

**PENGOLAHAN LIMBAH PEMBUATAN
BETON PRACETAK UNTUK
KEAMANAN LINGKUNGAN DAN PEKERJA
PT CALVARY ABADI DOMAS**

Laporan Studi Ekskursion Bidang Studi: Biologi



Disusun oleh:

Kelompok Biologi XI MIPA 8

SMA Katolik St. Louis 1
Jalan M. Jasin Polisi Istimewa 7
Surabaya
2024

**PENGOLAHAN LIMBAH PEMBUATAN
BETON PRACETAK UNTUK
KEAMANAN LINGKUNGAN DAN PEKERJA
PT CALVARY ABADI DOMAS**

Laporan Studi Ekskursi Bidang Studi: Biologi

Laporan Studi Ekskursi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Nilai Kognitif dan Psikomotor Mata Pelajaran Biologi, Bahasa Inggris, dan Bahasa Indonesia Kelas XI SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya



Disusun oleh:

Kelompok Biologi XI MIPA 8

SMA Katolik St. Louis 1
Jalan M. Jasin Polisi Istimewa 7
Surabaya
2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Studi Ekskursi Bidang Studi Biologi berjudul “Pengolahan Limbah Pembuatan Beton Pracetak untuk Keamanan Lingkungan dan Pekerja PT Calvary Abadi Domas” yang disusun oleh:

Alenira Evangelyn	/29768/02
Bernadeta Felisia Ateng Santoso	/29798/04
Chelsea Anastasia Susanto	/29828/07
Eric Aprilio Tanaga	/29891/12
Evelyn Hudoyo	/29899/14
Gabriella Stephanie	/29919/16
Jessica Ashley Chandra Suwignyo	/29977/19
Jessica Edelyne Logamarta	/29978/20
Karmel Anastasia Lianggono	/30019/23

Telah disetujui dan disahkan oleh:

Guru Pembimbing	Tanda tangan	Tanggal	Nilai
Drs. Michael Aribowo, M.Si.			
Vincentia Aprilla Putri, M.Pd.			
Yohanna Murniasih, S.Pd.			

Mengetahui,
Kepala SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya

Dra. Sri Wahjoeni Hadi S.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan proposal yang berjudul “Pengolahan Limbah Pembuatan Beton Pracetak untuk Keamanan Lingkungan dan Pekerja PT Calvary Abadi Domas” ini dengan tepat waktu. Proposal ini ditulis dan diajukan untuk memenuhi nilai kognitif dan psikomotor mata pelajaran bidang studi Biologi, bahasa Inggris, dan bahasa Indonesia SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya.

Laporan Studi Ekskursi yang berjudul “Pengolahan Limbah Pembuatan Beton Pracetak untuk Keamanan Lingkungan dan Pekerja PT Calvary Abadi Domas” ini ditulis dengan tujuan untuk melaporkan hasil pengamatan penulis terkait produksi dan penanganan limbah yang terdapat di PT Calvary Abadi Domas serta menganalisis pengolahan limbah yang diproduksi oleh PT Calvary Abadi Domas.

Dalam penulisan Laporan Penelitian ini, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi penulis untuk bisa menyelesaikan proposal ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dra. Sri Wahjoeni Hadi S., selaku kepala sekolah SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya yang telah menyetujui dan mendukung pelaksanaan studi ekskursi;
2. Dahlia Adiati, S.Pd., selaku wakasek kurikulum sekolah SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya.
3. Drs. Budi Santoso, selaku wali kelas XI MIPA 8 yang telah membimbing selama proses penulisan laporan ini;
4. Pratita Nindya Dyana, S.Pd., M.Pd. selaku ketua panitia studi ekskursi;
5. Drs. Michael Aribowo, M.Si., selaku guru Biologi dan pembimbing dalam penulisan laporan ini;

6. Yohanna Murniasih, S.Pd., selaku guru Bahasa Indonesia yang telah memberikan bimbingan dalam proses penulisan laporan ini;
7. Vincentia Aprilla Putri, M.Pd., selaku guru Bahasa Inggris yang telah memberikan bimbingan dalam proses penulisan laporan ini;
8. PT Calvary Abadi, yang telah bersedia untuk menyediakan waktu dan tempat bagi penulis untuk melaksanakan kegiatan penelitian ini;
9. Orang tua dan teman-teman yang telah memberi bimbingan dan dukungan dalam melaksanakan program studi ekskursi;
10. Semua pihak yang berpartisipasi dalam membantu dan mendukung terlaksananya program studi ekskursi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan penelitian ini memiliki banyak kekurangan yang disebabkan karena keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis menerima segala bentuk kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk penyempurnaan Laporan Penelitian ini kedepannya.

Surabaya, 6 Februari 2024

Penulis

Abstraksi

Evangelyn, A., Santoso, B.F.A., Susanto, C.A., Tanaga, E.A., Hudoyo, E., Stephanie, G., Suwignyo, J.A.C., Logamarta, J.E., Lianggono, K.A. (2024). *Pengolahan Limbah Pembuatan Beton Pracetak untuk Keamanan Lingkungan dan Pekerja PT Calvary Abadi Domas*

PT Calvary Abadi menghasilkan limbah-limbah dalam pembuatan Beton Pracetak berupa urugan beton dan endapan air yang terbuang selama proses pencampuran yang dapat menjadi masalah bagi lingkungan. Untuk menanggapi kasus ini, penulis menganalisis penanganan limbah-limbah yang dapat membahayakan kesehatan lingkungan di PT Calvary Abadi Domas. Data dikumpulkan dari PT Calvary Abadi Domas melalui observasi dan wawancara dengan narasumber. Hasil menunjukkan bahwa produksi limbah tidak melebihi dari 1% dari jumlah beton yang diproduksi, serta limbah yang dihasilkan telah dikelola dan diuji kelayakannya. Limbah yang dihasilkan kemudian dimanfaatkan ulang untuk keperluan pabrik dan limbah yang telah diuji kelayakannya dialirkan kembali ke lingkungan. Berdasarkan dari penelitian, PT Calvary Abadi berusaha mengelola hasil limbah yang dihasilkan dengan mendaur ulang beton yang disesuaikan dengan ketentuan pemerintah. Tetapi analisis memerlukan lebih banyak data limbah yang tidak dapat didaur ulang sebagai pembanding dengan efek limbah yang digunakan kembali untuk kepentingan pabrik.

Kata kunci: operasional limbah pabrik, limbah pabrik, beton, pabrik beton, lingkungan hidup, keselamatan pekerja

**WASTE MANAGEMENT OF PRECAST CONCRETE PRODUCTION
FOR THE SAFETY OF ENVIRONMENT AND WORKERS AT
PT CALVARY ABADI DOMAS**

Abstract

Evangelyn, A., Santoso, B.F.A., Susanto, C.A., Tanaga, E.A., Hudoyo, E.,
Stephanie, G., Suwignyo, J.A.C., Logamarta, J.E., Lianggono, K.A. (2024).
*Pengolahan Limbah Pembuatan Beton Pracetak untuk Keamanan Lingkungan
dan Pekerja PT Calvary Abadi Domas*

PT Calvary Abadi produces waste in the form of concrete fill and water deposits that are wasted during the mixing process, which can be a problem for the environment. To respond to this case, the author analysed the handling of waste that can endanger environmental health at PT Calvary Abadi Domas. Data was collected from PT Calvary Abadi Domas through observation and interviews. The results showed that the waste production didn't exceed 1% of the amount of concrete produced, and the waste produced has been managed and tested for eligibility. The waste produced was then reused for factory purposes and waste that had been tested for healthiness was returned to the environment. Based on the research, PT Calvary Abadi tried to manage the waste produced by recycling concrete in accordance with government regulations. But the analysis requires more data on non-recyclable waste to compare with the effects of waste that is reused for factory purposes.

Keyword: factory waste operations, factory waste, concrete, concrete factory, environment, worker safety

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAKSI.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Peneliatian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
A. Pengertian <i>Precast Concrete</i>	5
B. Sejarah <i>Precast Concrete</i>	5
C. Jenis-jenis <i>Precast Concrete</i>	6
D. Pengertian Limbah.....	7
BAB III METODE PENELITIAN.....	10
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	10
B. Variabel Penelitian.....	10
C. Metode Pengumpulan Data.....	11
1. Metode Studi Pustaka.....	11
2. Metode Observasi.....	11
3. Wawancara.....	11
4. Dokumentasi.....	12
D. Teknik Analisis Data.....	12

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL.....	13
A. Penggunaan Bahan Baku Alternatif dalam Proses Produksi Beton.....	13
B. Penanganan Limbah dan Polusi.....	15
C. Keselamatan dan Keamanan Pekerja PT Calvary Abadi Domas.....	21
BAB V PENUTUP.....	27
A. Kesimpulan.....	27
B. Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kolam Penampungan Air.....	16
Gambar 2. SOP Penyimpanan Limbah B3.....	21
Gambar 3. Sertifikasi ISO 14001:2015 PT Calvary Abadi.....	22
Gambar 4. Tempat Uji Sampel Udara (Area Halaman).....	24
Gambar 5. Tempat Uji Sampel Udara (Area Lobby).....	24
Gambar 6. Silo Penyimpanan Semen.....	25

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Laporan Uji Sampel Air Bersih Sumur.....	17
Tabel 2. Laporan Uji Sampel Area Halaman.....	19
Tabel 3. Laporan Uji Sampel Area <i>Lobby</i>	20

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Biologi adalah cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari kehidupan dan organisme hidup. Secara terminologi, Biologi berasal bahasa Yunani yaitu *bios* yang artinya makhluk hidup dan *logos* yang artinya ilmu sehingga Biologi dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup. Secara umum, biologi bukan hanya sekadar kumpulan fakta dan informasi, tetapi juga sebuah kerangka kerja konseptual yang terus berkembang. Melalui metode ilmiah, pengamatan, eksperimen, dan analisis, para ilmuwan biologi berusaha memahami prinsip-prinsip dasar yang mengatur kehidupan. Ilmu biologi memiliki aplikasi luas, mulai dari pengembangan obat-obatan dan teknologi pertanian hingga pelestarian keanekaragaman hayati dan pemahaman mendalam tentang evolusi dan genetika.

Dalam industri daur ulang limbah, prinsip-prinsip biologi menjadi pilar utama untuk mencapai efisiensi dan keberlanjutan. Proses biodegradasi, di mana mikroorganisme mengurai materi organik menjadi senyawa yang lebih sederhana, memainkan peran penting dalam pendekatan ini. Melalui teknik kompos, limbah organik dapat diubah menjadi humus yang berguna sebagai pupuk alami. Bioproses, seperti pemrosesan anaerobik dan aerobik, memanfaatkan mikroorganisme untuk mengkonversi limbah organik menjadi energi atau bahan baku yang dapat

digunakan kembali. Konsep bioremediasi diterapkan untuk membersihkan limbah dari zat pencemar dan bahan kimia berbahaya menggunakan mikroorganisme tertentu. Selain itu, rekayasa genetika dapat digunakan untuk meningkatkan performa mikroorganisme dan mengoptimalkan proses daur ulang. Lumpur aktif, pemisahan biologis, dan penggunaan jamur dalam penguraian limbah juga mencerminkan upaya industri dalam menerapkan prinsip-prinsip biologi untuk mengelola limbah dengan lebih efektif. Semua ini membantu mengarahkan industri daur ulang limbah menuju ekonomi sirkular, di mana limbah dianggap sebagai sumber daya yang dapat diubah kembali menjadi produk berguna. Integrasi konsep biologi bukan hanya berkontribusi pada efisiensi proses, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap upaya pelestarian lingkungan dan pengurangan dampak limbah.

Limbah merupakan zat sisa yang dihasilkan karena pembuangan sampah dan zat kimia dari pabrik. Limbah memiliki beberapa karakteristik umum yaitu berukuran mikro, bersifat dinamis, penyebarannya berdampak luas, dan berdampak jangka panjang. Zat sisa yang dihasilkan pabrik seringkali berupa zat organik dan anorganik. Bentuk dan jenis setiap limbah perlu untuk diperhatikan serta dipelajari baik pengolahan maupun pembuangannya. Diperlukan teknik dan pendalaman secara menyeluruh setiap dampak yang dihasilkan oleh zat-zat sisa pabrik.

Pabrik-pabrik tidak sedikit yang terletak terlalu dekat dengan pemukiman warga atau wilayah yang sensitif ekologis. Hal ini

meningkatkan risiko pencemaran lingkungan dan dapat berdampak negatif pada kesehatan manusia. Akibatnya, masalah pencemaran lingkungan oleh limbah pabrik masih sangat ramai terjadi dan menjadi perbincangan kontradiktif. Kurangnya regulasi yang tegas dan penegakan yang efektif dapat memberikan ruang bagi beberapa pabrik untuk mengabaikan praktik produksi yang ramah lingkungan. Pengawasan terhadap pabrik-pabrik, terutama di daerah yang jauh dari pusat pemerintahan dinilai kurang optimal, sehingga memungkinkan beberapa pabrik untuk melakukan pembuangan limbah secara ilegal atau melampaui batas yang ditetapkan. Beberapa pabrik juga masih ada yang menggunakan teknologi kurang ramah lingkungan, karena investasi dalam teknologi berspesifikasi tinggi memerlukan biaya awal yang lebih tinggi.

Oleh karena itu, keberadaan pabrik seharusnya merupakan media bagi manusia untuk berinovasi dan berkembang untuk dunia yang lebih baik dan modern. Sangat penting bagi suatu pabrik maupun pihak lain untuk bisa bertanggung jawab dalam pengelolaan limbah yang dihasilkan agar limbah yang dikeluarkan tidak berdampak fatal, terutama terhadap lingkungan dan makhluk hidup sekitarnya. Laporan Studi Ekskursi yang berjudul “Pengolahan Limbah Pembuatan Beton Pracetak untuk Keamanan Lingkungan dan Pekerja PT Calvary Abadi Domas” ini ditulis sebagai hasil observasi dan wawancara studi ekskursi yang dilakukan di PT Calvary Abadi Domas.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang didapatkan dari latar belakang.

1. Bagaimana cara PT Calvary Abadi mengolah limbah?
2. Apakah hasil pengolahan limbah yang dihasilkan PT Calvary Abadi sudah aman bagi lingkungan?
3. Apakah limbah yang dihasilkan PT Calvary Abadi membahayakan pekerja?

C. Tujuan

Dari rumusan masalah tersebut dapat diperoleh tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui cara PT Calvary Abadi mengolah limbah.
2. Mengetahui keamanan hasil pengolahan limbah yang dihasilkan PT Calvary Abadi bagi lingkungan.
3. Mengetahui efek limbah yang dihasilkan PT Calvary Abadi terhadap pekerja.

D. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah berikut.

1. Meningkatkan pemahaman mengenai proses pengelolaan limbah PT Calvary Abadi.
2. Sebagai bahan masukan bagi PT Calvary Abadi untuk lebih meningkatkan protokol bagi keamanan dan kesehatan pekerja.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Pengertian *Precast Concrete*

Precast concrete atau yang biasa disebut beton pracetak adalah produk konstruksi yang dibuat dengan cara mencetak beton dalam sebuah cetakan yang dapat digunakan kembali. Beton tersebut kemudian menjalani perawatan (*curing*) di lingkungan terkontrol dan dikirimkan menuju lokasi konstruksi. Dengan kata lain, beton dicetak di lokasi yang berbeda dengan lokasi konstruksi, seperti metode *cast-in-situ*.

Beton pracetak digunakan di dinding eksterior dan interior. Produksi beton pracetak yang dilakukan di lingkungan terkontrol memungkinkan proses perawatan dan pemantauan yang lebih baik. Selain itu, beton pracetak dapat dicetak di permukaan tanah sehingga meningkatkan keselamatan pekerja selama konstruksi. Cetakan yang digunakan dalam proses pencetakan dapat digunakan ratusan hingga ribuan kali. Hal ini menyebabkan beton pracetak sering kali lebih murah dibandingkan beton *cast-in-situ*.

B. Sejarah *Precast Concrete*

Beton *precast* atau pracetak awalnya berasal dari negara Eropa yang dikembangkan oleh perusahaan Jerman yakni *Wayss & Freytag*. Beton pracetak mulai digunakan pada tahun 1906.

Di tahun 1912, beberapa bangunan tinggi mulai menggunakan sistem pracetak dengan bentuk komponen-komponen mulai dari dinding, lantai serta kolom. Penggunaan beton precast di Indonesia, ditandai dengan adanya pracetak yang berbentuk komponen seperti balok jembatan, tiang pancang serta kolom dari tahun 1970-an.

Beton *precast* semakin berkembang dan berinovasi dengan kemunculan sistem *L-shape* pada tahun 1966, sistem *all load bearing wall* di tahun 1977, sistem *beam column slab* tahun 1998, sistem *bresphaka* tahun 1999 serta sistem *T-cap* pada tahun 2000.

C. Jenis Precast Concrete

Adapun jenis-jenis *precast concrete* adalah sebagai berikut:

1. *U Ditch*

Berbentuk huruf U dan biasa digunakan untuk saluran pembuangan pada perumahan, jalan raya, perkampungan dan lain-lain. Beton precast yang satu ini mampu mengalirkan air dengan cukup baik dan bisa ditutup pada bagian atasnya.

2. *Box Culvert*

Sering digunakan untuk pembuatan gorong-gorong. Memiliki sifat kedap air serta mampu menahan pergeseran tanah. Sering digunakan untuk pembuatan *underpass*, jembatan juga tunnel. lihat penawaran harga *box culvert*.

3. Pagar Panel

Umumnya dipasang di pabrik, kantor ataupun lokasi yang berukuran lebih kecil dibandingkan rumah pribadi.

4. Buis Beton

Digunakan untuk saluran air dan berbentuk tabung silinder. Sering digunakan untuk pembuatan sumur.

5. *Paving Block*

Berfungsi untuk melapisi tanah. Memiliki daya tahan yang baik sehingga mampu menahan berat di atasnya bahkan ketika dilewati kendaraan berat sekalipun.

D. Pengertian Limbah

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Bisa disimpulkan bahwa definisi limbah merupakan suatu sisa atau barang bekas yang dianggap tidak bernilai dan sudah tidak lagi dipergunakan lagi. Limbah bisa juga diartikan sebagai benda yang dibuang, baik berasal dari alam maupun dari hasil proses teknologi, yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Kegiatan manusia memang kerap menghasilkan limbah dan sampah. Hal ini berlaku dimana ada kegiatan usaha atau pabrik, maka disitu akan muncul berbagai jenis limbah yang merupakan sisa-sisa dan buangan dari hasil produksi. Biasanya limbah dari aktivitas usaha ini berbentuk limbah cair.

Jenis limbah industri dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu limbah cair, limbah padat, limbah gas, dan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3).

1. Limbah Cair

Limbah cair merupakan hasil buangan berwujud cair yang biasanya dibuang ke selokan, sungai, bahkan lautan. Limbah industri cair meliputi:

- a. Limbah industri cair yang dapat dengan mudah dan cepat dinetralkan
- b. Limbah industri cair yang mengandung bahan berbahaya.

Membuang limbah cair berbahaya tanpa pengolahan dapat menyebabkan pencemaran air, merusak ekosistem dan membunuh organisme yang hidup disana. Contoh limbah industri cair antara lain limbah tempe, limbah tahu, residu pewarna makanan dan pakaian, residu larutan pengawet, air pencuci dari bahan produksi, besi dalam air, dan residu kimia lainnya.

2. Limbah Padat

Limbah padat merupakan hasil buangan berwujud padat dan umumnya bersumber dari pengolahan atau pembuangan limbah dari kegiatan industri dan tempat umum. Limbah industri padat dapat berupa limbah organik maupun limbah anorganik. Limbah padat yang dibuang di bawah air dapat mencemari air dan merusak atau menghancurkan ekosistem di dalamnya. Jika limbah padat dibuang di darat tanpa pengolahan terlebih dahulu, maka akan menyebabkan pencemaran lingkungan setempat. Contoh limbah industri padat termasuk limbah pakaian, limbah plastik,

serpihan kayu, residu bubur kertas, kabel, residu bubur semen, dan besi.

3. Limbah Gas

Limbah gas merupakan hasil buangan dari kegiatan industri yang berupa molekul gas yang melebihi atau di atas standar menjadi limbah. Limbah ini menyebabkan polusi udara dan berdampak buruk pada organisme hidup jika ditangani dengan tidak tepat. Contoh gas industri antara lain kebocoran gas, asap pabrik, pembakaran pabrik, kelebihan gas metana, karbon monoksida, dan hidrogen peroksida.

4. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)

Limbah Bahan Berbahaya (B3) merupakan jenis hasil buangan kegiatan industri yang mengandung bahan berbahaya dan beracun. Limbah B3 mengandung zat beracun yang cukup banyak dan harus ditangani secara terpisah. Pembuangan limbah B3 secara sembarangan atau tidak sengaja menyebabkan pencemaran dan kerusakan lingkungan serta membahayakan kesehatan makhluk hidup. Contoh kegiatan industri yang menghasilkan limbah B3 antara lain industri pengolahan pelumas, industri pengolahan semen, industri pengolahan bubur kertas, dan industri farmasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Tanggal : Senin, 5 Februari 2024

Pukul : 07.30-12.00 WIB

Tempat : PT Calvary Abadi Indonesia - Jl. KH. Alfian No.12,
Temborong, Domas, Kec. Trowulan, Kabupaten
Mojokerto, Jawa Timur 61362

B. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini, variabel penelitian terbagi menjadi 3, yaitu:

1. Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah limbah yang dikeluarkan oleh pabrik PT Calvary Abadi.

2. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis mesin yang digunakan dalam proses pembuatan beton dan pemecah batu di PT Calvary Abadi.

3. Variabel Terikat

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah dampak limbah pabrik PT Calvary Abadi terhadap lingkungan sekitar.

C. Metode Pengumpulan Data

Metode pengambilan data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Metode Studi Pustaka

Mempelajari tentang limbah pabrik dengan mengumpulkan data yang meneliti berbagai macam artikel yang berguna untuk bahan analisis. Referensi berupa jurnal penelitian dan artikel online lainnya.

2. Metode Observasi

Pada saat mengunjungi pabrik, kita mengobservasi lingkungan pabrik dengan cara mengamati mesin-mesin pada pabrik.

3. Wawancara

Selain memperhatikan, kita memerlukan penjelasan dan informasi dari ahli yang bekerja dengan melakukan wawancara tanya jawab.

Daftar pertanyaan:

- a. Apakah ada limbah yang dapat membahayakan lingkungan sekitar?
- b. Apakah PT Calvary menyadari hal terkait gangguan dari limbah yang diproduksi oleh pabrik?
- c. Apakah terdapat keluhan dari pihak sekitar mengenai limbah yang dihasilkan?
- d. Kemana limbah berbahaya dibuang dan mengapa dibuang ke tempat tersebut?
- e. Apakah konsiderasi-konsiderasi dalam pemilihan tempat pengolahan limbah?

4. Dokumentasi

Informasi dan data yang didapatkan, akan didokumentasikan dengan media rekaman, foto, atau catatan agar data tersebut dapat dianalisis.

D. Teknik Analisis Data

Metode yang digunakan untuk menganalisis data hasil penelitian ini adalah metode analisis, kualitatif, dan deskriptif. Hasil akhir akan menggambarkan data yang sudah dikumpulkan, dan juga akan menampilkan variabel dependen dan independen.

BAB IV

PEMBAHASAN DAN HASIL

A. Penggunaan Bahan Baku Alternatif dalam Proses Produksi Beton

PT Calvary Abadi Domas telah menggunakan bahan baku alternatif dalam proses produksi betonnya. Sebagai contoh, pabrik sudah menggunakan *fly ash* dan *silica fume* sebagai filler dalam campuran beton yang diproduksi. *Fly ash* adalah sebuah jenis limbah dari proses pembangkit listrik tenaga batu bara. Sedangkan *silica fume* adalah sebuah jenis limbah dari proses pembuatan silikon dan *ferrosilicon*. Kedua bahan tersebut memiliki karakteristik yang sangat halus sehingga dapat digunakan untuk mengisi celah-celah udara yang ada dalam beton.

Walaupun begitu, penggunaan filler alternatif masih belum dilakukan secara luas dalam produksi beton karena ongkos materialnya yang cukup mahal. Oleh sebab itu, material hanya digunakan saat klien pabrik meminta, dan saat kondisi pemakaian memerlukan filler alternatif itu untuk digunakan.

Alasan mengapa *fly ash* mahal untuk digunakan berasal dari cara pengolahannya sebelum dapat digunakan dalam produksi beton. Pada jenis *fly ash* tertentu, biasanya dibutuhkan solusi pengaktifan yang berupa campuran dari bongkahan NaOH dengan solusi Na_2SiO_3 (Sodium Silikat) agar *fly ash* bisa digunakan.

Walaupun secara teknis *fly ash* bisa didapatkan secara cuma-cuma, sodium silikat tidak bisa didapatkan dengan cara yang sama. Hal ini

terlihat jelas pada saat melihat harga *fly ash* yang dijual oleh LARO yang dibanderol sekitar 73.886 €/m³. Tentu saja dengan harga sodium silikat seperti ini, beton berbahan dasar *fly ash* akan kalah saing dengan beton berbahan dasar *Portland Cement* yang berharga 51.340 €/m³.

Selain itu, terdapat pula tantangan lain berupa akses terhadap materi *fly ash*. Permasalahan ini terjadi di Indonesia karena hingga tahun 2018, *fly ash* masih tergolong sebagai bahan limbah B3. Hal ini tentu memberikan tantangan terhadap penggunaan *fly ash* secara maksimal. Sebab, produsen takut untuk mengumpulkan dan mengolah material *fly ash* karena dianggap berbahaya oleh pemerintah.

Meskipun *fly ash* sudah tidak dikategorikan sebagai bahan limbah B3, sentimen mengenai bahaya *fly ash* kemudian terus berlanjut hingga masa kini. Hal ini menyebabkan penggunaan *fly ash* di Indonesia menjadi lebih sedikit dibandingkan negara lain. Hal ini kemudian diperparah dengan faktor seperti lokasi PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) yang biasa terpencil dan jauh dari lokasi produksi beton sehingga mengakibatkan biaya pengelolaan yang mahal biaya dan menyusutnya nilai ekonomi.

Selain itu, kualitas *fly ash* juga masih belum terjamin yang membuat pabrik beton seperti PT Calvary Abadi untuk tetap menggunakan material yang lebih stabil dan mudah diprediksi seperti *Portland Cement*. Hal ini pada akhirnya mengakibatkan solusi beton alternatif berbasis campuran *fly ash* dan *Portland Cement* yang berharga sekitar 52.168 €/m³ menjadi tidak realistis untuk diproduksi karena tidak ada cara ekonomis

dalam memperoleh dan menggunakan *fly ash* pada kondisi dan waktu sekarang.

B. Penanganan Limbah dan Polusi

Berbagai limbah yang tercipta dalam proses pembuatan beton dapat menjadi polusi bila tidak ditangani dengan baik. Limbah-limbah yang dihasilkan oleh PT Calvary Abadi berupa air, debu, panas, dan padatan beton.

Limbah yang dihasilkan oleh Pabrik beton PT Calvary kurang dari 1% dari produksi beton. Limbah yang dihasilkan yaitu air sisa produksi dan pencucian mesin seperti *Crane*, serta campuran beton yang terbuang karena mesin yang rusak atau keretakan mesin secara tiba-tiba. Keretakan mesin akan menghentikan pencampuran beton, jika dibiarkan terlalu lama akan membuat campuran beton mudah mengeras. Pengeringan beton yang terlalu cepat akan mempengaruhi pencetakan dan menyulitkan pembentukan produk. Oleh karena itu, pabrik memberi solusi dengan menyediakan mesin dalam jumlah yang banyak agar kerusakan mesin dapat mudah ditangani dengan cepat.

Penggunaan mesin-mesin di PT Calvary Abadi perlu dibersihkan menggunakan air agar kualitas campuran beton dapat terjaga, namun pencucian tersebut menghasilkan limbah berupa air kotor. Perusahaan telah berusaha meminimalisir limbah air, yaitu dengan metode *water treatment*. Metode ini telah dilakukan oleh PT Calvary Abadi selama 7-8 tahun. *Water treatment* dilakukan dengan menaruh air bekas mencuci mesin dalam sebuah kolam, kemudian tunggu hingga air terpisah dengan

unsur-unsur. Dengan demikian, endapan semen, lumpur, pasir, serta kerikil akan turun ke permukaan bawah kolam.

Selain itu, PT Calvary Abadi juga berupaya untuk mencegah limbah berpotensi beracun dari mencemari lingkungan luar. Upaya tersebut terwujud dalam penggunaan saluran pembuangan berbeda untuk produksi beton dengan semen tipe V dan semen tipe 1. Untuk semen tipe V yang mempunyai sifat asam/basa/kandungan garam tinggi biasanya akan dialirkan ke saluran air limbah supaya dapat diproses. Sementara itu, untuk semen tipe 1 yang memiliki sifat yang cenderung netral akan dialirkan ke saluran drainase biasa tanpa pengolahan tambahan.



Gambar 1. Kolam Penampungan Air

Upaya pencegahan berikut sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara Persyaratan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Pasal 64 Ayat 2 mengenai fasilitas penyimpanan limbah B3 berupa tempat tumpukan Limbah B3 (*waste pile*). PT Calvary Abadi memenuhi persyaratan drainase, tanggul, dan fasilitas sumur pantau air tanah.

Air hasil endapan akan di tes laboratorium dengan pengambilan sampel. Air yang telah di tes akan digunakan untuk membasahi lantai area kerja di pabrik agar debu-debu dan pasir tidak bertebaran. Sedangkan benda padat hasil endapan seperti pasir dan kerikil akan dijadikan tanah urug.

Berikut merupakan hasil uji laboratorium dengan sampel air bersih sumur sebagai media sumur pantau air tanah. Uji laboratorium ini menggunakan tetapan dari regulasi standar kualitas air bersih berdasarkan peraturan menteri kesehatan nomor 32/2017. Hasil uji laboratorium berikut sudah sesuai dengan standar yang diberikan dan dapat disimpulkan bahwa PT Calvary telah mengolah limbah *waste pile* nya dengan baik.

LABORATORY TEST RESULTS					
JOB GQA : 18238038		Date : September 4, 2023			
Customer : PT. Calvary Abadi Precast Domas		Attention : Mr. Amir			
		Coordinate : South 07° 32' 53.07"			
		East 112° 24' 40.99"			
Customer Sampling Point : Air Bersih Sumur		Laboratory Sample ID. : 18238038-3			
Date Sampled : 14-Aug-23		Date Received : 15-Aug-23			
Time Sampled : 16:15		Time Received : 08:00			
Sample Matrix : Water					
NO	TEST DESCRIPTION	SAMPLE RESULT	REGULATORY LIMIT**	UNIT	METHOD
Physical Properties:					
1	Odor	Tidak berbau	Tidak berbau	-	Organoleptic
2	Total Dissolved Solid, TDS*	215	1000	mg/L	SNI 6989.27:2019
3	Turbidity*	0.159	25	NTU	Spektrofotometri
4	Taste	Tidak berasa	Tidak berasa	-	Organoleptic
5	Temperature*	29.3	Suhu udara ± 3	-	SNI 06-6989.23:2005
6	Color*	< 1.2	50	TCU	Spektrofotometri
Chemical Anorganic Properties:					
1	Mercury, Hg*	< 0.00009	0.001	mg/L	SNI 6989-78:2019
2	Arsenic, As*	< 0.00006	0.05	mg/L	SNI 06-6989.54-2005
3	Iron, Fe*	< 0.013	1	mg/L	SNI 6989.84:2019
4	Fluoride, F*	0.067	1.5	mg/L	SNI 06-6989.29-2005
5	Cadmium, Cd*	< 0.00004	0.005	mg/L	SNI 06-6989.38-2005
6	Hardness Total as CaCO ₃ *	98.6	500	mg/L	SNI 06-6989.12-2004
7	Chromium hexavalent, Cr ⁶⁺ *	< 0.001	0.05	mg/L	SNI 6989.71:2009
8	Manganese, Mn*	< 0.007	0.5	mg/L	SNI 6989.84:2019
9	Nitrogen, Nitrate as N (NO ₃ -N)*	0.35	10	mg/L	APHA 21 ED, 4500-NO ₃ -B
10	Nitrogen, Nitrite as N (NO ₂ -N)*	< 0.002	1	mg/L	SNI 06-6989.9-2004
11	pH*	6.79	6.5 - 8.5	-	SNI 6989.11:2019
12	Selenium, Se*	< 0.0001	0.01	mg/L	SNI 6989-83:2018
13	Zinc, Zn*	< 0.004	15	mg/L	SNI 6989.84:2019
14	Cyanide, CN*	0.0022	0.1	mg/L	APHA 21 ED, 4500-CN-
15	Sulphate, SO ₄ ²⁻ *	13.27	400	mg/L	SNI 6989.20:2019
16	Lead, Pb*	< 0.00020	0.05	mg/L	SNI 6989.46:2009
17	Pestisida Total	< 0.00019	0.1	mg/L	Gas Chromatography
Chemical Organic Properties:					
1	Surfactants, MBAS*	< 0.006	0.05	mg/L	SNI 06-6989.51-2005
2	Total Organic Matter, KMnO ₄ *	1.4	10	mg/L	SNI 06-6989.22-2004
Biological Properties:					
1	Total Coliform*	0	50	CFU/100 mL	APHA 9221 ed 21
2	E. Coli*	0	0	CFU/100 mL	SNI 2332.1:2005

- (*) Accredited by KAN
 - (**) Clean Water Standard Quality Regulation, PerMenKes No. 32/2017
 - The test results relate only to the items tested
 - References sampling SNI 6989.58:2008

Signature

 Name : Luni Martiani
 Title : Technical Manager

Tabel 1. Laporan Uji Sampel Air Bersih Sumur

Selain limbah debu, air, dan padatan dari beton, mesin yang digunakan pabrik juga menghasilkan panas. Kalor atau panas yang dihasilkan mesin dalam pembuatan campuran beton dapat mempengaruhi temperatur lingkungan. Saat cuaca panas, tubuh kita berkeringat untuk menurunkan suhu tubuh. Kelenjar ekrin mengeluarkan keringat agar suhu tubuh tidak terlampau tinggi. Jika kelenjar ekrin memproduksi keringat berlebihan, tubuh akan kehilangan banyak air dan elektrolit sehingga tubuh dapat dehidrasi. Hal ini mengakibatkan jantung tidak bisa memompa darah dengan normal dan penurunan tekanan darah atau hipotensi. Penurunan tekanan darah memiliki gejala seperti pusing, mual, lemas, dan pandangan kabur. Untuk menghindari hal tersebut, PT Calvary Abadi Domas mengatur jam operasional mesin dari pukul 07.00 WIB sampai 17.00 WIB dengan istirahat setelah bekerja selama 3 jam 30 menit disertai *cleaning* mesin selama 30 menit.

Setiap mesin dilakukan *maintenance* sesuai standar manual dari pabrikan mesin. Selain itu, setiap mesin sudah dilengkapi *cooling system* dengan tujuan mencegah temperatur udara naik. Jika *cooling system* pada mesin tidak berfungsi, mesin atau alat berat tersebut dihentikan dan dilakukan perbaikan. Namun untuk mencegah sistem *cooling* pada mesin tidak berfungsi secara tiba-tiba, dilakukan pengecekan seluruh mesin setiap hari sebelum digunakan oleh operator.

Sebagai pencegahan, PT Calvary Abadi Domas telah melakukan uji sampel laboratorium pada tanggal 14 Agustus 2023. Pengambilan sampel pabrik berupa kandungan udara dan debu di area halaman dan area

produksi pabrik. Sampel tersebut diuji oleh PT Global Quality Analytical dan berstandar PRRI nomor 22 tahun 2021 yaitu regulasi standar kualitas udara bersih. Pengujian sampel yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kandungan udara aman dan sesuai dengan standar yang diberikan.

LABORATORY TEST RESULTS						
Job Number : 18238038			Date : September 4, 2023			
Customer : PT. Calvary Abadi Precast Domas			Attention : Mr. Amir			
			Coordinate : South 07° 32' 53.232" East 112° 24' 39.594"			
Customer Sampling Point : Area Halaman			Laboratory Sample ID. : 18238038-1			
Date Sampled : 14-Aug-23			Date Received : 15-Aug-23			
Time Sampled : 15:00			Time Received : 08:00			
Sample Matrix : Ambient Air & Dust						
NO	TEST DESCRIPTION	SAMPLE RESULT	TIME SAMPLED	REGULATORY LIMIT**	UNIT	METHOD
Ambient Air Quality:						
1	Nitrogen Dioxide, NO ₂ *	20.98	1 Hour	200	µg/Nm ³	SNI 19-7119.2-2017
2	Sulfur Dioxide, SO ₂ *	< 20	1 Hour	150	µg/Nm ³	SNI 19-7119.7-2017
3	Dust*	67.49	1 Hour	230	µg/Nm ³	SNI 19-7119.3-2017
4	Hydrocarbon Non Metana, MNHC	< 4.27	1 Hour	160	µg/Nm ³	NIOSH 1500
5	Carbon Monoxide, CO	498.3	1 Hour	10000	µg/Nm ³	SNI 19-7119.10-2011
6	Oxidant, O ₃ *	13.28	1 Hour	150	µg/Nm ³	SNI 19-7119.8-2017
7	Lead, Pb*	< 0.01	1 Hour	2	µg/Nm ³	SNI 19-7119.4-2017
8	Noise*	60.2	-	70 [#]	dBA	SNI 7231 - 2009

- (*) Accredited by KAN

- (**) Ambient Air Standard Quality Regulation, PPRI No. 22 Tahun 2021 (Attachment VII)

- The test results relate only to the items tested

- References sampling SNI 19.7119.6 - 2005

*) Noise Standards Quality, Kep. No.48/MENLH/11/1996 (Attachment I)

METEOROLOGY DATA			
NO	DESCRIPTION	RESULT	UNIT
1	Temperature	34.5	°C
2	Relative Humidity	60.0	%
3	Wind Speed	0.3	m/s
4	Wind Direction	East - West	-

Signature

 Name : Leni Marlani
 Title : Technical Manager

Tabel 2. Laporan Uji Sampel Area Halaman

LABORATORY TEST RESULTS						
Job Number : 18237930			Date : June 23, 2023			
Customer : Varna Culture Hotel Soerabaia			Attention : Mrs. Febri			
			Coordinate : South 07° 32' 53.706" East 112° 24' 38.064"			
Customer Sampling Point : Area Lobby			Laboratory Sample ID. : 18237930-2			
Date Sampled : 8-Jun-23			Date Received : 9-Jun-23			
Time Sampled : 10:10			Time Received : 08:00			
Sample Matrix : Ambient Air & Dust						
NO	TEST DESCRIPTION	SAMPLE RESULT	TIME SAMPLED	REGULATORY LIMIT **	UNIT	METHOD
Ambient Air Quality:						
1	Nitrogen Dioxide, NO ₂ *	0.023	1 Hour	3	ppm	SNI 19-7119.2-2017
2	Sulfur Dioxide, SO ₂ *	<0.02	1 Hour	0.25	mg/Nm ³	SNI 19-7119.7-2017
3	Ammonia, NH ₃	0.033	1 Hour	17	mg/Nm ³	SNI 19-7119.1-2005
4	Hydrogen Sulfide, H ₂ S	<0.001	1 Hour	1	ppm	MASA 701
5	Dust Particulate*	0.762	1 Hour	10	mg/Nm ³	SNI 19-7119.3-2017
6	Carbon Monoxide, CO	0.222	1 Hour	29	mg/Nm ³	SNI 19-7119.10-2011
7	Oxidant, O ₃ *	0.0094	1 Hour	0.2	ppm	SNI 19-7119.8-2017
8	Lead, Pb*	<0.00001	1 Hour	0.1	mg/Nm ³	SNI 19-7119.4-2017
9	Noise*	69.2	-	80 [#]	dBA	SNI 7231 - 2009


- (*) Accredited by KAN

- (**) Ambient Air Standard Quality Regulation, Permenaker No. 5/2018

- The test results relate only to the items tested

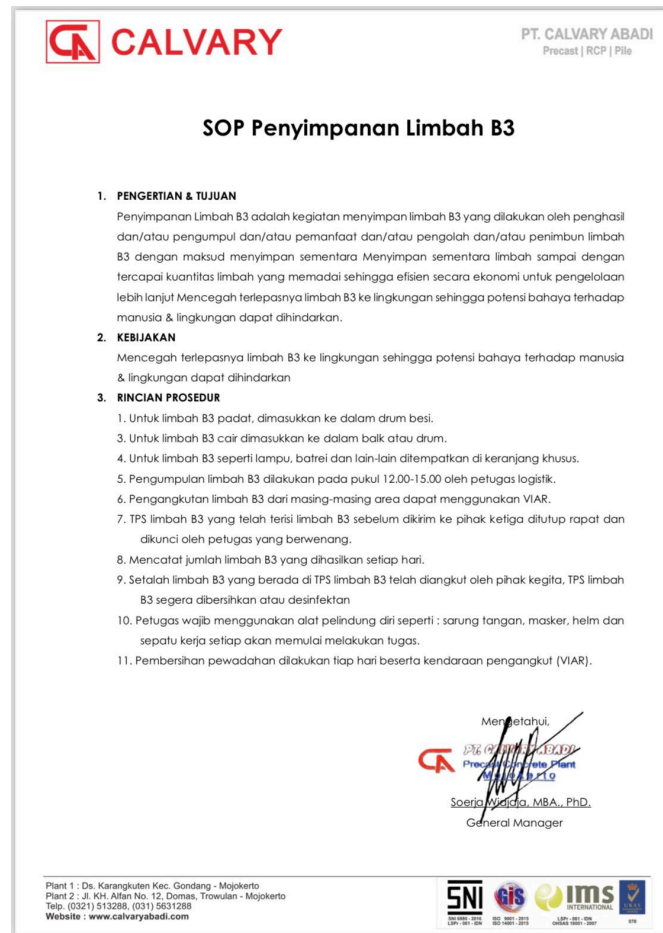
- References sampling SNI 19.7119.6 - 2005

METEOROLOGY DATA			
NO	DESCRIPTION	RESULT	UNIT
1	Temperature	30.0	°C
2	Relative Humidity	65.3	%
3	Illumination	300	Lux

Signature

 Name : Leni Mariani
 Title : Technical Manager

Tabel 3. Laporan Uji Sampel Area Lobby

PT Calvary Abadi juga telah mengemas limbah B3 yang dihasilkan dengan kemasan yang sesuai. Sebagai contoh, untuk limbah padat telah dikemas dalam drum besi sedangkan limbah air ke dalam drum atau balk. Limbah B3 kemudian telah dipastikan tidak akan bocor ke lingkungan luar. Hal ini sudah sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara Persyaratan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Pasal 70 Ayat 1 yang membahas mengenai proses pengemasan dari limbah B3.



Gambar 2. SOP Penyimpanan Limbah B3

C. Keselamatan dan Keamanan Kerja PT Calvary Abadi Domas

Sertifikasi standar ISO merupakan bukti bahwa suatu perusahaan sudah memenuhi standar. Sertifikasi ISO memberikan kredibilitas bagi suatu perusahaan serta meningkatkan kepercayaan *customer* akan mutu dan kualitas produk yang dihasilkan perusahaan tersebut. PT Calvary Abadi Domas telah meraih sertifikasi.



Gambar 3. Sertifikasi ISO 14001:2015 PT Calvary Abadi

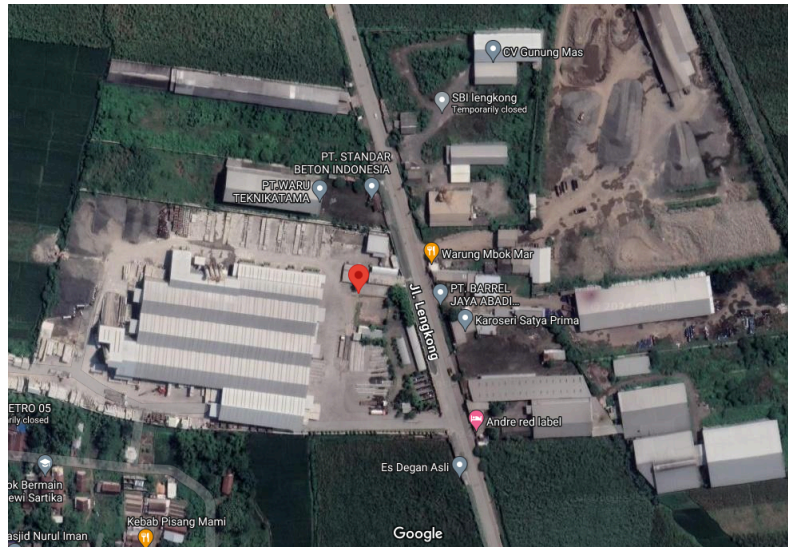
Dalam aspek keselamatan kerja, PT Calvary Abadi Domas telah melakukan berbagai usaha untuk meningkatkan aspek tersebut. Salah satunya adalah pabrik telah menyiram air di kawasan produksi yang paling sering dilewati kendaraan. Hal itu dilakukan agar debu tidak bertebaran ke udara saat kendaraan melewati lokasi pabrik. Selain itu, pabrik juga membersihkan alat-alat produksi dengan bantuan air untuk meraih efek yang sama.

Namun pabrik belum memberikan protokol yang padat, jelas dan tertulis mengenai cara untuk mencegah, dan mengatasi resiko-resiko yang muncul saat terekspos dengan debu yang mudah untuk diakses oleh semua

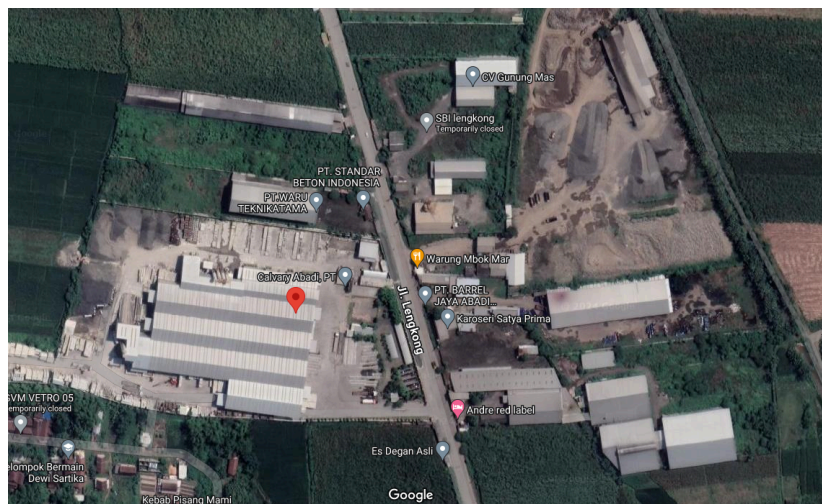
pekerja, seperti yang direkomendasikan oleh OSHA. Sebab, masih terlihat deposit debu yang bisa ditemui pada berbagai jenis alat yang ada di pabrik. Hal ini menunjukkan bahwa pembersihan alat produksi dengan bantuan air belum dilakukan dengan rutin. Inkonsistensi dalam pembersihan alat produksi terus berlanjut pada salah satu alat yang digunakan untuk membuat beton. Di alat tersebut, ditemui deposit beton yang cukup signifikan dan terletak tidak jauh dari tempat operator mesin berdiri. Deposit debu tersebut berisiko tinggi mengekspos operator kepada partikulat yang berbahaya bagi tubuh.

Selain itu, pabrik juga belum memberikan *training* tambahan mengenai bahaya dari partikulat seperti silika kristal kepada tubuh, situasi-situasi di mana pekerja rawan terekspos dengan partikulat berbahaya, serta cara mengoperasikan alat produksi yang dapat mengurangi jumlah debu. Pabrik bisa menerapkan hal ini agar para pekerja bisa aman dari eksposur terhadap partikulat seperti debu.

Untuk kualitas udara, PT Calvary Abadi Domas sudah menjamin keamanan dan kesehatan udara yang ada disekitar pabrik. Jaminan tersebut datang dalam bentuk uji udara dan air yang dilaksanakan oleh PT Global Quality Analytical. Kedua uji dilakukan di *lobby*, sekitar area produksi, serta pada sumur yang digunakan oleh pabrik. Bersandarkan uji tersebut, telah terlihat bahwa kualitas udara di pabrik PT Calvary Abadi Domas masih berada jauh dari ambang atas yang dianjurkan oleh pemerintah jika dilihat dari kandungan logam berat dan partikulat halus seperti debu.



Gambar 4. Tempat Uji Sampel Udara (Area Halaman)



Gambar 5. Tempat Uji Sampel Udara (Area Lobby)

Usaha untuk mengurangi debu terus berlanjut dengan penyimpanan semen yang dilakukan dengan bantuan tangki-tangki tertutup yang disertai dengan tangki *overflow* untuk menangkap semen yang tidak terproses dalam produksi beton.



Gambar 6. Silo Penyimpanan Semen

Usaha lain yang telah dilakukan pabrik untuk menjamin keselamatan dan keamanan kerja adalah dengan memberikan tempat khusus bagi operator mesin produksi yang dilengkapi dengan *Air Conditioner*. Dengan begitu, kesehatan dan kenyamanan pekerja dapat terjamin.

Selain itu, pengecekan kesehatan pekerja juga dilakukan dengan bantuan dari Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) yang dilakukan secara rutin. Interval pengecekan kesehatan juga sudah memenuhi batas minimal interval 3 tahun sekali yang direkomendasikan oleh *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*. Lalu, terdapat juga usaha dari pabrik untuk memindahkan pekerja dari *shift* tertentu jika mereka memiliki reaksi alergi terhadap partikulat saat sedang bekerja.

Pabrik juga belum melakukan pengecekan sejarah eksposur pekerja terhadap partikulat tertentu; sejarah penyakit pernafasan pekerja seperti asma, pilek, dan sebagainya; sejarah penyakit tuberculosis; sejarah

penggunaan rokok; pengecekan fisik yang berfokus pada sistem pernafasan; pengecekan dada menggunakan *X-ray* sesuai dengan regulasi terkait; tes fungsi paru-paru (spirometri) yang mencakup kapasitas vital paksa (jumlah total udara yang dihembuskan secara paksa setelah mengambil napas penuh), volume ekspirasi paksa dalam satu detik (jumlah udara yang dihembuskan secara paksa pada detik pertama), dan rasio FEV1/FVC (kecepatan udara yang dihembuskan dengan kuat); pengecekan terhadap infeksi tuberkulosis laten; dan tes-tes lain yang dianggap sesuai dengan keadaan pekerja.

Pengecekan kesehatan yang mendalam tanpa hambatan akan memberikan banyak manfaat bagi para pekerja. Pekerja bisa mencegah dan menangani penyakit-penyakit pernafasan secara dini, sehingga penyakit tidak menjadi parah. Lalu dengan adanya pengecekan kesehatan, pabrik juga bisa menentukan apakah seorang pekerja dapat menggunakan alat respirator atau tidak, atau efektivitas dari alat respirasi yang dipakai.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Pengolahan limbah PT Calvary Abadi tidak berbahaya bagi para pekerja dan lingkungan sekitar karena pabrik telah melakukan berbagai upaya untuk pengolahan limbah. Upaya yang dilakukan pabrik ialah water treatment dari limbah pencucian mesin lalu diendapkan. Air hasil endapan digunakan untuk menyiram lantai pabrik agar debu-debu tidak terbang secara bebas. Selain limbah air, mesin pabrik juga menghasilkan panas. Upaya pencegahannya yaitu dengan mengimplementasikan jam operasional, menyediakan jam istirahat untuk pekerja dan *cooling system* yang dimiliki mesin untuk mencegah adanya peningkatan suhu yang berlebih. Suhu yang panas akan mengganggu kesehatan dan kinerja pekerja serta fungsi tiap mesin.

Oleh karena itu, pabrik melakukan pengujian sampel udara di sekitar pabrik dan air sumur untuk memantau lingkungan pabrik. Selain itu, PT Calvary Abadi telah memperoleh sertifikasi ISO yang menjamin mutu dan kualitas produk dan menunjukkan komitmen perusahaan terhadap standar tertentu. PT Calvary juga memperhatikan alergi tiap pekerjanya. Apabila pekerja memiliki alergi terhadap suatu zat partikulat maka pekerja tersebut akan dipindahkan shiftnya ke pekerjaan lain sebagai pencegahan untuk mengurangi risiko penyakit bertambah parah.

Meskipun sudah ada langkah langkah untuk mengolah berbagai limbah namun masih harus ada perbaikan secara lanjut. Seperti konsistensi

dalam pembersihan dan perawatan mesin alat produksi dan peningkatan pengukuran kualitas udara. Penting juga untuk memberikan berbagai pendidikan dan pelatihan untuk para pekerja mengenai bahaya partikulat agar dapat membantu mereka memahami risiko partikulat tersebut dan juga cara mengurangi dampak partikulat ini. Pabrik juga dapat melakukan pengecekan kesehatan berkala untuk para pekerja agar pabrik dapat membantu para pekerja mencegah penyakit pernafasan serta mengecek keefektifan dari alat pelindung diri yang diberikan pabrik.

B. Saran

Setelah mengunjungi PT Calvary Abadi, penulis memiliki beberapa saran kepada pihak perusahaan, yaitu

1. Daur Ulang Beton

Perusahaan dapat menerapkan program daur ulang bekas. Beton yang sudah tidak dipakai dapat dihancurkan dan digunakan kembali sebagai agregat dalam campuran beton baru. Hal tersebut dapat mengurangi penggunaan bahan baku alami dan dapat mengurangi jumlah limbah yang masuk ke tempat pembuangan sampah.

2. Proses Pencucian dan Pemurnian Air

Untuk mengurangi pencemaran air, perusahaan dapat mempertimbangkan untuk memasang sistem pemurnian air atau sistem daur ulang air jika ada penggunaan air dalam proses produksi beton yang menghasilkan limbah.

3. Pencegahan Debu

Pabrik seharusnya dapat menerapkan protokol pencegahan debu yang direkomendasikan oleh *OSHA*. Sebab, masih terlihat deposit debu yang bisa ditemui pada berbagai jenis alat yang ada di pabrik. Hal ini menunjukkan bahwa pembersihan alat produksi dengan bantuan air belum dilakukan dengan rutin.

4. Pendidikan kepada Pekerja

Aspek lain yang perlu dikembangkan oleh pabrik adalah edukasi atau pendidikan kepada pekerja mengenai bahaya eksposur kepada partikulat atau logam berat yang ada di pabrik.

5. Pengecekan Secara Mendalam kepada Pekerja

Pabrik dapat menyediakan pengecekan secara mendalam kepada semua orang yang bekerja dalam pabrik tersebut. Pengecekan kesehatan harus diberikan secara cuma-cuma, dan pada waktu senggang pekerja sehingga pengecekan kesehatan bisa dilakukan tanpa hambatan. Pengecekan kesehatan yang mendalam tanpa hambatan akan memberikan banyak manfaat bagi para pekerja. Pekerja bisa mencegah dan menangani penyakit-penyakit pernafasan secara dini, sehingga penyakit tidak menjadi parah.

DAFTAR PUSTAKA

- Itnaisni, Faqihah M. (2021). *Pengertian Limbah, Karakteristik, dan Jenis-jenisnya*.
detikedu. Diakses pada 28 Januari 2024.
<https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-5538767/pengertian-limbah-karakteristik-dan-jenis-jenisnya>
- Rafi, Alfiy Nur.(2023). *Limbah Industri: Jenis, Bahaya dan Pengelolaan Limbah*.
budaya.jogjaprov. Diakses pada 28 Januari 2024.
<https://budaya.jogjaprov.go.id/berita/detail/1632-limbah-industri-jenis-bahaya-dan-pengelolaan-limbah>
- Novriyadi(2023). *Jenis Semen dan Fungsinya*
Lamudi.co.id. Diakses pada 29 Januari 2024.
<https://www.lamudi.co.id/journal/macam-jenis-semen-dan-fungsi/>
- UPK KEMENKES RI(2021). *Keselamatan Kerja(K3)*
upk.kemkes.go.id. Diakses pada 03 Februari 2024.
<https://upk.kemkes.go.id/new/keselamatan-kerja-k3-evakuasi>
- Purwadani(2024). *Buangan Limbah Panas*
zonabmi.org. Diakses pada 03 Februari 2024.
<http://www.zonabmi.org/produk/jasa-studi-dan-kajian/buangan-limbah-panas>
- Masyita Dewi K.(2013). *Pengaruh Penambahan Fly Ash Dalam Campuran Beton Sebagai Substitusi Semen Ditinjau Dari Umur dan Kuat Tekan*.
neliti.com. Diakses pada 04 Februari 2024.
<https://www.neliti.com/publications/157997/pengaruh-penambahan-fly-ash-dalam-campuran-beton-sebagai-substitusi-semen-ditinjau>
- Universal Eco Pacific(2023). *Pengaruh Penambahan Fly Ash Dalam Campuran Beton Sebagai Substitusi Semen Ditinjau Dari Umur dan Kuat Tekan*.
universaleco.id. Diakses pada 07 Februari 2024.
<https://www.universaleco.id/blog/detail/penyimpanan-pengumpulan-limbah-b3/58>