

Stabilisasi/Solidifikasi Limbah Mengandung Logam Berat dan Hidrokarbon dengan Menggunakan Semen *Portland* dan Tanah Tras

Ristra Megawati A.P

3311100046

Dosen Pembimbing: Prof. Dr. Yulinah T. MAppSc

LATAR BELAKANG

Limbah logam
berat

Tanah tras tersebar di
Indonesia, mempunyai sifat
sebagai pozzolan.

Metode pengolahan:
Stabilisasi/Solidifikasi

Dibutuhkan penelitian lebih lanjut
mengenai pemanfaatan tanah tras
dalam proses S/S.

TUJUAN

1. Menentukan komposisi optimum semen *portland* dan tanah tras untuk mengikat logam berat Cu, Cr(VI), dan Pb.
2. Menganalisis pengaruh zat organik berupa hidrokarbon pada limbah terhadap mutu produk hasil S/S.

MANFAAT:

1. Memberikan informasi tentang alternatif pengolahan terhadap limbah yang mengandung logam berat maupun hidrokarbon.
2. Memberikan informasi tentang potensi tanah tras untuk S/S limbah industri.

RUANG LINGKUP:

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.
2. Sampel yang digunakan: limbah buatan Cu, Cr(VI), Pb, dan hidrokarbon berupa *parafin liquid*.
3. Uji yang dilakukan: uji kuat tekan, uji TCLP, dan *paint filter test*.
4. Bahan yang digunakan: campuran semen *portland* dan tanah tras yang diambil dari PT. Varia Usaha (Persero).

TINJAUAN PUSTAKA

Pengaruh zat organik terhadap S/S:

- Polutan organik akan menghambat hidrasi pada semen (Volgar dan Lestan, 2011).
- Polutan organik akan mengurangi formasi struktur kristal pada semen *portland* (Wijaya, 2005).

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah tras:

Tanah yang berasal dari letusan gunung berapi dengan kandungan oksida silika yang telah mengalami proses pelapukan hingga derajat tertentu. **Semakin halus butiran tras semakin tinggi pula kuat tekannya** (Monintja, 2013).



Sumber: Salia, 2011

TINJAUAN PUSTAKA

Komposisi tanah tras dan semen *portland* tipe I:

Tanah tras	
Komposisi kimia	%
Silika	46-59
Oksida Aluminium	10-19
Oksida Besi	4-12
Kalsium Oksida	1-7

Semen <i>portland</i> tipe I	
Komposisi kimia	%
Silika min.	11,32
Oksida Aluminium maks.	4,92
Oksida Besi maks.	7,96
Kalsium Oksida	72,40

Sumber: Monintja dkk, 2013

Sumber: Wijaya, 2005

TINJAUAN PUSTAKA

➤ Uji kuat tekan

Bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu benda untuk menerima beban tekan (Wijaya, 2005).

➤ Uji TCLP

Bertujuan untuk melihat potensi limbah yang telah stabil untuk melepaskan kontaminan ke lingkungan (Keputusan BAPEDAL No. 03 Tahun 1995).

➤ *Paint filter test*

Bertujuan untuk mengetahui adanya kandungan *free liquid* yang masih tersisa dalam proses stabilisasi/solidifikasi (US EPA Method 9095B, 2004).

➤ Teknik Perawatan (*Curing*)

Curing berfungsi untuk meningkatkan proses pengerasan beton pada suhu dan kelembaban tertentu. Ada 2 metode *curing*: normal dan dipercepat (Meynarti, 2008).

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu:

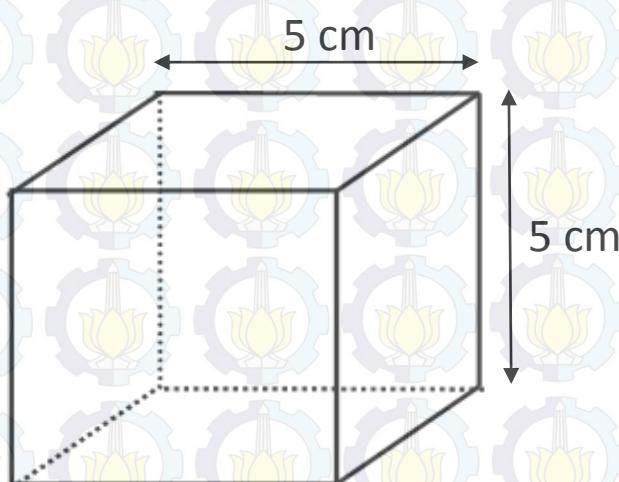
No	Jenis Limbah	Hasil Penelitian	Sumber
1.	Logam Berat Cu	Semen <i>portland:fly ash</i> , 75:25, 50:50, 25:75. Hasil uji kuat tekan mencapai 9,3 kg/cm ² untuk komposisi 25:75 dan 13,8 kg/cm ² untuk komposisi 75:25.	Meynarti, 2008
2.	Oily Sludge	Setelah 56 hari, uji kuat tekan campuran semen <i>portland:HCFA</i> tanpa ditambahkan limbah sebesar 30,1 MPa, tidak jauh berbeda dengan campuran semen <i>portland</i> dan HCFA:limbah dengan perbandingan 1:4 yaitu sebesar 29,8 MPa.	Leonard dan Stegeman, 2010

METODE PENELITIAN

➤ Variabel penelitian:

1. Variasi komposisi semen *portland* dan tanah tras
2. Variasi jenis limbah:
 - limbah logam berat tidak mengandung hidrokarbon
 - limbah logam berat mengandung hidrokarbon

➤ Cetakan yang akan digunakan:



Sumber: Ritayani, 2014

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam dua tahap:

Penelitian tahap I

Bahan:
Semen *portland*
Tanah tras
(divariasikan)

Kandungan logam berat dalam *pozzolan*:

- Cu 1000 mg/kg
- Cr(VI) 2500 mg/kg
- Pb 3000 mg/kg

Penelitian tahap II

Bahan:
Komposisi teroptimum dari semen *portland* dan tanah tras (Tahap I)

Kandungan logam berat dalam *pozzolan* pada penelitian tahap I + **parafin liquid p.a:**
2,5%, 5%, 7,5%, 10%

METODOLOGI PENELITIAN

Perbandingan variasi tahap I

	Nama benda matriks	Semen portland (%)	Tanah tras (%)	Limbah buatan (mg/kg)		
				Cu	Cr(VI)	Pb
Kontrol I	A	100	0	0	0	0
	B	100	0	1000	2500	3000
	C	75	25	1000	2500	3000
	D	50	50	1000	2500	3000
	E	25	75	1000	2500	3000
	F	0	100	1000	2500	3000
Kontrol II	G	0	100	0	0	0

Setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak dua kali

METODOLOGI PENELITIAN

Perbandingan variasi tahap II

No	Semen portland (%)	Tanah tras (%)	Logam berat			Hidrokarbon (%)
			Cu	Cr(VI)	Pb	
1	Komposisi Optimum Tahap I		1000	2500	3000	2,5
2			1000	2500	3000	5
3			1000	2500	3000	7,5
4			1000	2500	3000	10

UJI KUALITAS PRODUK S/S

**Prosedur uji kuat tekan berdasarkan metode ASTM C109
(dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan
Jurusang Teknik Sipil):**

1. Benda uji dikeluarkan dari cetakannya.
2. Hidupkan *versa tester soil test*, atur kapasitas pembebanannya (Jarum penunjuk pada mesin harus dinolkan).
3. Angkat *hammer* pembeban, letakkan benda uji pada alas *hammer* pembeban.
4. Putar *hammer* pembeban hingga menekan benda uji. Kecepatan pembebanan: $1,4\text{-}3,4 \text{ kg/cm}^2\text{/detik}$.
5. Catat hasil pembacaan di meteran setelah jarum berhenti.
6. Pengujian dilakukan pada benda uji sampai hancur.

UJI KUALITAS PRODUK S/S

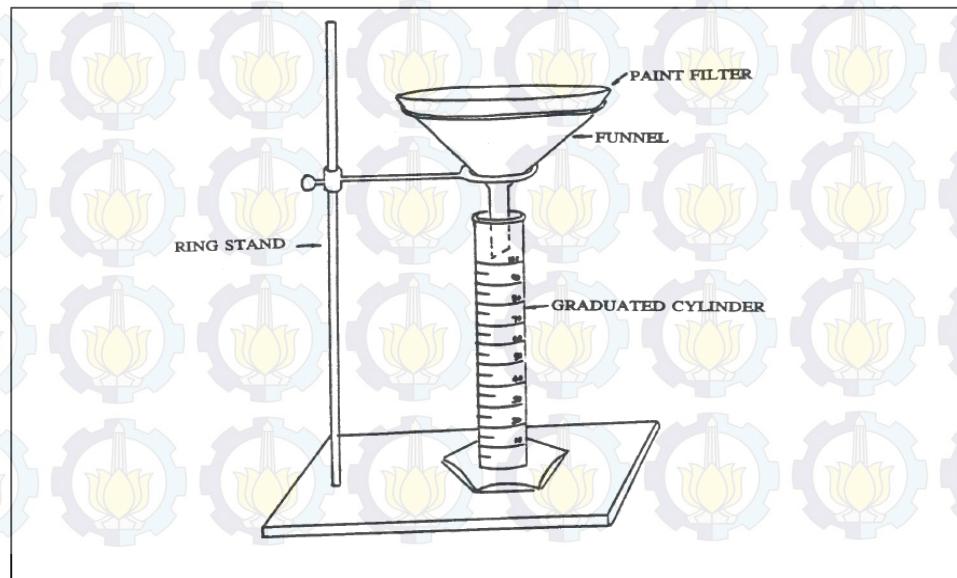
➤ Prosedur uji TCLP berdasarkan metode US EPA 1311:

1. Ayak sampel hingga lolos saringan 1 mm.
2. Masukkan 5 mg sampel ke *beaker glass*.
3. Tambahkan 96,5 ml aquades dan aduk selama 5 menit.
4. Atur pH hingga $2,88 \pm 0,5$.
5. Masukkan sampel ke dalam botol berbahan *polyethylene*.
6. Lakukan rotasi-agitasi dengan kecepatan 30rpm selama 18 ± 2 jam.
7. Analisis logam berat Cu menggunakan metode neocuproine, Cr(VI) menggunakan metode kolorimetri, dan Pb menggunakan metode dithizone

UJI KUALITAS PRODUK S/S

➤ Prosedur *paint filter test* berdasarkan metode US EPA 9095B:

1. Sampel diletakkan pada filter dengan ukuran 60 mesh.
2. Sampel dibiarkan mengalir menuju *graduated cylinder* dengan ukuran 100 ml selama 5 menit.
3. Jika ada material yang terkumpul pada *graduated cylinder* maka dianggap sampel mengandung *free liquid*.



ANALISIS DATA

Analisis
Data

Penelitian tahap I

- 1. Komposisi optimum pada penelitian tahap I: uji TCLP, uji kuat tekan.
- 2. Analisis menggunakan metode statistik.

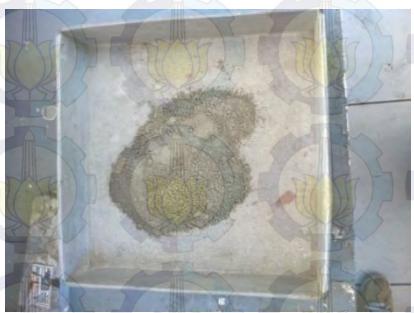
Penelitian tahap II

- Analisis pengaruh zat organik terhadap mutu produk S/S dengan menggunakan metode statistik: **ANOVA (*analysis of variance*) One Way.**

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

➤ Karakteristik material

Semen
portland



Tanah
tras



(1)

(2)

Logam
berat



Parafin



No	Limbah buatan	pH
1	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2,58
2	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	2,87
3	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	2,33

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

➤ Uji konsistensi normal
Penelitian tahap I

No	% Perbandingan		Berat (g)		Jumlah air (mL)
	Semen portland	Tanah tras	Semen portland	Tanah tras	
1	100	0	300	0	82
2	75	25	225	75	92
3	50	50	150	150	103
4	25	75	75	225	111
5	0	100	0	300	120



Alat vicat

Penelitian tahap II

No	% Perbandingan		Hidrokarbon		Jumlah air (mL)
	Semen portland	Tanah tras	Persentase (%)	Berat (g)	
1	50	50	2,5	7,5	91
2			5	15	86
3			7,5	22,5	82,5
4			10	30	81

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

➤ Pembuatan benda uji

Penelitian tahap I

Komposisi (%)		Berat (g)	
Semen portland	Tanah tras	Semen portland	Tanah tras
100	0	300	0
75	25	225	75
50	50	150	150
25	75	75	225
0	100	0	0

Cetakan benda uji



Benda uji hasil S/S



Metode curing

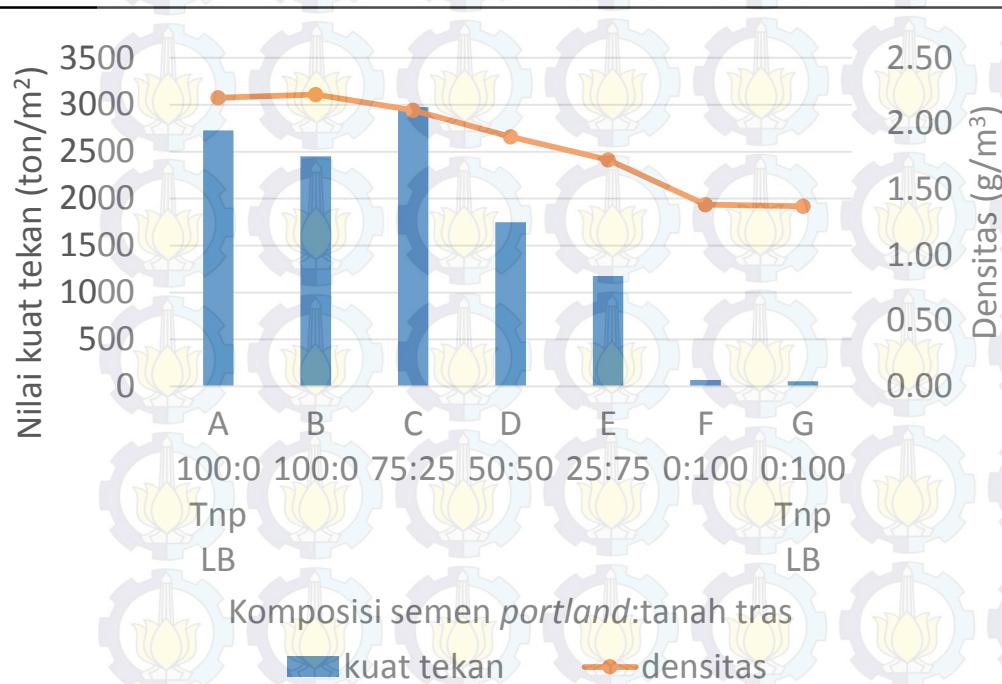


Penelitian tahap II

Semen Portland	Tanah Tras	Hidrokarbon	Semen Portland	Tanah Tras
% Komposisi		Percentase %	Berat (g)	Berat (g)
50	50	2.5	7,5	146,25
		5	15	142,50
		7.5	22,5	138,75
		10	30	135,00

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

➤ Uji kuat tekan dan densitas benda uji penelitian tanpa penambahan parafin



Benda uji A

Benda uji B

Benda uji C



Benda uji D

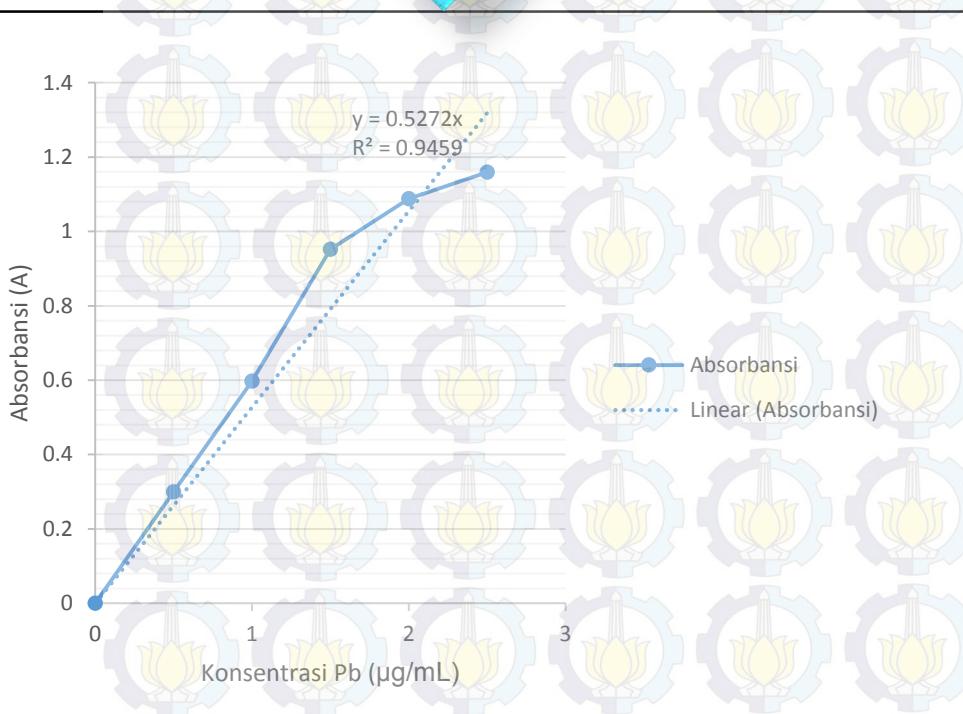
Benda uji E

Benda uji F

Benda uji G

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Kurva Kalibrasi Pb

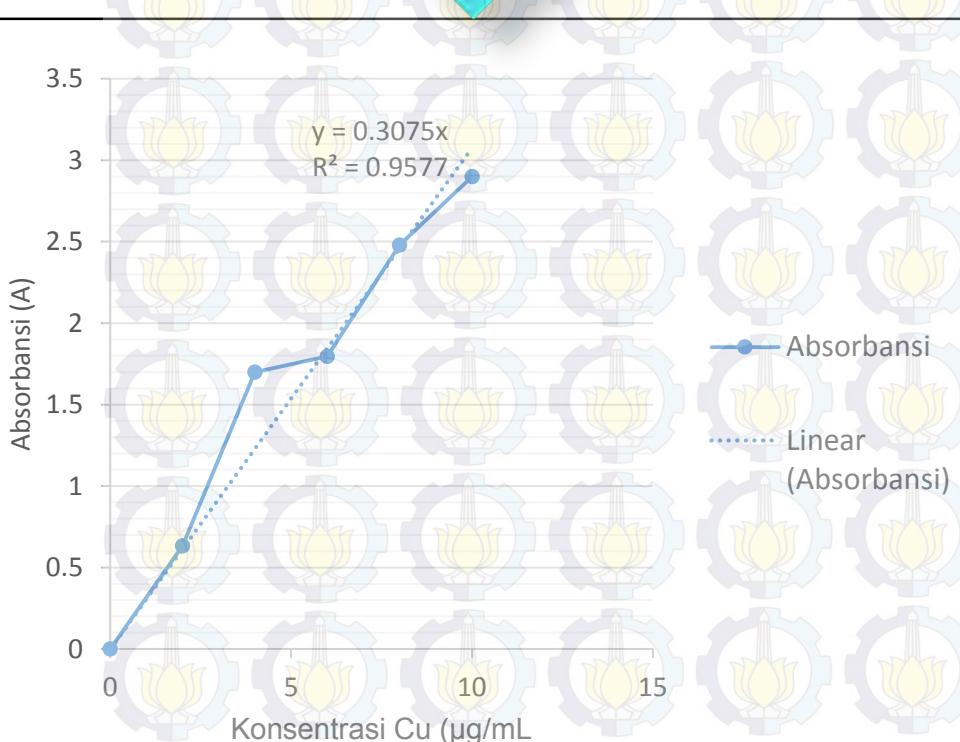


Kadar Pb dalam sampel penelitian tanpa penambahan hidrokarbon

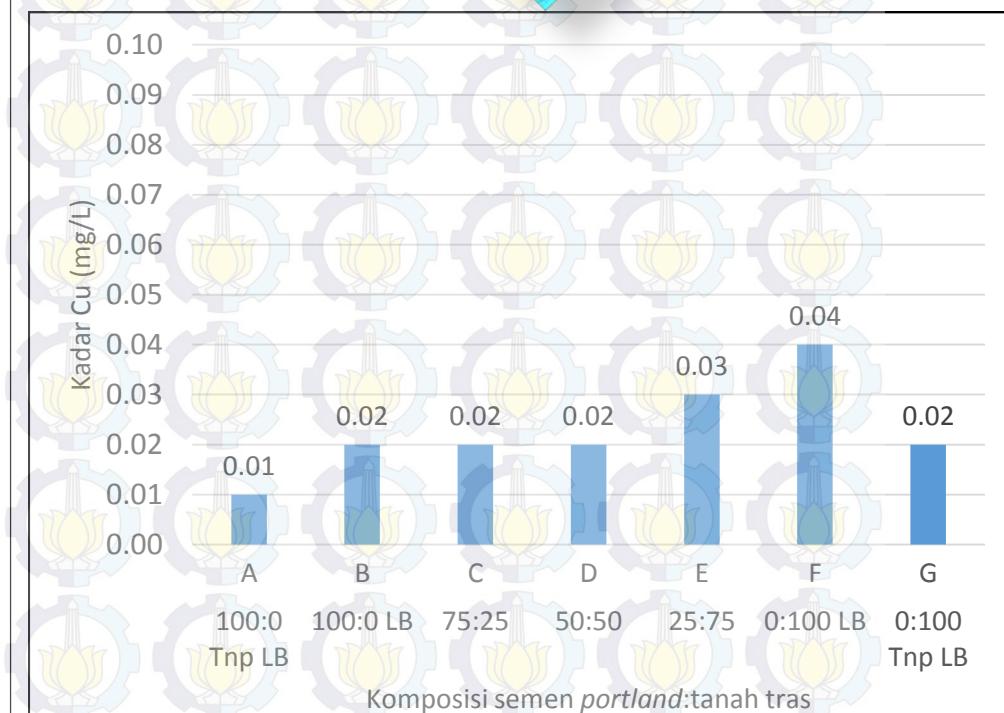


ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Kurva Kalibrasi Cu

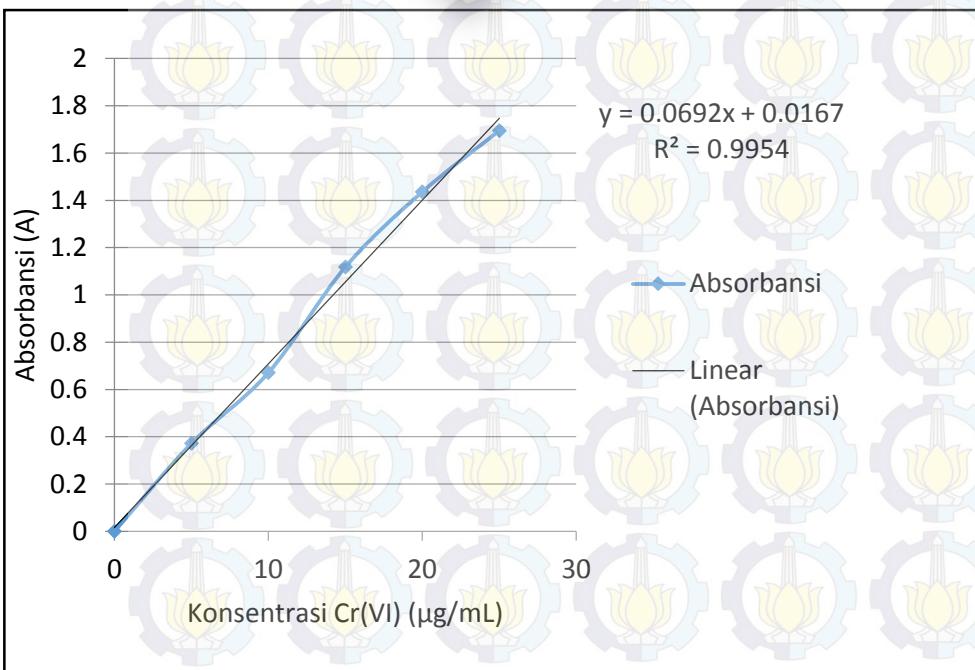


Kadar Cu dalam sampel penelitian tanpa penambahan hidrokarbon

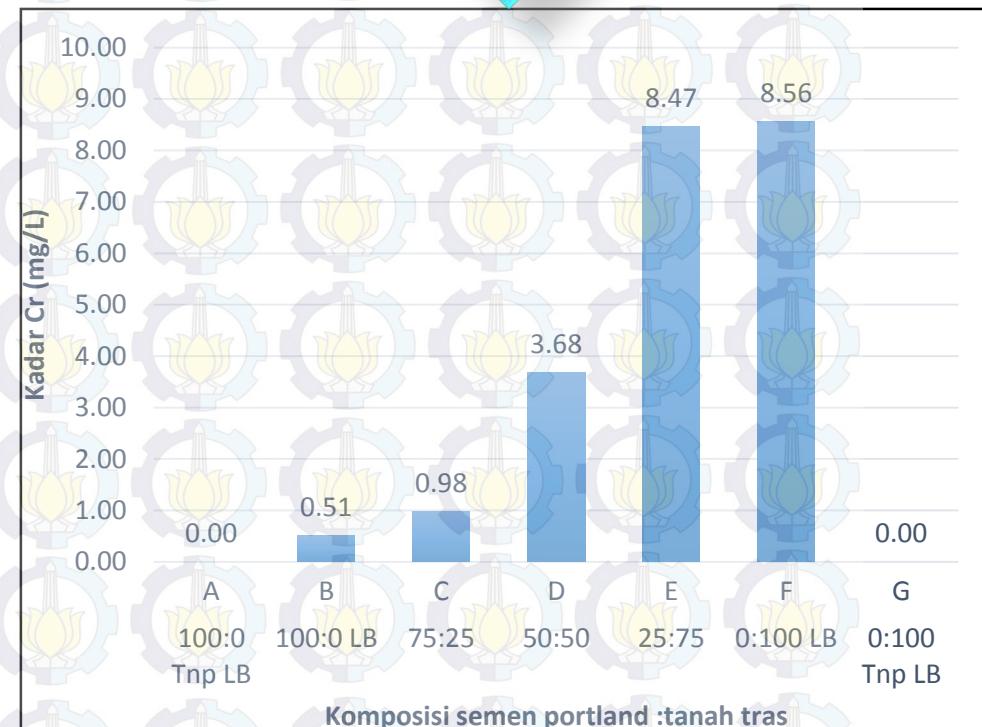


ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Kurva Kalibrasi Cr(VI)

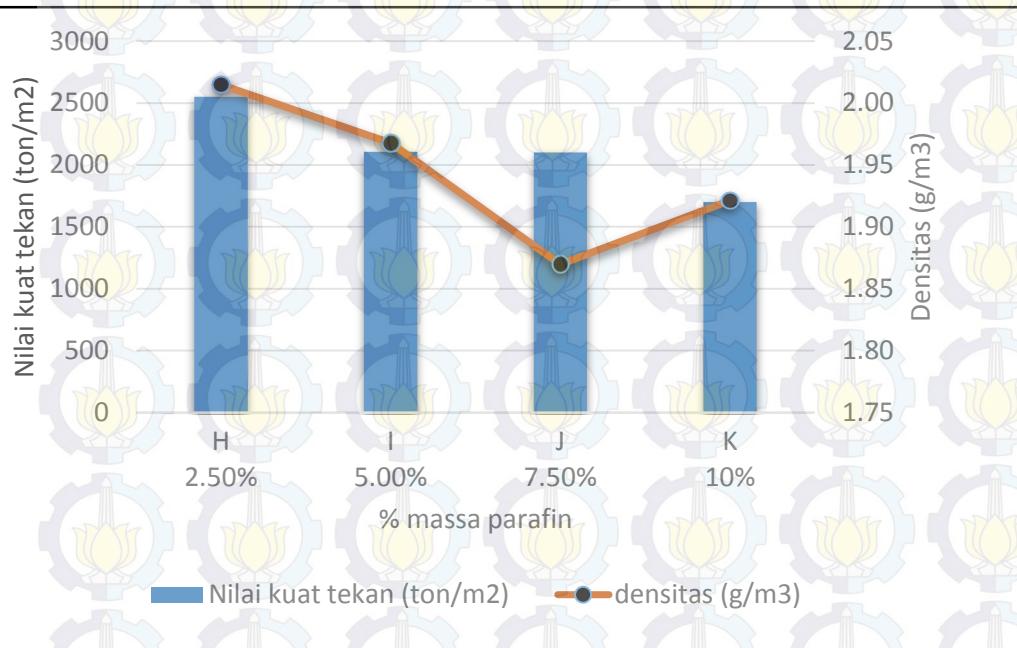


Kadar Cr(VI) dalam sampel
penelitian tanpa
penambahan hidrokarbon



ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

➤ Uji kuat tekan dan densitas benda uji penelitian dengan penambahan parafin



Benda uji H



Benda uji I



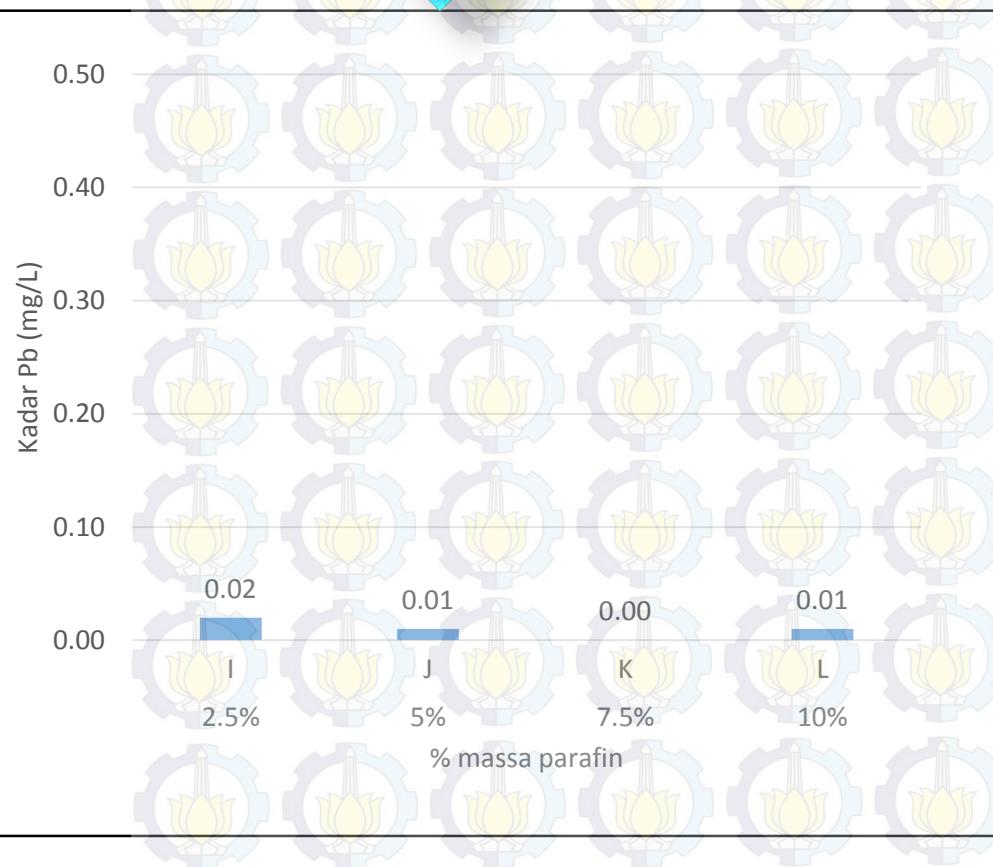
Benda uji J



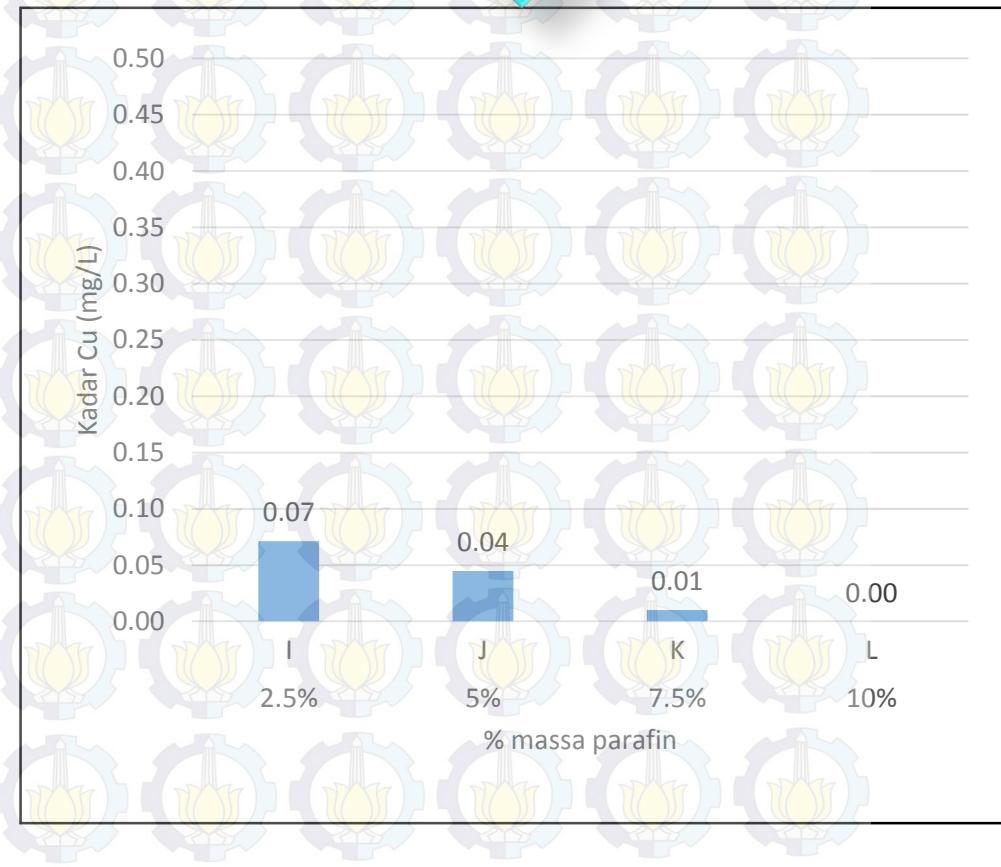
Benda uji K

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Kadar Pb dalam sampel penelitian dengan penambahan hidrokarbon

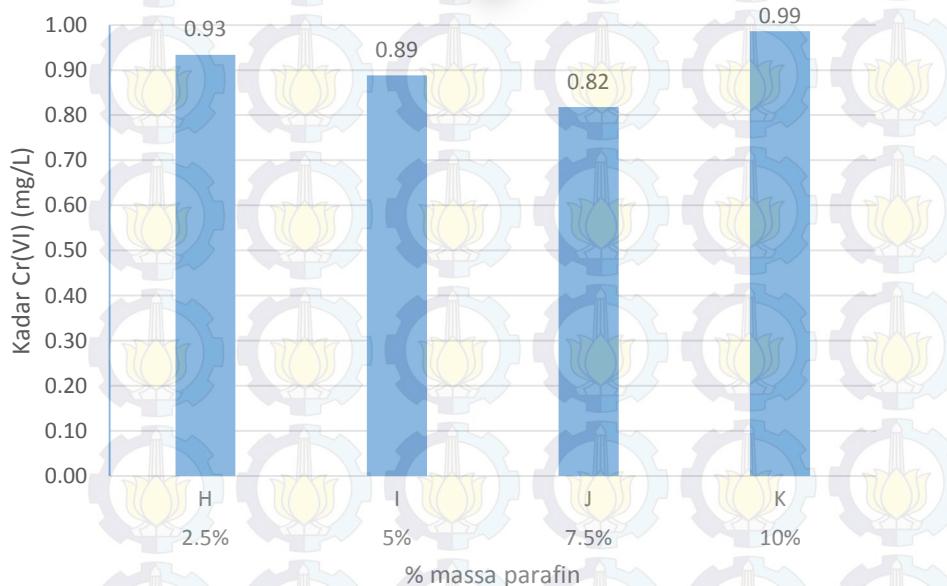


Kadar Cu dalam sampel penelitian dengan penambahan hidrokarbon



ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Kadar Cr(VI) dalam sampel penelitian dengan penambahan hidrokarbon

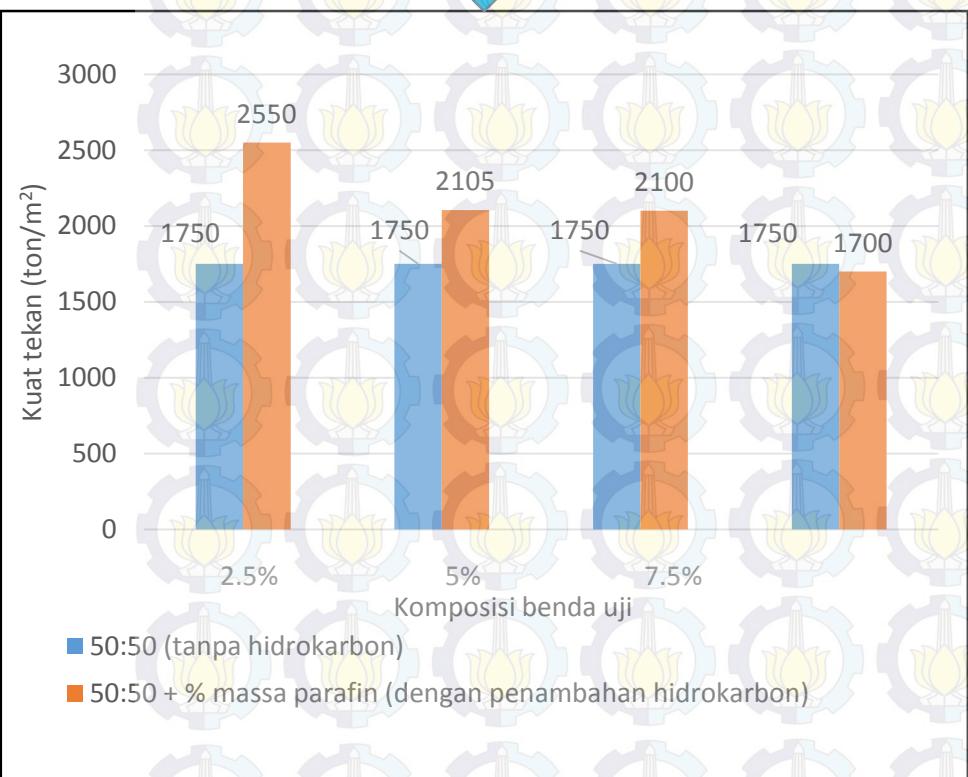


Hasil *paint filter test*

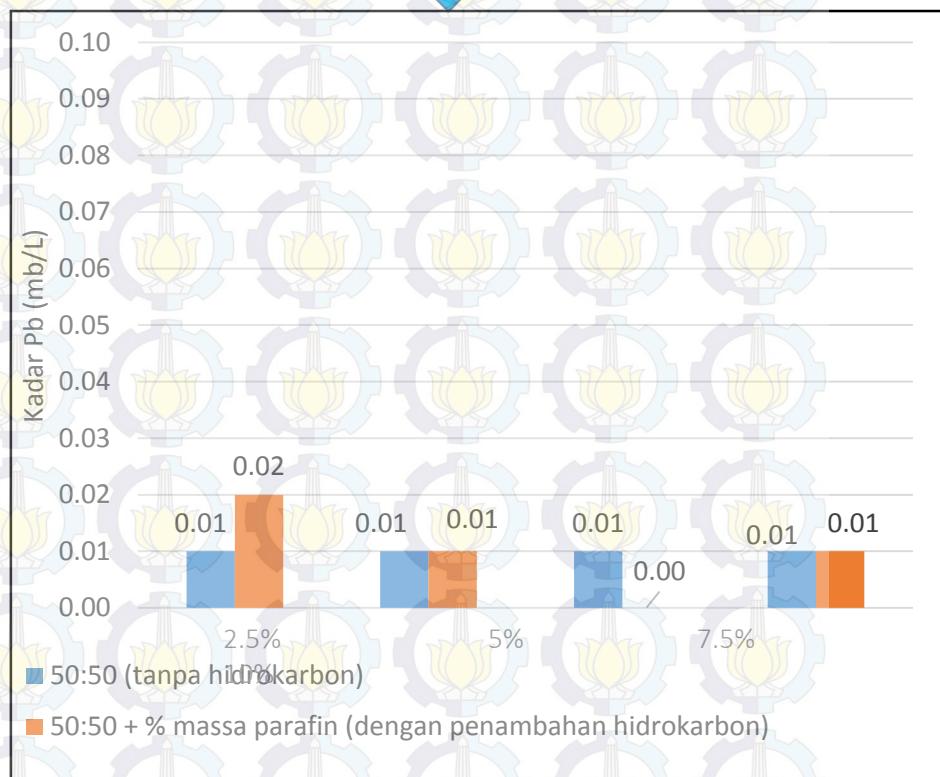
% massa parafin	Nama Benda Uji	Hasil uji paint filter test	
2,5%	H	H1	Tidak ada cairan bebas
		H2	Tidak ada cairan bebas
5%	I	I1	Tidak ada cairan bebas
		I2	Tidak ada cairan bebas
7,5%	J	J1	Tidak ada cairan bebas
		J2	Tidak ada cairan bebas
10%	K	K1	Tidak ada cairan bebas
		K2	Tidak ada cairan bebas

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Perbandingan nilai kuat tekan benda uji tanpa penambahan hidrokarbon dan dengan penambahan hidrokarbon

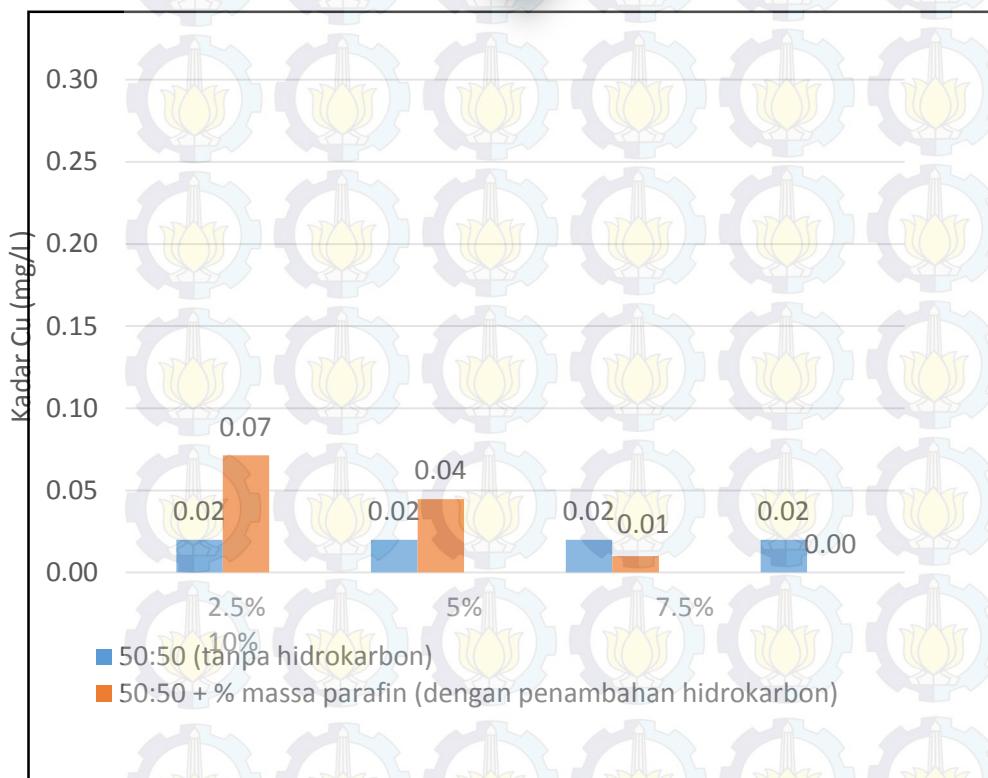


Perbandingan kadar Pb benda uji tanpa penambahan hidrokarbon dan dengan penambahan hidrokarbon

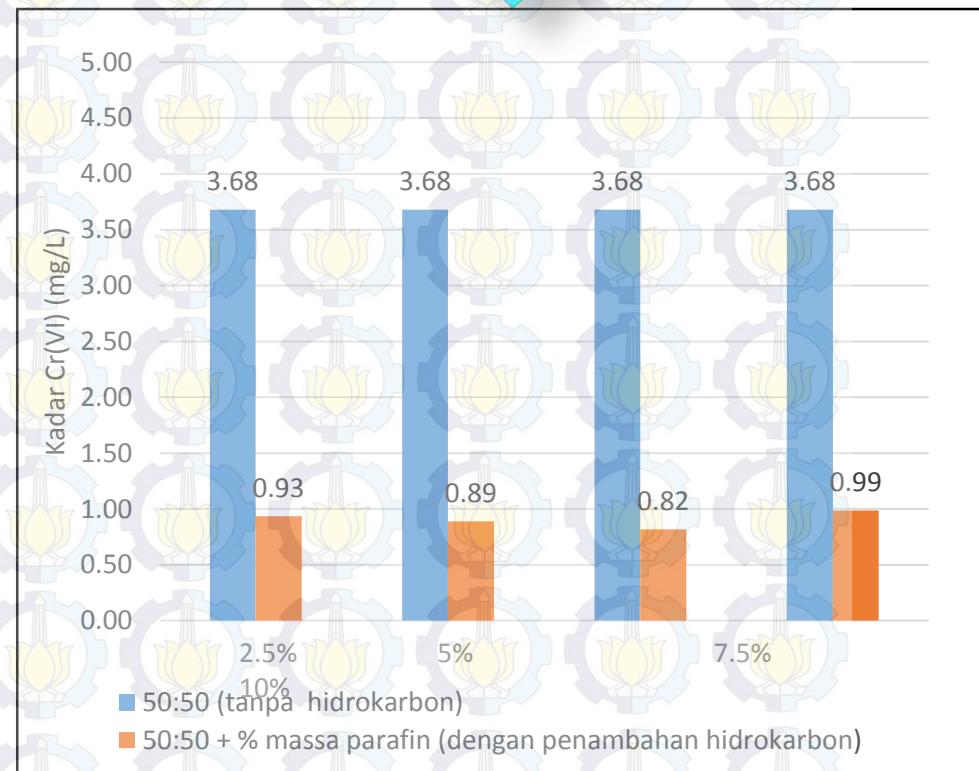


ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Perbandingan kadar Cu benda uji tanpa penambahan hidrokarbon dan dengan penambahan hidrokarbon



Perbandingan kadar Cr(VI) benda uji tanpa penambahan hidrokarbon dan dengan penambahan hidrokarbon



ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

- Nilai signifikansi hasil ANOVA *one way*

Perlakuan/Uji	Nilai signifikansi
Nilai kuat tekan terhadap komposisi semen portland:tanah tras	0,009
Kadar pelindian Pb terhadap komposisi semen portland:tanah tras	0,934
Kadar pelindian Cu terhadap komposisi semen portland:tanah tras	0,709
Kadar pelindian Cr(VI) terhadap komposisi semen portland:tanah tras	0,654

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

- Pengaruh hidrokarbon dengan menggunakan metode anova *one way*

Perlakuan/Uji	Nilai signifikansi
Nilai kuat tekan terhadap % penambahan massa parafin	0,05
Kadar pelindian Pb terhadap % penambahan massa parafin	0,368
Kadar pelindian Cu terhadap % penambahan massa parafin	0,02
Kadar pelindian Cr(VI) terhadap % penambahan massa parafin	0,8

KESIMPULAN

➤Kesimpulan

1. Komposisi semen *portland*:tanah tras 50:50 dipertimbangkan sebagai komposisi optimum. Nilai kuat tekan pada komposisi ini sebesar 1750 ton/m² telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu sebesar 10 ton/m². Untuk pelindian logam berat Pb, Cu, dan Cr(VI) masing-masing sebesar 0,00 mg/L, 0,01 mg/L, dan 3,68 mg/L.
2. Zat organik berpengaruh terhadap nilai kuat tekan, yaitu semakin banyaknya zat organik yang ditambahkan maka semakin rendah pula kuat tekannya. Pada uji TCLP, zat organik menyebabkan ketidakstabilan pada hasil TCLP.

SARAN

➤ Saran

1. Analisis logam berat Cu menggunakan metode neocuproine dan Pb menggunakan metode dithizone kurang sesuai untuk digunakan pada limbah mengandung zat organik. Hal ini dikarenakan pada kedua metode tersebut digunakan pelarut organik untuk mengekstrak sampel, sehingga zat organik akan semakin terlarut pada sampel dan mengganggu pembacaan pada spektrofotometer.
2. Dilakukan penelitian lebih lanjut dengan komposisi semen *portland*:tanah tras 75:25 untuk mengetahui nilai kuat tekan yang didapatkan.
3. Sebaiknya penelitian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan, agar apabila data yang tidak sesuai masih dapat dibandingkan dengan data yang lainnya.



TERIMA KASIH