

UNJUK KERJA (PERFORMANCE) PROSES KONTAK-STABILISASI SKALA LABORATORIUM DALAM MENGOLAH AIR LIMBAH INDUSTRI TEKSTIL

Oleh:

Eko Harsono

Satu seri percobaan pengolahan air limbah tekstil dengan proses kontak-stabilisasi telah dilakukan di laboratorium Puslitbang Limnologi LIPI. Percobaan tersebut dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan proses kontak-stabilisasi dalam mengolah air limbah tekstil.

Seri percobaan dalam penelitian ini dilakukan di dalam sebuah instalasi pilot skala laboratorium pada aliran menerus dengan debit pengolahan, $Q_{inf} = 1$ l/jam (Gambar 4).

Waktu tinggal dalam reaktor kontak (T_c) ditetapkan sebesar 3 jam dan 2 jam, serta dalam reaktor stabilisasi (TS) sebesar 2,4 dan 5 jam. Operasi pengolahan instalasi pilot tersebut dilakukan pada temperatur kamar. Parameter proses divariasikan adalah umur lumpur (Q_c), yaitu pada 46,30, 16, 10, 8, 6 dan 4 hari. Dan faktor resirkulasi lumpur sebesar 100%. Rangkaian percobaan dalam penelitian ini terdiri dari 27 percobaan. Sedangkan contoh air yang dianalisis diambil sesudah proses berada dalam kondisi tunak (steady-state), dan pada setiap titik pengambilan contoh (Gambar 5) dilakukan 3 kali analisis. Parameter kualitas air limbah yang diidentifikasi dapat dilihat pada tabel 8, sedangkan kondisi operasi penelitian proses kontak-stabilisasi pada skala lab. dapat dilihat pada tabel 9. Hasil analisis laboratorium air limbah yang akan diolah dapat dilihat pada tabel 10.

Hasil monitoring beberapa parameter dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini:

- Gambar 6. Hasil monitoring pH pada proses kontak-stabilisasi pada skala lab.
- Gambar 7. Hasil monitoring DO pada operasi proses kontak-stabilisasi pada skala lab.
- Gambar 8. Hasil monitoring pengaruh fluktuasi harian BOD (S_0) terhadap kuantitas biosolid pada operasi proses kontak-stabilisasi skala lab.
- Gambar 9 Hasil monitoring pengaruh fluktuasi harian BOD (S_0) terhadap efisiensi removal BOD pada operasi proses kontak-stabilisasi skala lab.
- Gambar 10 Hasil monitoring pengaruh perubahan T_c dan T_s terhadap kuantitas biosolid dan efisiensi removal BOD pada operasi proses kontak-stabilisasi skala lab.
- Gambar 11 Hasil monitoring pengaruh perubahan umur lumpur terhadap kuantitas biosolid dan kemampuan removal BOD pada operasi proses kontak-stabilisasi skala lab.

Berdasarkan hasil yang dicapai dalam percobaan pengolahan air limbah tekstil dengan proses kontak-stabilisasi skala lab. dalam penelitian ini, beberapa kesimpulan dapat dikemukakan sebagai berikut:

- Kualitas air limbah yang digunakan dalam penelitian ini telah mengandung nutrisi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan mikroorganisme. Jadi dalam percobaan ini tidak ada penambahan nutrisi.
- BOD air limbah yang digunakan dalam percobaan pengolahan air limbah dalam penelitian ini mempunyai fluktuasi harian yang cukup besar, yaitu bergerak dari 110 sampai 164 mg/l.
- Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai pH yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 9,71 sampai dengan 11, 27.
- Dari hasil monitoring pH selama operasi proses pengolahan air limbah dalam penelitian ini, pH turun berkisar antara 6 sampai dengan 8. Dimana semakin besar umur lumpur semakin besar pula penurunan pH tersebut, demikian sebaliknya.
- Dari hasil monitoring DO pada operasi proses pengolahan air limbah dalam penelitian ini, semakin lama umur lumpur lumpur semakin besar pula kebutuhan oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme dalam mendegradasi BOD, demikian sebaliknya semakin pendek umur lumpur semakin kecil pula kebutuhan oksigen tersebut.
- Dari monitoring pengaruh fluktuasi BOD harian terhadap efisiensi removal BOD tidak mempengaruhi kemampuan model proses kontak-stabilisasi penelitian ini dalam mendegradasi BOD tersebut.
- Dari percobaan dengan mengubah T_c dan T_s dalam operasi proses kontak-stabilisasi penelitian ini, T_s 4 jam dan T_c 2 jam menunjukkan kemampuan yang tinggi dalam mendegradasi BOD air limbah tekstil yang digunakan dalam penelitian ini.
- Dari percobaan dengan mengubah lamanya umur lumpur dalam proses kontak stabilisasi penelitian ini, ternyata makin lama umur lumpur, kemampuan removal BOD semakin tinggi. Untuk mengantisipasi baku mutu effluen dari BOD yang berlaku ($BOD < 30 \text{ mg/l}$) dan pertimbangan kebutuhan oksigen, kemampuan penurunan pH air limbah, volume total reaktor dan penanganan lumpur yang dibuang, maka pada T_s 4 jam dan T_c 2 jam dengan umur lumpur 16 hari, model proses kontak-stabilisasi dalam penelitian ini telah mampu menurunkan BOD air limbah tekstil yang digunakan dalam penelitian hingga mencapai konsentrasi kurang dari 30 mg/l.

Evaluasi Hasil

Dari hasil pengujian proses kontak-stabilisasi terhadap BOD removal dari air limbah tekstil sangat bagus untuk kondisi iklim tropis. Walaupun pengujian masih dalam skala laboratorium, sistem ini dapat diterapkan untuk pengolahan air limbah yang mengandung karbon organik. Selain sistem ini cukup sederhana dan efisien, sistem ini sangat cocok untuk iklim tropis, seperti di Indonesia.

IV. EVALUASI HASIL KESELURUHAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PENGENDALIAN PENCEMARAN PERAIRAN DARAT SECARA BIOLOGIS

Walaupun masih banyak kendala dalam memenuhi sasaran proyek tahun 1994/1995 ini, dapat dikatakan hasil - hasil penelitian yang telah dilakukan dapat memberikan informasi dan alternatif pengendalian pencemaran yang cukup bermanfaat. Untuk penelitian di sungai Citarum akan ditingkatkan dengan menghitung daya dukung sungai tersebut dalam menerima beban pencemar karbon organik. Sedangkan untuk pengujian toksisitas dan alternatif rancang bangun untuk pengolahan air limbah tekstil (yang mengandung karbon organik tinggi) dapat dikatakan memberikan informasi yang baik yang bisa dimanfaatkan oleh industri dan pemerintah untuk penanganan masalah pencemaran perairan. Ketiga topik penelitian sangat bermanfaat bagi industri dalam meminimisasikan air limbahnya. Dengan pengujian toksisitas, industri akan lebih menyadari bahwa air limbahnya apakah bersifat toksik atau tidak, dimana informasi ini akan membantu industri untuk lebih memperhatikan sistem yang dipakai dalam pengolahan air limbahnya. Informasi prakiraan daya dukung sungai dapat membantu dalam pengaturan jarak industri di sekitar perairan sungai Citarum juga dalam membuang beban air limbahnya, yaitu harus sesuai dengan daya dukung suatu perairan tersebut. Informasi alternatif rancang bangun untuk membantu industri agar dapat mengolah air limbahnya seefisien mungkin dan terjangkau dengan kemampuan industri.

Untuk pemerintah hasil yang dicapai saat ini dapat digunakan sebagai bahan untuk penetapan standard kualitas lingkungan dan juga dalam pembuatan peraturan untuk menangani masalah pencemaran lingkungan terutama badan perairan. Pemerintah harus lebih tegas dalam menangani kasus pencemaran yang dilakukan oleh industri, karena sudah semakin meningkatnya pencemaran di Indonesia yang ditimbulkan oleh baik industri maupun domestik. Setiap industri harus mengolah air limbahnya terlebih dahulu dalam artian mengurangi beban pencemaran (BOD dan senyawa beracun) sebelum dibuang ke lingkungan, apabila tidak ingin terjadi hal-hal yang lebih buruk lagi.

Dalam melakukan penelitian ini kami mendapatkan beberap kendala yang diharapkan dapat di atasi untuk penelitian selanjutnya. Selain dari alat yang terbatas di laboratorium kami, juga pihak industri sangat susah untuk diajak bekerja sama. Hal ini disebabkan mereka belum mempunyai sistem pengolahan air limbah sehingga merasa takut kalau dengan penelitian kami industrinya akan ditutup, padahal dengan penelitian ini kami bermaksud untuk menolong baik dari pihak industri maupun pemerintah. Kami mengharapkan pihak yang berkait seperti departemen industri dan lingkungan dapat membantu kami dalam mengatasi hal ini.

TABEL 8 : PARAMETER KUALITAS AIR LIMBAH YANG DIIDENTIFIKASI

Parameter	satuan	Metode
<u>Parameter Nutrien</u>		
- TN	mg/l	SFA
- TP	mg/l	SFA
- Fe	ppm	AAS
- Zn	ppm	AAS
- Cr	ppm	AAS
- Pb	ppm	AAS
- Cd	ppm	AAS
- Mn	ppm	AAS
<u>Parameter Pengkondisi Lingk.</u>		
- pH		pH-meter
- Suhu	°C	Termometer
- DO	mg/l	DO-meter
- Padatan (Solid) terdiri:		
- Total Solid (TSS)	mg/l	Gravimetri
- Total Fix Solid (TFS)	mg/l	Gravimetri
- Total Volatile Solid (TVS)	mg/l	Gravimetri
- Total Disolved Solid (TDS)	mg/l	Gravimetri
- Fix Disolved Solid (FDS)	mg/l	Gravimetri
- Volatile Disolved Solid (VDS)	mg/l	Gravimetri
- Total Suspended Solid (TSS)	mg/l	Gravimetri
- Volatile Suspended Solid (VSS)	mg/l	Gravimetri
<u>Parameter Pertumbuhan</u>		
- organik Karbon sebagai:		
- BOD ₅₍₂₀₎	mg/l	Manometric
- COD KMnO ₄	mg/l	Tetrametri
<u>Parameter Racun</u>		
- Cl ₂	ppm	Tetrametri

Sumber : Benefield dan Randall, 1980

TABEL 9 : KONDISI OPERASI PENELITIAN PROSES KONTAK-STABILISASI PADA SKALA LABORATORIUM

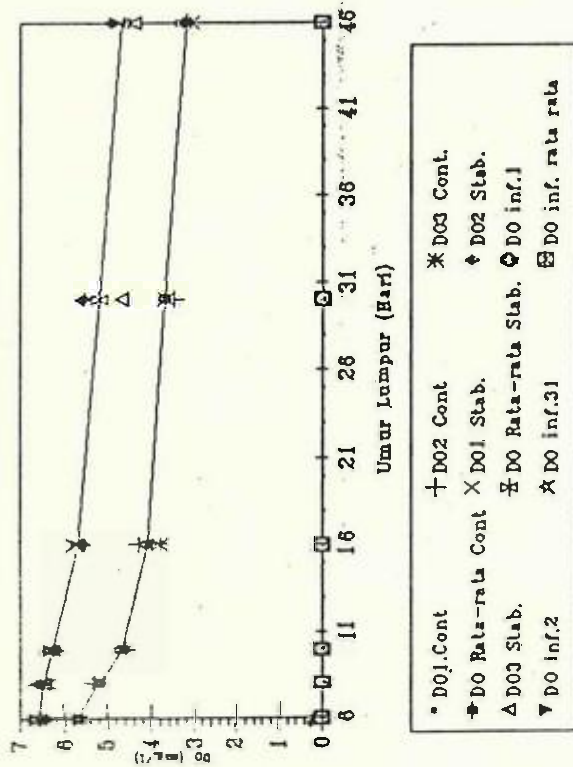
NO	Qc (hari)	Tc (jam)	R (%)	Ts (jam)
1	46	3	100	2
2	30	3	100	2
3	16	3	100	2
4	10	3	100	2
5	8	3	100	2
6	6	3	100	2
7	4	3	100	2
8	46	3	100	4
9	30	3	100	4
10	16	3	100	4
11	10	3	100	4
12	8	3	100	4
13	6	3	100	4
14	4	3	100	4

NO	Qc (hari)	Tc (jam)	R (%)	Ts (jam)
15	46	3	100	5
16	30	3	100	5
17	16	3	100	5
18	10	3	100	5
19	8	3	100	5
20	6	3	100	5
21	4	3	100	5
22	46	2	100	4
23	30	2	100	4
24	16	2	100	4
25	10	2	100	4
26	8	2	100	4
27	6	2	100	4

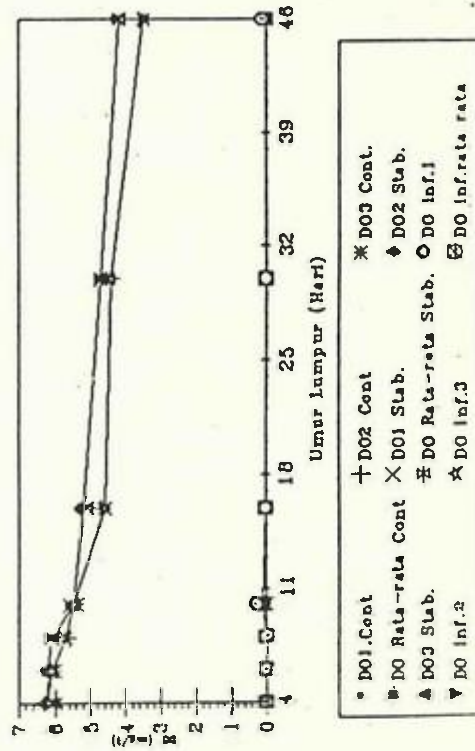
TABEL 10 : HASIL ANALISIS LABORATORIUM AIR LIMBAH YANG AKAN DIOLAH

Parameter	Kisaran	Rata ²	n	Parameter	Kisaran	Rata ²	n
TN, mg/l	14,63 — 27,8	21,07	14	pH	8,71-11,27	9,93	148
TP, mg/l	1,10 — 2,41	1,61	14	suhu, °C	24-28,8	26,73	148
Fe, ppm	1,174 — 1,281	1,24	7	DO, mg/l	0-0,2	0	148
Zn, ppm	0,008 — 0,179	0,105	7	T.S, mg/l	530-880	699,43	91
Cr, ppm	0,0324 — 0,1125	0,0633	7	TFS, mg/l	300-699	485,14	91
Pb, ppm	0,044 — 0,064	0,0526	7	TVS, mg/l	109-474	247,00	91
Cd, ppm	<0,0005	<0,0005	7	TDS, mg/l	407-760	530,00	91
Mn, ppm	0,168 — 0,276	0,240	7	FDS, mg/l	254-401	305,00	91
BOC ₅ , mg/l	110 — 164	132	7	VDS, mg/l	91-442	224,70	91
COD, mg/l	190 — 294	197	197	TSS, mg/l	48-434	198,00	91
CL ₂ , ppm	0,011 — 0,076	0,0912	7	FSS, mg/l	44-403	175,71	91
				VSS, mg/l	4-50	22,29	91

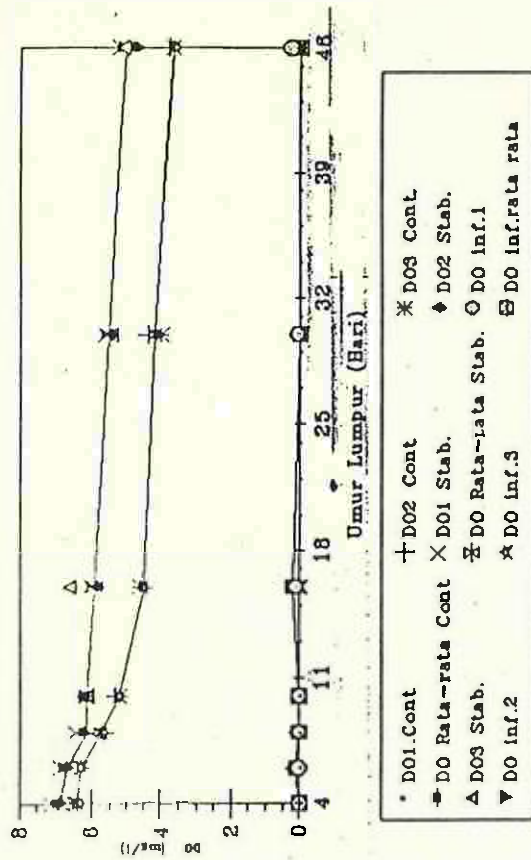
A Hasil Monitoring DO Selama Operasi Penelitian Pada $V_c = 21$ dan $V_s = 41$



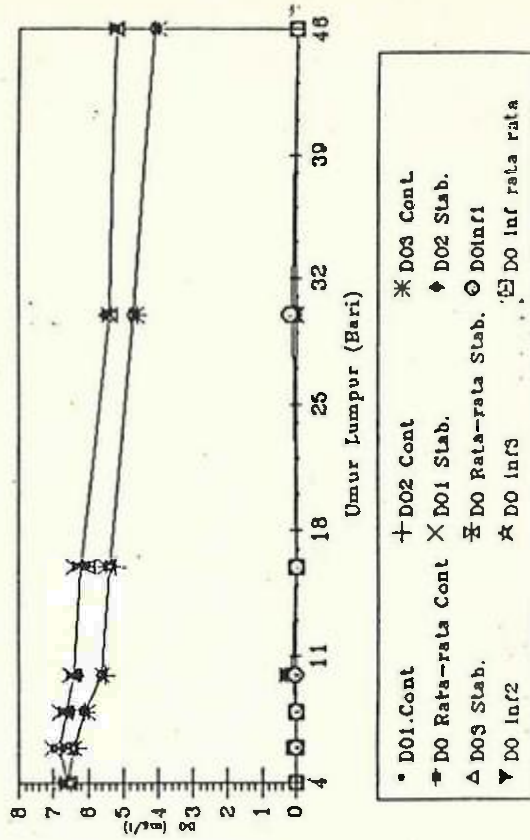
C Hasil Monitoring DO Selama Operasi Penelitian Pada $V_c = 31$ dan $V_s = 51$



B Hasil Monitoring DO Selama Operasi Penelitian Pada $V_c = 31$ dan $V_s = 41$

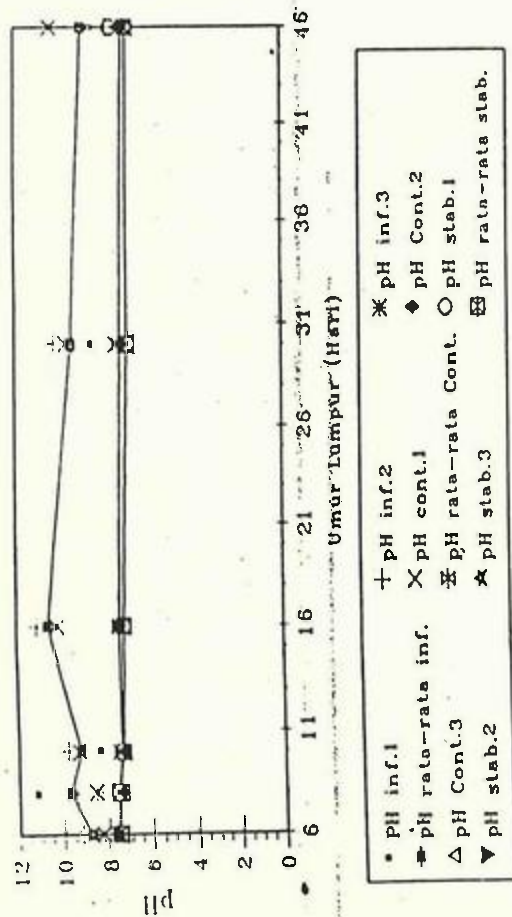


D Hasil Monitoring DO Selama Operasi Penelitian Pada $V_c = 31$ dan $V_s = 21$

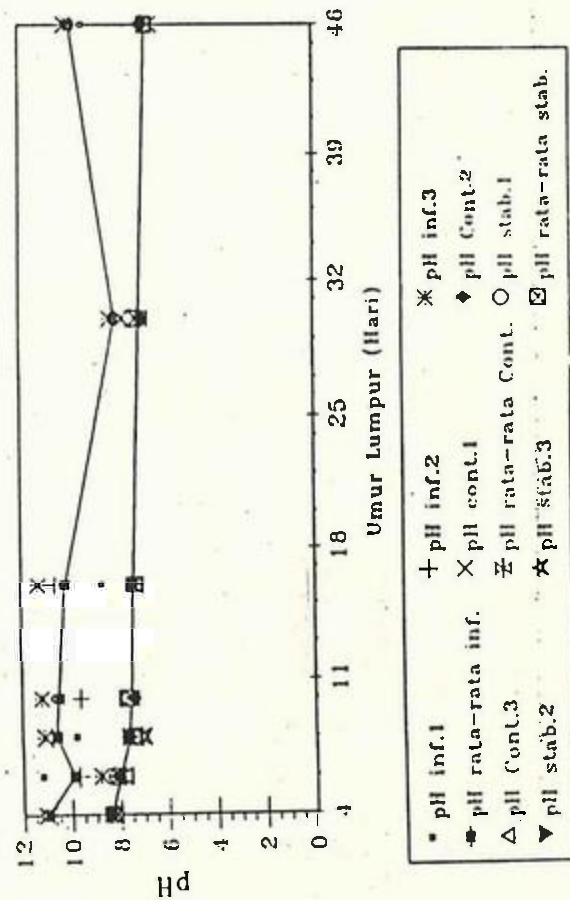


Gambar 7 : Hasil monitoring DO pada operasi proses kontak-stabilisasi skala lab.

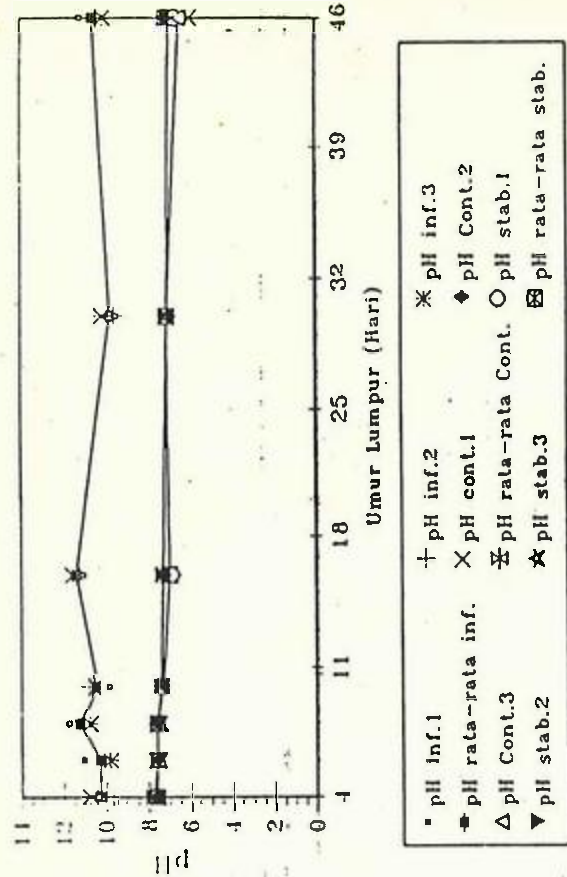
A Hasil Monitoring pH Selama Operasi Penelitian Pada $V_c = 2l$ dan $V_s = 4l$



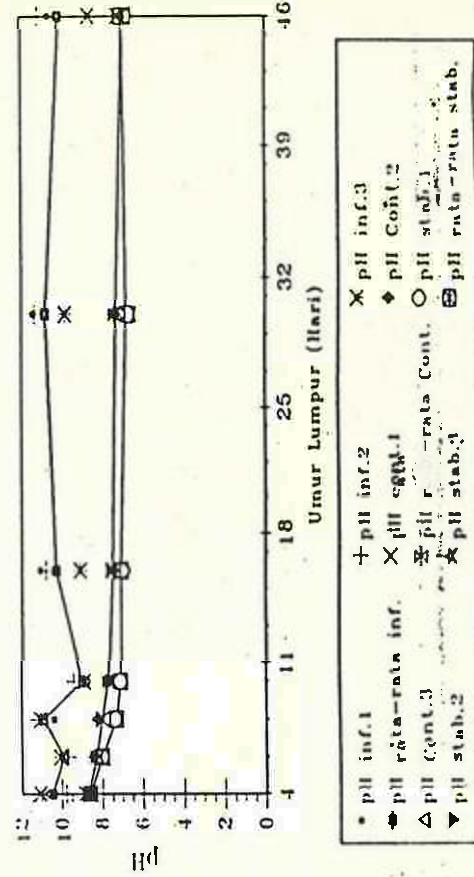
C Hasil Monitoring pH Selama Operasi penelitian Pada $V_c = 3l$ dan $V_s = 5l$



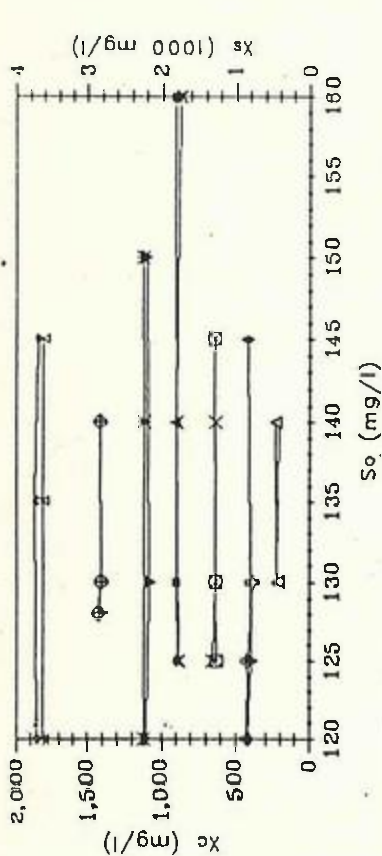
B Hasil Monitoring pH Selama Operasi Penelitian Pada $V_c = 3l$ dan $V_s = 4l$



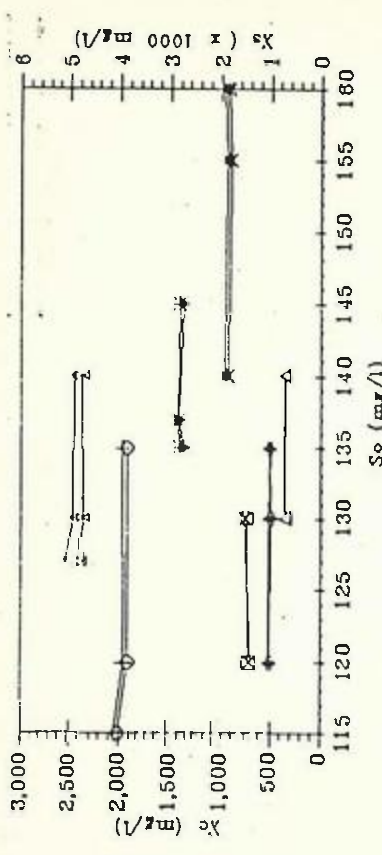
D Hasil Monitoring pH Selama Operasi Penelitian Pada $V_c = 3l$ dan $V_s = 2l$



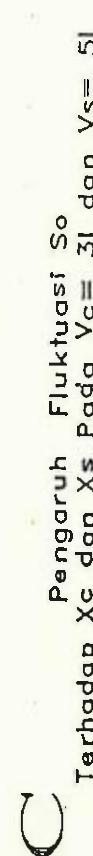
Gambar 6 : Hasil monitoring pH pada operasi proses kontak-stabilisasi pada skala lab.



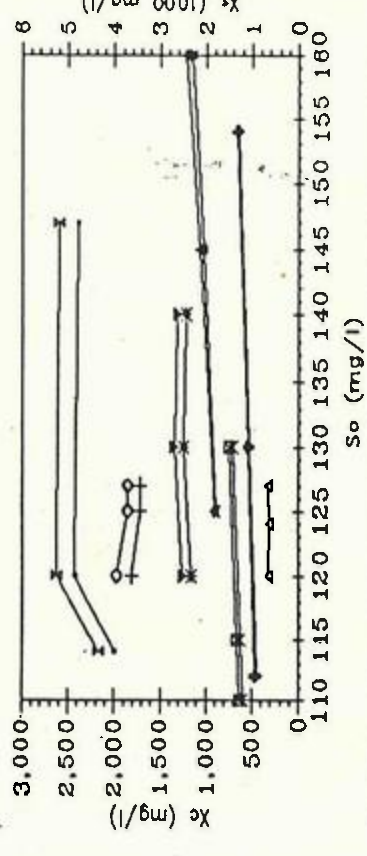
A
Pengaruh Fluktuasi S_o
Terhadap X_c dan X_s Pada $V_c=30$ dan $V_s=41$



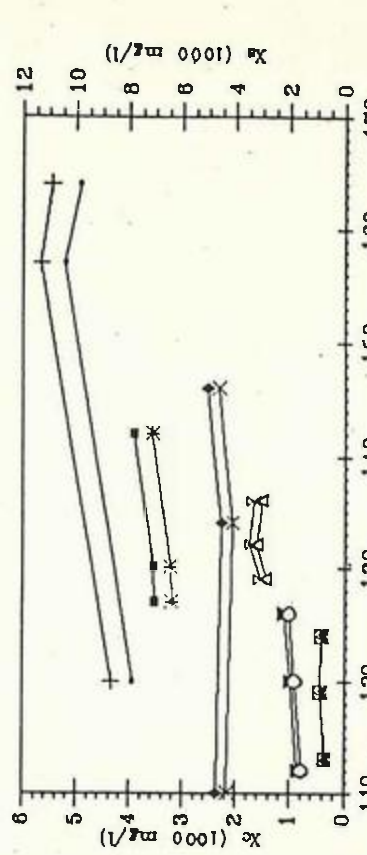
B
Pengaruh Fluktuasi S_o
Terhadap X_c dan X_s Pada $V_c=21$ dan $V_s=41$



C
Pengaruh Fluktuasi S_o
Terhadap X_c dan X_s Pada $V_c=31$ dan $V_s=51$



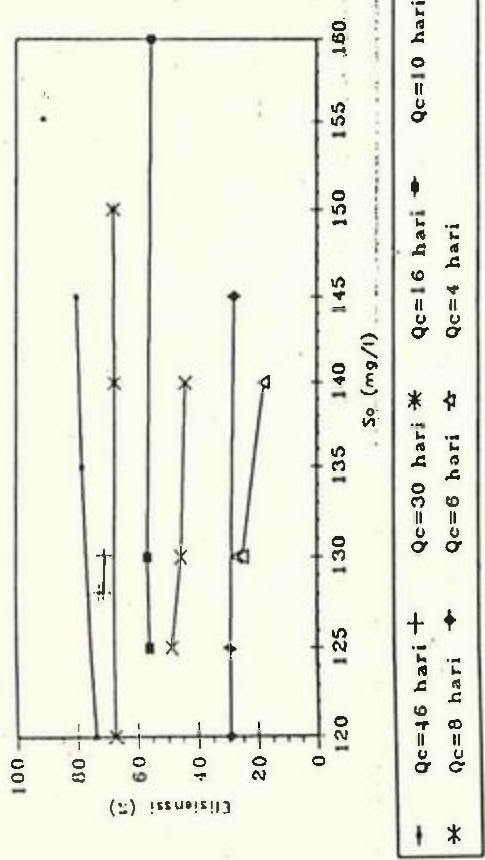
D
Pengaruh Fluktuasi S_o
Terhadap X_c dan X_s Pada $V_c=21$ dan $V_s=41$



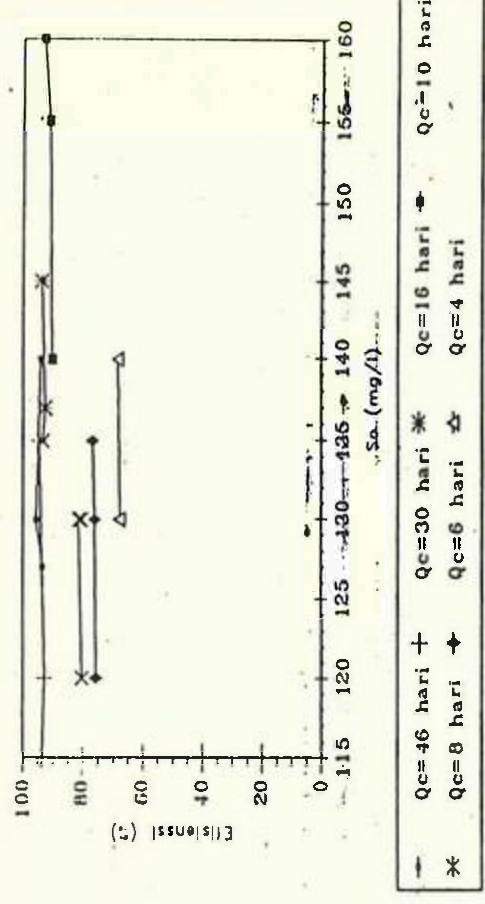
E
Pengaruh Fluktuasi S_o
Terhadap X_c dan X_s Pada $V_c=21$ dan $V_s=41$

Gambar 8 : Hasil monitoring pengaruh fluktuasi harian BOD (S_o) terhadap kuantitas biosolid pada operasi proses kontak-stabilisasi skala lab.

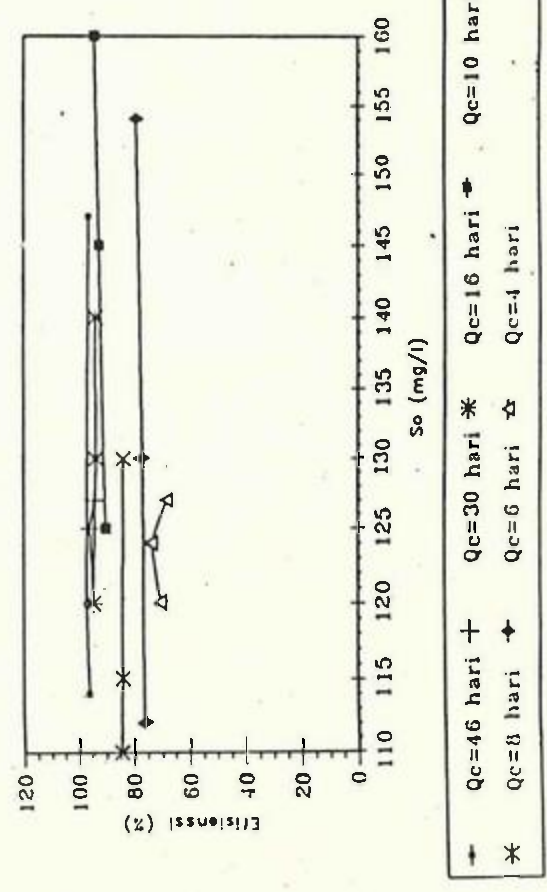
A Pengaruh Fluktuasi S_o Terhadap Efisiensi Removal BOD Pada $V_c = 3l$ dan $V_s = 2l$



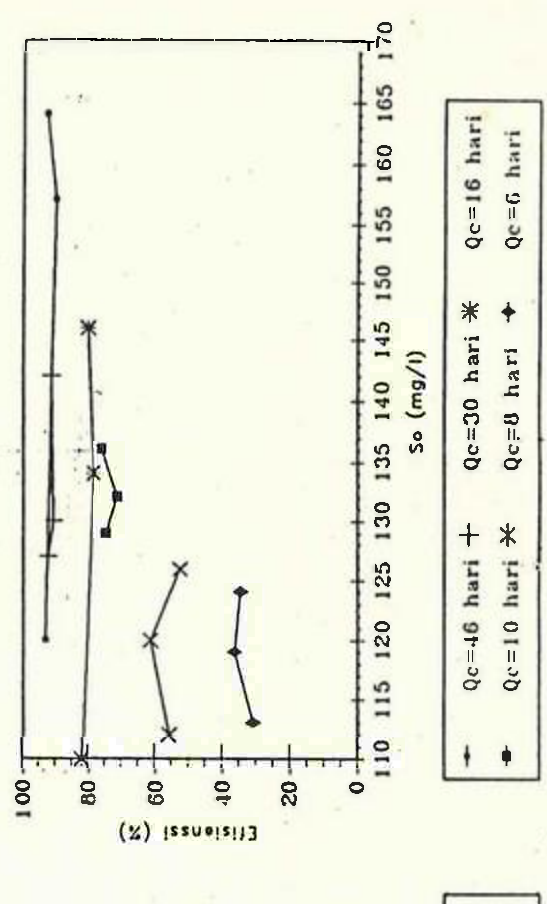
B Pengaruh Fluktuasi S_o Terhadap Efisiensi Removal BOD Pada $V_c = 3l$ dan $V_s = 4l$



C Pengaruh Fluktuasi S_o Terhadap Efisiensi Removal BOD Pada $V_c = 3l$ dan $V_s = 5l$



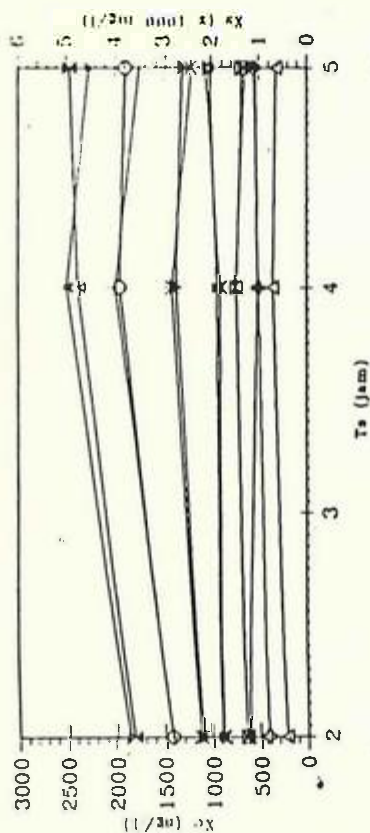
E Pengaruh Fluktuasi S_o Terhadap Efisiensi Removal BOD Pada $V_c = 2l$ dan $V_s = 4l$



Gambar 9 : Hasil monitoring pengaruh fluktuasi harian BOD (S_o) terhadap efisiensi removal BOD pada operasi proses kontak-stabilisasi skala lab.

A

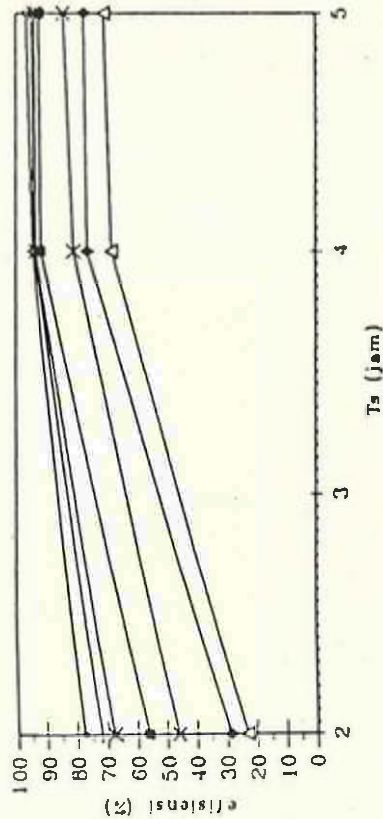
Pengaruh Lamanya Ts Terhadap Xc dan Xs Pada Vc 3 liter



- Xc pada Qc 46 hari
- ✱ Xc pada Qc 30 hari
- ✱ Xc pada Qc 16 hari
- ✱ Xc pada Qc 10 hari
- ✱ Xc pada Qc 8 hari
- ✱ Xc pada Qc 4 hari
- ✱ Xc pada Qc 16 hari
- ✱ Xc pada Qc 10 hari
- ✱ Xc pada Qc 8 hari
- ✱ Xc pada Qc 4 hari
- ✱ Xc pada Qc 16 hari
- ✱ Xc pada Qc 10 hari
- ✱ Xc pada Qc 8 hari
- ✱ Xc pada Qc 4 hari

C

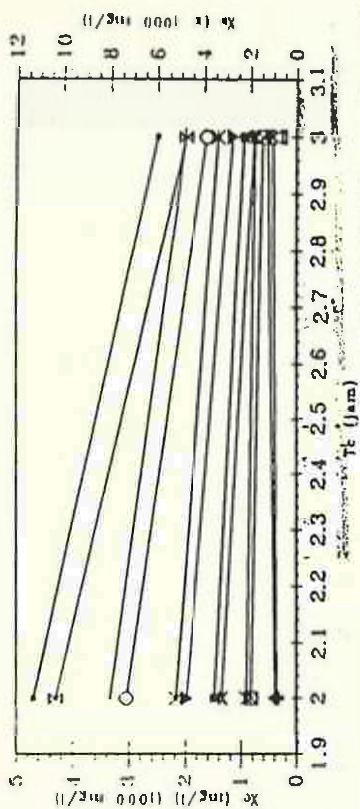
Pengaruh Ts terhadap Efisiensi Penyisihan BOD Pada Vc 3 liter



- Efisiensi pada Qc 46
- ✱ Efisiensi pada Qc 30
- ✱ Efisiensi pada Qc 16
- ✱ Efisiensi pada Qc 8
- ✱ Efisiensi pada Qc 4

B

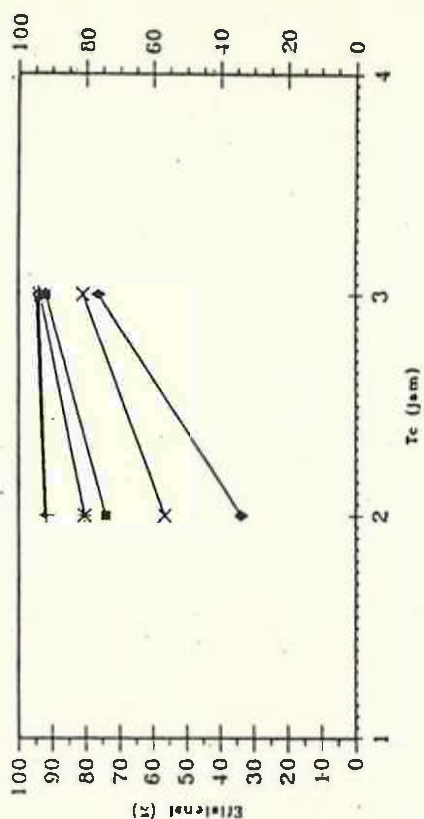
Pengaruh Lamanya Tc Terhadap Xc dan Xs Pada Vs 4 liter



- Xc pada Qc 46 hari
- ✱ Xc pada Qc 30 hari
- ✱ Xc pada Qc 16 hari
- ✱ Xc pada Qc 10 hari
- ✱ Xc pada Qc 8 hari
- ✱ Xc pada Qc 4 hari
- ✱ Xc pada Qc 16 hari
- ✱ Xc pada Qc 10 hari
- ✱ Xc pada Qc 8 hari
- ✱ Xc pada Qc 4 hari
- ✱ Xc pada Qc 16 hari
- ✱ Xc pada Qc 10 hari
- ✱ Xc pada Qc 8 hari
- ✱ Xc pada Qc 4 hari

D

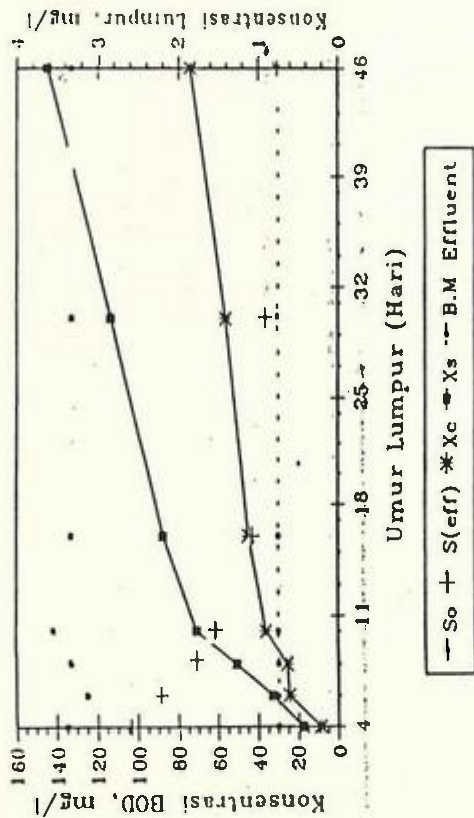
Pengaruh Lamanya Tc Terhadap Efisiensi Penyisihan BOD Pada Vs 4 liter



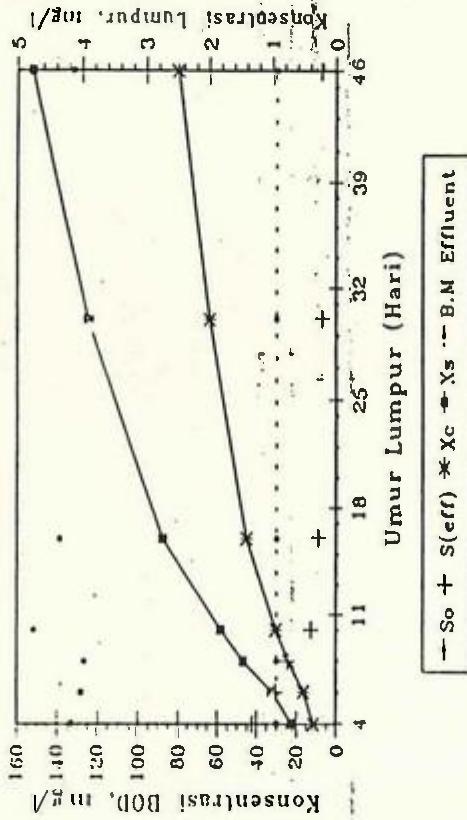
- Efisiensi pada Qc 46
- ✱ Efisiensi pada Qc 30
- ✱ Efisiensi pada Qc 16
- ✱ Efisiensi pada Qc 8
- ✱ Efisiensi pada Qc 4

Gambar 10 : Hasil monitoring pengaruh perubahan Tc dan Ts terhadap kuantitas biosolid dan efisiensi removal BOD pada operasi proses kontak-stabilisasi skala lab.

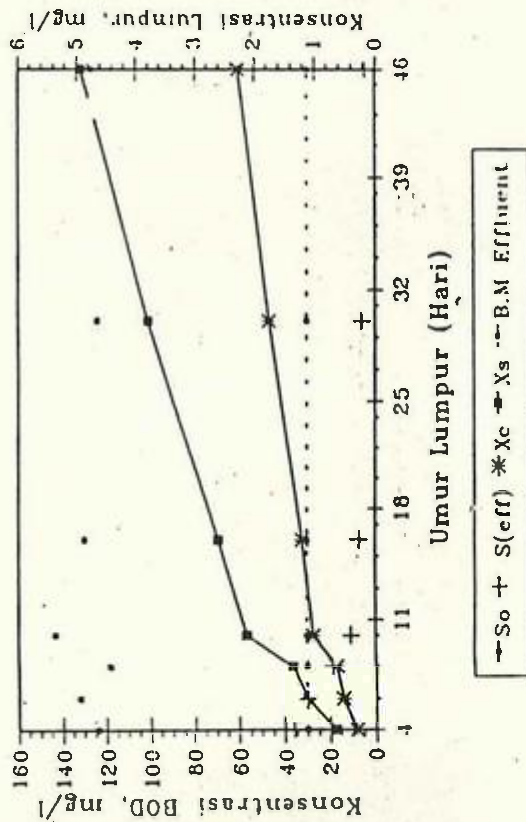
A Pengaruh Perubahan Umur Lumpur Terhadap X_c , X_s dan Kemampuan Removal BOD Pada V_c 3l da Vs 2l



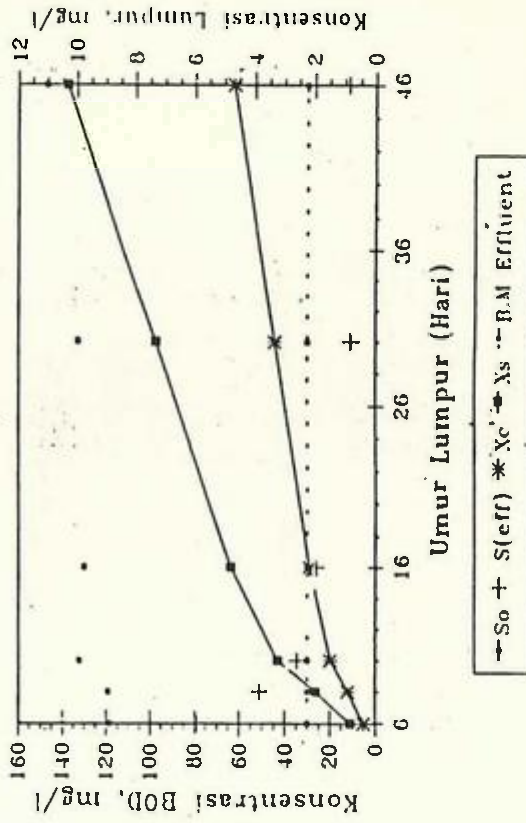
B Pengaruh Perubahan Umur Lumpur Terhadap X_c , X_s dan Kemampuan Removal BOD Pada V_c 3l da Vs 4l



C Pengaruh Perubahan Umur Lumpur Terhadap X_c , X_s dan Kemampuan Removal BOD Pada V_c 3l da Vs 5l



D Pengaruh Perubahan Umur Lumpur Terhadap X_c , X_s dan Kemampuan Removal BOD Pada V_c 2l da Vs 4l



Gambar 11 : Hasil monitoring pengaruh perubahan umur lumpur terhadap kuantitas biosolid dan kemampuan removal BOD pada operasi proses kontak-stabilisasi skala lab.