Reaksi Pozzolan dalam Sistem Semen 46
3.3.5 *Sludge* SPAM Terkalsinasi sebagai SCM 49
3.4 *Paving Block* 49
3.4.1 Klasifikasi dan Syarat *Paving Block* 51
3.4.2 Komponen Penyusun *Paving Block* 52
3.4.3 Air 53
3.4.4 Semen 54
3.4.5 Bahan Tambah (*Sludge* SPAM Gresik) 55
3.5 Perancangan Campuran (*Mix Design*) Metode Volume Absolut 56
3.6 Pengujian Kinerja *Paving Block* 59
3.6.1 Pengujian Kuat Tekan 59
3.6.2 Ketahanan Aus (*Abrasion Resistance Test*) 60
3.6.3 Uji Penyerapan Air/ Daya Serap (*Water Absorption Test*) 61
BAB 4 METODE PENELITIAN 63
4.1 Umum 63
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian 63
4.3 Alat dan Data Penelitian 63
4.3.1 Alat Penelitian 63
4.3.2 Bahan Penyusun Penelitian 68
4.3.3 Data Penelitian 70
4.4 Persiapan dan Karakterisasi *Sludge* SPAM Terkalsinasi 70
4.5 Komposisi Benda Uji 72
4.6 Prosedur Penelitian 73
4.6.1 Pemeriksaan Bahan 73
4.6.2 Pengujian Material 76
4.6.3 Proses Pencampuran Benda Uji 77
4.6.4 Pencetakan Benda Uji 77
4.6.5 Perawatan Benda Uji 77
4.6.6 Pengujian Benda Uji 78

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Pemanfaatan Sludge SPAM Terkalsinasi sebagai Supplementary Cementitious Material (SCM) pada Paving Block : Analisis Kelayakan Teknis
Kayla Putri Aulia, Ir. Suprapto Siswosukarto, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.7 Prosedur Penelitian 79
BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 82
5.1 Gambaran Umum Hasil Penelitian 82
5.2 Hasil Pengujian Karakterisasi *Sludge* SPAM 82
5.2.1 Hasil Uji Kristalinitas *Sludge* SPAM 82
5.2.2 Kandungan Kimia *Sludge* SPAM 84
5.3 Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun *Paving Block* 87
5.3.1 *Sludge* SPAM 88
5.3.2 Agregat Halus 88
5.4 Perhitungan Mix Design *Paving Block* 95
5.5 Hasil Pengujian Teknis *Paving Block* 98
5.5.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan 98
5.5.2 Hasil Pengujian Ketahanan Aus 112
5.5.3 Hasil Pengujian Daya Serap Air 117
5.5.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Teknis 121
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 123
6.1 Kesimpulan 123
6.2 Saran 123
DAFTAR PUSTAKA 123