

PROSIDING

ISSN: 2339-1553



Senari
Seminar Nasional Riset Inovatif

Seminar Nasional Riset Inovatif Ke-2
Lembaga Penelitian Universitas Pendidikan Ganesha

*"Memperkuat Jati Diri Bangsa
Melalui Riset Inovatif, Unggul, dan Berkarakter"*

Grand INNA Kuta Bali, 21-22 November 2014

DAFTAR ARTIKEL

(klik salah satu judul untuk melihat isi artikel)

1.	PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS INKUIRI UNTUK MENINGKATKAN SIKAP ILMIAH DAN HASIL BELAJAR FISIKA DI SMA.....	1
2.	PENINGKATAN KERUKUNAN UMAT BERAGAMA DI PTU MELALUI MATAKULIAH PAI.....	12
3.	PENGEMBANGAN TES KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF.....	18
4.	EKTIVITAS BLENDED LEARNING PADA PERKULIAHAN KIMIA KUANTUM DASAR.....	26
5.	IDENTIFIKASI MATERI AJAR KEPARIWISATAAN SERTA RELEVANSINYA DENGAN MATERI AJAR BAHASA INDONESIA RAGAM KEPARIWISATAAN UNTUK SISWA KELAS X SMK PROGRAM KEAHLIAN UPW DI KOTA DENPASAR.....	35
6.	REVITALISASI PENGANEKARAGAMAN PANGAN MELALUI PENGEMBANGAN NASI MORAN SEBAGAI MAKANAN POKOK TRADISIONAL BALI.....	49
7.	INOVASI PEMBELAJARAN MELALUI KEGIATAN PERTANIAN DI LAHAN KERING BERBATU PADA PENDIDIKAN VOKASIONAL PERTANIAN.....	54
8.	EFEKTIVITAS PENGGUNAAN "READING LOG" DALAM MATA KULIAH STRATEGI PEMBELAJARAN BAHASAJURUSAN PENDIDIKAN BAHASA JEPANGUNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA SINGARAJA.....	60
9.	REVITALISASI KOMPETENSI PEDAGOGIK MENJADIKAN PEMBELAJARAN SASTRABERBASIS NILAI KEARIFAN LOKALLEBIH BERMAKNA.....	66
10.	PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BIPA KONTEKSTUAL BERBASIS BUDAYA LOKAL BALI.....	73
11.	KARAKTERISTIK TEKS-TEKS SANGKALAN (REFUTATION TEXT) HUKUM-HUKUM NEWTON TENTANG GERAK.....	78
12.	THE EFFECT OF READING STRATEGIES MODEL AS A COMBINATION OF COGNITIVE, METACOGNITIVE AND THINK ALOUD STRATEGIES ON L2 READING COMPREHENSION TEXTS.....	83
13.	IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN INKUIRIBERMUATAN PENDIDIKAN KARAKTER DALAM PEMBELAJARAN IPA UNTUK MEMPERBAIKI KARAKTER SISWA SMP.....	87
14.	EVALUASI PENGEMBANGAN VIDEO TENTANG ASI EKSKLUSIF SEBAGAI MEDIA PENDIDIKAN GIZI UNTUK KADER POSYANDU.....	94
15.	MODEL PEMBENTUKAN PERILAKU GEMAR BACADENGAN PENDEKATAN <i>SUSTAINED SILENT READING</i> PADA PEBELAJAR SD NEGERI DI KOTA MALANGMENUJU GENERASI BERKARAKTER.....	99
16.	INTEGRASI KEARIFAN LOKAL KE DALAM KURIKULUM ILMU ALAMIAH DASAR.....	107
17.	PERUMUSAN KONTEN MATAKULIAH KOMPETENSI UTAMA DITINJAU DARI RUMPUN KEILMUAN AKUNTANSI (ANALISIS KONTEN AKUNTANSI KEUANGAN DALAM KURIKULUM JURUSAN AKUNTANSI S1).....	117
18.	PENGEMBANGAN PERANGKAT PRAKTIKUM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN LABORATORIUM CALON GURU FISIKA.....	123
19.	GAMBARAN GAYA BELAJAR SISWA KELAS AKSELERASI.....	128
20.	MODEL "COUNTANANCE STAKE" DALAM EVALUASI PEMBELAJARAN BAHASA INGGRIS DI PERGURUAN TINGGI.....	134
21.	PENGEMBANGAN MODEL KOMPUTERISASI SIKLUS AKUNTANSI BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING.....	140
22.	MODEL PENGASUHAN ANALISIS TRANSAKSIONAL (AT) UNTUK MENANGGULANGI PENYIMPANGAN PERILAKU SEKSUAL DI KALANGAN REMAJA KABUPATEN BULELENG (STUDI PADA SEKOLAH SMP/SMA YANG MEMILIKI SISWA TERINDIKASI).....	146

152. PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS TEKNOLOGI INFORMASI PADA MATA KULIAH STUDI KELAYAKAN BISNIS.....	1109
153. APLIKASI MIKROKONTROLER AT89S51 SEBAGAI KENDALI MP3 PLAYER BERBASIS RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION PADA SISTEM PELAYANAN INFORMASI OBJEK MUSEUM.....	1115
154. AUTOMASI UNTUK EFISIENSI MANAJEMEN PROYEK SISTEM INFORMASI STUDI KASUS PADADIVISICOORPORATE INFORMATION SYSTEM & TECHNOLOGY (CIS&T) PT ABC, TBK.....	1121
155. PENGEMBANGAN BILINGUAL MOBILE LEARNING APPLICATION BERBASIS ANDROID UNTUK PEMBELAJARAN PEMROGRAMAN BERORIENTASI OBJEK.....	1128
156. PENGARUH KONSENTRASI TAWAS TERHADAP PEWARNAAN KAIN MENGGUNAKAN EKSTRAK KULIT BAWANG MERAH.....	1134
157. REALISASI SISTEM PENGATURAN KECEPATAN MOTOR BLDC MENGGUNAKAN DSP TI C2000 UNTUK PENGEMBANGAN METODE BELAJAR MENGAJAR BERBASIS APLIKASI PRAKTIS.....	1140
158. ANALISA NUMERIK SISTEM PENGERINGAN CENGKEH DENGAN ENERGI SURYA.....	1146
159. INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAHINDUSTRI KELAPA SAWIT RAMAH LINGKUNGAN.....	1151
160. IMPLEMENTASI PEMROSESAN PARALEL UNTUK PEWARNAAN GRAPH MEMBANGUN PERANGKAT LUNAK PENJADWALAN KULIAH POLITEKNIK CALTEX RIAU.....	1157
161. ALOKASI OPTIMUM PEMBANGKIT TERSEBAR BERTIPEINJEKSI DAYA AKTIF PADA JARINGAN DISTRIBUSI TENAGALISTRIK BERBASIS <i>PARTICLE SWARM OPTIMIZATION</i>	1163
162. MODEL DATA WAREHOUSE KEMISKINAN UNTUK PENGAMBILAN KEPUTUSAN DALAM PERENCANAANPEMBANGUNAN.....	1167
163. PEMECAHAN MASALAH KRISIS ENERGI LISTRIK DI PULAU TARAKAN.....	1174
164. SISTEM E-LEARNING UNTUK Mendukung PROSES BELAJAR MENGAJAR.....	1181
165. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PERANGKAT LUNAK PADA TROLI PINTAR KOMUNIKASI TABLET DAN MIKROKONTROLLER.....	1189
166. PENGARUH PERLAKUAN <i>SIZING</i> TERHADAP KEKUATAN TARIK SERAT TUNGGALSERAT ALAM RAMI.....	1199
167. PROFIL HUTAN ADAT DAN SIKAP KONSERVASI MASYARAKAT DESA ADAT TIGA WASA, BULELENG.....	1204
168. PENGARUH PENAMBAHAN SLUDGE LIMBAH PENGOLAHAN LINDI TERHADAP NILAI ANALISIS PROKSIMAT DAN KALOR BRIKET ARANG LIMBAH BIOMASSA.....	1213
169. PEMETAAN TEMA-TEMA SEJARAH ANDROGYNOUS DALAM SEJARAH INDONESIA.....	1223
170. PEMANFAATAN LIMBAH BUAH- BUAHAN DALAM PEMBUATAN BIOAKTIVATOR SEDERHANA UNTUK MEMPERCEPAT PROSES PENGOMPOSAN (STUDI PENDAHULUAN).....	1229
171. APLIKASI PENGAJUAN SKRIPSI ONLINE (<i>E-THESYS</i>) PADA FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS LANCANG KUNING.....	1234
172. RANCANG BANGUN APLIKASI MONOGRAFI KELURAHAN SEI MEMPURA KABUPATEN SIAK - RIAU.....	1239
173. PENGEMBANGAN MODEL E-LEARNING SEBAGAIAGEN PEMBELAJARAN.....	Error! Bookmark not defined.
174. <i>FACE-EXPRESSIONDETECTION</i> : PENDETEKSIAN EKSPRESI WAJAH DALAM RANGKA OPTIMALISASI FUNGSI SISTEM E-LEARNING DALAM PROSES BELAJAR MENGAJAR.....	1252
175. UPAYA PENINGKATAN AKTIVITAS DAN HASIL BELAJAR, DENGAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF DENGAN BERBANTUAN PENILAIAN PORTOFOLIO MELALUI <i>LESSON STUDY</i> BERMUATAN NILAI KEARIFAN LOKAL DAN ENTREPRENEURSHIP PADA MATA KULIAH PENGEMBANGAN PRIBADI- KONSELOR DI JURUSAN BK FIP UNDIKSHA.....	1261

INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI KELAPA SAWIT RAMAH LINGKUNGAN

Hj. Hasmawaty. AR

Fakultas Teknik Industri, Universitas Bina Darma, Palembang
 hasmawaty_ar@mail.binadarma.ac.id

Abstrak

Limbah cair dari industri agro banyak mengandung *sludge*. Perencanaan kawasan industri seharusnya mempunyai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang efektif dan efisien. Baku mutu limbah cair untuk rencana industri harus mengacu peraturan Gubernur. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan mendapatkan IPAL yang cocok untuk kawasan industri sejenis seperti industri kelapa sawit. Tahapan *treatment* yang direncanakan terdiri dari; *pre*, *primary*, dan *secondary*. Variabel (unit) *treatment* dipilih yang paling efisien dan efektif dengan *spill basin* dan *sludge thickner*. Penyelesaian dengan perhitungan neraca massa, dan parameter yang dianalisis dari *output* IPAL, seperti Q, TSS, dan BOD. Diharapkan rancangan IPAL untuk kawasan industri kelapa sawit dapat sebagai pengembangan ilmu pengetahuan lingkungan dalam mengantisipasi air limbah industri agro, agar kelestarian sungai tetap terjaga. Hasil perhitungan, mendapatkan TSS sebesar 7,7mg/L dan BOD sebesar 2,83 mg/L

Kata kunci: *Sludge*, *spill basin* dan *sludge thickner*

Abstract

Liquid waste from agro industry contain a lot of *sludge*. Industry area planning should have a Waste Water Treatment Plant (WWTP) that is efficient and effective. Waste water standards for industry planning must consider the Rules of the Governor. Because of that, this experiment has a goal to get a WWTP which is appropriate for areas of industry like the coconut oil industry. The treatment process which has been planned contains; *pre*, *primary*, and *secondary* treatment. The variable (unit) that was chosen for treatment that is most efficient and effective uses a *spill basin* and *sludge thickner*. The output of the WWTP is calculated using a mass balance calculation that analyzes parameters such as Q, TSS, and BOD. The plan for WWTP in areas where there is coconut oil industry is considered as a way to expand environmental science in anticipating the waste water from agro industry, in order to guard the purity of local rivers. The calculation result found TTS as great as 7,7 mg/L and BOD as great as 2,83 mg/L.

Keyword: *Sludge*, *spill basin* and *sludge thickner*

1. Pendahuluan

Limbah cair dari industri kelapa sawit banyak mengandung *sludge* jika tidak diolah dengan baik limbah cairnya, dalam waktu yang tidak lama dapat mempercepat terbentuknya delta-delta di hulu sungai, dan juga menyebabkan kerusakan hutan bakau dan tercemarnya lahan basah sekitarnya. IPAL-IPAL industri sawit yang ada sekarang proses pada *pre treatment*-nya berbeda-beda dan proses *primary tretment* tidak menggunakan unit *sluge thickener* dan *spill basin*, sehingga proses pengolahan

limbahnya kurang efektif dan efisien. Oleh sebab itu untuk membangun kawasan industri kedepan agar dibuatkan model Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan tahapan *treatment* yang lebih efektif diantaranya, *pre treatment* menggunakan alat *filter bar screen*, *primary treatment* diantaranya *primary clarifier*, *activated sludge* dan *equallizatin basin* yang dilengkapi dengan (*sluge thickener* dan *spill basin*), proses terakhir di *secondary treatment* diantaranya *secondary clarifier*, *aeration tank* (reaktor anaerobik).

sludge mixing dan sludge dewatering. Treatment yang diajukan ini jauh lebih efisien dan efektif. Ini dapat dilihat dari kandungan sludge pada output air limbah jauh dibawah standar Baku Mutu Limbah Cair. Perhitungan material balance di tiap unit treatment dengan menggunakan Program Java versi neat beans 6.8, program ini adalah program software yang dapat menghitung dan mensimulasikan data-data yang diperlukan. Diharapkan hasil invensi sebagai referensi dalam membangun kawasan industri, dapat direkomendasikan untuk user atau yang membuat kebijakan.

2. Metode yang Diterapkan

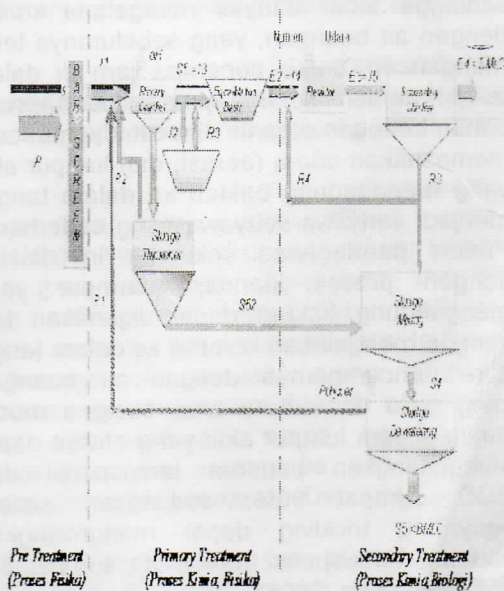
Penelitian dilakukan pada influent dan effluent IPAL industri Kelapa Sawit Sumatera Selatan. Perhitungan neraca massa yang dianalisis adalah parameter, NQ, TSS, dan BOD. Data sampel dari beberapa industri yang mewakili industri kelapa sawit, diambil dari hasil penelitian Hasmawaty, 2011, sebagai berikut,

Tabel 1. Data Air Limbah di Influent IPAL Industri kelapa Sawit Gasing

IPAL Industri	Q ton/hr	TSS mg/l	BOD mg/l
Sawit (1)	1600	187	2318
Sawit (2)	603	481	4046
Sawit (3)	169	155	698

2.1. Rancangan IPAL Inovasi

Model rancangan IPAL yang direncanakan, dapat dilihat gambar berikut,



Gambar 1. Rancangan Inovasi IPAL

2.2. Tahapan Pengolahan Air Limbah

2.2.1. Tahapan Pre-Treatment

Proses pre-treatment untuk IPAL industri kelapa sawit digunakan saringan (filter) kasar yang tidak mudah berkarat, seperti alat pemisah yang disebut dengan screening, yaitu untuk menyaring bahan kasar dan padatan yang masih terikut dalam air limbah yang dialirkan melalui saluran tertutup yang berasal dari industri sebagai influent ke primary treatment, alatnya adalah pembersih mekanik otomatis yang dilengkapi dengan motor elektrik yang disebut bar screen, dan dilanjutkan dengan filter (Ginting, 2007). Bar screen dipilih untuk memisahkan sludge lebih awal.

2.2.2. Tahap Proses di Primary Treatment

Flowrate dari outlet bar screen dialirkan sebagai inlet ke primary clarifier, yaitu alat pengolahan yang berfungsi menghilangkan padatan halus, zat warna terlarut maupun tersuspensi yang tidak tertahan pada jaringan pendahuluan. Pada primary clarifier dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara seperti; cara fisik, yaitu kolam didesain ukuran tertentu sehingga dapat mengendapkan partikel-partikel tanpa zat kimia, dengan cara air dibiarkan mengalir dan partikel-partikelnya yang ada akan terus mengendap. Desain kolam disesuaikan dengan kondisi kecepatan limbah, sehingga cukup waktu untuk partikel mengendap, dimana hasilnya bergantung dari kondisi selama operasi. Pada primary clarifier, pengolahan secara fisik dapat dilakukan juga dengan cara pengapungan, yaitu menghilangkan senyawa terlarut dengan bantuan udara.

Dengan cara kimia, ada 3 (tiga) proses yang dilakukan seperti: (a) Netralisasi, yaitu proses reaksi antara asam dan basa yang akan menghasilkan air dan garam, tujuannya untuk mengatur pHnya di antara 6,5-8,5. Biasanya zat kimia yang digunakan adalah CaCO₃. Jika netralisasi air limbah bersifat basah bisa ditambahkan dengan senyawa-senyawa seperti: H₂SO₄, HCl, HNO₃, dan H₃PO₄ atau CO₂ yang bersumber dari flue gas, penambahan asam akan mengakibatkan air limbah menjadi bau (Sakti, 2005). (b) Koagulasi bertujuan untuk membuat gumpalan-gumpalan yang lebih besar dengan penambahan zat-zat kimia seperti; Al₂SO₄, Fe₂SO₄, NaOH, alum ferryl chloride, soda abu, soda api, lime dan lainnya, variasinya berkisar dari 50 ppm sampai 300 rpm. Waktu tinggal yang dibutuhkan bisa 30 detik sampai 2 menit. Flash mixer digunakan bisa berupa mixer jenis turbine atau propeller dengan kecepatan 250 rpm atau lebih. (Problogger,

2007) (c) Flokulasi bertujuan membuat gumpalan yang lebih besar dari pada gumpalan yang terbentuk selama koagulasi seperti: dengan penambahan polimer, waktu tinggal untuk reaksi biasanya antara 20 sampai 30 menit, dan *slow mixer* digunakan dengan kecepatan antara 20 sampai 60 rpm, sedangkan penggunaan bahan kimia antara 2 sampai 5 mg/L (Sakti, 2005). Untuk mengontakkan seluruh zat kimia yang dipakai dengan air limbah menggunakan pengaduk seperti agitator.

Proses pengendapan dengan penambahan zat kimia tersebut untuk mengendapkan padatan jenis limbah anorganik seperti aluminium, besi, timbal, nikel dan lain-lain, dimana akan menghasilkan butiran zat yang lebih besar sehingga berat jenisnya juga lebih besar dari air. *Effluent* dari *primary clarifier* adalah air limbah yang telah dinetralkan tersebut, dialirkan ke *spill basin*, ke *equalization basin*, dan ke *sludge thickener* untuk diproses lebih lanjut. *Spill basin*, adalah suatu alat berfungsi untuk melindungi proses bagian bawah dari pengaruh aliran puncak dengan cara menyediakan volume ekstra agar aliran bisa seimbang. *Equalization basin*, adalah suatu alat proses pengolahan dengan tangki perataan air yang bertujuan meratakan konsentrasi, dan untuk menangani variasi laju alir atau dengan kata lain *equalization basin* dibuat untuk meredam fluktuasi limbah cair, dan untuk menghindari fluktuasi yang mendadak. Sedangkan untuk menahan terjadinya lonjakan, maka air limbah dikumpulkan dahulu di dalam bak penyangga, dengan melakukan homogenisasi sebelum proses lebih lanjut. Dengan adanya bak *equalization basin* maka pH, COD dan *hidraulic load* akan relatif lebih konstan dan seragam. Posisi *equalization basin* dapat ditempatkan setelah pengolahan primer, ini biasanya disebabkan oleh masalah-masalah yang ditimbulkan oleh *sludge* dan buih. Jika posisi *equalization basin* diletakkan sebelum pengolahan primer dan pengolahan biologis, maka pada proses *equalization basin* diperlukan pengadukan bertujuan mencegah pengendapan, dan juga dipasang alat aerasi bertujuan mencegah timbulnya bau. Volume bak *equalization basin* harus dibuat lebih besar dari volume teori (Lycon 1994), karena pengoperasian alat aerasi dan pengadukan secara kontinu dapat menyebabkan air meluap berlebihan, dan mengantisipasi perubahan aliran yang secara tiba-tiba, juga memperhitungkan adanya aliran *recycle* dari *spill basin*.

Air Limbah yang masih mengandung padatan tersuspensi yang disebut lumpur mentah ditampung pada tangki pengendap. Keluaran sebagai *outlet* dari *primary clarifier* dialirkan ke tangki pengendap yang disebut dengan *sludge thickener*. *Sludge thickener*, adalah suatu alat untuk mengentalkan lumpur dengan cara meningkatkan konsentrasi padatan (lumpur) dan mengurangi volume dengan metode *gravity thickening* yang dilakukan pada bak bulat yang serupa dengan bak sedimentasi. Air pada bagian atas relatif bersih sedangkan lapisan bawahnya adalah sedimen atau lumpur kemudian lumpur yang sudah kental di masukkan ke *sludge mixing*. (Lycon1994).

2.2.3. Tahap Proses di Secondary Treatment

Secondary treatment adalah proses *treatment* kedua yang disebut *secondary clarifier*, dimana tahapan prosesnya adalah proses kimia, dan didominasi proses biologi, tujuannya untuk menghasilkan air limbah yang lebih bersih dari tahapan proses sebelumnya. *Secondary clarifier*, adalah aktifitas untuk memperkaya lumpur dengan melibatkan proses biologis prosesnya disebut *activated sludge process*, tujuan proses ini untuk menghilangkan zat organik dalam air limbah yaitu melalui oksidasi biokimia. Pilihan proses biologis bergantung pada banyak faktor, misalnya kuantitas air limbah dan luas areal. Proses biologis banyak menggunakan reaktor lumpur aktif dan *tricking filter*. Pada proses lumpur aktif kecepatan aktivitas bakteri ditingkatkan sehingga lebih banyak mengalami kontak dengan air buangan, yang sebelumnya telah mengalami kontak beberapa jam di dalam tangki aerasi. Selama proses berlangsung bahan buangan organik dipecah dengan cara memasukkan udara (aerasi) dan lumpur aktif yang mengandung bakteri ke dalam tangki, menjadi senyawa-senyawa yang sederhana. Proses penanganan sekunder ini diakhiri dengan proses klorinasi. Lumpur yang mengandung bakteri dapat digunakan lagi dengan mengalirkan kembali ke dalam tangki dan mencampurnya dengan air buangan yang baru dan udara atau oksigen murni. Suatu sistem lumpur aktif yang efisien dapat menghilangkan padatan tersuspensi dan BOD sampai 90%, sedangkan sistem penyaring *trickling* dapat menghilangkan padatan tersuspensi dan BOD sampai 80-85% (Kristanto, 2006). Proses aerobik pada *activated sludge* ditandai oleh adanya molekul oksigen yang terlarut atau proses anaerobik yang tidak

menunjukkan adanya oksigen yang terlarut. *Process activated sludge (suspended growth process)*, adalah mikroorganisme membentuk gumpalan-gumpalan koloni bakteri yang bergerak secara bebas (tersuspensi) di dalam air limbah. Mikroorganisme-mikroorganisme dapat keluar melalui aliran air limbah, sehingga densitas bakteri di dalam reaktor harus dikontrol. Pengembalian atau *recycling* bakteri merupakan cara yang paling banyak digunakan untuk mengontrol densitas bakteri di dalam reaktor. Pada umumnya, reaktor proses *activated sludge* berupa bak beton dengan mikroorganisme yang tersuspensi di dalam cairan. Oksigen disediakan oleh *diffusers* pada bagian bawah bak atau oleh permukaan reaktor. Biomassa yang terakumulasi dipisahkan dari cairan di dalam bak sedimentasi. Sebagian dari biomassa yang dipisahkan dari cairan dikembalikan ke dalam reaktor untuk mengontrol densitas bakteri di dalam reaktor. Pengoperasian yang teliti untuk memperoleh kualitas *effluent* yang tinggi dan efisiensi operasi. Proses anerobik ini bertujuan untuk menstabilkan lumpur. Reaktor tipe *suspended growth* dan pengadukan pada reaktor dilakukan dengan menggunakan *mixer* berkecepatan lambat atau resirkulasi (Hasmawaty, 2005).

Mixingsludge, adalah alat pencampur *sludge* yang berasal dari *sludge thickener* dengan *sludge* dari *outlet secondary treatment* yang akan menghasilkan *biosludge*, kemudian dilanjutkan ke proses *sludge dewatering*. *Sludge dewatering* adalah suatu alat untuk pembuangan akhir *sludge* dengan mengeluarkan air dalam jumlah yang cukup banyak sehingga lumpur berbentuk seperti padatan, pengoperasiannya dapat dikerjakan melalui beberapa proses, salah satu contohnya adalah *sludge drying bels*, pada proses ini terdiri dari lapisan pasir kasar (kerikil) dengan ukuran yang berbeda, dan pipa didesain berlubang-lubang tujuannya sebagai jalan aliran air. Air limbah hasil penirisan lumpur dikembalikan ke *primary clarifier*.

2.2.4. Menghitung Neraca Masa IPAL

Persamaan Matematika IPAL untuk Industri sawit, adalah dengan menghitung parameter air limbah disetiap *treatment* seperti; Q adalah *flowrate* air limbah (m^3/hr), B adalah BOD yang terkandung dalam air limbah, mg/l, dan T adalah *solid loading rate* atau Total *Suspended Solid* dalam air limbah atau disingkat TSS (mg/L). Perhitungannya menggunakan matematika neraca massa (Hadlock, 2002), seperti: Q_{i1}, T_i, B_i , =

$Q_S, T_S, B_S + Q_E, T_E, B_E$ Dimana indeks I = *influent* atau *input*, S = *sludge*, dan E = *effluent-excavation* atau *output*. Beberapa air limbah industri sawit, masing-masing diberi indeks $P_1, P_2, P_3, P_4, \dots, P_n$. Besarnya P tersebut bersama-sama dengan *recycle* (R_{1a}) yang berasal dari *sludge dewater* sebagai (I_1) untuk diproses di *primary clarifier*. Saat proses awal R_{1a} dianggap nol (0). Persamaan neraca massa per-unit dikutip dari Lyon, 1994.

a. Neraca Massa di *Primary Clarifier*

$$Q_{i1} = Q_P + Q_{R1a} \quad (1)$$

$$T_{i1} = \frac{Q_{R1a} T_{R1a} + Q_P T_P}{Q_{i1}} \quad (2)$$

$$B_{i1} = \frac{Q_{R1a} B_{R1a} + Q_P B_P}{Q_{i1}} \quad (3)$$

$$T_{E1} = T_{i1} \{a_1 + a_2(Q_{i1}/A_1)\} \quad (4)$$

$$B_{E1} = B_{i1} \{a_3 + a_4(Q_{i1}/A_1)\} \quad (5)$$

$$Q_{E1} = Q_R + Q_P - Q_{S1} \quad (6)$$

b. Neraca Massa di *Spill Basin*

$$Q_{i3} = Q_{i2} = Q_{R3} \quad (7)$$

$$T_{i3} = \frac{Q_{i2} T_{i2} + Q_{R3} T_{R3}}{Q_{i3}} \quad (8)$$

$$B_{i3} = \frac{Q_{i2} B_{i2} + Q_{R3} B_{R3}}{Q_{i3}} \quad (9)$$

c. Neraca Massa di *Equalization Basin*

$$Q_{E2} \text{ atau } Q_{i3} = Q_{i4} \text{ atau } Q_{E3} \quad (10)$$

$$T_{E2} \text{ atau } T_{i3} = T_{i4} \text{ atau } Q_{E3} \quad (11)$$

$$B_{E2} \text{ atau } B_{i3} = B_{i4} \text{ atau } Q_{E3} \quad (12)$$

Pada *secondary treatment*, *aktivated sludge* neraca massanya berasal dari *equalization basin* ke *aeration tank* (reaktor anaerobik) sebagai I_4 yang menghasilkan *outlet* berupa *coefficient* (E_4) untuk *secondary clarifier* yang menghasilkan *output* sebagai *effluent/excavation* (E_5), dimana *recycle*-nya kembali ke *aeration tank* (R_4), sedangkan lumpur sebagai S_3 keluar ke *sludge mixing*. Lumpur yang keluar dari *sludge mixing* ke *sludge dewatering* sebagai (S_5). Persamaan neraca massanya sebagai berikut:

d. Neraca Massa di *Sludge Mixer*

$$Q_{S4} = Q_{S2} + Q_{S3} \quad (13)$$

$$T_{S4} = \frac{Q_{S2} T_{S2} + Q_{S3} T_{S3}}{Q_{S4}} \quad (14)$$

$$B_{S4} = \frac{Q_{S2} B_{S2} + Q_{S3} B_{S3}}{Q_{S4}} \quad (15)$$

e. Neraca Massa di *Sludge Thickener*

$$T_{R2} = (1-F) (c_3 + c_4F) \quad (16)$$

$$B_{R2} = B_{S1} \quad (17)$$

$$Q_{R2} = (R)(Q_{S1}) \frac{T_{S1} + X_{S1}}{T_{R2} + X_{R2}} \quad (18)$$

$$Q_{S2} = Q_{S1} - Q_{R2} \quad (19)$$

$$T_{S2} = \frac{Q_{S1} T_{S1} - Q_{R2} T_{R2}}{Q_{S2}} \quad (20)$$

$$B_{S2} = B_{S1} \quad (21)$$

f. Neraca Massa di *Sludge Dewater*

$$T_{R1} = (1-F) (d_3 + d_4F + d_5F^2) \quad (22)$$

$$B_{R1} = B_{S4} \quad (23)$$

$$Q_{R1} = R Q_{S4} \frac{(T_{S4} + X_{S4})}{T_{R1} + X_{R1}} \quad (24)$$

$$Q_{S5} = Q_{S4} - Q_{R1} \quad (25)$$

$$T_{S5} = \frac{(Q_{S4} T_{S4}) - (Q_{R1} T_{R1})}{Q_{S5}} \quad (26)$$

3. Luaran dan Spesifikasi

Tahapan IPAL dalam prakteknya tidak memenuhi syarat teoritis yang semestinya, banyak ditemukan kadar *output* limbah tidak memenuhi baku mutu lingkungan yang diizinkan. Ini perlu beberapa proses pada tahapan *treatment* harus diinovasi agar *sludge* dan BOD dalam air limbah yang akan dibuang ke badan air limit mendekati nol jauh dibawah ambang batas yang ditentukan.

Inovasi Instalasi Pengolahan Air Limbah pada tahapan *primary treatment* yang dilengkapi dengan *sludge thickener* dan *spill basin*.

Unit spill basin, sangat diperlukan untuk melindungi proses bagian bawah dari pengaruh aliran puncak dengan cara menyediakan volume ekstra agar aliran bisa seimbang sehingga proses untuk pemisahan *sludge* lebih optimal, dan unit *sludge thickener*, dalam pengoptimalan pengentalan lumpur dengan cara meningkatkan konsentrasi lumpur dan mengurangi volume lumpur kemudian lumpur yang sudah kental yang menghasilkan *biosludge*, dalam lumpur dialirkan ke *sludge mixing* dan *sludge dewatering* sebagai pembuangan akhir *sludge* padatan, dengan proses *sludge drying* bels, sedangkan air limbah hasil penirisan lumpur sebagian dapat di recycle dikirim ke *primary clarifier* untuk dimanfaatkan pemisahan limbah yang baru lagi dan sebagian air limbah yang sedikit mengandung *sludge* (limit mendekati nol) dapat dibuang ke badan air atau sungai lihat Gambar 1.

4. Pembahasan Hasil

4.1. Analisis Tahapan *Treatment*

Dalam tahapan awal proses di *primary treatment* adalah proses *primary clarifier*, tujuannya untuk memisahkan air limbah dan lumpur (*sludge*) sehingga

membentuk dua zona, melalui baik pada tahapan proses fisika maupun kimia. Proses kimia yang dilakukan yaitu dengan cara koagulasi, zat kimia yang dipilih adalah *lime* (kapur) dengan formula kimianya $CaCO_3$. Penambahan $CaCO_3$ ini harus tetap dijaga pH limbahnya di antara 6,5-8,5 (Utomo, 2007).

Pada *secondary treatment*, *aktivatated sludge* berasal dari *equalizatin basin*, Di reaktor diinjeksikan udara, nitrogen dan fosfor tujuannya untuk proses anaerobik kemudian sebagai *waste flow* tersebut dibuang ke sungai, sedangkan *sludge* dialirkan ke unit *sludge mixing* bercampur dengan aliran lumpur dari *sludge thickener*, ke-2 (dua) aliran lumpur tersebut diproses lebih lanjut pada *sludge* akhir yaitu unit *sludge dewatering*.

4.2. Hasil Perhitungan Neraca Massa

Hasil perhitungan saat awal proses *treatment*, dengan satuan mg/L,

Tabel 2. Neraca Massa Debit Air Limbah

Unit	Neraca		Q
<i>Treatment</i>	Balance		ton/hari
<i>Primary Clarifier</i>	I_1	$E_1 + S_1$	$2,32 \times 10^4$
<i>Spill Basin</i>	I_2	E_2	$2,32 \times 10^4$
<i>Equalization Basin</i>	I_3	E_3	$2,32 \times 10^4$
<i>Secondary Treatment</i>	$I_4 + R_4$	$E_5 + S_3$	$3,05 \times 10^5$
<i>Sludge Thickener</i>	S_1	$S_2 + R_2$	$5,55 \times 10^4$
<i>Sludge Mixer</i>	$S_2 + S_3$	S_4	$2,88 \times 10^5$
<i>Sludge Dewater</i>	S_4	$S_5 + R_1$	$2,88 \times 10^5$

4.3. Analisis di *Effluent* Inovasi IPAL

Besarnya nilai TSS dan BOD dari E_5 di *effluent* IPAL, dan dari ke-3 (tiga) industri sawit, yang dihitung menggunakan IPAL inovasi, menghasilkan parameter dibawah BMLC industri yang diizinkan, yaitu terdiri dari; a) *output scoundary treatment* dan yang akan dibuang ke sungai, yaitu TSS sebesar 7.7 mg/L, dan BOD sebesar 2.83 mg/L. b) *output sludge dewatering* dan akan ditampung pada removal facilities, berupa *sludge*, yaitu Q sebesar 2.87×10^{12} ton/hari, TSS sebesar 724.48 mg/L, dan BOD sebesar 3.349,84 mg/L

Tabel 3. Analisis TSS dan BOD di IPAL

IPAL Industri Sawit, dengan Q	Influent (ton/hari)

Parameter mg/l	IPAL (Gasing/Inovasi/Standar*)		
	Sawit 1,	Sawit 2,	Sawit 3,
TSS	1600 87/19,9 /100*	603 63/03,1 /100*	163 33/0,2 /100*
BOD	51/7,4 /60*	48/0,8 /60*	29/0,3 /60*

Keterangan: * Standar BMLC, Peraturan GubSum Sel No 18, Th 2005.

Padatan seperti *sludge* dapat menjadi masalah besar apa bila tidak difikirkan solusinya, karena ada pengaruh kelarutan oksigen akan terjadi. Pengaruh kelarutan oksigen karena adanya padatan tersuspensi, artinya zat padat terlarut dan tersuspensi dalam air sungai berupa *sludge* yang makin hari akan makin meningkat dapat mengakibatkan semakin berkurangnya kelarutan oksigen dalam air, sehingga kualitas sungai akan menurun. Dimana seharusnya zat padat terlarut di dalam sungai tidak lebih dari 500 mg/L. Air sungai dapat dikatakan masih dianggap baik, apabila adanya tanda kehidupan tumbuh-tumbuhan dan hewan di dalamnya. IPAL inovasi dapat memberikan solusi mengontrol dan mengatur *output* air limbah dengan memperhitungkan beban limbah (*polluting load*) pada suatu perairan, terutama khusus untuk limbah organik. Hal ini penting juga bagi pemerakarsa proyek, untuk menghindari beban biaya yang terlalu tinggi akibat pengolahan limbah yang terlalu intensif.

5. SIMPULAN

Dari tiga sampel limbah cair industri kelapa sawit di Gasing, setelah di hitung dengan inovasi IPAL mengandung rata-rata TSS sebesar 7,7mg/L dibawah ambang batas yang diizinkan dari BMLC industri sebesar 100 mg/L. BOD dihasilkan rata-rata sebesar 2,83 mg/L sedangkan BMLC industri untuk BOD diizinkan 60 mg/L. TSS dihasilkan dari *sludge dewatering* sebesar 724,48 mg/L per hari ditampung pada *sludge removal facilities*.

6. DAFTAR PUSTAKA

✓ Lycon, Fels., 1994. *Environmentally Sensitive Invertment System (ESIS), wastewater*

Treatment Models (Final Report), Technical University of Nova Scotia Halifax, Nova Scotia.

✓Ginting, P. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. CV Yrama Widya, Bandung.

✓Hadlock. 2002. *Mathematical Modeling in The Environment*. Published by The Mathematical Association of America.

✓Hasmawaty, M. Faizal, M. Hasyim. 2005. *Mendapatkan Model Matematika Laju Kecepatan Reaksi dengan Pengolahan Limbah Cair Minyak Bumi*. Jurnal Tekno. Vol 2: 57-72, April 2005. Fakultas Teknik, Universitas Bina Darma

✓Hasmawaty. 2011. *Analisis Air Limbah di Influent dan Effluent IPAL Industri (Karet, Sawit, dan Kelapa Kopra)*. Jurnal Tekno. Vol 2. Agustus 2011. Fakultas Teknik, Universitas Bina Darma

✓Kristanto, P. 2006. *Ekologi Industri*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.

✓Peraturan Gubernur Provinsi Sumatera Selatan Nomor 18. Tahun 2005. *Tentang Baku Mutu Limbah Cair (BMLC) Bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batu Bara*. Provinsi Sumatera Selatan.

✓Problogger. 2007. *Kajian Proses Start-Up Sequencing Batch Reactor (SBR) Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Karet*.

✓Suardana, I.W. 2005. *Penggunaan Enceng Gondok Sebagai Teknik Alternatif Pengolahan Limbah Cair*. Jurnal Veteriner-Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. mhtml:file:///F:\kawasan industri enceng gondok.

✓Sakti, Siregar .A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah (Menuntaskan Pengenalan Alat-alat dan Sistem Pengolahan Air Limbah)*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

✓Utomo, T.P. 2007. *Optimasi Proses Penyisihan Karbon dan Nitrogen Secara Simultan Dari Limbah Cair Industri Karet Menggunakan Sequencing Batch Reactor*. Jurnal Lampung

di dunia.
menarik
kegiatan
untuk
dalah
pekerjaan
akan
dan
hal yang
graph dan
kromatik X(G)
mlah minimum

SeNaRI ke-2

Lembaga Penelitian
Universitas Pendidikan Ganesha

GRAND INNA KUTA BALI, 21-22 NOPEMBER 2014

**“Memperkuat Jati Diri Bangsa
Melalui Riset Inovatif, Unggul, dan Berkarakter”**

Diberikan kepada:

HASMAWATY. AR

sebagai **Penyaji**

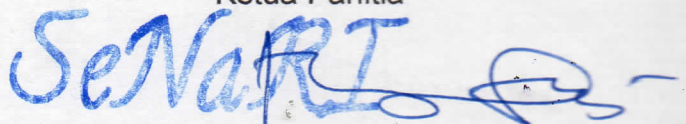
dengan judul

Instalasi Pengolahan Air Limbah Kelapa Sawit Ramah Lingkungan

dalam **Seminar Nasional Riset Inovatif (SeNaRI) ke-2**
yang diselenggarakan oleh Lembaga Penelitian Universitas Pendidikan Ganesha
pada tanggal 21-22 Nopember 2014

Singaraja, 22 Nopember 2014

Ketua Panitia



Lembaga Penelitian
Universitas Pendidikan Ganesha

Dr. Gede Rasben Dantes, S.T, M.T.I



Mengetahui
Ketua Lembaga Penelitian

Prof. Dr. A.A.I.N. Marhaeni, M.A.