

**Pengaruh Upaya *Engineering Control* Terhadap Penurunan
Paparan *Benzene, Toluene, Xylene (BTX)* Di Area Kerja
Shale Shaker Rig Pengeboran Minyak & Gas
PT VICO Indonesia Tahun 2013**

Oleh :

**DADI MAHENDRA PRATAMA
NIM : 0911015036**



**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2013**

**Pengaruh Upaya *Engineering Control* Terhadap Penurunan
Paparan *Benzene, Toluene, Xylene (BTX)* Di Area Kerja
Shale Shaker Rig Pengeboran Minyak & Gas
PT VICO Indonesia Tahun 2013**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat**

Pada

**Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Mulawarman**



OLEH :

**DADI MAHENDRA PRATAMA
NIM : 0911015036**

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

UNIVERSITAS MULAWARMAN

SAMARINDA

2013

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Dadi Mahendra Pratama
NIM : 09.1101.5036
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Jurusan : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Judul : Pengaruh Upaya *Engineering Control* Terhadap Penurunan Paparan *Benzene, Toluene & Xylene* Di Area Kerja *Shale Shaker Rig* Pengeboran Minyak & Gas PT VICO Indonesia Tahun 2013

Telah Dipertahankan Di Hadapan Dewan Penguji Dan Dinyatakan Lulus Pada
Tanggal Agustus 2013

Dewan Penguji

Pembimbing I

Pembimbing II

Blego Sedionoto. SKM., M.Kes
NIP. 19770502 200604 1 003

Ismail Kamba. SKM., M.Kes
NIP. 19761120 200812 1 001

Penguji I

Penguji II

Ade Rahmat Firdaus. SKM., MPH
NIP. 19840406 200801 1 009

M. Sultan. SKM., M.Kes
NIP. 19810214 200812 1 002

Mengetahui
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Mulawarman

Dra. Hj. Sitti Badrah. M.Kes
NIP. 1900727 199203 2 002

ABSTRAK

DADI MAHENDRA PRATAMA

Pengaruh Upaya Engineering Control Terhadap Penurunan Paparan Benzene, Toluene & Xylene Di Area Kerja Shale Shaker Rig Pengeboran Minyak Dan Gas PT VICO Indonesia Tahun 2013

(Pembimbing I : Blego Sedionoto, SKM, M.Kes. Pembimbing II : Ismail Kamba, SKM, M.Kes).

BTX merupakan singkatan dari Benzene, Toluene dan Xylene adalah senyawa hydrocarbon aromatic yang terdapat pada minyak bumi. BTX sendiri dalam kesehatan bersifat toksik dan karsinogenik yang dikenal berbahaya (B3). Dari hasil pemantauan 47 titik sumber BTX yang berada di lokasi area kerja VICO Indonesia, untuk konsentrasi Benzene terdapat 40 (85%) titik dengan konsentrasi diatas NAB dan hanya 7 (15%) titik yang dibawah NAB . Sedangkan pada pemantauan konsentrasi Toluene 22 (47%) titik dengan konsentrasi diatas NAB dan 25 (53%) titik memiliki konsentrasi di bawah NAB. Dan pada pemantauan konsentrasi Xylene pada sumber hanya 4 (8%) titik yang memiliki konsentrasi diatas NAB.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui apakah ada pengaruh antara upaya Engineering Control terhadap penurunan konsentrasi BTX di area *Shale Shaker Rig*. Penelitian ini bersifat eksperimen dengan rancangan pretest-posttest dengan sampel tiga titik untuk pengukuran yang ada di area kerja shale shaker menggunakan perlakuan dari engineering control yaitu penggunaan blower, penggunaan exhaust serta penggunaan blower & exhaust secara bersamaan untuk dapat mereduksi konsentrasi BTX.

Berdasarkan hasil penelitian, ada pengaruh penggunaan blower dan exhaust terhadap penurunan konsentrasi BTX diarea kerja shale shaker rig. Dari ketiga treatment yang diberikan penggunaan blower & exhaust secara bersamaan paling mampu menurunkan paparan BTX dengan persentase penurunan Benzene tertinggi mencapai 74%, Toluene mencapai 83% dan Xylene mencapai 74%.

Diharapkan penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan dapat dilakukan secara terus-menerus di area kerja shale shaker rig sebagai upaya engineering control karena perlakuan ini yang paling tinggi kemampuannya dalam hal mereduksi konsentrasi BTX dibandingkan hanya menggunakan blower atau menggunakan exhaust.

Kata Kunci : Engineering Control, Blower & Exhaust, Benzene, Toluene & Xylene, Shale Shaker

Kepustakaan : 25, (1977-2012)

ABSTRACT

DADI MAHENDRA PRATAMA

Influence Of Engineering Control Against the Decrease Exposure to Benzene, Toluene and Xylene at Shale Shaker Work Area Rig Oil and Gas Drilling PT VICO Indonesia in 2013

(Advisor I : Blego Sedionoto, SKM, M.Kes. Advisor II : Ismail Kamba, SKM, M.Kes).

BTX stands for Benzene, Toluene and Xylene is an aromatic hydrocarbon compounds contained in the oil. BTX in health are toxic and carcinogenic known to be harmful. From the results of monitoring BTX at 47 point sources located in the work area location VICO Indonesia, for Benzene concentrations are 40 point (85%) with a concentration above threshold value and only 7 point (15%) which is below threshold value. While the monitoring of the concentration of Toluene at 22 point (47%) with a concentration above threshold value and 25 point (53%) had concentrations below threshold value. And the monitoring of the concentration of xylene at source only 4 (8%) had concentrations above threshold value.

The purpose of this research was to determine whether there is influence between Engineering Control efforts to decrease the concentration of BTX in Shale Shaker Rig area. This research is experimental with pretest-posttest design with three samples for the measurement point in the shale shaker work area using treatment of engineering control is the use of blower, use of exhaust and use blower & exhaust together to reduce the concentration of BTX.

Based on the results of research, had the effect of using a blower and exhaust to decrease the concentration of BTX in the work area shale shaker rig. Of the three treatments were given the use of a blower and exhaust together best able to reduce exposure to BTX with the highest percentage of reduction reached 74% for Benzene, 83% for Toluene and 74% for Xylene.

Expected use blower and exhaust together simultaneously can be done continuously in the shale shaker rig work area as a engineering control because this treatment was the highest in terms of its ability to reduce the concentration of BTX than just using a blower or using exhaust.

Keyword : Engineering Control, Blower & Exhaust, Benzene, Toluene & Xylene, Shale Shaker

Bibliography : 25, (1977-2012)

RIWAYAT HIDUP

Nama : Dadi Mahendra Pratama

NIM : 0911015036

Tempat tanggal lahir : Tarakan, 08 Desember 1991

Jenis Kelamin : Laki-laki

Agama : Islam

Asal Sekolah : SDN 013 Tarakan
SMPN 01 Malinau Kota, Malinau
SMAN 01 Malinau Kota, Malinau

Alamat Asal : Jl. AMD. RT 18. Malinau Kota, Malinau

Alamat Sekarang : Jl. Perjuangan 4, Samarinda

No. Telepon : 0852 5074 3474

Email : Dadydedez@gmail.com

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini untuk memenuhi syarat dalam mencapai gelar sarjana pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman Samarinda.

Keberhasilan dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, karenanya pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada :

1. Bapak dan Ibu, Kakak, dan Adik tercinta yang dengan tulus ikhlas telah memberikan dorongan moril, materiil dan doa.
2. Ibu Dra. Hj. Sitti Badrah, M.Kes selaku Dekan Fakultas kesehatan Masyarakat yang selama ini menalankan tugasnya dengan baik selama kepemimpinan beliau semoga Fakultas Kesehatan Masyarakat menjadi Fakultas terbaik Universitas Mulawarman
3. Bapak Blego Sedionoto. SKM., M.Kes selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Ismail Kamba. SKM., M.Kes selaku dosen pembimbing pendamping atas segala bentuk bimbingan, dukungan, dan pengarahan mulai dari persiapan judul sampai skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Ade Rahmat Firdaus. SKM, MPH dan Bapak M. Sultan, SKM, M.Kes selaku penguji, terima kasih atas masukan, saran, dan bimbingannya selama penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Freddy M Kainde. SKM dan Bapak dr. Budi Setiawan. MKK selaku Health Section Head, Health Department Vico Indonesia yang juga sebagai pembimbing lapangan. Terimakasih atas bimbingan juga masukannya dalam pelaksanaan penelitian ini.
6. Bapak Fajar Kristianto. SKM dan Yovans Yuniar. SKM selaku Health Analiyst di OH/IH Section beserta Arham dan Holong Marbun. Amd selaku Inspector Health. Terimakasih karena telah banyak membantu dalam terlaksananya penelitian ini
7. Para Dosen Kesehatan Masyarakat yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan teladan bagi penulis selama menjadi mahasiswa di kampus Kesehatan Masyarakat tercinta.
8. August Cristoper dan Tommy Salam yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penyelesaian SPSS

9. Kepada seluruh teman-teman Kesehatan Masyarakat angkatan 2009 kelas A dan kelas B, dan teman-teman lainnya yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.
10. Kepada semua pihak yang telah memberi bantuan secara langsung maupun tidak langsung demi terselesaikannya skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas budi baik semua pihak yang telah dengan tulus ikhlas memberikan perhatian dan bantuannya.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati, saya berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan dunia kesehatan masyarakat pada khususnya.

Samarinda, Agustus 2013

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Riwayat Hidup	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xiii
Daftar Lampiran.....	xiv

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
E. Ruang Lingkung	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian BTX.....	7
B. Bahaya BTX Terhadap Kesehatan	10

C. Metabolisme BTX	12
D. Analisa Kandungan BTX di Udara.....	13
E. Standar BTX.....	14
F. Engineering Control Terhadap BTX.....	16
G. Kerangka Teori	19

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian	20
B. Subjek Penelitian.....	21
C. Tempat Dan Waktu	21
D. Sampel.....	21
E. Kerangka Konsep.....	22
F. Desain Penelitian.....	23
G. Hipotesis Penelitian	23
H. Variabel Penelitian.....	24
I. Definisi Operasional.....	24
J. Metode Pengumpulan Data	27
K. Pengolahan Data	27
L. Analisa Data.....	28
M. Instrument Penelitian	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil.....	33
1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	33
2. Hasil Penelitian.....	35

3. Analisa Data Penelitian	43
B. Pembahasan	49

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	59
B. Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar NAB BTX.....	15
Tabel 3.1 Definisi Operasional	25
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Benzene Sebelum & Sesudah Diberikan Treatment.....	35
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Toluene Sebelum & Sesudah Diberikan Treatment.....	35
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Xylene Sebelum & Sesudah Diberikan Treatment.....	36
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Benzene Sebelum & Sesudah Diberikan Treatment.....	38
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Toluene Sebelum & Sesudah Diberikan Treatment.....	38
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Xylene Sebelum & Sesudah Diberikan Treatment.....	39
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Benzene Sebelum & Sesudah Diberikan Treatment.....	40
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Toluene Sebelum & Sesudah Diberikan Treatment.....	41
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Xylene Sebelum & Sesudah Diberikan Treatment.....	41

Tabel 4.10 Hasil uji T konsentrasi Benzene sebelum dan sesudah diberikan treatment	43
Tabel 4.11 Hasil uji T konsentrasi Toluene sebelum dan sesudah diberikan treatment	43
Tabel 4.12 Hasil uji T konsentrasi Xylene sebelum dan sesudah diberikan treatment	44
Tabel 4.13 Hasil uji T konsentrasi Benzene sebelum dan sesudah diberikan treatment	45
Tabel 4.14 Hasil uji T konsentrasi Toluene sebelum dan sesudah diberikan treatment	45
Tabel 4.15 Hasil uji T konsentrasi Xylene sebelum dan sesudah diberikan treatment	46
Tabel 4.16 Hasil uji T konsentrasi Benzene sebelum dan sesudah diberikan treatment	47
Tabel 4.17 Hasil uji T konsentrasi Toluene sebelum dan sesudah diberikan treatment	47
Tabel 4.18 Hasil uji T konsentrasi Xylene sebelum dan sesudah diberikan treatment	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Teori.....	19
Gambar 3.1 Design Penelitian One Group Pretest-Posttest.....	20
Gambar 3.2 Kerangka Konsep	22
Gambar 3.3 Desain Penelitian	23
Gambar 4.1 Denah Lokasi Pengeboran rig Onshore	34
Gambar 4.2 Denah Area Kerja Shale Shaker rig	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Output Analisis SPSS T-Paired Test

Lampiran 2 Lembar Observasi

Lampiran 3 Dokumentasi Kegiatan Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

BTX merupakan singkatan dari *Benzene*, *Toluene* dan *Xylene* adalah senyawa *hydrocarbon aromatic* yang terdapat pada minyak bumi. BTX sendiri dalam kesehatan bersifat toksik dan karsinogenik yang dikenal berbahaya (B3) dan dicurigai memiliki dampak cukup dahsyat terhadap tanah, air dan ekosistem (Gussenhoven, 2000). Rothman pernah meneliti tentang BTX dan menyebutkan bahwa dapat terjadi penurunan parameter hematologi (total sel darah putih, sel darah merah, platelets dan hematocrit) selama pekerja terpajan oleh *Benzene*, *Toluene* dan *Xylene* (Rothman *et al.*, 1996)

Pajanan Benzene dan Toluene dapat menurunkan kadar *Leukocyte Telomere Length* (LTL). Paparan 50 ppm Toluene dapat meningkatkan induksi lipopolisakarida (*LPS-induced*) proliferasi sel secara signifikan (Fujimaki *et al.*, 2010). Paparan Toluene juga menyebabkan penurunan aktifitas enzim antioksidan secara signifikan dan meningkatkan peroksidasi lemak dan kerusakan protein baik secara *in vivo* maupun *in vitro* (Karabulut *et al.*, 2009)

Walaupun BTX sangat mudah ditemukan terutama di area-area pengeboran minyak dan gas, tetapi para perkerja masih banyak yang mengabaikannya dikarenakan alasan yang sudah terbiasa pada kondisi lingkungan kerja pengeboran, padahal BTX merupakan senyawa yang bersifat karsinogenik dan akan berdampak pada jangka panjang. Efek utama yang dapat ditimbulkan khususnya apabila menghirup *Benzene*, *Toluene* dan *Xylene* secara bersamaan adalah depresi pada system saraf pusat, dengan gejala

sakit kepala, pusing-pusing, mual dan muntah dalam efek akut serta dalam efek kronis dapat menyebabkan kanker, leukemia dan kematian (Industrial Hygiene Guideline Vico Indonesia, 2009).

Sebagai perusahaan penghasil minyak dan gas dari ratusan sumur yang memproduksi di areal Badak, Nilam, Semburah dan Mutiara di Kalimantan Timur, lokasi kerja VICO Indonesia memiliki kemungkinan untuk terpapar oleh gas yang mudah menguap seperti *Benzene*, *Toluene* & *Xylene*. Walaupun belum pernah ditemukannya kasus para pekerja yang terkena penyakit leukimia dan kanker karna terpapar BTX, tetapi efek-efek akut dari BTX sering kali dirasakan para perkerja terutama yang berkerja di area Rig pengeboran minyak dan gas (Report Monitoring BTX Vico Indonesia, 2012).

Berdasarkan pengukuran yang pernah dilakukan diarea kerja Vico tahun 2012 pada 17 lokasi kerja yang di dalamnya teridentifikasi terdapat sumber bahaya BTX yang berpotensi memajan para pekerja. Lokasi pemantauan tersebut meliputi seluruh area operasi VICO Indonesia, 8 lokasi pemantauan di Badak, 3 lokasi di Nilam, 1 lokasi di Semburah dan 5 lokasi di Mutiara. Dari hasil pemantauan 47 titik sumber BTX, Untuk konsentrasi *Benzene* terdapat 40 (85%) titik dengan konsentrasi diatas NAB dan hanya 7 (15%) titik yang dibawah NAB . Sedangkan pada pemantauan konsentrasi *Toluene* 22 (47%) titik dengan konsentrasi diatas NAB dan 25 (53%) titik memiliki konsentrasi di bawah NAB. Dan pada pemantauan konsentrasi *Xylene* pada sumber hanya 4 (8%) titik yang memiliki konsentrasi diatas NAB (Report Monitoring BTX Vico Indonesia, 2012).

Pada area lokasi pengeboran minyak dan gas Vico yang menggunakan Rig *on shore* (daratan) terdapat para perkerja sekitar 31 orang dengan posisi

perkerjaan yang berbeda, khususnya pada area kerja *shale shaker* dimana ada sekitar 8 pekerja yang beraktifitas di area tersebut dengan waktu shift kerja 12 jam, area *shale shaker* tersebut merupakan salah satu bagian dari rig yang berfungsi sebagai ayakan atau tempat pemisah antara lumpur dengan bebatuan yang terangkat dari dalam perut bumi hasil pengeboran yang dilakukan dimana lumpur-lumpur yang terangkat membawa senyawa hydrocarbon yang mengandung Benzene, Toluene dan Xylene (BTX).

Perhitungan menggunakan metode Analisa Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) dengan memperhitungkan estimasi risiko dari BTX khususnya benzene yang dapat diterima pekerja di area *Shale Shaker* dengan konsentrasi tertinggi yang didapat dari hasil pengukuran diwaktu sebelumnya sebesar 23.1 ppm. Dengan nilai default untuk menghitung asupan Benzene adalah frekuensi pajanan 350 hari/tahun, durasi pajanan dalam waktu untuk waktu *real time* 10 tahun, berat badan 55 kg, laju asupan konsumsi benzene diudara 20 M³ dan periode waktu rata-rata untuk zat karsinogen 70 tahun x 365 hari/tahun. Sehingga didapatkan hasil untuk asupan Benzene kepada perkerja sebesar 5.75×10^{-1} mg/kg/hari. Kemudian perhitungan *RQ* atau tingkat risiko 143.75 ($RQ > 1$) dan berdasarkan nilai *RQ* tersebut bisa disimpulkan bahwa risiko kesehatan dinyatakan ada dan perlu dilakukannya pengendalian serta efek toksisitas benzene mungkin dapat dirasakan dalam masa 10 tahun mendatang.

Vico Indonesia sendiri menggunakan standar BTX dengan NAB *Benzene* 0.5 ppm, *Toluene* 20 ppm dan *Xylene* 100 ppm. (*American Conference of Governmental Industrial Hygienist*, 2008).

Perlunya upaya pengontrolan bahaya terhadap BTX ini harus dilakukan agar para pekerja dapat berkerja dengan aman dan sehat untuk jangka panjang dalam berkerja. Upaya yang memungkinkan untuk dilakukan adalah dengan *Engineering Control* khususnya penggunaan *Blower* dan *Exhaust* dimana dengan menggunakan perangkat ini dapat menurunkan konsentrasi BTX yang ada hingga berada di bawah NAB yang telah ditetapkan sesuai standar yang digunakan.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penulis ingin melakukan penelitian tentang paparan kadar BTX di area *Shale Shaker* tersebut, dengan judul penelitian "**Pengaruh Upaya *Engineering Control* Terhadap Penurunan Paparan *Benzene, Toluene & Xylene* Di Area *Shale Shaker Rig* Pengeboran Minyak & Gas PT VICO Indonesia Tahun 2013**"

B. Rumusan Masalah

Apakah ada pengaruh antara upaya *Engineering Control* (penggunaan blower dan penggunaan exhaust) terhadap penurunan konsentrasi BTX di area *Shale Shaker Rig* PT VICO Indonesia tahun 2013?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Mengetahui apakah ada pengaruh antara upaya *Engineering Control* terhadap penurunan konsentrasi BTX di area *Shale Shaker Rig* PT VICO Indonesia tahun 2013

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui perbedaan sebelum dan sesudah penggunaan blower dengan arah angin konstan dan kecepatan angin bertekanan tinggi terhadap penurunan konsentrasi Benzene, Toluene & Xylene (BTX) di area *Shale Shaker*
- b. Untuk mengetahui perbedaan sebelum dan sesudah penggunaan exhaust dengan arah angin konstan dan kecepatan angin bertekanan tinggi terhadap penurunan konsentrasi Benzene, Toluene & Xylene (BTX) di area *Shale Shaker*
- c. Untuk mengetahui perbedaan sebelum dan sesudah penggunaan blower dan exhaust dengan arah angin konstan dan kecepatan angin bertekanan tinggi terhadap penurunan konsentrasi Benzene, Toluene & Xylene (BTX) di area *Shale Shaker*

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada beberapa pihak antara lain :

1. Bagi Instansi Terkait

Sebagai masukan atau bahan pertimbangan kepada pengelola program khususnya HSE Departemen dalam upaya *Engineering Control* untuk monitoring dan usaha minimalisasi kadar BTX pada area kerja.

2. Bagi pekerja

Sebagai sumbangan pemikiran dan bahan pertimbangan dalam upaya pencegahan dan pengurangan keterpaparan BTX di area kerja sehingga para pekerja lebih memperdulikan bahaya kesehatan akan BTX.

3. Bagi Mahasiswa

Menambah wawasan dan pengalaman bagi mahasiswa dalam menerapkan ilmu pengetahuan dan teori yang diperoleh dibangku perkuliahan.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup materi dalam penelitian ini dibatasi pada variabel pembahasan mengenai pengaruh arah angin, kecepatan angin, penggunaan Blower dan Exhaust dengan sebagai upaya *Engineering Control* terhadap usaha meminimalisasi konsentrasi BTX di area kerja *Shale Shaker Rig* PT VICO Indonesia Tahun 2013.

BAB II

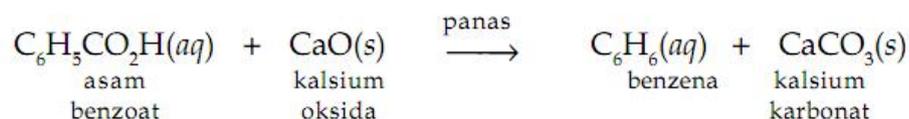
TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian BTX

BTX Yang merupakan singkatan dari Benzene, Toluene dan Xylene, adalah hidrokarbon aromatik yang mengandung satu atau tersubstitusi metil-cincin benzene dimana senyawa ini didalam industri pengeboran minyak dan gas selalu ikut terangkat bersama dengan lumpur yang mengandung minyak dari dalam bumi.

1. Benzene

Benzena ditemukan pada tahun 1825 oleh seorang ilmuwan Inggris Michael Faraday, yang mengisolasiannya dari gas minyak dan menamakannya bikarburet dari hidrogen. Pada tahun 1833, kimiawan Jerman Eilhard Mitscherlich menghasilkan benzena melalui distilasi asam benzoat (dari benzoin karet/gum benzoin) dan kapur. Mitscherlich memberinya nama benzin. Pada tahun 1845, kimiawan Inggris Charles Mansfield, yang sedang bekerja di bawah August Wilhelm von Hofmann, mengisolasi benzena dari tir (coal tar). Empat tahun kemudian, Mansfield memulai produksi benzena berskala besar pertama menggunakan metode tir tersebut..



Benzena, juga dikenal dengan rumus kimia C₆H₆, Ph-H, dan benzol, adalah senyawa kimia organik yang merupakan cairan tak berwarna, mudah terbakar dan mudah menguap serta mempunyai bau yang manis

(ambang batas bau 34 - 119 ppm). Benzena terdiri dari 6 atom karbon yang membentuk cincin, dengan 1 atom hidrogen berikatan pada setiap 1 atom karbon. Benzena merupakan salah satu jenis hidrokarbon aromatik siklik dengan ikatan pi yang tetap. Benzena adalah salah satu komponen dalam minyak bumi, dan merupakan salah satu bahan petrokimia yang paling dasar serta pelarut yang penting dalam dunia industri. Karena memiliki bilangan oktan yang tinggi, maka benzena juga salah satu campuran penting pada bensin. Benzena juga bahan dasar dalam produksi obat-obatan, plastik, bensin, karet buatan, dan pewarna. Selain itu, benzena adalah kandungan alami dalam minyak bumi, namun biasanya diperoleh dari senyawa lainnya yang terdapat dalam minyak bumi. Karena bersifat karsinogenik dan penyebab kanker, maka pemakaiannya selain bidang non-industri menjadi sangat terbatas.

Sifat fisik dan kimiawi Benzene :

- a. Rumus molekul : C₆H₆
- b. Berat massa molekul : 78,1
- c. Titik nyala api : -11,1°C
- d. Nilai api : 1,3 – 7,1 %
- e. Titik lebur : 5,5°C
- f. Titik didih : 80,1°C (760 mmHg)
- g. Berta jenis uap : 2,

2. Toluene

Toluena adalah cairan tidak berwarna dengan bau yang khas. Toluena terjadi secara alami dalam minyak mentah dan dapat dihasilkan

dalam proses pembuatan bensin dan bahan bakar lainnya dari minyak mentah.

Toluena juga dapat digunakan dalam pembuatan cat, thinner cat, cat kuku, perekat, karet dan dalam beberapa proses percetakan dan kulit. Toluene dapat tercium diudara pada konsentrasi 8 bagian toluena per juta bagian udara (ppm), dan rasa dalam air pada konsentrasi 0,04-1 ppm.

Sifat fisik dan kimiawi Toluene (WHO 1996 dan NIOSH 1995):

- a. Rumus molekul : $C_6H_5CH_3$
- b. Berat massa molekul : 92,14
- c. Kepadatan : 0,867 g/ml sampai 20°C
- d. Tekanan uap : 28,4 mmHg pada 25°C
- e. Log Kow : 2,69

3. Xylene

Xylene adalah hidrokarbon aromatik yang terdiri dari benzen yang berikatan dengan dua metil dan dapat diproduksi melalui reformasi katalitik naphta. Reformasi katalitik naphta menghasilkan campuran xylene yang terdiri dari paraxylene (p-xylene), ortoxylene (o-xylene), metaxylene (m-xylene), dan ethylbenzene.

Xylene juga terjadi secara alami dalam minyak bumi dan batubara dengan ciri tidak berwarna, mudah terbakar dengan bau yang manis. Kebanyakan orang mulai berbau xylene di udara pada 0,08-3,7 ppm dan mulai merasakannya dalam air pada 0,53-1,8 ppm.

Xylene sangat cepat menguap ke udara dari permukaan tanah dan air. Xylene tetap di udara selama beberapa hari sampai itu dipecah oleh sinar matahari menjadi bahan kimia yang kurang berbahaya lainnya.

Kebanyakan xilena dalam menguap air permukaan ke udara dalam waktu kurang dari satu hari. Sisanya secara perlahan dipecah menjadi bahan kimia lain.

Sifat fisik dan kimiawi Xylene ;

- a. Rumus molekul : C₆H₄ (CH₃)
- b. Berat massa molekul : 106,17
- c. Xylene mempunyai tiga isomer :
 - o-xylene, kepadatan 0,880 g/ml di 20°C dan titik uap 9,1 mmHg di 25°C
 - m-xylene, kepadatan 0,864 g/ml di 20°C dan titik uap 8,4 mmHg di 25°C
 - p-xylene, kepadatan 0,861 g/ml di 20°C dan titik uap 8,8 mmHg di 25°C

B. Bahaya BTX Terhadap Kesehatan

Setelah paparan BTX beberapa faktor menentukan apakah efek kesehatan yang merugikan akan terjadi, serta jenis dan keparahan efek kesehatan tersebut. Faktor-faktor ini termasuk jumlah BTX yang terkena dan lamanya waktu pemaparan.

Kebanyakan informasi mengenai pengaruh paparan jangka panjang untuk BTX adalah dari penelitian terhadap pekerja yang bekerja di industri yang membuat atau gunakan bensin/dalam industri pengeboran minyak dan gas. Para pekerja terkena tingkat BTX di udara jauh lebih besar dari tingkat biasanya ditemui oleh masyarakat umum. Ketersediaan alat pelindung diri seperti respirator, pekerja lebih sedikit memiliki gejala keracunan BTX.

Paparan singkat (5-10 menit) untuk tingkat yang sangat tinggi BTX di udara dapat mengakibatkan kematian. Dalam tingkat keterpaparan BTX yang

cukup rendah dapat menyebabkan kantuk, pusing, detak jantung yang cepat, sakit kepala, tremor, kebingungan, dan ketidaksadaran. Dalam kebanyakan kasus, orang akan berhenti merasa efek ini ketika mereka tidak lagi terbuka dan mulai menghirup udara segar.

Makan makanan atau minum cairan yang mengandung tingkat tinggi BTX dapat menyebabkan muntah, iritasi lambung, pusing, mengantuk, kejang, detak jantung yang cepat, koma, dan kematian. Efek kesehatan yang mungkin timbul dari makan makanan atau minum cairan yang mengandung tingkat rendah BTX tidak diketahui. Jika Anda menumpahkan benzena pada kulit Anda, dapat menyebabkan kemerahan dan luka. BTX di mata Anda dapat menyebabkan iritasi umum dan kerusakan kornea Anda. BTX menyebabkan masalah dalam darah. Orang yang menghirup BTX untuk waktu yang lama mungkin mengalami efek berbahaya dalam jaringan yang membentuk sel-sel darah, terutama sumsum tulang. Efek ini dapat mengganggu produksi darah normal dan menyebabkan penurunan komponen darah yang penting. Penurunan sel darah merah dapat menyebabkan anemia. Pengurangan komponen lain dalam darah dapat menyebabkan perdarahan yang berlebihan. Produksi darah dapat kembali normal setelah terpapar berhenti BTX. Paparan berlebihan terhadap benzena bisa berbahaya bagi sistem kekebalan tubuh, meningkatkan kesempatan untuk infeksi dan mungkin menurunkan pertahanan tubuh terhadap kanker. Eksposur jangka panjang untuk BTX dapat menyebabkan kanker organ pembentuk darah. Kondisi ini disebut *Leukemia*. Paparan BTX telah dikaitkan dengan pengembangan jenis tertentu dari leukemia disebut leukemia myeloid akut (AML). Departemen Kesehatan dan Layanan Kemanusiaan telah menetapkan bahwa BTX adalah karsinogen

(dapat menyebabkan kanker). Kedua Badan Internasional untuk Penelitian Kanker dan EPA telah menentukan bahwa BTX karsinogenik pada manusia.

Paparan BTX dapat membahayakan organ reproduksi. Beberapa pekerja perempuan yang terpapar BTX selama berbulan-bulan memiliki periode menstruasi yang tidak teratur. Ketika diperiksa, para perempuan menunjukkan penurunan ukuran indung telur mereka. Namun, tingkat eksposur yang tepat tidak diketahui, dan studi dari para wanita ini tidak membuktikan bahwa BTX menyebabkan efek ini.

C. Metabolisme BTX

BTX (Benzene, Toluene, Xylene) dapat memasuki tubuh melalui paru-paru, saluran pencernaan, dan di kulit. Ketika terkena BTX tingkat tinggi di udara, sekitar setengah dari BTX akan melewati selaput paru-paru dan memasuki aliran darah. Ketika terkena BTX dalam makanan atau minuman, sebagian besar BTX masuk melalui mulut melewati lapisan saluran pencernaan dan memasuki aliran darah. Sejumlah kecil BTX akan memasuki tubuh dengan melewati kulit dan masuk ke aliran darah selama kontak kulit dengan produk yang mengandung BTX. Setelah dalam aliran darah, BTX melalui seluruh tubuh dan dapat disimpan di sumsum tulang dan lemak. Selanjutnya BTX diubah menjadi produk yang disebut metabolit dalam hati dan sumsum tulang. Beberapa efek berbahaya dari paparan BTX disebabkan oleh metabolit. Sebagian besar metabolit BTX meninggalkan tubuh dalam urin dalam waktu 48 jam setelah paparan.

D. Analisa Kandungan BTX di udara

BTX yang tidak lain adalah senyawa hydrocarbon aromatic yang terdapat didalam minyak bumi sangat mudah sekali menguap ke udara bebas terutama dalam kegiatan industry pengeboran minyak dan gas.

Metode-metode yang digunakan untuk menganalisa kandungan BTX pun beragam mulai dari menggunakan alat gas detector hingga yang menggunakan pump dan selanjutnya hasilnya di periksa ke laboratorium.

1. Menggunakan alat gas detector

Alat gas detector sendiri terdapat banyak jenis, tetapi yang sering digunakan terutama pada industri migas adalah alat *MSA Sirius*. MSA Sirius sendiri merupakan alat multi gas detector yang dapat mendeteksi kandungan kadar benzene, toluene, xylene, CO₂ dan H₂S secara bersamaan pada satu tempat. MSA Sirius merupakan alat pengukuran yang bersifat portable tetapi memiliki tingkat akurasi yang cukup bagus sehingga alat ini sering digunakan dalam kegiatan monitoring serta pemantuan pada titik-titik sumber paparan BTX.

MSA Sirius dapat digunakan untuk mengukur kandungan BTX pada sumber langsung dan ambient (*breathing zone*) dengan kecepatan alir yang digunakan adalah 0,1 L/menit. Hasil data pengukuran dapat dilihat secara langsung melalui monitor. Alat ini secara otomatis akan merekam rata-rata kandungan BTX yang ada diudara yang tersedot melalui selang kecil yang terpasang pada alat. Alat ini dapat mendeteksi kandungan BTX hingga maksimal 100 ppm. Dan untuk penilaian NAB dapat dilihat dengan hasil data yang terekam pada monitor alat kemudian dibandingkan dengan standar NAB yang digunakan.

2. Menggunakan Pump dengan uji laboratorium

Pengukuran BTX juga dapat dilakukan dengan menggunakan alat berjenis Pump contohnya SKC Pump, alat ini dapat mengukur kandungan BTX pada sumber langsung, ambient dan personal. Untuk pengukuran ambient pada *breathing zone* dilakukan dengan metode sampling hydrocarbon aromatic yang ditetapkan dalam *Manual of Analytical Methods* dari NIOSH pada tahun 2003 (NIOSH 1501, 2003).

Sampel udara diambil dengan menggunakan alat SKC Pump yang telah dikalibrasi terlebih dahulu. Kecepatan alir yang digunakan adalah 0,1 L/menit selama 1 jam. Filter yang digunakan untuk menyerap kandungan BTX adalah *charcoal tube* SKC 226-01. Analisa BTX dilakukan dengan mendersorpsi filter menggunakan 1 mL karbon disulfida (CS_2) kemudian dianalisis menggunakan kromatografi gas (GC-FID) dengan gas He sebagai *carrier gas*. Analisa kandungan BTX yang menggunakan alat SKC Pump dapat dilakukan di Laboratorium yang memadai.

Keunggulan alat SKC Pump ini dibandingkan dengan alat MSA Sirius adalah tingkat akurasi yang lebih baik tetapi dengan biaya yang cukup mahal.

E. Standar BTX

Di Indonesia, Badan Standarisasi Nasional (BSN) dalam SNI 19-0232-2005 yang mengacu pada surat edaran Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 menetapkan nilai ambang batas udara tempat kerja adalah 32 mg/m^3 atau 10 ppm untuk Benzene, 188 mg/m^3 atau 50 ppm untuk Toluene dan 434 mg/m^3 atau 100 ppm untuk Xylene.

Sedangkan jumlah paparan yang diperbolehkan oleh NIOSH (National Institute for Occupational Health and Safety) untuk 8 jam kerja hanya sebesar 0.1 ppm untuk Benzene, 100 ppm untuk Toluene dan Xylene.

Untuk Standar yang dipergunakan berdasarkan American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) tahun 2010 adalah sebagai berikut:

	BENZENE	TOLUENE	XYLENE
TLV-TWA*	0.5 ppm	20 ppm	100 ppm
TLV-STEL**	2.5 ppm	-	150 ppm
NOTATIONS	1.Skin 2.A1 (Confirmed Human Carcinogen) 3.BE1	4.A4 (Not Classifiable as a Human Carcinogen) 5.BE1	6.A4 (Not Classifiable as a Human Carcinogen) 7.BE1
BASIC CRITICAL EFFECTS	<ul style="list-style-type: none"> Leukimia 	<ul style="list-style-type: none"> Gangguan visual 8. Gangguan reproduksi wanita 9. Keguguran 	<ul style="list-style-type: none"> 10. Iritasi sal. pernapasan atas & mata 11. Gangguan sistem saraf pusat

Tabel 2.1 Standar NAB BTX

Keterangan :

* TLV-TWA (Threshold Limit Values – Time Weighted Average) adalah batas konsentrasi pekerja atau kontraktor terpapar dalam waktu 8 jam kerja per hari atau 40 jam per minggu dan tidak melewati batas yang ditetapkan.

**TLV– STEL (Threshold Limit Values – Short Term Exposure Limit) adalah batas konsentrasi pekerja atau kontraktor terpapar dalam waktu maksimal 15 menit selama 1 hari bekerja dan tidak boleh melewati batas waktu tersebut.

F. Engineering Control terhadap paparan BTX

Dalam pengendalian risiko terdapat beberapa hal yang dapat dilakukan dengan langkah-langkah eliminasi, substitusi, engineering control, administrative control dan PPE. PT VICO Indonesia selaku perusahaan Migas memiliki departemen HSE dimana terdapat section Higiene Industri yang mengakomodir pengendalian risiko di tempat kerja.

Untuk beberapa situasi ada beberapa langkah yang tidak bisa digunakan sebagai solusi dalam hal pengendalian risiko termasuk dalam hal pengendalian paparan BTX di area pengeboran migas menggunakan perangkat Rig. Oleh karena itu langkah yang paling memungkinkan dalam pengendalian risiko bahaya dari paparan BTX adalah dengan menggunakan langkah engineering control.

Engineering control merupakan suatu upaya pengendalian secara teknis yang dengan memanfaatkan peralatan mesin untuk dapat meminimalkan paparan zat kimia yang ada seperti BTX. Dan untuk area pengeboran migas menggunakan perangkat Rig adalah dengan upaya engineering control berupa penggunaan blower dan exhaust

1. Blower

Blower adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu. Bila untuk keperluan khusus, blower kadang-kadang diberi nama lain misalnya untuk keperluan gas dari dalam oven kokas disebut dengan nama exhouter. Di industri-industri kimia alat ini biasanya

digunakan untuk mensirkulasikan gas-gas tertentu didalam tahap proses-proses secara kimiawi dikenal dengan nama booster atau circulator.

Blower sebenarnya mirip dengan Fan, tetapi yang membuatnya berbeda adalah blower memiliki daya dan kipas yang lebih besar sehingga untuk menyemburkan udara khususnya di area kerja yang lumayan besar seperti di area Rig pengeboran minyak dan gas, Blower harus selalu digunakan karena sebagai pendingin mesin, blower juga dapat mengalirkan angin dan udara secara bersamaan dalam skala yang besar dan terarah.

Blower memiliki beberapa jenis seperti tipe centrifugal dan konvensional. Untuk blower dengan spesifikasi tekanan angin berkekuatan tinggi bisa menggunakan blower centrifugal dan blower ini sangat cocok untuk digunakan di area outdoor yang membutuhkan aliran semburan udara bertekanan tinggi. Tetapi bukan berarti blower jenis konvensional tidak memiliki spesifikasi angin bertekanan tinggi karena ada beberapa blower berjenis konvensional yang memiliki kipas yang besar sehingga mampu menghasilkan tekanan angin yang tinggi. Untuk standar angin bertekanan tinggi yang digunakan adalah dengan spesifikasi memiliki high rpm 1000-2000

2. Exhaust

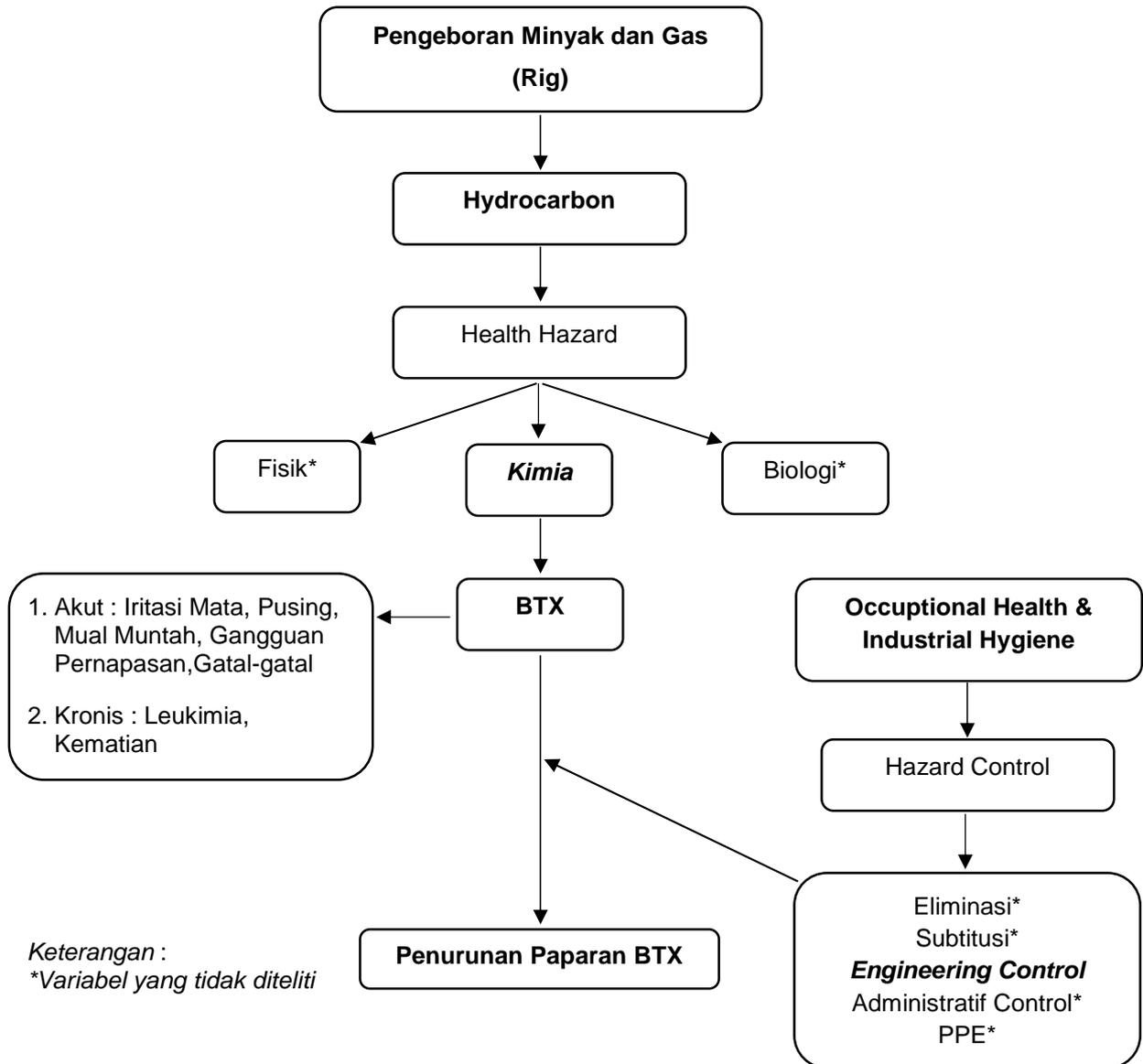
Exhaust juga mirip dengan fan dengan ukuran yang hampir sama, tetapi dari segi fungsi exhaust ialah fan yang dibuat untuk mengalirkan udara yang ada disekitar atau didalam ruangan keluar seperti sirkulasi udara.

Dalam industri Migas khususnya pengeboran, penggunaan exhaust sangat disarankan karena sebagai pendukung dari fungsi blower yang

mana blower merupakan sumber peniup udara, angin dan gas diarea kerja, kemudian exhaust berfungsi sebagai penarik udara, angin dan gas yang tertiup oleh blower untuk dibuang ke udara bebas sehingga para perkerja tidak terpapar oleh gas beracun yang ada diarea kerja tersebut.

Jenis exhaust yang cocok digunakan untuk lokasi rig pengeboran adalah exhaust yang berjenis keong karena memiliki daya hisap udara yang kuat dengan semburan angin yang kencang dengan spesifikasi high rpm 1000-2000.

G. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

BAB III

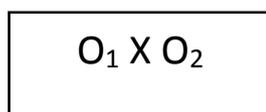
METODE PENELITIAN

A. Jenis Dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yaitu suatu penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel yang lain dalam kondisi yang terkontrol secara ketat (Tuckman, 1982 : 128-156).

Rancangan dalam penelitian eksperimen ini menggunakan *Pre-Eksperimental Design* dengan jenis *One-Group Pretest-Posttest Design*. Dikatakan *Pre-Eksperimental Design* karena desain ini belum merupakan eksperimen sungguhan. Dalam desain ini, masih terdapat variable luar yang ikut berpengaruh terhadap terbentuknya variable dependen. Sehingga hasil dari eksperimen yang merupakan variable dependen bukan semata-mata dipengaruhi oleh variable independen. Hal ini dapat terjadi karena tidak adanya variabel control dan sampel tidak dipilih secara random.

Di dalam *One-Group Pretest-Posttest Design* terdapat satu kelompok yang diberi Pretest sebelum diberikan perlakuan/treatment sehingga dapat diketahui lebih akurat. Pada penelitian ini peneliti membandingkan hasil nilai pretest dan posttest sehingga diperoleh pengaruh treatment.



Keterangan :

X = Treatment yang diberikan (Variabel Independen)

O₁ = Nilai pretest (sebelum diberi treatment)

O₂ = Nilai posttest (setelah diberi treatment)

Gambar 3.1 Design Penelitian One-Group Pretest-Posttest

B. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah perusahaan PT X yang bergerak dibidang pengeboran minyak dan gas, dimana PT X ini mempunyai sistem pengeboran Rig yang ada dilahan kosong. Area *Shale Shaker* adalah bagian dari Rig pengeboran yang merupakan tempat pertama keluarnya lumpur-lumpur minyak dari hasil pengeboran Rig yang membawa kandungan BTX.

C. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Rig pengeboran PT X Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kartanegara pada bulan Agustus 2013.

D. Sampel

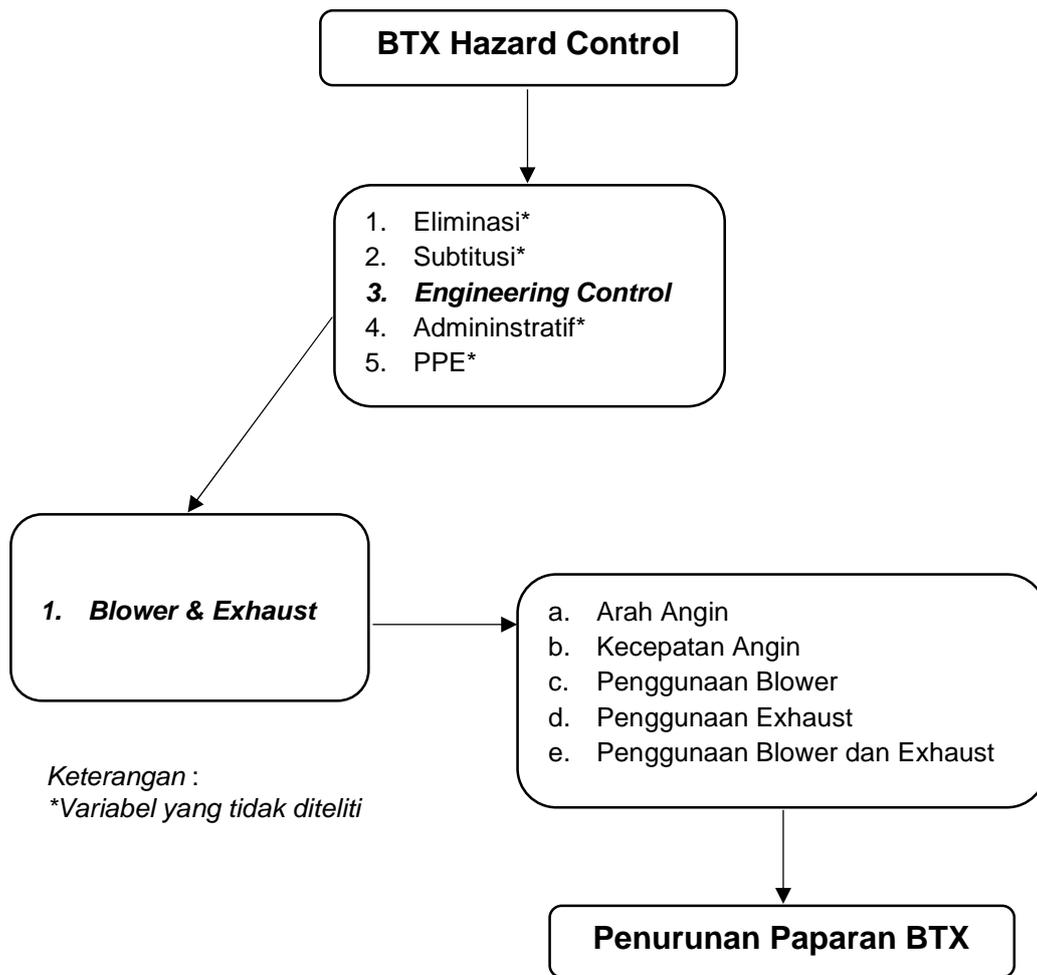
1. Jumlah Sampel

Jumlah sampel pada penelitian ini adalah 3 titik pengukuran di area kerja *Shale Shaker* yang sudah ditentukan karena merupakan area yang paling berpotensi terpapar BTX

2. Teknik Pengambilan Sampel

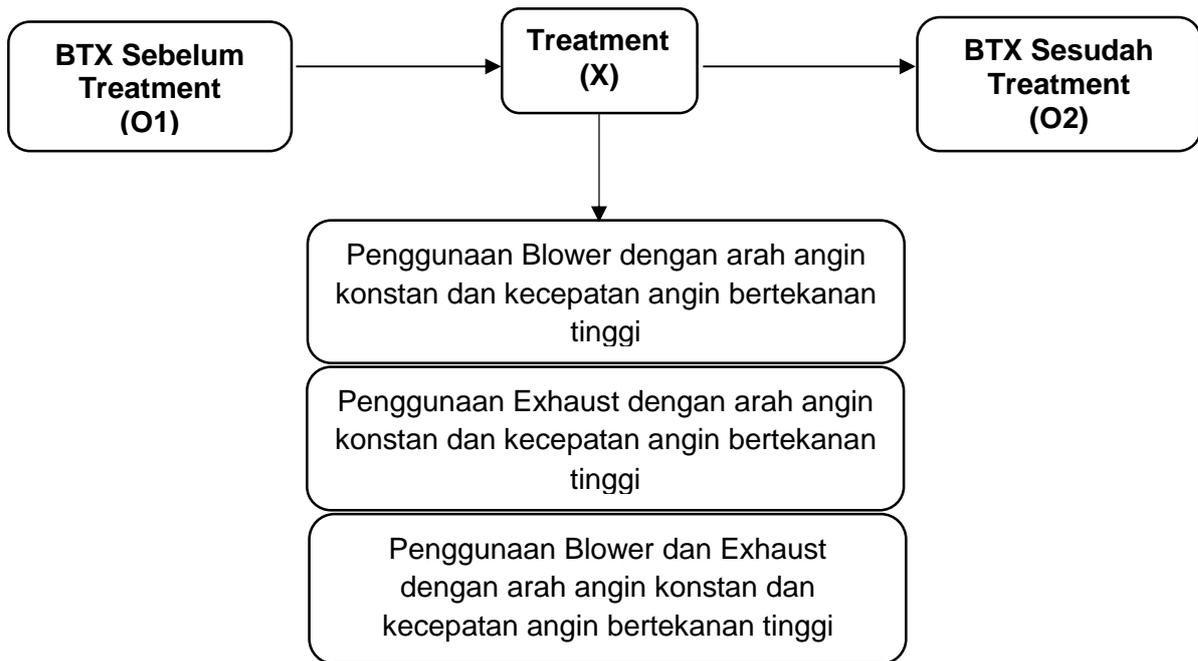
Dalam penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel *Non-Random* dimana titik pengambilan sampel sudah pasti dan ditentukan di area kerja *Shale Shaker*.

E. Kerangka Konsep



Gambar 3.2 Kerangka Konsep

F. Desain Penelitian



Keterangan : O1 : Nilai Pretest (sebelum diberi treatment)
 X : Treatment yang diberikan
 O2 : Nilai Posttest (setelah diberi treatment)

Gambar 3.3 Desain Penelitian

G. Hipotesis Penelitian

1. Ada perbedaan sebelum dan sesudah penggunaan blower dengan arah angin konstan dan kecepatan angin bertekanan tinggi terhadap penurunan konsentrasi Benzene, Toluene & Xylene (BTX)
2. Ada perbedaan sebelum dan sesudah penggunaan exhaust dengan arah angin konstan dan kecepatan angin bertekanan tinggi terhadap penurunan konsentrasi Benzene, Toluene & Xylene (BTX)

3. Ada perbedaan sebelum dan sesudah penggunaan blower exhaust dengan arah angin konstan dan kecepatan angin bertekanan tinggi terhadap penurunan konsentrasi Benzene, Toluene & Xylene (BTX)

H. Variable Penelitian

1. Variabel Bebas (*Independen*)

Variabel bebas adalah variabel berpengaruh atau yang menyebabkan berubahnya nilai dari variabel terikat. Sebagai variabel bebas dalam penelitian adalah arah angin, kecepatan angin, penggunaan blower, penggunaan exhaust dan penggunaan blower dan exhaust

2. Variabel Terikat (*Dependen*)

Variabel terikat adalah variabel yang diduga nilainya akan berubah karena adanya pengaruh dari variabel bebas. Sebagai variabel terikat dalam penelitian ini penurunan paparan BTX di area kerja *Shale Shaker* PT X Tahun 2013.

I. Definisi Operasional

Pada tabel 3.1 akan menjelaskan definisi operasional di tiap variabel penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 3.1 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Kriteria Objektif	Alat Ukur	Metode Pengukuran	Skala Data
Paparan BTX	Tingkat NAB BTX yang ada di area kerja <i>Shale Shaker</i> Rig yang keluar dari lumpur minyak hasil pengeboran	<ul style="list-style-type: none"> a. Benzene dengan NAB 0.5 ppm b. Toluene dengan NAB 20 ppm c. Xylene dengan NAB 100 ppm 	MSA Sirius	Menggunakan alat MSA Sirius dengan metode pengukuran ambient pada area <i>Breathing Zone</i> di 3 titik yang telah ditentukan	Rasio
Arah angin	Posisi hembusan angin dari blower dan angin bebas yang datang ke area <i>Shale Shaker</i> pada saat pengukuran dilaksanakan	<ul style="list-style-type: none"> a. Satu arah, jika arah angin datang searah dengan tembakan blower (dari selatan ke utara) b. Berlawanan arah, jika arah angin datang berlawanan dengan arah tembakan blower (dari selatan ke utara, barat ke timur atau timur ke barat) 	Lembar Observasi	Observasi dengan melihat arah <i>Windsock</i> yang terpasang	Nominal
Kecepatan Angin	Laju angin dari hembusan blower, hisapan exhaust dan angin bebas	Kecepatan angin yang di ukur dengan	Velocicalc Plus	Memasang Velocical Plus di depan semburan angin blower,	Rasio

	yang datang saat dilakukan pengukuran	skala m/s		hisapan exhaust dan area datangnya angin bebas pada saat pengukuran	
Penggunaan Blower bertekanan tinggi	Memasang blower di area kerja <i>Shale Shaker</i>	a. Benzene dengan NAB 0.5 ppm b. Toluene dengan NAB 20 ppm c. Xylene dengan NAB 100 ppm	MSA Sirius	Menggunakan alat MSA Sirius dengan metode pengukuran ambient pada area <i>Breathing Zone</i> di 3 titik yang telah ditentukan	Rasio
Penggunaan Exhaust bertekanan tinggi	Memasang exhaust di area kerja <i>Shale Shaker</i>	a. Benzene dengan NAB 0.5 ppm b. Toluene dengan NAB 20 ppm c. Xylene dengan NAB 100 ppm	MSA Sirius	Menggunakan alat MSA Sirius dengan metode pengukuran ambient pada area <i>Breathing Zone</i> di 3 titik yang telah ditentukan	Rasio
Penggunaan Blower dan Exhaust bertekanan tinggi	Memasang blower dan exhaust secara bersamaan di area kerja <i>Shale Shaker</i>	a. Benzene dengan NAB 0.5 ppm b. Toluene dengan NAB 20 ppm c. Xylene dengan NAB 100 ppm	MSA Sirius	Menggunakan alat MSA Sirius dengan metode pengukuran ambient pada area <i>Breathing Zone</i> di 3 titik	Rasio

				yang telah di tentukan	
--	--	--	--	---------------------------	--

J. Metode Pengumpulan Data

1. Jenis Data

Data yang dikumpulkan berupa data kuantitatif, yang diperoleh dari observasi menggunakan lembar observasi untuk arah angin dan kecepatan angin. Serta pengukuran langsung menggunakan alat MSA Sirius untuk mengetahui kadar BTX dan Velocicalc Plus untuk mengetahui kecepatan angin.

2. Sumber Data

a. Data Premier

Sumber data premier diperoleh dari hasil observasi terhadap objek observasi untuk arah angin dan kecepatan angin. Serta pengukuran langsung menggunakan alat MSA Sirius untuk mengetahui kadar BTX dan Velocicalc Plus untuk mengetahui kecepatan angin.

b. Data Sekunder

Data sekunder berupa hasil pengukuran BTX di seluruh area Rig di waktu/tahun sebelumnya.

K. Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh dari proses pengumpulan data, selanjutnya diteliti ulang dan diperiksa ketepatan atau kesesuaian jawaban serta kelengkapannya dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. *Editing*

Langkah ini dimaksudkan untuk melakukan kegiatan pengecekan terhadap kelengkapan data, kesinambungan data dan keseragaman data.

2. *Coding*

Melakukan pengkodean data untuk memudahkan dalam pengolahannya.

3. *Entry data*

Memasukkan data yang telah dilakukan *coding* ke dalam program *SPSS for Windows*.

4. *Tabulasi*

Mengelompokkan data ke dalam suatu data tertentu menurut sifat yang dimiliki sesuai dengan tujuan penelitian. Langkah-langkah dalam tabulasi antara lain:

- a. Memberi skor item yang perlu diberi skor.
- b. Memberi kode terhadap item-item yang tidak diberi skor.
- c. Mengubah jenis data sesuai dengan teknik analisis yang akan digunakan (Budiarto, 2001).

L. *Analisis Data*

Pemasukkan data dan analisis data dilakukan secara komputerisasi yaitu menggunakan perangkat lunak pengelola statistic jika data berdistribusi normal ($P > \quad$) menggunakan paired sample T-test, jika data tidak berdistribusi normal ($P < \quad$) menggunakan uji Non-Parametric Wilcoxon.

$$t = \frac{\quad}{SD / n}$$

Keterangan, : Rata-rata deviasi (selisih sampel sebelum dan sesudah sampel.

SD : Standar deviasi dari

N : Banyaknya sampel

M. Instrumen Penelitian

1. Alat Pengukuran

- a. MSA Sirius untuk mengukur kadar BTX pada area Breathing Zone
- b. Velocicalc Plus untuk mengukur kecepatan angin
- c. Lembar observasi

2. Persiapan

- a. Pengukuran di titik sampel BTX

Titik yang diukur berjumlah 3 titik yang berada di area kerja *Shale Shaker* Rig menggunakan alat MSA Sirius yang telah dikalibrasi pada zona pernapasan.

- b. Pengukuran kecepatan angin

Kecepatan angin akan diukur menggunakan alat *velocicalc plus* yang akan dipasang pada arah angin bebas yang datang kearah *Shale Shaker* dan didepan semburan angin dari blower.

- c. Observasi

Lembar observasi digunakan untuk mengamati kondisi dari keadaan blower dan exhaust serta mengamati arah angin yang datang pada saat pengukuran.

3. Prinsip Kerja

- a. Penggunaan MSA Sirius

1. Alat MSA Sirius sudah dikalibrasi terlebih dahulu dengan metode *Zero Calibration*
 2. Nyalakan terlebih dahulu alat MSA Sirius dengan menekan tombol On hingga alat menyala dan tunggu beberapa saat hingga layar monitor menunjukkan informasi tentang Low (50 ppm) - High (100 ppm) Alarm untuk BTX.
 3. Pilih menu tampilan Benzene untuk mulai mengukur kadar Benzene kemudian tekan tombol "Accept" untuk mulai merekam. Untuk toluene dan Xylene juga sama seperti cara mengukur Benzene.
 4. Saat mengukur tunggu hingga muncul kadar Benzene, Toluene dan Xylene terdeteksi dilayar monitor dan kadar paparan BTX yang diambil adalah kadar BTX yang frekuensinya sering muncul dengan menekan tombol "Page"
 5. Setelah data paparan BTX didapatkan kemudian dicatat pada lembar record yang telah disiapkan untuk masing-masing titik yang telah ditentukan untuk diukur.
- b. Penggunaan Velocicalc Plus
1. Hidupkan alat dengan menekan saklar daya yang terletak pada sisi kiri alat
 2. Setelah alat menyala angkat sensor ke atas untuk dapat mengukur kecepatan angin
 3. Alat akan otomatis menampilkan kecepatan angin, tunggu minimal 30 detik untuk memungkinkan alat merekam rata-rata kecepatan angin yang datang

4. Catat kecepatan angin yang telah direkam oleh alat pada lembar yang telah disiapkan
- c. Observasi keadaan blower exhaust, arah angin dan kecepatan angin
1. Siapkan lembar observasi yang telah dibuat
 2. Perhatikan point-point yang ada dalam lembar observasi kemudian amati kondisi Blower Exhaust, arah angin dan kecepatan angin sesuai dengan point lembar observasi yang sudah dibuat.

4. Proses Pengukuran

- a. Tanpa menggunakan Blower dan Exhaust
1. Observasi arah angin dan kecepatan angin telah dilakukan
 2. Selanjutnya Pengukuran 3 titik area kerja Shale Shaker menggunakan alat MSA Sirius hingga kadar BTX di masing-masing titik didapatkan.
 3. Hasil data untuk kondisi paparan BTX sebelum mendapatkan treatment telah didapatkan dengan standar NAB Benzene 0.5 ppm, Toluene 20 ppm dan Xylene 100 ppm.
- b. Penggunaan Blower
1. Observasi arah angin dan kecepatan angin telah dilakukan
 2. Selanjutnya Pengukuran 3 titik area kerja *Shale Shaker* menggunakan alat MSA Sirius hingga kadar BTX di masing-masing titik didapatkan.
 3. Saat Blower menyala diukur juga kecepatan angin hasil dari semburan Blower tersebut
 4. Hasil data dibandingkan dengan paparan BTX sebelum penggunaan blower kemudian di analisa apakah terjadi penurunan atau tidak
- c. Penggunaan Exhaust
1. Observasi arah angin dan kecepatan angin telah dilakukan

2. Selanjutnya Pengukuran 3 titik area kerja *Shale Shaker* menggunakan alat MSA Sirius hingga kadar BTX di masing-masing titik didapatkan.
 3. Hasil data dibandingkan dengan paparan BTX sebelum penggunaan exhaust kemudian di analisa apakah terjadi penurunan atau tidak
- d. Penggunaan Blower dan Exhaust
1. Observasi arah angin dan kecepatan angin telah dilakukan
 2. Selanjutnya Pengukuran 3 titik area kerja *Shale Shaker* menggunakan alat MSA Sirius hingga kadar BTX di masing-masing titik didapatkan.
 3. Saat Blower menyala diukur juga kecepatan angin hasil dari semburan Blower tersebut
 4. Hasil data dibandingkan dengan paparan BTX sebelum penggunaan blower dan exhaust kemudian di analisa apakah terjadi penurunan atau tidak

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

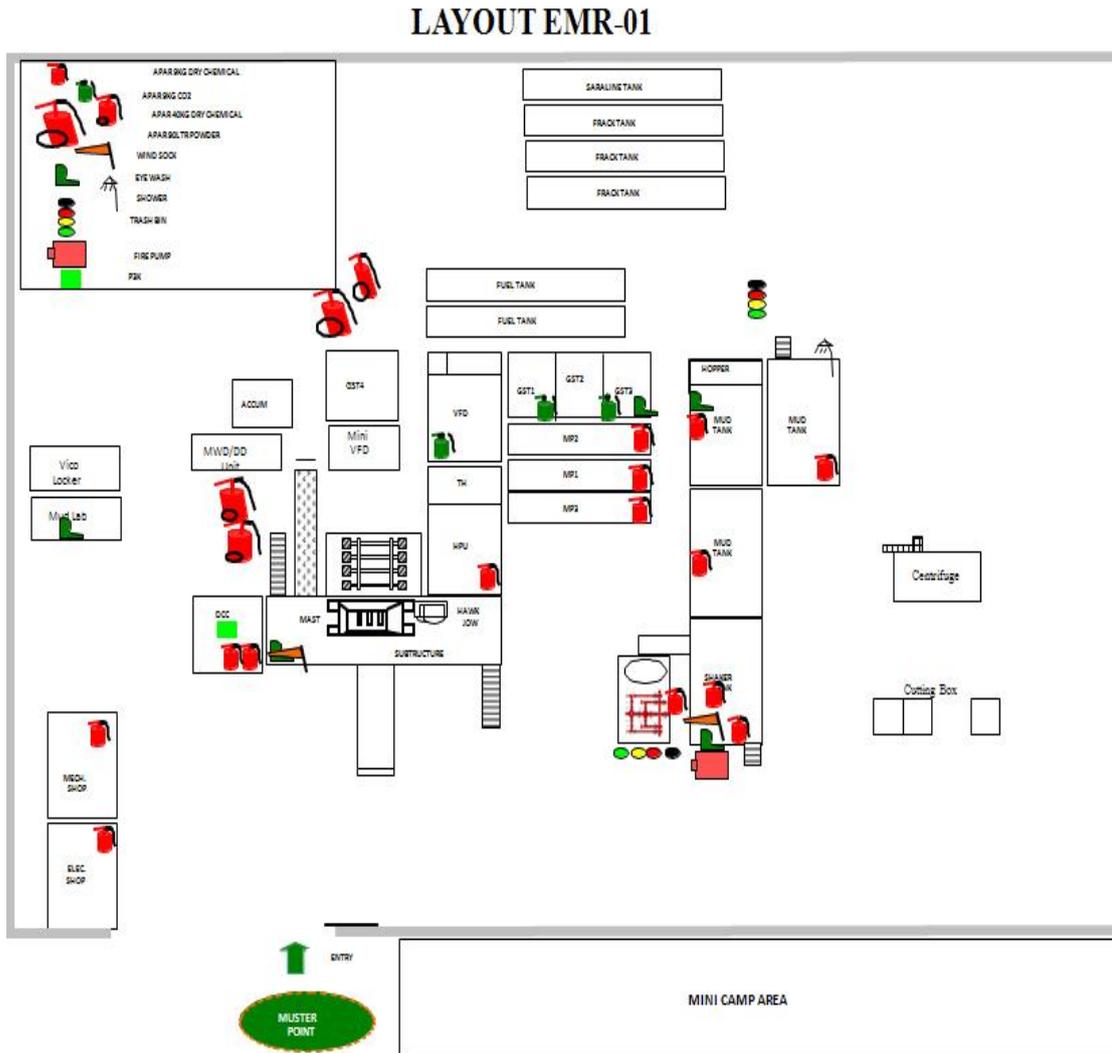
VICO Indonesia merupakan salah satu perusahaan *Contractor Production Sharing* minyak dan gas bumi yang berada di bawah naungan BP Migas. Perusahaan ini berdiri pada tahun 1972 dan bermarkas besar di Jakarta. VICO Indonesia mempunyai lebih dari 1300 pekerja dan telah membuat 470 sumur lebih dan menemukan cadangan gas dengan jumlah total 14 trilyun kaki kubik, serta 457 juta lebih barel minyak. Visi dan Misi Perusahaan.

Jumlah pekerja VICO Indonesia sebanyak 3980 orang terdiri dari karyawan tetap 797 orang dan tidak tetap 3204 orang pada bulan Agustus 2009. Pekerja tetap kebanyakan bekerja sebagai penyelia sedangkan pekerja tidak tetap bekerja sebagai operator. Operator disini langsung berhadapan dengan hazard dari hazard ringan sampai hazard berat.

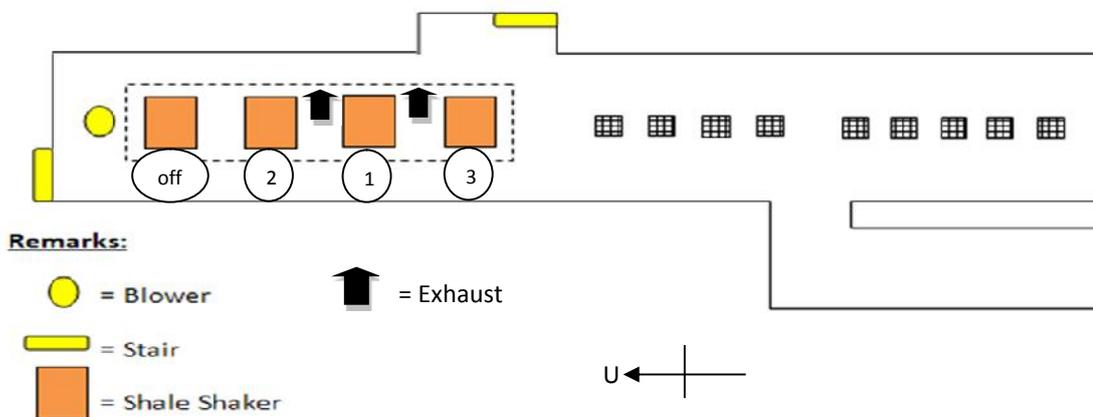
Lokasi penelitian berada di area rig *Onshore* (pengeboran daratan) pengeboran minyak & gas yang dilakukan oleh kontraktor VICO Indonesia. Terdapat 38 pekerja yang berada dilokasi pengeboran dan sekitar 8 pekerja yang beraktifitas di area *Shale Shaker* dengan waktu shift kerja 12 jam.

Area pengukuran berada pada area kerja *Shale Shaker* Rig dimana area ini merupakan tempat keluarnya lumpur hasil pengeboran yang membawa kandungan BTX. Terdapat 3 titik untuk pengukuran kandungan BTX diarea *Shale Shaker*.

Gambar 4.1 Denah lokasi pengeboran rig *Onshore*



Gambar 4.2 Denah Area Kerja *Shale Shaker Rig*



2. Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan pada tanggal 15 Agustus 2013 berlokasi di rig *onshore* pengeboran migas VICO Indonesia. Menggunakan tiga treatment yang berbeda untuk menurunkan konsentrasi BTX, berikut hasil pengukuran yang dilakukan di tiga titik area *Shale Shaker Rig*:

a. Hasil pengukuran *Benzene, Toluene & Xylene* sebelum dan sesudah di berikan treatment (penggunaan blower).

Berikut hasil pengukuran BTX di 3 titik area kerja *Shale Shaker* dapat dilihat pada tabel-tabel berikut:

Tabel 4.1 Hasil pengukuran *Benzene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower)

Titik	Benzene		Degradasi	Persentase (%)
	Sebelum	Sesudah		
1	62.4 ppm	20.8 ppm	41.6 ppm	66%
2	54.8 ppm	25.4 ppm	29.4 ppm	53%
3	49.9 ppm	22.4 ppm	27.5 ppm	55%

Standar ACGIH 2010 untuk *benzene* 0.5 ppm, *toluene* 20 ppm & *xylene* 100 ppm
Standar Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 untuk *benzene* 10 ppm,
toluene 50 ppm & *xylene* 100 ppm

Sumber : Data Primer

Tabel 4.2 Hasil pengukuran *Toluene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower)

Titik	Toluene		Degradasi	Persentase (%)
	Sebelum	Sesudah		
1	59.3 ppm	18.3 ppm	41.0 ppm	69%
2	44.1 ppm	20.1 ppm	24.0 ppm	54%
3	55.7 ppm	24.5 ppm	31.2 ppm	56%

Standar ACGIH 2010 untuk *benzene* 0.5 ppm, *toluene* 20 ppm & *xylene* 100 ppm
Standar Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 untuk *benzene* 10 ppm,
toluene 50 ppm & *xylene* 100 ppm

Sumber : Data Primer

Tabel 4.3 Hasil pengukuran *Xylene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower)

Titik	Xylene		Degradasi	Persentase (%)
	Sebelum	Sesudah		
1	31.6 ppm	20.1 ppm	11.5 ppm	37%
2	39.1 ppm	19.2 ppm	19.9 ppm	51%
3	29.7 ppm	14.4 ppm	15.3 ppm	51%

Standar ACGIH 2010 untuk *benzene* 0.5 ppm, *toluene* 20 ppm & *xylene* 100 ppm
 Standar Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 untuk *benzene* 10 ppm,
toluene 50 ppm & *xylene* 100 ppm

Sumber : Data Primer

Dari data tabel-tabel diatas hasil pengukuran menggunakan alat MSA Sirius di 3 titik *Shale Shaker* terhadap konsentrasi *Benzene*, *Toluene* & *Xylene* sebelum dilakukan treatment masih sangat tinggi dimana titik tertinggi untuk *Benzene* terdapat di titik 1 dengan konsentrasi 62.4 ppm, titik tertinggi untuk *Toluene* juga terdapat di titik 1 dengan konsentrasi 59.3 ppm dan titik tertinggi untuk *Xylene* terdapat di titik 2 dengan konsentrasi 39.1 ppm. Kandungan *Benzene* & *Toluene* masih melebihi standar menurut ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) tahun 2010 dimana untuk *Benzene* 0.5 ppm, *Toluene* 20 ppm serta standar menurut Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 dimana untuk *Benzene* 10 ppm dan *Toluene* 50 ppm.

Kecepatan angin bebas yang diukur menggunakan alat *Velocical Plus* pada saat pengukuran BTX sebelum dilakukannya treatment adalah 2.3 m/s dengan arah angin berhembus dari timur ke barat dan temperature di sekitar area pengukuran berkisar 30°C.

Pada saat dilakukan treatment dengan menggunakan blower yang memiliki spesifikasi 1437 *RPM High* dengan diameter 48 inch, untuk menyemburkan angin langsung ke arah *Shale Shaker* yang menjadi area titik pengukuran dengan kecepatan semburan angin dari blower yang digunakan 7.8 m/s dengan jangkauan kecepatan angin di titik akhir pengukuran (titik 3) 4.4 m/s dengan arah semburan angin dari utara ke selatan menghadap 3 titik *Shale Shaker*. Untuk kecepatan angin bebas yang datang pada saat pengukuran setelah treatment adalah 2.9 m/s dengan arah angin dari timur ke barat.

Hasil yang didapatkan saat diberikan treatment terjadi penurunan konsentrasi BTX yang cukup signifikan di hampir semua titik terjadi penurunan konsentrasi hingga 50%. Penurunan konsentrasi terbesar untuk *Benzene* berada di titik 1 mencapai 66%, *Toluene* juga berada di titik 1 mencapai 69% dan *Xylene* pada titik 2 dan 3 dengan penurunan mencapai 51%.

Melihat hasil yang didapatkan jika dibandingkan dengan standar BTX yang ditetapkan ACGIH 2010 maka konsentrasi *Benzene* walau sudah turun tetapi masih di atas dari NAB yang ditetapkan yaitu 0.5 ppm untuk *Benzene* dan *Toluene* hanya titik 1 yang berada di bawah NAB 20 ppm, sedangkan untuk *Xylene* sudah berada di bawah NAB 100 ppm. Jika dibandingkan dengan standar yang ditetapkan Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 hanya *Benzene* yang masih di atas NAB yaitu 10 ppm, sedangkan untuk *Toluene* dan *Xylene* semua titik sudah berada di bawah yaitu 50 ppm untuk *Toluene* dan NAB 100 ppm untuk *Xylene*.

b. Hasil pengukuran *Benzene, Toluene & Xylene* sebelum dan sesudah di berikan treatment (penggunaan exhaust)

Berikut hasil pengukuran BTX di 3 titik area kerja *Shale Shaker* sebelum dan sesudah diberikan treatment dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini:

Tabel 4.4 Hasil pengukuran *Benzene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan exhaust)

Titik	Benzene		Degradasi	Persentase (%)
	Sebelum	Sesudah		
1	62.4 ppm	22.1 ppm	40.3 ppm	64%
2	54.8 ppm	23.1 ppm	31.7 ppm	57%
3	49.9 ppm	20.9 ppm	29.0 ppm	58%

Standar ACGIH 2010 untuk *benzene* 0.5 ppm, *toluene* 20 ppm & *xylene* 100 ppm
Standar Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 untuk *benzene* 10 ppm, *toluene* 50 ppm & *xylene* 100 ppm

Sumber : Data Primer

Tabel 4.5 Hasil pengukuran *Toluene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan exhaust)

Titik	Toluene		Degradasi	Persentase (%)
	Sebelum	Sesudah		
1	59.3 ppm	20.8 ppm	38.5 ppm	65%
2	44.1 ppm	21.1 ppm	23.0 ppm	52%
3	55.7 ppm	22.4 ppm	33.3 ppm	59%

Standar ACGIH 2010 untuk *benzene* 0.5 ppm, *toluene* 20 ppm & *xylene* 100 ppm
Standar Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 untuk *benzene* 10 ppm, *toluene* 50 ppm & *xylene* 100 ppm

Sumber : Data Primer

Tabel 4.6 Hasil pengukuran *Xylene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan exhaust)

Titik	Xylene		Degradasi	Persentase (%)
	Sebelum	Sesudah		
1	31.6 ppm	14.3 ppm	17.3 ppm	55%
2	39.1 ppm	19.2 ppm	19.9 ppm	50%
3	29.7 ppm	11.1 ppm	18.6 ppm	62%

Standar ACGIH 2010 untuk *benzene* 0.5 ppm, *toluene* 20 ppm & *xylene* 100 ppm
 Standar Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 untuk *benzene* 10 ppm,
toluene 50 ppm & *xylene* 100 ppm

Sumber : Data Primer

Pada saat dilakukan treatment dengan menggunakan 2 exhaust yang terletak diatas atap area *Shale Shaker* dengan spesifikasi keduanya sama yaitu 1725 RPM, 230/460 Volt dan diameter fan 24 inch, untuk menghisap konsentrasi BTX yang keluar dari masing-masing titik dengan kecepatan hisapan angin dari exhaust yang digunakan untuk exhaust pertama adalah 5.2 m/s dan exhaust kedua adalah 5.4 m/s dengan jarak dari atas tempat exhaust dipasang dengan *Shale Shaker* yang ada dibawah berjarak sekitar 2 meter. Untuk kecepatan angin bebas yang datang pada saat pengukuran saat diberikan treatment adalah 2.3 m/s dengan arah angin dari timur ke barat serta temperatur udara 30°C.

Hasil yang didapat untuk penurunan tertinggi konsentrasi *Benzene* terjadi pada titik 1 dari kondisi sebelum treatment 62.4 ppm menjadi 22.1 ppm dengan persentase penurunan 64% setelah diberikan treatment. Untuk penurunan konsentrasi tertinggi *Toluene* juga terjadi di titik 1 dari 59.3 ppm sebelum treatment menjadi 20.8 ppm dengan persentase penurunan 65% setelah diberikan treatment. Dan untuk penurunan tertinggi konsentrasi *Xylene* terjadi pada di titik 3 dari 29.7 ppm sebelum

treatment menjadi 11.1 ppm dengan persentase penurunan 62% setelah diberikan treatment.

Melihat hasil yang didapatkan jika dibandingkan dengan standar BTX yang ditetapkan ACGIH 2010 maka konsentrasi *Benzene* dan *Toluene* walau sudah turun tetapi masih diatas dari NAB yang ditetapkan yaitu 0.5 ppm untuk *Benzene* dan *Toluene* 20 ppm, sedangkan untuk *Xylene* sudah berada NAB 100 ppm. Jika dibandingkan dengan standar yang ditetapkan Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 hanya *Benzene* yang masih diatas NAB yaitu 10 ppm, sedangkan untuk *Toluene* dan *Xylene* semua titik sudah berada dibawah NAB yang ditetapkan yaitu 50 ppm untuk *Toluene* dan 100 ppm untuk *Xylene*.

c. Hasil pengukuran *Benzene*, *Toluene* & *Xylene* sebelum dan sesudah di berikan treatment (penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan)

Berikut hasil pengukuran BTX di 3 titik area kerja *Shale Shaker* sebelum dan sesudah diberikan treatment dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini:

Tabel 4.7 Hasil pengukuran *Benzene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan)

Titik	Benzene		Degradasi	Persentase (%)
	Sebelum	Sesudah		
1	62.4 ppm	18.5 ppm	43.9	70%
2	54.8 ppm	20.1 ppm	34.7	63%
3	49.9 ppm	12.8 ppm	37.1	74%

Standar ACGIH 2010 untuk *benzene* 0.5 ppm, *toluene* 20 ppm & *xylene* 100 ppm
Standar Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 untuk *benzene* 10 ppm,
toluene 50 ppm & *xylene* 100 ppm

Sumber : Data Primer

Tabel 4.8 Hasil pengukuran *Toluene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan)

Titik	Toluene		Degradasi	Persentase (%)
	Sebelum	Sesudah		
1	59.3 ppm	11.3 ppm	48.0 ppm	80%
2	44.1 ppm	14.3 ppm	29.8 ppm	67%
3	55.7 ppm	9.4 ppm	46.3 ppm	83%

Standar ACGIH 2010 untuk *benzene* 0.5 ppm, *toluene* 20 ppm & *xylene* 100 ppm
Standar Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 untuk *benzene* 10 ppm,
toluene 50 ppm & *xylene* 100 ppm

Sumber : Data Primer

Tabel 4.9 Hasil pengukuran *Xylene* sebelum dan sesudah diberikan treatment penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan)

Titik	Xylene		Degradasi	Persentase (%)
	Sebelum	Sesudah		
1	31.6 ppm	12.3 ppm	19.3 ppm	61%
2	39.1 ppm	10.1 ppm	29.0 ppm	74%
3	29.7 ppm	8.7 ppm	21.0 ppm	71%

Standar ACGIH 2010 untuk *benzene* 0.5 ppm, *toluene* 20 ppm & *xylene* 100 ppm
Standar Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 untuk *benzene* 10 ppm,
toluene 50 ppm & *xylene* 100 ppm

Sumber : Data Primer

Pada saat dilakukan treatment dengan menggunakan blower dan exhaust secara bersamaan, hanya 1 exhaust yang dapat menyala yaitu exhaust kedua dikarenakan tidak cukupnya daya listrik yang ada dilokasi Rig. Kecepatan hisapan angin dari exhaust yang digunakan untuk exhaust kedua adalah 5.4 m/s dengan jarak dari atas tempat exhaust dipasang dengan Shale Shaker yang ada dibawah berjarak sekitar 2 meter dan untuk kecepatan semburan angin blower 7.8 m/s dengan jangkauan kecepatan angin di titik akhir (titik 3) 4.4 m/s. Untuk kecepatan

angin bebas yang datang pada saat pengukuran menggunakan treatment adalah 2.0 m/s dengan arah angin dari timur ke barat dan temperatur udara saat pengukuran 30°C.

Hasil pengukuran pada waktu menggunakan blower dan exhaust secara bersamaan didapatkan hasil masing-masing titik untuk penurunan tertinggi konsentrasi *Benzene* terdapat pada titik 3 dari konsentrasi sebelum diberikan treatment 49.9 ppm menjadi 12.8 ppm dengan persentase penurunan 74% setelah diberikan treatment. Penurunan tertinggi konsentrasi *Toluene* juga terjadi di titik 3 dari konsentrasi sebelum diberikan treatment 55.7 ppm menjadi 9.4 ppm dengan persentase 84% setelah diberikan treatment, dan untuk penurunan tertinggi konsentrasi *Xylene* terjadi di titik 2 dari konsentrasi sebelum treatment 39.1 ppm menjadi 10.1 ppm dengan persentase 74% setelah diberikannya treatment.

Melihat hasil yang didapatkan jika dibandingkan dengan standar BTX yang ditetapkan ACGIH 2010 maka konsentrasi *Benzene* walau sudah turun tetapi masih diatas dari NAB yang ditetapkan yaitu 0.5 ppm untuk *Benzene*. Sedangkan untuk *Toluene* semua sudah mengalami penurunan dibawah NAB 20 ppm. Untuk *Xylene* semua titik juga sudah berada NAB 100 ppm. Jika dibandingkan dengan standar yang ditetapkan Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997 hanya *Benzene* yang masih diatas NAB yaitu 10 ppm, sedangkan untuk *Toluene* dan *Xylene* semua titik sudah berada dibawah NAB yang ditetapkan yaitu 50 ppm untuk *Toluene* dan 100 ppm untuk *Xylene*.

3. Analisa Data Penelitian

a. Pengaruh penurunan konsentrasi *Benzene*, *Toluene* & *Xylene* di area *Shale Shaker* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower)

Hasil pengukuran konsentrasi *Benzene* pada 3 titik di area kerja *Shale Shaker* yang telah diolah dengan komputerisasi dapat dilihat pada tabel – tabel berikut:

Tabel 4.10 Hasil uji T konsentrasi *Benzene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower)

Titik	Benzene		CI 95%		Sig.(2-tailed)
	Sebelum	Sesudah	Lower	Upper	
1	62.4 ppm	20.8 ppm	13.82633	51.8404	0.018
2	54.8 ppm	25.4 ppm			
3	49.9 ppm	22.4 ppm			

Sumber : Data Primer

Adapun hasil penelitian yang diolah dengan komputerisasi menggunakan perangkat lunak pengelola statistic dengan uji T-Paired test dengan taraf signifikansi 95% antara sebelum dan sesudah diberikan treatment menggunakan blower diperoleh hasil P-Value = 0.018 lebih kecil dari $\alpha = 0.05$. Jadi ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan blower terhadap penurunan konsentrasi *Benzene*.

Tabel 4.11 Hasil uji T konsentrasi *Toluene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower)

Titik	Toluene		CI 95%		Sig.(2-tailed)
	Sebelum	Sesudah	Lower	Upper	
1	59.3 ppm	18.3 ppm	10.8693	53.2640	0.023
2	44.1 ppm	20.1 ppm			
3	55.7 ppm	24.5 ppm			

Sumber : Data Primer

Adapun hasil penelitian yang diolah dengan komputerisasi menggunakan perangkat lunak pengelola statistic dengan uji T-Paired test dengan taraf signifikansi 95% antara sebelum dan sesudah diberikan treatment menggunakan blower diperoleh hasil P-Value = 0.023 lebih kecil dari $= 0.05$. Jadi ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan blower terhadap penurunan konsentrasi *Toluene* di 3 titik area kerja *Shale Shaker*.

Tabel 4.12 Hasil uji T konsentrasi *Xylene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower)

Titik	Xylene		CI 95%		Sig.(2-tailed)
	Sebelum	Sesudah	Lower	Upper	
1	31.6 ppm	20.1 ppm	5.1175	26.0158	0.023
2	39.1 ppm	19.2 ppm			
3	29.7 ppm	14.4 ppm			

Sumber : Data Primer

Adapun hasil penelitian yang diolah dengan komputerisasi menggunakan perangkat lunak pengelola statistic dengan uji T-Paired test dengan taraf signifikansi 95% antara sebelum dan sesudah diberikan treatment menggunakan blower diperoleh hasil P-Value = 0.023 lebih kecil dari $= 0.05$. Jadi ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan blower terhadap penurunan konsentrasi *Xylene* di 3 titik area kerja *Shale Shaker*.

- b. Pengaruh penurunan konsentrasi *Benzene*, *Toluene* & *Xylene* di area *Shale Shaker* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan exhaust)**

Hasil pengukuran konsentrasi *Benzene* pada 3 titik di area kerja *Shale Shaker* yang telah diolah dengan komputerisasi dapat dilihat pada tabel – tabel berikut:

Tabel 4.13 Hasil uji T konsentrasi *Benzene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan exhaust)

Titik	Benzene		CI 95%		Sig.(2-tailed)
	Sebelum	Sesudah	Lower	Upper	
1	62.4 ppm	22.1 ppm	19.0074	48.3259	0.010
2	54.8 ppm	23.1 ppm			
3	49.9 ppm	20.9 ppm			

Sumber : Data Primer

Adapun hasil penelitian yang diolah dengan komputerisasi menggunakan perangkat lunak pengelola statistic dengan uji T-Paired test dengan taraf signifikansi 95% antara sebelum dan sesudah diberikan treatment menggunakan exhaust diperoleh hasil P-Value = 0.010 lebih kecil dari $\alpha = 0.05$. Jadi ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan exhaust terhadap penurunan konsentrasi *Benzene* di 3 titik area kerja *Shale Shaker*.

Tabel 4.14 Hasil uji T konsentrasi *Toluene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan exhaust)

Titik	Toluene		CI 95%		Sig.(2-tailed)
	Sebelum	Sesudah	Lower	Upper	
1	59.3 ppm	20.8 ppm	12.0036	51.1964	0.020
2	44.1 ppm	21.1 ppm			
3	55.7 ppm	22.4 ppm			

Sumber : Data Primer

Adapun hasil penelitian yang diolah dengan komputerisasi menggunakan perangkat lunak pengelola statistic dengan uji T-Paired

test dengan taraf signifikansi 95% antara sebelum dan sesudah diberikan treatment menggunakan exhaust diperoleh hasil P-Value = 0.020 lebih kecil dari $= 0.05$. Jadi ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan exhaust terhadap penurunan konsentrasi *Toluene* di 3 titik area kerja *Shale Shaker*.

Tabel 4.15 Hasil uji T konsentrasi *Xylene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan exhaust)

Titik	Xylene		CI 95%		Sig.(2-tailed)
	Sebelum	Sesudah	Lower	Upper	
1	31.6 ppm	14.3 ppm	15.3706	21.8294	0.002
2	39.1 ppm	19.2 ppm			
3	29.7 ppm	11.1 ppm			

Sumber : Data Primer

Adapun hasil penelitian yang diolah dengan komputerisasi menggunakan perangkat lunak pengelola statistic dengan uji T-Paired test dengan taraf signifikansi 95% antara sebelum dan sesudah diberikan treatment menggunakan exhaust diperoleh hasil P-Value = 0.002 lebih kecil dari $= 0.05$. Jadi ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan exhaust terhadap penurunan konsentrasi *Xylene* di 3 titik area kerja *Shale Shaker*.

c. Pengaruh penurunan konsentrasi *Benzene*, *Toluene* & *Xylene* di area *Shale Shaker* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan)

Hasil pengukuran konsentrasi *Benzene* pada 3 titik di area kerja *Shale Shaker* yang telah diolah dengan komputerisasi dapat dilihat pada tabel – tabel berikut:

Tabel 4.16 Hasil uji T konsentrasi *Benzene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan)

Titik	Benzene		CI 95%		Sig.(2-tailed)
	Sebelum	Sesudah	Lower	Upper	
1	62.4 ppm	18.5 ppm	26.7120	50.4213	0.005
2	54.8 ppm	20.1 ppm			
3	49.9 ppm	12.8 ppm			

Sumber : Data Primer

Adapun hasil penelitian yang diolah dengan komputerisasi menggunakan perangkat lunak pengelola statistic dengan uji T-Paired test dengan taraf signifikansi 95% antara sebelum dan sesudah diberikan treatment menggunakan blower dan exhaust secara bersamaan diperoleh hasil P-Value = 0.005 lebih kecil dari $\alpha = 0.05$. Jadi ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan terhadap penurunan konsentrasi *Benzene* di 3 titik area kerja *Shale Shaker*.

Tabel 4.17 Hasil uji T konsentrasi *Toluene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan)

Titik	Toluene		CI 95%		Sig.(2-tailed)
	Sebelum	Sesudah	Lower	Upper	
1	59.3 ppm	11.3 ppm	16.3936	66.3398	0.019
2	44.1 ppm	14.3 ppm			
3	55.7 ppm	9.4 ppm			

Sumber : Data Primer

Adapun hasil penelitian yang diolah dengan komputerisasi menggunakan perangkat lunak pengelola statistic dengan uji T-Paired test dengan taraf signifikansi 95% antara sebelum dan sesudah diberikan

treatment menggunakan blower dan exhaust secara bersamaan diperoleh hasil P-Value = 0.019 lebih kecil dari $\alpha = 0.05$. Jadi ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan terhadap penurunan konsentrasi *Toluene* di 3 titik area kerja *Shale Shaker*.

Tabel 4.18 Hasil uji T konsentrasi *Xylene* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan)

Titik	Xylene		CI 95%		Sig.(2-tailed)
	Sebelum	Sesudah	Lower	Upper	
1	31.6 ppm	12.3 ppm	10.2327	35.9673	0.016
2	39.1 ppm	10.1 ppm			
3	29.7 ppm	8.7 ppm			

Sumber : Data Primer

Adapun hasil penelitian yang diolah dengan komputerisasi menggunakan perangkat lunak pengelola statistic dengan uji T-Paired test dengan taraf signifikansi 95% antara sebelum dan sesudah diberikan treatment menggunakan blower dan exhaust secara bersamaan diperoleh hasil P-Value = 0.016 lebih kecil dari $\alpha = 0.05$. Jadi ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan terhadap penurunan konsentrasi *Xylene* di 3 titik area kerja *Shale Shaker*.

B. Pembahasan

1. Pengaruh penurunan konsentrasi *Benzene, Toluene & Xylene* di area *Shale Shaker* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower)

Dari hasil penelitian yang diolah dengan komputerisasi yaitu menggunakan perangkat lunak pengelola statistic dengan metode uji T-Paired test dengan taraf signifikansi 95% antara sebelum dan sesudah diberikan treatment yaitu menggunakan blower untuk penurunan konsentrasi *Benzene, Toluene & Xylene* diperoleh P-Value untuk *Benzene* 0.018, P-Value *Toluene* 0.023 dan P-Value *Xylene* 0.023. Ketiganya berada dibawah nilai $\alpha = 0.05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan blower terhadap penurunan konsentrasi *Benzene, Toluene & Xylene* di 3 titik area kerja *Shale Shaker*.

Kondisi kecepatan angin bebas pada saat pengukuran sebelum treatment adalah 2.3 m/s dengan arah angin berhembus dari timur ke barat dengan temperatur udara sekitar 30°C. Dengan temperature cukup panas seperti itu menyebabkan penguapan BTX yang keluar dari lumpur hasil penyaringan *Shale Shaker* lebih cepat dan banyak.

Hasil pengukuran rata-rata BTX menunjukkan untuk titik 1 sebelum treatment konsentrasi *Benzene* 62.4 ppm, *Toluene* 59.3 ppm & *Xylene* 31.6 ppm. Di titik 2 pengukuran menunjukkan konsentrasi *Benzene* sebelum treatment 54.8 ppm, *Toluene* 44.1 ppm & *Xylene* 39.1 ppm. Sedangkan di titik 3 pengukuran sebelum diberikan treatment untuk konsentrasi *Benzene* 49.9.0 ppm, *Toluene* 55.7 ppm & *Xylene* 29.7 ppm. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut untuk *Benzene* dan *Toluene* masih di atas NAB yang

ditetapkan baik dari ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) tahun 2010 maupun dari Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997. Paparan singkat 5-10 menit dengan konsentrasi *Benzene* dan *Toluene* seperti itu dapat menyebabkan euroforia, pusing, mual, muntah, iritasi mata dan kulit serta efek jangka panjang yang dapat menyebabkan leukemia (*Industrial Hygiene Guidline VICO Indonesia*, 2009). Dan menurut penelitian yang pernah dilakukan Rothman *Benzene* dapat menyebabkan penurunan parameter hematologi seperti total sel darah merah, platelets dan hematocrit (Rothman *et al.*, 1996). Menurut peneitian Fujimaki pajanan *Toluene* 50 ppm dapat menyebabkan induksi lipopolisakarida (*LPS-induced*) proliferasi sel secara signifikan (Fujimaki *et al.*, 2010). *Toluene* juga dapat menyebabkan penurunan aktifitas enzim antioksidan secara signifikan dan meningkatkan perioksidasi lemak serta merusak protein (Karabulut *et al.*, 2009).

Pada saat treatment diberikan yaitu dengan menggunakan blower dimana blower menyemburkan angin bertekanan tinggi langsung kearah titik pengukuran di area kerja *Shale Shaker* yaitu dari arah utara ke selatan. Blower yang digunakan memiliki spesifikasi 1437 rpm, bertenaga 7.5 hp, 220/380 Volt dengan diameter fan 48 inch dan memiliki 6 *blades*. Blower ini dapat menyemburkan angin dengan kecepatan 7.8 m/s yang diukur dari depan blower tersebut dengan jangkauan kecepatan angin ke titik 3 (titik akhir) 4.4 m/s.

Sehingga hasil pengukuran yang didapatkan pada saat diberikan treatment untuk penurunan konsentrasi *Benzene* di titik 1 dari 62.4 ppm menjadi 20.8 ppm dengan persentase penurunan 66%, *Toluene* dari 59.3

ppm menjadi 18.3 ppm dengan persentase penurunan 69% & *Xylene* dari 31.6 ppm menjadi 20.1 ppm dengan persentase penurunan 37%. Pada titik 2 penurunan konsentrasi *Benzene* dari 54.8 ppm menjadi 25.4 ppm dengan persentase penurunan 53%, *Toluene* dari 44.1 ppm menjadi 20.1 ppm dengan persentase penurunan 54% & *Xylene* dari 39.1 ppm menjadi 19.2 ppm dengan persentase penurunan 51%. Pada titik 3 terjadi penurunan konsentrasi untuk *Benzene* dari 49.9 ppm menjadi 22.4 ppm dengan persentase penurunan 55%, *Toluene* dari 55.7 ppm menjadi 24.5 ppm dengan persentase penurunan 56% & *Xylene* dari 29.7 ppm menjadi 14.4 ppm dengan persentase penurunan 51%.

Pada saat pengukuran dengan treatment kecepatan angin bebas yang datang ke *Shale Shaker* dari arah timur ke barat berkecepatan 2.9 m/s sehingga angin dari semburan blower lebih kencang dari angin bebas yang datang sehingga usaha untuk mereduksi konsentrasi BTX bisa dilakukan.

Jika melihat dari hasil pengukuran saat diberikan treatment mengacu pada standar yang digunakan VICO Indonesia yaitu ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) tahun 2010, untuk konsentrasi *Benzene* masih di atas NAB yaitu 0.5 ppm, walau demikian penurunan konsentrasi *Benzene* cukup signifikan saat diberikan treatment menggunakan blower dan untuk konsentrasi *Toluene* juga terjadi penurunan yang signifikan walau hanya di titik 1 yang berada dibawah NAB 20 ppm. Sedangkan untuk *Xylene* juga terjadi penurunan yang semuanya berada di bawah NAB 100 ppm. Jika di bandingkan dengan standar dari Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997, walau konsentrasi *Benzene* masih di atas NAB yang ditetapkan yaitu 10 ppm, tetapi untuk

Toluene dan *Xylene* disemua titik pengukuran sudah berada dibawah dari NAB yang ditetapkan yaitu 50 ppm dan 100 ppm.

2. Pengaruh penurunan konsentrasi *Benzene*, *Toluene* & *Xylene* di area *Shale Shaker* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan exhaust)

Dari hasil penelitian yang diolah dengan komputerisasi yaitu menggunakan perangkat lunak pengelola statistic dengan metode uji T- Paired test dengan taraf signifikasi 95% antara sebelum dan sesudah diberikan treatment yaitu penggunaan exhaust untuk penurunan konsentrasi *Benzene*, *Toluene* & *Xylene* diperoleh P-Value untuk *Benzene* adalah 0.010, P-Value untuk *Toluene* 0.020 dan P-Value untuk *Xylene* 0.002. Ketiganya berada dibawah nilai $\alpha = 0.05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan exhaust terhadap penurunan konsentrasi *Benzene*, *Toluene* & *Xylene* di 3 titik area kerja *Shale Shaker*.

Kondisi kecepatan angin bebas pada saat pengukuran sebelum treatment adalah 2.9 m/s dengan arah angin berhembus dari timur ke barat dengan temperatur udara sekitar 30°C. Dengan temperature cukup panas seperti itu menyebabkan penguapan BTX yang keluar dari lumpur hasil penyaringan *Shale Shaker* lebih cepat dan banyak.

Hasil pengukuran rata-rata BTX menunjukkan untuk titik 1 sebelum treatment konsentrasi *Benzene* 62.4 ppm, *Toluene* 59.3 ppm & *Xylene* 31.6 ppm. Di titik 2 pengukuran menunjukkan konsentrasi *Benzene* sebelum treatment 54.8 ppm, *Toluene* 44.1 ppm & *Xylene* 39.1 ppm. Sedangkan di titik 3 pengukuran sebelum diberikan treatment untuk konsentrasi *Benzene*

49.9.0 ppm, *Toluene* 55.7 ppm & *Xylene* 29.7 ppm. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut untuk *Benzene* dan *Toluene* masih di atas NAB yang ditetapkan baik dari ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) tahun 2010 maupun dari Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997. Paparan singkat 5-10 menit dengan konsentrasi *Benzene* dan *Toluene* seperti itu dapat menyebabkan euroforia, pusing, mual, muntah, iritasi mata dan kulit serta efek jangka panjang yang dapat menyebabkan leukemia (*Industrial Hygiene Guidline VICO Indonesia*, 2009). Dan menurut penelitian yang pernah dilakukan Rothman *Benzene* dapat menyebabkan penurunan parameter hematologi seperti total sel darah merah, platelets dan hematocrit (Rothman *et al.*, 1996). Menurut penelitian Fujimaki pajanan *Toluene* 50 ppm dapat menyebabkan induksi lipopolisakarida (*LPS-induced*) proliferasi sel secara signifikan (Fujimaki *et al.*, 2010). *Toluene* juga dapat menyebabkan penurunan aktifitas enzim antioksidan secara signifikan dan meningkatkan perioksidasi lemak serta kerusakan protein (Karabulut *et al.*, 2009).

Pada saat treatment diberikan yaitu dengan menggunakan exhaust dimana terdapat 2 exhaust yang digunakan dan terletak di atas di antara titik 1 dan titik 2 untuk exhaust pertama serta titik 2 dan titik 3 untuk exhaust kedua dengan jarak exhaust dengan Shaker sekitar 2 meter. Kedua exhaust yang digunakan berjenis *High Pressure Exhaust Fan* dan memiliki spesifikasi mesin yang sama yaitu 1725 Rpm, 230/460 volt, bertenaga 3 Hp, fan diameter 24 inch dengan 6 *blades*. Kecepatan hisap dari kedua exhaust ini adalah untuk exhaust pertama 5.21 m/s dan exhaust kedua 5.42 m/s yang diukur menggunakan alat *Velocical Plus*.

Sehingga hasil pengukuran yang didapatkan pada saat diberikan treatment untuk penurunan konsentrasi *Benzene* di titik 1 dari 62.4 ppm menjadi 22.1 ppm dengan persentase penurunan 64%, *Toluene* dari 59.3 ppm menjadi 20.8 ppm dengan persentase penurunan 65% & *Xylene* dari 31.6 ppm menjadi 14.3 ppm dengan persentase penurunan 55%. Pada titik 2 penurunan konsentrasi *Benzene* dari 54.8 ppm menjadi 23.1 ppm dengan persentase penurunan 57%, *Toluene* dari 44.1 ppm menjadi 21.1 ppm dengan persentase penurunan 52% & *Xylene* dari 39.1 ppm menjadi 19.2 ppm dengan persentase penurunan 51%. Pada titik 3 terjadi penurunan konsentrasi untuk *Benzene* dari 49.9 ppm menjadi 20.9 ppm dengan persentase penurunan 58%, *Toluene* dari 55.7 ppm menjadi 22.4 ppm dengan persentase penurunan 59% & *Xylene* dari 29.7 ppm menjadi 11.1 ppm dengan persentase penurunan 62%.

Pada saat pengukuran dengan treatment kecepatan angin bebas yang datang ke *Shale Shaker* dari arah timur ke barat berkecepatan 2.9 m/s sehingga angin dari semburan blower lebih kencang dari angin bebas yang datang sehingga usaha untuk mereduksi konsentrasi BTX bisa dilakukan.

Jika melihat dari hasil pengukuran saat diberikan treatment mengacu pada standar yang digunakan VICO Indonesia yaitu ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) tahun 2010, untuk konsentrasi *Benzene* masih di atas NAB yaitu 0.5 ppm, walau demikian penurunan konsentrasi *Benzene* cukup signifikan saat diberikan treatment menggunakan exhaust dan mendekati nilai yang sama pada saat penggunaan blower. Untuk konsentrasi *Toluene* juga terjadi penurunan yang signifikan walau semua titik masih diatas NAB 20 ppm tetapi nilai

konsentrasinya hampir mendekati batas NAB yang ditetapkan. Sedangkan untuk *Xylene* juga terjadi penurunan yang semuanya berada di bawah NAB 100 ppm. Jika di bandingkan dengan standar dari Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997, walau konsentrasi *Benzene* masih di atas NAB yang ditetapkan yaitu 10 ppm, tetapi untuk *Toluene* dan *Xylene* disemua titik pengukuran sudah berada dibawah dari NAB yang ditetapkan yaitu 50 ppm dan 100 ppm.

3. Pengaruh penurunan konsentrasi *Benzene, Toluene & Xylene* di area *Shale Shaker* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan)

Dari hasil penelitian yang diolah dengan komputerisasi yaitu menggunakan perangkat lunak pengelola statistic dengan metode uji T- Paired test dengan taraf signifikansi 95% antara sebelum dan sesudah diberikan treatment yaitu penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan untuk penurunan konsentrasi *Benzene, Toluene & Xylene* diperoleh P-Value untuk *Benzene* adalah 0.005, P-Value untuk *Toluene* 0.019 & P-Value untuk *Xylene* 0.016. Ketiganya berada dibawah nilai $\alpha = 0.05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan terhadap penurunan konsentrasi *Benzene, Toluene & Xylene* di 3 titik area kerja *Shale Shaker*.

Kondisi kecepatan angin bebas pada saat pengukuran sebelum treatment adalah 1.2 m/s dengan arah angin berhembus dari timur ke barat dengan temperatur udara sekitar 30°C. Dengan temperature cukup panas

seperti itu menyebabkan penguapan BTX yang keluar dari lumpur hasil penyaringan *Shale Shaker* lebih cepat dan banyak.

Hasil pengukuran rata-rata BTX menunjukkan untuk titik 1 sebelum treatment konsentrasi *Benzene* 62.4 ppm, *Toluene* 59.3 ppm & *Xylene* 31.6 ppm. Di titik 2 pengukuran menunjukkan konsentrasi *Benzene* sebelum treatment 54.8 ppm, *Toluene* 44.1 ppm & *Xylene* 39.1 ppm. Sedangkan di titik 3 pengukuran sebelum diberikan treatment untuk konsentrasi *Benzene* 49.9.0 ppm, *Toluene* 55.7 ppm & *Xylene* 29.7 ppm. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut untuk *Benzene* dan *Toluene* masih di atas NAB yang ditetapkan baik dari ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) tahun 2010 maupun dari Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997. Paparan singkat 5-10 menit dengan konsentrasi *Benzene* dan *Toluene* seperti itu dapat menyebabkan euroforia, pusing, mual, muntah, iritasi mata dan kulit serta efek jangka panjang yang dapat menyebabkan leukemia (*Industrial Hygiene Guidline VICO Indonesia*, 2009). Dan menurut penelitian yang pernah dilakukan Rothman *Benzene* dapat menyebabkan penurunan parameter hematologi seperti total sel darah merah, platelets dan hematocrit (Rothman *et al.*, 1996). Menurut peneitian Fujimaki pajanan *Toluene* 50 ppm dapat menyebabkan induksi lipopolisakarida (*LPS-induced*) proliferasi sel secara signifikan (Fujimaki *et al.*, 2010). *Toluene* juga dapat menyebabkan penurunan aktifitas enzim antioksidan secara signifikan dan meningkatkan perioksidasi lemak serta merusak protein (Karabbulut *et al.*, 2009).

Pada saat treatment diberikan yaitu dengan menggunakan blower dan exhaust secara bersamaan hanya 1 exhaust dari 2 exhaust yang dapat

digunakan yaitu exhaust kedua dikarenakan keterbatasan power di lokasi rig tempat pengukuran. Pada treatment ini menggunakan gabungan dari kekuatan semburan angin blower dan daya hisap exhaust untuk dapat mereduksi konsentrasi BTX yang ada diarea *Shale Shaker*. Kecepatan angin bebas yang datang ke *Shale Shaker* dari arah timur ke barat berkecepatan 2.0 m/s. Walau angin bebas datang dari arah timur ke barat pada saat diberikan treatment, tetapi kekuatan angin bebas tidak berpengaruh karena kecepatan angin bebas tidak sekuat angin dari semburan blower dimana blower mampu menyemburkan angin 7.8 m/s dari depan dengan jangkauan kekuatan angin di titik akhir (titik 3) 3.06 m/s

Sehingga hasil pengukuran yang didapatkan pada saat diberikan treatment untuk penurunan konsentrasi *Benzene* di titik 1 dari 62.4 ppm menjadi 18.5 ppm dengan persentase penurunan 70%, *Toluene* dari 59.3 ppm menjadi 11.3 ppm dengan persentase penurunan 80% & *Xylene* dari 31.6 ppm menjadi 12.3 ppm dengan persentase penurunan 61%. Pada titik 2 penurunan konsentrasi *Benzene* dari 54.8 ppm menjadi 20.1 ppm dengan persentase penurunan 63%, *Toluene* dari 44.1 ppm menjadi 14.3 ppm dengan persentase penurunan 67% & *Xylene* dari 39.1 ppm menjadi 10.1 ppm dengan persentase penurunan 74%. Pada titik 3 terjadi penurunan konsentrasi untuk *Benzene* dari 49.9 ppm menjadi 12.8 ppm dengan persentase penurunan 74%, *Toluene* dari 55.7 ppm menjadi 9.4 ppm dengan persentase penurunan 83% & *Xylene* dari 29.7 ppm menjadi 8.7 ppm dengan persentase penurunan 71%.

Jika melihat dari hasil pengukuran saat diberikan treatment mengacu pada standar yang digunakan VICO Indonesia yaitu ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) tahun 2010, untuk konsentrasi *Benzene* masih di atas NAB yaitu 0.5 ppm, walau demikian penurunan konsentrasi *Benzene* cukup besar dibandingkan dengan dua treatment sebelumnya dengan penurunan terbesar mencapai persentase 74%. Untuk konsentrasi *Toluene* juga terjadi penurunan yang tinggi dari dua treatment sebelumnya dengan persentase penurunan tertinggi 83%, semua juga titik sudah berada dibawah NAB 20 ppm dan untuk *Xylene* juga terjadi penurunan yang lebih tinggi dari dua treatment sebelumnya dengan persentase penurunan tertinggi mencapai 74% dan semua titik berada di bawah NAB 100 ppm. Jika di bandingkan dengan standar dari Menteri Tenaga Kerja Nomor SE-01/MEN/1997, walau konsentrasi *Benzene* masih di atas NAB yang ditetapkan yaitu 10 ppm, tetapi penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan mampu mereduksi konsentrasi *Benzene* hingga mendekati 10 ppm. Untuk *Toluene* dan *Xylene* disemua titik pengukuran sudah berada dibawah dari NAB yang ditetapkan yaitu 50 ppm dan 100 ppm.

Jadi dapat disimpulkan dari tiga treatment yang diberikan penggunaan blower & exhaust secara bersamaan mampu menurunkan konsentrasi BTX paling tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian tentang pengaruh upaya *engineering control* terhadap penurunan paparan *Benzene, Toluene & Xylene* di area kerja *Shale Shaker Rig* pengeboran minyak & gas PT VICO Indonesia tahun 2013 didapatkan hasil:

1. Hasil analisis T-paired test terhadap penurunan konsentrasi *Benzene* didapatkan hasil P-Value = 0.018, *Toluene* dengan P-Value = 0.023 dan *Xylene* dengan P-Value = 0.023 dimana semuanya lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ sehingga dapat disimpulkan ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan blower terhadap penurunan konsentrasi BTX.
2. Pengukuran BTX menggunakan *MSA Sirius* di tiga titik area kerja *Shale Shaker* sebelum dan sesudah diberikan treatment (penggunaan blower) didapatkan hasil penurunan konsentrasi *Benzene* tertinggi terjadi di titik 1 dari 62.4 ppm menjadi 20.8 ppm dengan degradasi 41.6 ppm dan persentase penurunan 66%, *Toluene* juga pada titik 1 dari 59.3 ppm menjadi 18.3 ppm dengan degradasi mencapai 41.0 ppm dan persentase penurunan 69% & *Xylene* terjadi dititik 2 dari 39.1 ppm menjadi 19.2 ppm dengan degradasi 19.9 ppm dan persentase penurunan 51%.
3. Hasil analisis T-paired test terhadap penurunan konsentrasi *Benzene* didapatkan hasil P-Value = 0.010, *Toluene* dengan P-Value = 0.020 dan *Xylene* dengan P-Value = 0.002 dimana semuanya lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ sehingga dapat disimpulkan ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan exhaust terhadap penurunan konsentrasi BTX.

4. Hasil pengukuran yang didapatkan pada saat diberikan treatment menggunakan exhaust untuk penurunan tertinggi konsentrasi *Benzene* berada di titik 1 dari 62.4 ppm menjadi 22.1 ppm dengan degradasi 40.3 ppm dan persentase penurunan 64%, *Toluene* berada juga berada dititik 1 dari 59.3 ppm menjadi 20.8 ppm dengan degradasi 38.5 ppm dan persentase penurunan 65% & sedangkan *Xylene* berada di titik 2 dari 39.1 ppm menjadi 19.2 ppm dengan degradasi 19.9 ppm dan persentasi penurunan 50%.
5. Hasil analisis T-paired test terhadap penurunan konsentrasi *Benzene* didapatkan hasil P-Value = 0.013, *Toluene* dengan P-Value = 0.038 dan *Xylene* dengan P-Value = 0.007 dimana semuanya lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ sehingga dapat disimpulkan ada pengaruh sebelum dan sesudah penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan terhadap penurunan konsentrasi BTX.
6. Hasil pengukuran yang didapatkan pada saat diberikan treatment menggunakan blower dan exhaust secara bersamaan untuk penurunan tertinggi konsentrasi *Benzene* berada di titik 1 dari 62.4 ppm menjadi 18.5 ppm dengan degradasi mencapai 43.9 ppm dan persentase penurunan 70%, *Toluene* juga berada di titik 1 dari 59.3 ppm menjadi 11.3 ppm dengan degradasi mencapai 48.0 ppm dan persentase penurunan 80%. Sedangkan *Xylene* berada di titik 2 dari 39.1 ppm menjadi 10.1 ppm dengan degradasi mencapai 29.0 ppm dan persentase penurunan 74%.
7. Dari tiga treatment yang diberikan yaitu penggunaan blower, penggunaan exhaust dan penggunaan blower & exhaust secara bersamaan. Didapatkan hasil penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan mampu

menurunkan konsentrasi BTX paling tinggi dengan persentase tertinggi untuk penurunan *Benzene* mencapai 74%, *Toluene* mencapai 83% serta *Xylene* mencapai 74%.

B. Saran

1. Diharapkan perusahaan dapat selalu menggunakan blower dan exhaust secara bersamaan karena treatment ini merupakan pereduksi konsentrasi BTX dengan persentase tertinggi di bandingkan hanya menggunakan blower dan exhaust saja.
2. Diharapkan perusahaan dapat menambah pasokan energi daya listrik Rig agar penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan dapat berfungsi secara maksimal karena pada saat penelitian dilakukan pasokan daya listrik di lokasi Rig tidak cukup kuat sehingga pada saat penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan, hanya satu exhaust yang dapat berfungsi dari dua exhaust yang ada dikarenakan tidak cukupnya daya listrik.
3. Diharapkan pembuatan garis demarkasi area yang mengandung konsentrasi tinggi BTX serta pemasangan *Sign Board* untuk kandungan BTX yang ada terutama di area *Shale Shaker*.
4. Diharapkan para pekerja selalu dapat mengenakan PPE lengkap serta penggunaan masker hydrocarbon atau *respirator cartridge* untuk yang berkerja diarea dengan konsentrasi BTX tinggi seperti diarea *Shale Shaker*.

DAFTAR PUSTAKA

- ACGIH. 2009. *TLVs and BEIs BTX*. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, Ohio.
- Anonim. 2013. *Pengertian Benzena*. <http://www.pustakasekolah.com/benzena.html#ixzz2Wd1PjSvf>. (Akses 08 Juni 2013)
- Anonim. 2005. *Toxics Chemicals Benzene*. <http://www.eco-usa.net/toxics/chemicals/benzene.shtml>. (Akses 09 Juni 2013)
- Anonim. 2005. *Toxics Chemicals Xylene*. <http://www.eco-usa.net/toxics/chemicals/xylene.shtml>. (Akses 09 Juni 2013)
- Anonim. 2005. *Toxics Chemicals Toluene*. <http://www.eco-usa.net/toxics/chemicals/toluene.shtml>. (Akses 09 Juni 2013)
- Cunningham JA., Rahme H., Hopkins GD., Lebron C., Reinhard, M. 2001. *Enhanced in situ bioremediation of BTEX-contaminated groundwater by combined injection of nitrate and sulfate*. Environ. Sci. Technol. 35, 1663-1670.
- Environmental Protection Agency. 2003. *Integrated Risk Information System Of Benzene*. <http://www.epa.gov/iris/subst/0276.htm>. (Akses tanggal 16 Juli 2013)
- Fujimaki, H., Win-Shwe, T., Yamamoto, S., Kunugita, n., Yoshida, Y., Arashidani, K. 2010. *Different Sensitivity in Expression of Transcription Factor mRNAs in Low-level Toluene*. Inhalation Toxicology. 22(11). 903-909
- Gussenhoven. Fustinoni, S., Bonzini, M. 2000. *Association Between Leukocyte Telomere Shortening and Exposure to Traffic Pollution*. Environmental Health. 8 (41). 1-9
- Industrial Hygiene Guideline Vico Indonesia. 2009. *Benzene, Toluene, Xylene Control Guideline*. Muara Badak, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.
- Karabulut, I., Balkanci, Z.D., Pehlivanoglu, B., Erdem, A and Fadilioglu, E. 2009. *Effect of Toluene on Erythrocyte Membrane Stability Under In Vivo and In Vitro Condition With Assessment of Oxidant/antioxidant Status*. Toxicol In Health. 25(8). 545-550

- Latif, Abdul. 1997. *Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja No. SE 01/MEN/1997 Tentang Nilai Ambang Batas Factor Kimia Di Udara Lingkungan Kerja*. http://wikisopo.files.wordpress.com/2011/05/surat_edaran_menaker_no_se-01_men_1997.pdf. (Akses 02 Juli 2013)
- Lasantha. 2011. *Minyak Bumi dan Hasil Olahannya*. <http://sepengatahuanaku.blogspot.com/2013/05/makalah-tentang-minyak-bumi-dan-hasil-olahannya.html>. (Akses 08 Juni 2013)
- MacDonald. 2000. *Evaluating natural attenuation for groundwater cleanup*. Environ. Sci. Technol. 34, 346A-353A.
- Neff, JM. 1977. *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Aquatic Environment. Sources, Fates, and Biological Effects*. Applied Science Publ. Ldn.
- NIOSH. 2003. *Hydrocarbons Aromatic Method 1501*. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM) Fourth Edition Issue 3.
- Psychologymania. 2012. *Pengertian Blower*. <http://www.psychologymania.com/2013/01/pengertian-blower.html>. (Akses tanggal 10 Juni 2013)
- Public Health Service. 2005. *Toxicological Profile for Benzene*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. United States
- Rahman, Abdur. 2007. *Model Kajian Prediktif Dampak Lingkungan Dan Aplikasinya Untuk Manajemen Risiko Kesehatan*. <http://arrahan29.files.wordpress.com/2008/02/ph-a-130208.pdf>. (Akses 16 juli 2013)
- Report BTX Monitoring Vico Indonesia. 2012. *Laporan Pemantauan tingkat bahaya Benzene, Toluene, Xylene (BTX) Di Area Kerja Vico Indonesia*. Muara Badak, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.
- Riwidikdo, Handoko. 2007. *Statistik Kesehatan*. Mitra Cendikia Press. Yogyakarta.
- Rothman, n., Li, G., Dosemeci, m., Bechtld, W., Marti, G, E., Wang, Y., Linet, M., Xi, L., Lu, W., Smith, M.T., Titenk-Hllah, N.,Zhang, L., Blot, W., Yin, S and Hayes, R, B. 1996. *Hematotoxicity Among Chinese Workers Heavily Exposed to Benzene*. American Journal of Industrial Medicine. 29. 236-241
- Salanitro, JP., Dorn, PB., Huesemann, MH., Moore, KO., Rhodes, IA., Rice, JLM., Vipond, TE., Western, MM., Wisniewski, HL. 1997. *Crude Oil*

Hydrocarbon And Soil Ecotoxicity Assessment. Environ. Sci. Technol. 31, 1769-1776.

Tri Ratnasari, Septa. *Analisis Risiko*. FKM-UI. Depok. 2009

Ureechan. 2011. *Variabel Penelitian, Defini Operasional dan Skala Data*. <http://ureechan.wordpress.com/2011/07/14/variabel-penelitian-definisi-operasional-dan-skala-data/>. (Akses tanggal 11 Juni 2013)

LAMPIRAN 1 Output Analisis SPSS T-Paired Test

1. Pengaruh penggunaan blower terhadap penurunan konsentrasi *Benzene* menggunakan uji T-Paired

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 sebelum_benzene	55.700	3	6.2984	3.6364
sesudah_benzene	22.867	3	2.3352	1.3482

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 sebelum_benzene & sesudah_benzene	3	-.456	.698

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	sebelum_benzene - sesudah_benzene	32.8333	7.6514	4.4175	13.8263	51.8404	7.433	2	.018

2. Pengaruh penggunaan blower terhadap penurunan konsentrasi *Toluene* menggunakan uji T-Paired

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 sebelum_toluene	53.033	3	7.9431	4.5860
sesudah_toluene	20.967	3	3.1896	1.8415

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 sebelum_toluene & sesudah_toluene	3	.009	.994

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	sebelum_toluene - sesudah_toluene	32.0667	8.5331	4.9266	10.8693	53.2640	6.509	2	.023

3. Pengaruh penggunaan blower terhadap penurunan konsentrasi *Xylene* menggunakan uji T-Paired

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 sebelum_xylene	33.467	3	4.9702	2.8696
sesudah_xylene	17.900	3	3.0643	1.7692

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 sebelum_xylene & sesudah_xylene	3	.538	.638

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 sebelum_xylene - sesudah_xylene	15.5667	4.2063	2.4285	5.1175	26.0158	6.410	2	.023

4. Pengaruh penggunaan exhaust terhadap penurunan konsentrasi *Benzene* menggunakan uji T-Paired

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 sebelum_benzene	55.700	3	6.2984	3.6364
sesudah_benzene	22.033	3	1.1015	.6360

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 sebelum_benzene & sesudah_benzene	3	.437	.712

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 sebelum_benzene - sesudah_benzene	33.6667	5.9011	3.4070	19.0074	48.3259	9.882	2	.010

5. Pengaruh penggunaan exhaust terhadap penurunan konsentrasi *Toluene* menggunakan uji T-Paired

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 sebelum_toluene	53.033	3	7.9431	4.5860
sesudah_toluene	21.433	3	.8505	.4910

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 sebelum_toluene & sesudah_toluene	3	.117	.925

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 sebelum_toluene - sesudah_toluene	31.6000	7.8886	4.5545	12.0036	51.1964	6.938	2	.020

6. Pengaruh penggunaan exhaust terhadap penurunan konsentrasi *Xylene* menggunakan uji T-Paired

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 sebelum_xylene	33.467	3	4.9702	2.8696
sesudah_xylene	14.867	3	4.0796	2.3554

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 sebelum_xylene & sesudah_xylene	3	.978	.134

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 sebelum_xylene - sesudah_xylene	18.6000	1.3000	.7506	15.3706	21.8294	24.782	2	.002

7. Pengaruh penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan terhadap penurunan konsentrasi *Benzene* menggunakan uji T-Paired

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 sebelum_benzene	55.700	3	6.2984	3.6364
sesudah_benzene	17.133	3	3.8371	2.2154

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 sebelum_benzene & sesudah_benzene	3	.654	.546

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	sebelum_benzene - sesudah_benzene	38.5667	4.7721	2.7552	26.7120	50.4213	13.998	2	.005

8. Pengaruh penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan terhadap penurunan konsentrasi *Toluene* menggunakan uji T-Paired

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 sebelum_toluene	53.033	3	7.9431	4.5860
sesudah_toluene	11.667	3	2.4705	1.4263

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 sebelum_toluene & sesudah_toluene	3	-.812	.397

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	sebelum_toluene - sesudah_toluene	41.3667	10.0530	5.8041	16.3936	66.3398	7.127	2	.019

9. Pengaruh penggunaan blower dan exhaust secara bersamaan terhadap penurunan konsentrasi *Xylene* menggunakan uji T-Paired

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 sebelum_xylene	33.467	3	4.9702	2.8696
sesudah_xylene	10.367	3	1.8148	1.0477

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 sebelum_xylene & sesudah_xylene	3	.065	.959

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	sebelum_xylene - sesudah_xylene	23.1000	5.1798	2.9905	10.2327	35.9673	7.724	2	.016

LAMPIRAN 2 LEMBAR OBSERVASI

LEMBAR OBSERVASI PENGUKURAN BTX SAAT MENGGUNAKAN BLOWER

Tanggal :

Jam :

Cuaca :

A. Arah angin

1. Blower :

2. Angin bebas :

B. Kecepatan angin

1. Blower :

2. Angin bebas :

C. Temperatur Udara :

D. Paparan BTX sebelum dan sesudah menggunakan Blower

Titik Pengukuran	Benzene, toluene & xylene	
	Sebelum	Sesudah
1	B = T = X =	B = T = X =
2	B = T = X =	B = T = X =
3	B = T = X =	B = T = X =
4	B = T = X =	B = T = X =

**LEMBAR OBSERVASI PENGUKURAN BTX
SAAT MENGGUNAKAN EXHAUST**

Tanggal :

Jam :

Cuaca :

A. Arah angin

1. Exhaust :

2. Angin bebas :

B. Kecepatan angina

1. Exhaust :

2. Angin bebas :

C. Temperatur Udara :

D. Paparan BTX sebelum dan sesudah menggunakan Exhaust

	Benzene, toluene & xylene	
Titik Pengukuran	Sebelum	Sesudah
1	B = T = X =	B = T = X =
2	B = T = X =	B = T = X =
3	B = T = X =	B = T = X =
4	B = T = X =	B = T = X =

**LEMBAR OBSERVASI PENGUKURAN BTX
SAAT MENGGUNAKAN BLOWER DAN EXHAUST**

Tanggal :

Jam :

Cuaca :

A. Arah angin

1. Blower :

2. Exhaust :

3. Angin bebas :

B. Kecepatan angin

1. Blower :

2. Exhaust :

3. Angin bebas :

C. Temperatur Udara :

D. Paparan BTX sebelum dan sesudah menggunakan Blower & Exhaust

	Benzene, toluene & xylene	
Titik Pengukuran	Sebelum	Sesudah
1	B = T = X =	B = T = X =
2	B = T = X =	B = T = X =
3	B = T = X =	B = T = X =
4	B = T = X =	B = T = X =

LAMPIRAN 3 DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN



Blower yang digunakan sebagai treatment



Exhaust yang dipasang sebagai treatment



Pengukuran dan penelitian konsentrasi BTX di area *Shale Shaker* rig *Onshore* VICO Indonesia



Alat MSA Sirius untuk mengukur konsentrasi BTX di udara



Alat Velocical Plus untuk mengukur kecepatan angin