



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 <i>Piping</i> .....	6
2.2 <i>Suffosion</i> .....	8
2.3 <i>Sinkhole</i> .....	8
2.4 Penelitian terkait Kebocoran Saluran.....	10
2.5 Kebaruan Penelitian .....	13
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	<b>15</b>
3.1 Erosi .....	15
3.2 Permeabilitas .....	18
3.2.1 Persamaan Bernoulli .....	18
3.2.2 Hukum Darcy .....	20
3.4 Masalah Umum dalam Drainase Jalan.....	20
3.4.1 Pendangkalan Parit Samping .....	21
3.4.2 Pipa-pipa Pecah dan Aliran Air Tersumbat .....	21
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b> .....	<b>22</b>
4.1 Bahan .....	22
4.2 Alat.....	23
4.3 Prosedur Penelitian .....	27
4.4 Hasil yang Diharapkan.....	28
4.5 Variasi Pengujian .....	28
4.6 Cara Analisis .....	30
4.7 Bagan Alir Penelitian .....	30
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>32</b>
5.1 Pengaruh Lebar Celah ( <i>B</i> ) terhadap Berat Material yang Tererosi ( <i>W</i> ).....	32
5.2 Pengaruh Waktu Pengaliran ( <i>T</i> ) terhadap Berat Material yang Tererosi ( <i>W</i> ).....	33
5.3 Pengaruh Penggunaan Penutup Sambungan terhadap Berat Material Tererosi.....	35



5.4	Pengaruh Panjang Penutup Sambungan ( $L$ ) terhadap Material yang Tererosi .....	36
5.5	Pengaruh Pengaliran Bertahap .....	38
5.5.1	Pengaruh Panjang Penutup Sambungan ( $L$ ) dan Tanpa Penutup Sambungan terhadap Berat Material yang Tererosi ( $W$ ) pada Lebar Celah ( $B$ ) = 1 mm.....	38
5.5.2	Pengaruh Panjang Penutup Sambungan ( $L$ ) terhadap Berat Material yang Tererosi ( $W$ ) pada Lebar Celah ( $B$ ) = 2 mm.....	41
5.5.3	Pengaruh Panjang Penutup Sambungan ( $L$ ) terhadap Berat Material yang Tererosi ( $W$ ) pada Lebar Celah ( $B$ ) = 4 mm.....	44
5.5.4	Pengaruh Lebar Celah ( $B$ ) terhadap Berat Material yang Tererosi dengan Waktu Pengaliran ( $T$ ) = 2 Menit.....	47
5.5.5	Pengaruh Lebar Celah ( $B$ ) terhadap Berat Material yang Tererosi dengan Waktu Pengaliran ( $T$ ) = 4 Menit.....	50
5.5.6	Pengaruh Lebar Celah ( $B$ ) terhadap Berat Material yang Tererosi dengan Waktu Pengaliran ( $T$ ) = 6 menit .....	53
5.5.7	Pengaruh Waktu Pengaliran ( $T$ ) terhadap Berat Material yang Tererosi dengan Lebar Celah ( $B$ ) = 1 mm .....	55
5.5.8	Pengaruh Waktu Pengaliran ( $T$ ) terhadap Berat Material yang Tererosi dengan Lebar Celah ( $B$ ) = 2 mm .....	59
5.5.9	Pengaruh Waktu Pengaliran ( $T$ ) terhadap Berat Material yang Tererosi dengan Lebar Celah ( $B$ ) = 4 mm .....	62
5.6	Pengaruh Gradasi Butiran .....	66
5.7	Pengaruh Erosi di sekitar Sambungan Saluran terhadap Terbentuknya <i>Sinkhole</i> .....	69
5.8	Pembahasan.....	72
5.8.1	Pengaruh Lebar Celah ( $B$ ).....	72
5.8.2	Pengaruh Waktu Pengaliran ( $T$ ).....	73
5.8.3	Pengaruh Penggunaan Penutup Sambungan .....	73
5.8.4	Pengaruh Panjang Penutup Sambungan.....	74
5.8.5	Pengaruh Pengaliran Bertahap .....	74
5.8.6	Pengaruh Gradasi Butiran .....	76
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>78</b>
6.1	Kesimpulan .....	78
6.2	Saran.....	79
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>80</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Klasifikasi tingkat erosi (Day, 1999). .....	15
Tabel 3.2	Tingkat erodibilitas tanah ( <i>soil erodibility</i> ) (Gray dan Sortir, 1996). .....	16
Tabel 4.1	Pengujian sifat fisik dan mekanik pada tanah. ....	23
Tabel 4.2	Variasi pengujian.....	29
Tabel 5.1	Pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) 2, 4, dan 6 menit.....	32
Tabel 5.2	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan lebar celah ( $B$ ) 1, 2, 4, dan 6 mm. ....	34
Tabel 5.3	Pengaruh penggunaan penutup sambungan terhadap berat material yang tererosi. ....	35
Tabel 5.4	Hasil pengujian variasi panjang penutup sambungan. ....	36
Tabel 5.5	Hasil pengujian untuk lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 2 menit pada masing-masing variasi penutup sambungan dan tanpa penutup sambungan.....	38
Tabel 5.6	Hasil pengujian untuk lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 4 menit pada masing-masing variasi penutup sambungan dan tanpa penutup sambungan.....	39
Tabel 5.7	Hasil pengujian untuk lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 6 menit pada masing-masing variasi penutup sambungan dan tanpa penutup sambungan.....	39
Tabel 5.8	Hasil pengujian untuk lebar celah ( $B$ ) = 2 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 2 menit pada masing-masing variasi penutup sambungan. ....	42
Tabel 5.9	Hasil pengujian untuk lebar celah ( $B$ ) = 2 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 4 menit pada masing-masing variasi penutup sambungan. ....	42
Tabel 5.10	Hasil pengujian untuk lebar celah ( $B$ ) = 2 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 6 menit pada masing-masing variasi penutup sambungan. ....	43
Tabel 5.11	Hasil pengujian untuk lebar celah ( $B$ ) = 4 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 2 menit pada masing-masing variasi penutup sambungan. ....	44
Tabel 5.12	Hasil pengujian untuk lebar celah ( $B$ ) = 4 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 4 menit pada masing-masing variasi penutup sambungan. ....	45
Tabel 5.13	Hasil pengujian untuk lebar celah ( $B$ ) = 4 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 6 menit pada masing-masing variasi penutup sambungan. ....	45
Tabel 5.14	Hasil pengujian pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) = 2 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 50 mm.....	48
Tabel 5.15	Hasil pengujian pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) = 2 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 30 mm.....	48
Tabel 5.16	Hasil pengujian pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) = 2 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 10 mm.....	49



Tabel 5.17 Hasil pengujian pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) = 4 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 50 mm.....	50
Tabel 5.18 Hasil pengujian pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) = 4 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 30 mm.....	51
Tabel 5.19 Hasil pengujian pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) = 4 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 10 mm.....	51
Tabel 5.20 Hasil pengujian pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) = 6 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 50 mm.....	53
Tabel 5.21 Hasil pengujian pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) = 6 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 30 mm.....	54
Tabel 5.22 Hasil pengujian pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) = 6 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 10 mm.....	54
Tabel 5.23 Hasil pengujian pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) 50 mm.....	56
Tabel 5.24 Hasil pengujian pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) 30 mm.....	56
Tabel 5.25 Hasil pengujian pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) 10 mm.....	57
Tabel 5.26 Hasil pengujian pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan tanpa menggunakan penutup sambungan.....	57
Tabel 5.27 Hasil pengujian pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 2 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) 50 mm.....	59
Tabel 5.28 Hasil pengujian pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 2 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) 30 mm.....	60
Tabel 5.29 Hasil pengujian pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 2 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) 10 mm.....	60
Tabel 5.30 Hasil pengujian pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 4 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) 50 mm.....	62



Tabel 5.31 Hasil pengujian pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 4 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) 30 mm.....	63
Tabel 5.32 Hasil pengujian pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 4 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) 10 mm.....	63
Tabel 5.33 Perbandingan berat material yang tererosi dengan penutup sambungan ( $L$ ) = 50 mm.....	66
Tabel 5.34 Perbandingan berat material yang tererosi dengan penutup sambungan ( $L$ ) = 30 mm.....	67
Tabel 5.35 Perbandingan berat material yang tererosi dengan penutup sambungan ( $L$ ) = 10 mm.....	67
Tabel 5.36 Perbandingan berat material yang tererosi tanpa menggunakan penutup sambungan.....	67



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Pemasangan gorong-gorong <i>precast</i> secara segmental (Calamak dan Yilmaz, 2018). .....	2
Gambar 1.2	Beberapa kejadian <i>sinkhole</i> di: (a) Songpa-qu, Seoul, 2015; (b) Guro-gu, Seoul, 2015; (c) Guro-gu, Seoul, 2016; (d) San Antonio, Texas, 2016 (Kim dkk., 2018). .....	2
Gambar 2.1	Alat uji pemodelan <i>piping</i> pada kerikil berpasir (Chen dkk., 2015). .....	6
Gambar 2.2	<i>Piping tunnel</i> yang disebabkan oleh rembesan air (Chen dkk., 2015). .....	6
Gambar 2.3	Alat uji pemodelan <i>piping</i> dengan lapisan tanah liat (Shuang dkk., 2014). .....	7
Gambar 2.4	<i>Piping tunnel</i> yang terjadi antara lapisan kerikil berpasir dan tanah liat (Shuang dkk., 2014). .....	7
Gambar 2.5	Retakan pada lapisan tanah liat (Shuang dkk., 2014). .....	7
Gambar 2.6	Alat pengujian erosi internal pada tanah granular (Sail dkk., 2011). .....	8
Gambar 2.7	Skema pengujian kebocoran pipa (Zhang dkk., 2023). .....	10
Gambar 2.8	Hasil pengujian lubang runtuh yang terbentuk (Zhang dkk., 2017). .....	10
Gambar 2.9	Skema pengujian pengaruh aliran siklik pada pipa yang rusak (Guo dkk., 2023). .....	11
Gambar 2.10	Skema pengujian pengaruh kebocoran saluran terhadap erosi tanah (Tian dkk., 2022). .....	12
Gambar 2.11	Skema pengujian erosi tanah pada pasir terendam (Tang dkk., 2017). .....	12
Gambar 2.12	Skema pengujian pengaruh gradasi tanah terhadap terbentuknya erosi (Kwak dkk., 2019). .....	13
Gambar 3.1	Aliran air dalam tanah (Das, 2006). .....	19
Gambar 3.2	Sambungan gorong-gorong yang rusak (Hardiyatmo, 2023). .....	21
Gambar 4.1	Sampel tanah: (a) tanah 1; (b) tanah 2. .....	22
Gambar 4.2	Distribusi ukuran butir pasir Sungai Progo. .....	22
Gambar 4.3	Rentang kepadatan tanah pada semua sampel pengujian. .....	23
Gambar 4.4	Skema pengujian. ....	24
Gambar 4.5	<i>Set up</i> alat pengujian. ....	24
Gambar 4.6	Bak tanah dari material akrilik 5 mm. ....	25
Gambar 4.7	Saluran yang terbuat dari akrilik 5 mm. ....	25
Gambar 4.8	Sambungan saluran. ....	26
Gambar 4.9	Detail sambungan saluran. ....	26
Gambar 4.10	<i>Flowmeter</i> . ....	26
Gambar 4.11	Saringan nomor 200. ....	26
Gambar 4.12	Bak penampungan air. ....	27
Gambar 4.13	Skema variasi lebar celah pada sambungan saluran. ....	28
Gambar 4.14	Skema saluran tanpa sambungan. ....	29
Gambar 4.15	Bagan alir penelitian. ....	31
Gambar 5.1	Pengaruh lebar celah ( $B$ ) pada sambungan terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan masing-masing waktu pengujian. ....	33



Gambar 5.2	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) pada lebar celah ( $B$ ) 1, 2, 4, 6, dan 10 mm. ....	34
Gambar 5.3	Pengaruh berat material yang tererosi ( $W$ ) pada penggunaan penutup sambungan terhadap waktu pengaliran ( $T$ ).....	35
Gambar 5.4	Pengaruh panjang penutup sambungan ( $L$ ) terhadap material yang tererosi pada semua pengujian yang dilakukan. ....	37
Gambar 5.5	Tanah yang terdapat pada sambungan saluran untuk tipe pengujian: (a) DS5-44; (b) DS3-44; dan (c) DS1-44. ....	37
Gambar 5.6	Pengaruh panjang penutup sambungan ( $L$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 2 menit. ....	40
Gambar 5.7	Pengaruh panjang penutup sambungan ( $L$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 4 menit. ....	41
Gambar 5.8	Pengaruh panjang penutup sambungan ( $L$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 6 menit. ....	41
Gambar 5.9	Pengaruh panjang penutup sambungan ( $L$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan lebar celah ( $B$ ) = 2 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 2 menit. ....	43
Gambar 5.10	Pengaruh panjang penutup sambungan ( $L$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan lebar celah ( $B$ ) = 2 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 4 menit. ....	43
Gambar 5.11	Pengaruh panjang penutup sambungan ( $L$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan lebar celah ( $B$ ) = 2 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 6 menit. ....	44
Gambar 5.12	Pengaruh panjang penutup sambungan ( $L$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan lebar celah ( $B$ ) = 4 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 2 menit. ....	46
Gambar 5.13	Pengaruh panjang penutup sambungan ( $L$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan lebar celah ( $B$ ) = 4 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 4 menit. ....	46
Gambar 5.14	Pengaruh panjang penutup sambungan ( $L$ ) terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) dengan lebar celah ( $B$ ) = 4 mm dan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 6 menit. ....	47
Gambar 5.15	Pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 2 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 50 mm. ....	49
Gambar 5.16	Pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 2 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 30 mm. ....	49
Gambar 5.17	Pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 2 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 10 mm. ....	50
Gambar 5.18	Pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 4 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 50 mm. ....	52



Gambar 5.19	Pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 4 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 30 mm. ....52
Gambar 5.20	Pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 4 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 10 mm. ....52
Gambar 5.21	Pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 6 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 50 mm. ....55
Gambar 5.22	Pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 6 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 30 mm. ....55
Gambar 5.23	Pengaruh lebar celah ( $B$ ) terhadap berat material tererosi ( $W$ ) dengan waktu pengaliran ( $T$ ) setiap 6 menit dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 10 mm. ....55
Gambar 5.24	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 50 mm. ....58
Gambar 5.25	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 30 mm. ....58
Gambar 5.26	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 10 mm. ....58
Gambar 5.27	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 1 mm dan tanpa penutup sambungan.....59
Gambar 5.28	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 2 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 50 mm. ....61
Gambar 5.29	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 2 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 30 mm. ....61
Gambar 5.30	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 2 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 10 mm. ....61
Gambar 5.31	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 4 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 50 mm. ....64
Gambar 5.32	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 4 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 30 mm. ....64
Gambar 5.33	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan lebar celah ( $B$ ) = 4 mm dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 10 mm. ....64
Gambar 5.34	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan variasi lebar celah dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 50 mm. ....65
Gambar 5.35	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan variasi lebar celah dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 30 mm. ....65
Gambar 5.36	Pengaruh waktu pengaliran ( $T$ ) terhadap berat material yang tererosi dengan variasi lebar celah dan panjang penutup sambungan ( $L$ ) = 10 mm. ....66
Gambar 5.37	Pengaruh variasi tanah terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) pada lebar celah ( $B$ ) = 1 mm, waktu pengaliran ( $T$ ) = 2 menit, dan penutup sambungan ( $L$ ) = 50 mm. ....68
Gambar 5.38	Pengaruh variasi tanah terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) pada lebar celah ( $B$ ) = 1 mm, waktu pengaliran ( $T$ ) = 2 menit, dan penutup sambungan ( $L$ ) = 30 mm. ....68



Gambar 5.39	Pengaruh variasi tanah terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) pada lebar celah ( $B$ ) = 1 mm, waktu pengaliran ( $T$ ) = 2 menit, dan penutup sambungan ( $L$ ) = 10 mm. ....	69
Gambar 5.40	Pengaruh variasi tanah terhadap berat material yang tererosi ( $W$ ) pada lebar celah ( $B$ ) = 1 mm, waktu pengaliran ( $T$ ) = 2 menit, dan saluran tanpa penutup sambungan. ....	69
Gambar 5.41	Proses terjadinya erosi: (a) erosi tidak sempurna, (b) penyumbatan, dan (c) erosi sempurna. ....	70
Gambar 5.42	<i>Sinkhole</i> yang terjadi pada pengujian DSB5-22 pada tahap pengaliran ke- (a) 1; (b) 12; (c) 15. ....	71
Gambar 5.43	<i>Sinkhole</i> yang terjadi pada pengujian DSB5-12 dengan menggunakan sampel tanah 2 pada tahap pengaliran ke- (a) 1; (b) 5; (c) 10. ....	71
Gambar 5.44	<i>Sinkhole</i> yang terjadi pada pengujian TSB-16 pada tahap pengaliran ke- (a) 1; (b) 5; (c) 15. ....	71