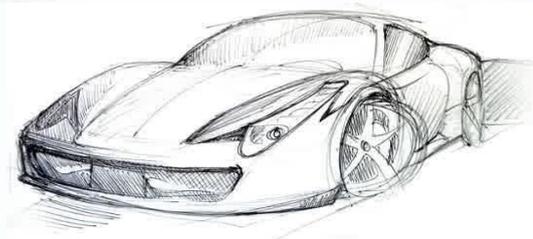
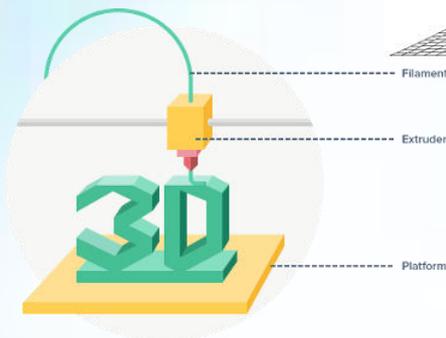
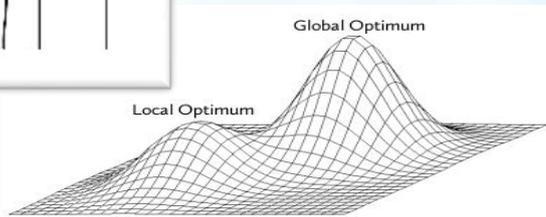
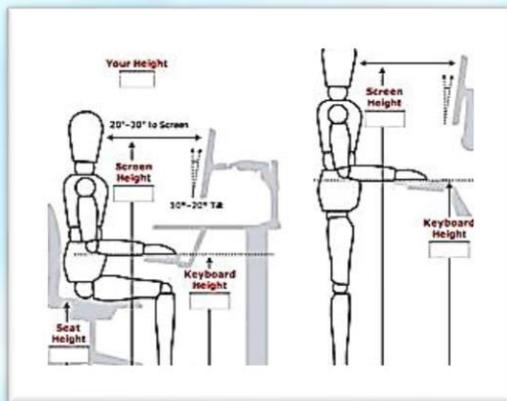


JURNAL REKAVASI

Jurnal Rekayasa & Inovasi Teknik Industri



Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta					
Jurnal REKAVASI	Vol. 3	No. 1	Hlm. 1-60	Yogyakarta Mei 2015	ISSN: 2338-7750

Daftar Isi

<p>Analisis Produktivitas Pabrik Spiritus dengan Metode Objektif <i>Matrix</i> dan <i>Green Productivity</i> di PT. Madu Baru <i>Abrianto, Endang Widuri Asih, Joko Susetyo</i></p>	1-7
<p>Desain Ulang Mesin Pemotong Tempe Menggunakan Metode <i>Service Quality (Servqual)</i> dan <i>Quality Function Deployment (QFD)</i> Melalui Pendekatan Antropometri <i>Ayu Wulandari Saraswati, Titin Isna Oesman, Imam Sodikin</i></p>	8-14
<p>Analisis Penentuan Restoran Cepat Saji Lokal Terbaik dengan Menggunakan Metode Topsis dan AHP <i>Bendi Oktarando, Indri Parwati, Imam Sodikin</i></p>	15-21
<p>Studi Kelayakan Bisnis Mocaf (<i>Modified Cassava Flour</i>) Guna Pemanfaatan Sumberdaya Lokal di Kabupaten Wonogiri Propinsi Jawa Tengah <i>Lia Rusdiana Dewi, Titien Isna Oesman, P. Wisnubrata</i></p>	22-28
<p>Pengendalian Persediaan Critical Spare Part dengan Pendekatan Continuous Review System pada UPT Balai Yasa Yogyakarta <i>Mega Nurmanita, Imam Sodikin, Titin Isna Oesman</i></p>	29-37
<p><i>Redesign</i> Keranjang Sampah Berdasarkan Pendekatan Ergonomi dengan Menggunakan Data Antropometri untuk Mengurangi Cedera Fisik pada Pemulung <i>Monika D.Y. Sareng, Titin Isna Oesman, Joko Susetyo</i></p>	38-45
<p>Perencanaan Jumlah Mesin yang Optimal Guna Menyeimbangkan Lintasan Produksi Ditinjau dari Simulasi Sistem dan Nilai Investasi (Studi Kasus di CV. Creative 71 Yogyakarta) <i>Nashrudin, Imam Sodikin, Joko Susetyo</i></p>	46-53
<p>Penerapan Konsep <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> dalam Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan <i>Six Sigma</i> <i>Wahyu Oktri Widyarto, Gerry Anugrah Dwiputra, Yitno Kristiantoro</i></p>	54-60

ANALISIS PRODUKTIVITAS PABRIK SPIRITUS DENGAN METODE OBJECTIVE MATRIX DAN GREEN PRODUCTIVITY DI PT. MADU BARU

Abrianto, Endang Widuri Asih, Joko Susetyo

Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Jl. Kalisahak 28 Yogyakarta

Email : sinagaabrianto@yahoo.co.id

ABSTRACT

PT. Madu Baru is a producing company agro-industry sugar and alcohol. This process produces wastewater, vinansse. It can be harmful to the environment, and degrade the employee performance. Importantly the a company need to pay attention to environmental aspects of production operations. It has purpose to save environment and to improve the productivity performance.

Measuring productivity and addressing environmental problems are used the concept of objective matrix and green productivity.

The results of data processing achieving the highest levels of productivity during processing of methylated, aim is 2% and the lowest is -2,91%. So proposed improvement aim to achieved a score of 7, and to obtained the following results: number of raw materials = 5.338,8ku, number of hours worked = 490,5 hours and long days = 27 days process.

The results before repairing EPI index values are EPI TSS index : -1.093,388, EPI BOD : -20.893,007, EPI COD : - 25.683,913, and temperature : 384,56 with EPI index total : - 48.053,0016. It means the company's environmental performance still under quality standard of PT. MaduBaru.

After conducting productivity improvement on highest EPI index with techniques MSL (Multi Soil Layering) can be producing EPI TSS index : -976,6226, and temperature : -385,8112 with EPI index total : -14.475,9368.

Key word : Productivity, Omax, EPI, Green Productivity, MSL

INTISARI

PT. Pabrik Madu Baru adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang agroindustry dengan hasil produksi utama berupa gula pasir dan alkohol yang dimana menghasilkan limbah cair yaitu *vinansse* dan limbah tersebut dapat membahayakan lingkungan, serta dapat menurunkan kinerja karyawan. Penting bagi perusahaan untuk memperhatikan aspek-aspek lingkungan dalam operasi produksi yang di laksanakan agar dapat menciptakan keserasian dengan lingkungan di sekitarnya dan untuk meningkatkan produktivitas kinerja perusahaan.

Usaha yang dapat dilakukan untuk pengukuran produktivitas dan mengatasi permasalahan lingkungan adalah dengan menggunakan konsep *objective matrix* dan *green productivity*.

Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh pencapaian tingkat tertinggi produktivitas selama proses spiritus yaitu mencapai 2% dan terendah -2,91%. Maka dilakukan usulan perbaikan untuk mencapai skor 7, dan didapat hasil sebagai berikut : jumlah bahan baku = 5.388,8 ku, jumlah jam kerja= 490,5 jam dan lama hari proses = 27hari.

Hasil perhitungan sebelum perbaikan diperoleh nilai indeks EPI TSS sebesar -1093.388, BOD sebesar - 20893.007, COD sebesar -25683.913 dan suhu -384,56 sedangkan nilai total indeks EPI perusahaan bernilai - 48.053,0016 artinya kinerja lingkungan perusahaan PT. Madu Baru masih di bawah standar baku mutu.

Setelah melakukan perbaikan produktivitas berdasarkan tingkat indeks EPI yang paling tinggi dengan teknik MSL (*Multi Soil Layering*) dan menghasilkan nilai indeks EPI BOD dapat berkurang sebesar -20.338,867, COD - 11.875,764, TSS -976,6226 dan suhu -385,8112 dengan nilai total indek EPI -14.475,9368.

Kata kunci : Produktivitas, Omax, EPI, Green productivity, MSL

PENDAHULUAN

Pabrik Madu Baru adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang agroindustry dengan hasil produksi utama berupa gula pasir dan alkohol yang dimana menghasilkan limbah cair yaitu *vinansse* dan limbah tersebut dapat membahayakan lingkungan (manusia, hewan dan tumbuhan), serta dapat menurunkan kinerja karyawan. Kondisi limbah di PT. Madu Baru sekarang sangat membahayakan dan mengganggu aktivitas tenaga kerja sehingga secara tidak langsung dapat menurunkan produktivitas

tenaga kerja dikarenakan bau limbah yang sangat tajam. Penting bagi perusahaan untuk memperhatikan aspek-aspek lingkungan dalam operasi produksi yang dilaksanakan agar dapat menciptakan keserasian dengan lingkungan disekitarnya dan untuk meningkatkan produktivitas kinerja perusahaan. PT. Madu Baru juga harus melakukan pengukuran secara periodik produktivitasnya.

Usaha yang dapat dilakukan untuk pengukuran produktivitas dan mengatasi permasalahan lingkungan adalah dengan menggunakan konsep *objective matrix* dan *green productivity*. Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan pada pengukuran ini, muncul metode pengukuran yang lebih tepat yaitu metode *objective matrix* (OMAX), suatu metode pengukuran produktivitas parsial yang menilai performansi kerja di tiap-tiap bagian perusahaan secara objektif, sekaligus mencari faktor-faktor penyebab penurunan produktivitas apabila ditemukan. Sehingga dengan menerapkan metode ini, pengukuran produktivitas dapat berjalan secara periodik, dan efisiensi perusahaan dalam menjalankan kegiatan produksinya dapat meningkat juga.

Dalam penyusunan matrix OMAX, ada 3 langkah utama yang harus dilakukan, antara lain (Juniarto parung, 1999) :

1. *Defining*

Langkah ini dilakukan pendefinisian dari kriteria produktivitas yang ingin diteliti. Kriteria ini sebaiknya independen dan mudah diukur, harus ditetapkan dengan baik. Cara pengukuran dan pengambilan data juga harus ditetapkan.

- a. Kriteria produktivitas adalah kriteria yang menjadi ukuran produktivitas pada bagian atau departemen yang akan diukur produktivitasnya, dan kriteria produktivitas sebaiknya lebih dari satu.
- b. Performansi sekarang adalah nilai tiap produktivitas yang sebenarnya berdasarkan pengukuran selama periode yang ditetapkan. Beberapa contoh dari kriteria dan rasio pengukuran produktivitas yang digunakan adalah :
 - Dalam kuantitas = output / jam kerja
 - Dalam kualitas = jumlah cacat / jumlah produksi
 - Dalam waktu = total waktu tunggu / total waktu tersedia
 - Dalam utilisasi = tenaga kerja actual / tenaga kerja standar

2. *Quantifying*

Quantifying adalah badan dari matriks yang berisi tentang tingkat pencapaian dari kriteria produktivitas. Matriks-matriks ini memiliki beberapa skala penilaian, antara lain :

- a. Level 10, berisi tingkat pencapaian realistis optimal yang mungkin dicapai.
- b. Level 3, berisi tingkat performansi pada waktu awal pengukuran.
- c. Level 0, berisi tingkat pencapaian terburuk yang mungkin terjadi.

Diantara level 0 sampai level 10 terdapat level 1-9, yang berisi kisaran pencapaian dari nilai terjelek sampai nilai optimal.

Level 1 dan 2 diperoleh dari interpolasi nilai level 0 dan 3, dan level 4-9 diperoleh dari interpolasi nilai level 3 dan 10.

Anggota dari grup kerja yang dibentuk seharusnya berpartisipasi dalam penentuan level-level tersebut.

3. *Monitoring*

Pada dasarnya matriks adalah perhitungan dari *performance indicator* (indikasi untuk kerja), hasil dari perhitungan ini terletak dibagian paling bawah dari matriks. Pengamatan terdiri dari :

a. *Score* (Skor)

Nilai level dimana nilai pengukuran produktivitas berada. Misalnya, jika output / jam sama dengan 100 terletak pada level 5, maka skor untuk pengukuran itu adalah 5. Jika terdapat pengukuran yang tidak sesuai dengan angka pada matriks, maka harus dilakukan pembulatan kebawah.

b. *Weight* (Bobot)

Besarnya bobot dari setiap kriteria mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap tingkat produktivitas yang diukur, maka dari itu perlu dicatat prosentase kepentingan total produktivitas.

c. *Value* (Nilai)

Nilai yang dihasilkan dari perkalian skor pada kriteria tertentu dengan bobot kriteria tersebut.

d. *Performance indicators*

Pada bagian ini terdapat tiga bagian, yaitu :

Current = jumlah nilai semua kriteria pengukuran

Previous = jumlah pengukuran sebelumnya

Indeks produktivitas (IP) = perbandingan antara periode yang diukur dengan periode sebelumnya (untuk mengetahui apakah terjadi peningkatan atau penurunan produktivitas)

Green productivity dapat diartikan sebagai produktivitas ramah lingkungan. Konsep *green productivity* menggabungkan upaya peningkatan produktivitas dan penanganan terhadap dampak lingkungan untuk mencapai pembangunan berkelanjutan. *Green productivity* adalah suatu strategi untuk meningkatkan produktivitas bisnis dan kinerja lingkungan pada saat bersamaan dalam pengembangan social ekonomi secara keseluruhan. Metode ini mengaplikasikan teknik, teknologi dan sistem manajemen untuk menghasilkan barang dan jasa yang sesuai dengan lingkungan atau ramah lingkungan (*Asian Productivity Organization*, 2003).

Perumusan masalah Berdasarkan latar belakang di atas maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah : Bagaimana cara untuk meningkatkan produktivitas perusahaan dan menurunkan dampak lingkungan serta mengukur produktivitas perusahaan dengan metode *objective matrix* dan *green productivity* ?

Tujuan dari penelitian ini antara lain untuk mengukur tingkat produktivitas, mengevaluasi produktivitas total, menentukan indeks EPI (*Environmental Performance Indicator*) serta menyusun rancangan implementasi solusi perbaikan dan pengurangan kadar zat kimia limbah cair *vinansse*.

PEMBAHASAN

A. Tingkat Produktivitas

Pengukuran produktivitas dilakukan dengan membandingkan antara output data dengan input data perusahaan pada periode Maret 2014-Oktober 2015, dari pengolahan tersebut diperoleh tingkat produktivitas pemakaian bahan baku. Tingkat perusahaan PT. Madu Baru menunjukkan hasil seperti pada tabel 1 di bawah ini, dalam enam bulan proses produksi tingkat produktivitas akan penggunaan bahan baku tertinggi Hal ini berarti pada bulan Oktober produktivitas yang diperoleh perusahaan sebesar 104%

Tabel 1. Produktivitas Bahan Baku bulan Oktober 2014 - Maret 2015

Bulan	Total input (liter) (1)	Total output (liter) (2)	Produktivitas (2/1)
Oktober	822.500	850.800	104%
November	765.450	788.000	103%
Desember	527.550	542.900	103%
Januari	659.430	660.500	100%
Februari	684.710	698.800	102%
Maret	620.000	625.100	101%

PT. Madu Baru mencapai 104% pada bulan Oktober dan tingkat produktivitas terendah terjadi pada bulan Januari yaitu sebesar 100%. Rata-rata tingkat produktivitas PT. Madu Baru 102,2% dari bulan Oktober 2014-Maret 2015. Tingkat Produktivitas jam kerja mesin yaitu dapat dilihat pada tabel 2 dan tingkat produktivitas lama hari proses dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Produktivitas Jam Kerja mesin Periode Oktober 2014-Maret 2015

Bulan	Jumlah jam kerja (1)	Total output(liter) (2)	Produktivitas (2/1)
Oktober	744	850.800	1.143,5
November	720	788.000	1.094
Desember	552	542.900	983,5
Januari	672	660.500	982,9
Februari	648	698.800	1.078,4
Maret	720	625.100	868,2

Nilai produktivitas jam kerja mesin pada bulan oktober merupakan target pengoperasian mesin, sehingga menjadi patokan dalam mencapai proses produksi di bulan mendatang.

Tabel 3. Produktivitas Lama Hari Proses Periode Oktober 2014-Maret 2015

Bulan	Lama Hari Proses (hari) (1)	Total output (liter) (2)	Produktivitas (2/1)
Oktober	31	850.800	27.445,2
November	30	788.000	26.266,7
Desember	23	542.900	23.604,3
Januari	28	660.500	23.589,3
Februari	27	698.800	25.881,5
Maret	30	625.100	20.836,7

Nilai produktivitas lama hari proses pada bulan oktober merupakan target pencapaian awal produksi sehingga menjadi patokan dalam mencapai proses produksi di bulan mendatang.

Rencana usulan perbaikan untuk peningkatan produktivitas di PT. Madu Baru adalah mengusulkan pemakaian bahan baku, jam kejadian lama hari proses untuk menghasilkan produktivitas dengan skor 7. Untuk menghasilkan spiritus sebanyak 625.100 liter per bulan di perlukan jam kerja 490,5 jam dan lama hari proses 27 hari dan penggunaan bahan baku 5.388,8 ku (150.886,4 liter)

B. Evaluasi Produktivitas Total

Evaluasi ini untuk mengetahui sejauh mana tingkat produktivitas total yang dicapai perusahaan selama produksi.

Tabel 4. Hasil pengukuran produktivitas total

Periode		Produktivitas Total		
		<i>Current</i>	<i>Previous</i>	<i>Index</i>
Oktober	2014	104	-	-
November	2014	103	104	-0,96%
Desember	2014	103	103	0%
Januari	2015	100	103	-2,91%
Februari	2015	102	100	2%
Maret	2015	101	102	0,98%

Pencapaian tingkat tertinggi produktivitas PT. Madu Baru selama proses spiritus yaitu mencapai 2% dan terendah -2,91%. Usaha untuk mengatasi rendahnya yaitu dilakukan usulan perbaikan yang meliputi penggunaan bahan baku, jam kerja mesin dan lama hari proses dengan mencapai skor 7, setelah dilakukan pengolahan data dan didapat hasil sebagai berikut :

Jumlah bahan baku = 5.388,8 ku
 Jumlah jam kerja = 490,5 jam
 Lama hari proses = 27 hari

C. Analisa Indeks EPI

I. Kuisisioner

Pembobotan dilakukan melalui penyebaran kuisisioner kepada empat puluh empat orang responden, kuisisioner dibagikan kepada seluruh karyawan yang ada di lingkungan pabrik spiritus dan ahli dalam bidang kimia lingkungan. Kuisisioner terdiri dari 2 jenis penilaian terhadap kesehatan manusia dan penilaian terhadap lingkungan. Variabel terdiri dari 6 zat kimia yaitu Suhu Sampel, Bau, TSS, COD, BOD dan pH. Skala penilaian adalah 1-5, semakin besar nilainya, mak asemakin besar pula akan bahaya yang ditimbulkan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

Hasil uji validitas menggunakan metode alpha dengan jumlah responden (n) = 44 maka diperoleh nilai df = n-2 yaitu 42, menunjukkan bahwa hasil korelasi total lebih besar dari R-tabel (0,2512), baik untuk parameter kesehatan manusiadan parameter keseimbangan flora dan fauna. Hal

ini menunjukkan bahwa kuisioner yang dibuat valid, artinya kuisioner mampu mengukur tingkat bahaya dari masing-masing parameter yang ditetapkan.

II. Indeks EPI

Indeks EPI di peroleh dengan mengalikan bobot yaitu penyimpangan standar baku mutu dengan hasil analisa. Hasil perhitungan pada tabel 5 indeks EPI Suhu sampel -384,56 hasil analisa Suhu sampel melebihi baku mutu artinya pencemaran suhu sampel tinggi pada limbah yang dihasilkan. Untuk hasil analisa Bau, TSS, COD, BOD dan pH berada di atas baku mutu limbah sehingga nilai indeks EPI yang diperoleh juga negatif, artinya kadar tersebut dapat mencemari lingkungan. Nilai total indeks EPI perusahaan bernilai -48.053,00. Artinya kinerja lingkungan perusahaan PT.Madu Baru masih di bawah standar baku mutu. Nilai EPI negative berarti pencemaran lingkungan yang terjadi masih tinggi.

Tabel 5. Hasil perhitungan indeks EPI

Variabel	Bobot (Wi)	Standar baku Mutu limbah cair	Hasil analisa	Penyimpangan (Pi)	Indeks EPI (Wi *Pi)
Suhu Sampel	46	± 3°C thd suhu udara	28.1	-8,36	-385
Bau	46,16	-	berbau	-	-
TSS	46,33	100 mg/L	2.460 mg/L	-23,6	-1.093,4
BOD	46,83	100 mg/L	44.715 mg/L	-446.2	-20.672,5
COD	46,83	300 mg/L	164.835mg/L	-548.45	-25.409,7
pH	46,66	6,0 – 9,0	4,00	0.04	1,9
Total Indeks EPI					-47.558,7

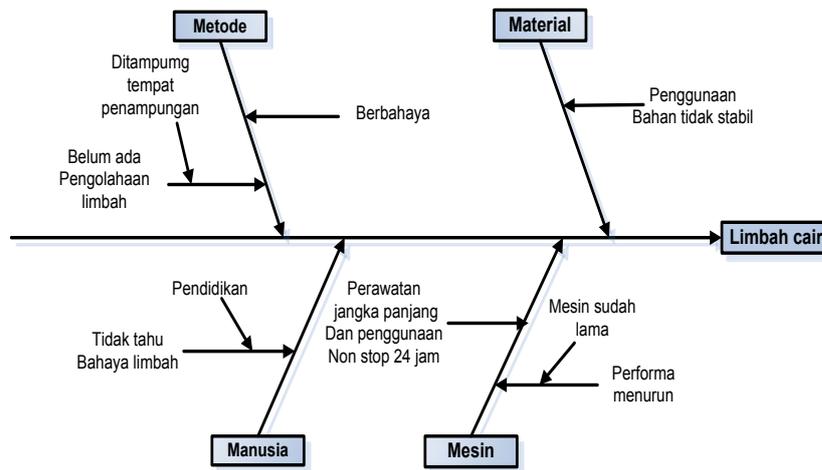
III. Identifikasi Permasalahan dan Penyebabnya

Permasalahan yang terjadi pada perusahaan PT. Madu Baru dapat diidentifikasi menggunakan 5W+1H, seperti tabel di bawah ini :

Tabel 6. Identifikasi 5W+1H

5W+1H	Keterangan
<i>What</i>	Limbah cair <i>vinansse</i>
<i>Why</i>	- Kurang maksimal dalam pengolahan limbah - Belum sepenuhnya mengetahui akan bahaya limbah <i>vinansse</i>
<i>Where</i>	Proses pengolahan spiritus
<i>When</i>	Selama proses produksi berjalan
<i>Who</i>	PT. Madu Baru bagian pabrik spiritus
<i>How</i>	- Air limbah <i>vinansse</i> dibuang dalam keadaan suhu yang cukup panas - Tempat penampungan limbah belum sepenuhnya maksimal - Bau yang ditimbulkan sangat mengganggu tenaga kerja

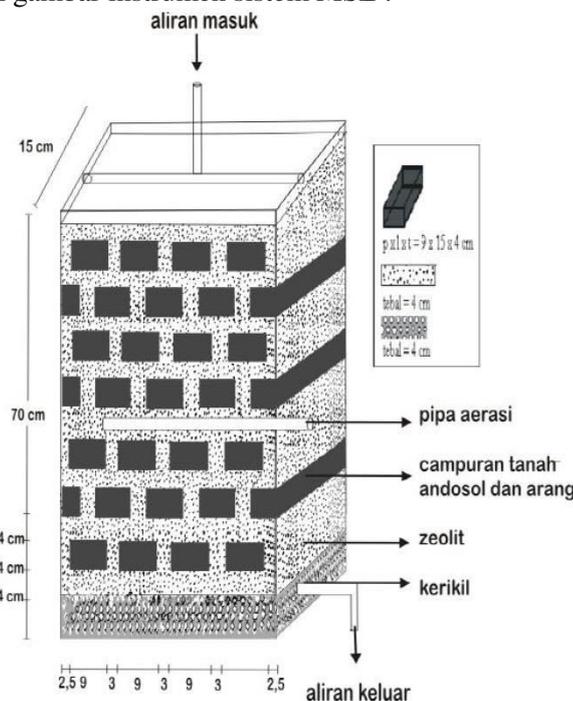
Dari permasalahan yang timbul dapat diketahui penyebabnya menggunakan diagram sebab akibat (*Cause Effect Diagram*) sebagai berikut :



Gambar 1. Cause Effect Diagram

D. Analisa Rencana Implementasi

Implementasi yang digunakan yaitu dengan teknik MSL (*multi Soil Layering*). Sistem MSL terbuat dari bak kaca berukuran (panjang x lebar x tinggi) 50 cm x 15 cm x 70 cm dengan kran alir pada bagian bawah disiapkan. Dasar bak diisi dengan batu kerikil (berdiameter 5-10 mm) dengan ketinggian 4 cm, seluruh permukaan batu kerikil ditutup dengan net. Lapisan kedua diisi dengan zeolit (diameter 1-2 mm) samapai ketinggian 4 cm. empat buah bingkai triplek masing-masing dengan dimensi (4 cm X 9 cm x 15 cm) dipasang sejajar pada jarak masing-masing 3 cm. bagian dalam triplek dilapisi dengan plastik net halus yang dapat membungkus blok-blok lapisan campuran tanah. Campuran tanah dan arang tempurung kelapa dengan perbandingan 1:1 (volume) diisi ke dalam bingkai triplek, lalu dipadatkan. Pada lapisan ke-4 dan ke-5 dipasangkan pipa aerasi (diameter 1,5 cm) jarak antar lubang 0,5 cm, dengan menggunakan teknik ini dapat menurunkan kadar zat kimia BOD sebesar 97, 13%, COD sebesar 81, 69%, TSS 85, 69%, dan Suhu 99% dan dapat meningkatkan kadar zat kimia pH antara 6,0 – 7,0 disebabkan semakin berkurangnya proses biologis dan kimiawi dalam limbah yang dapat menghasilkan asam-asam organik. Setelah dilakukan penghitungan, nilai indeks EPI BOD dapat berkurang sebesar -20.338,867, COD -11.875,764, TSS -976,6226 dan suhu -385,8112. Berikut adalah gambar instrumen sistem MSL :



Gambar 2. Pengolahan limbah cair *vinansse* dengan teknik MSL

Tabel 7. Hasil perhitungan perbaikan indeks EPI

Variabel	Bobot (Wi)	Standar baku Mutu limbah cair	Hasil analisa	Penyimpangan (Pi)	Indeks EPI (Wi *Pi)
Suhu Sampel	46	± 3°C thd suhu udara	0,281°C	0,03	1,4
Bau	46,16	-	berbau	-	-
TSS	46,33	100 mg/L	352,03 mg/L	-2,52	-116,8
BOD	46,83	100 mg/L	1.283,3 mg/L	-11,83	-548,1
COD	46,83	300 mg/L	29.786,7 mg/L	-294,7	-13.653,5
pH	46,66	6,0 – 9,0	4,00	0,04	1,9
		Total Indeks EPI			-13.767

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa dapat disimpulkan :

1. Tingkat produktivitas perusahaan periode Oktober 2014 - Maret 2015 antara 100% - 104%. Ini berarti kinerja perusahaan tidak stabil di sebabkan karena kurang optimalnya dalam penggunaan bahan baku , jumlah jam kerja dan lama hari proses.
2. Evaluasi produktivitas total perusahaan belum sepenuhnya mencapai target karena masih terdapat pencapaian yang menurun cukup drastic yaitu pada bulan januari, sehingga usulan perbaikan untuk peningkatan produktivitas di PT. Madu Baru adalah mengusulkan pemakaian bahan baku, jam kerja dan lama hari proses untuk menghasilkan produktivitas dengan skor 7. Untuk menghasilkan spiritus sebanyak 625.100 liter per bulan di perlukan jam kerja 490,5 jam, lama hari proses 27 hari dan penggunaan bahan baku 5.388,8 ku
3. Besarnya indeks EPI adalah -48.053,0016 yang artinya tingkat kinerja lingkungan pada perusahaan kurang dan kandungan zat kimia dalam limbah *vinansse* melebihi standar baku mutu.
4. Rencana implementasi untuk meminimalisir kadar limbah cair *vinansse* yaitu dengan teknik MSL (multi Soil Layering). Teknik dapat menurunkan kadar zat kimia BOD sebesar 97, 13%, COD sebesar 81, 69%, TSS 85, 69%, dan Suhu 99% dan dapat meningkatkan kadar zat kimia pH antara 6,0 – 7,0.

DAFTAR PUSTAKA

- APO. 2001. *Green Productivity Training Manual*. Tokyo. Asian Productivity Organization.
- APO. 2003. *A Measurement Guide to green Productivity*. Tokyo. Asian Productivity Organization.
- APO.2011. *Achieving Higher Productivity Through Green Productivity*. Tokyo. Asian Productivity Organization.
- Irmanto, dkk. 2012. *Optimasi Penurunan COD, BOD, dan TSS Limbah Cair Industri Etanol Menggunakan Metode Multi Soil Layering*. Unsoed.
- Parung, Joniarto.1999. *Analisis Produktivitas*. Laboratorium Analisis Perencanaan Kerja Dan Ergonomi Ubaya. Surabaya.