

## SINOPSIS

Buku *Industri Semen dalam Perspektif Kesehatan Masyarakat* menyajikan ulasan terkait industri semen di Indonesia yang dikaitkan dengan kesehatan masyarakat. Penulis buku ini membagi bahasan ke dalam empat bab, yakni:

Bab 1 merupakan bab pendahuluan, yang di dalamnya dibahas mengenai selang pandang industri semen, sejarah semen di Indonesia, dan profil PT Indocement Tunggal Prakarsa.

Bab 2 membahas tentang industri semen dan kaitannya dengan kesehatan masyarakat, dihubungkan dengan teori determinan kesehatan, serta dibahas juga profil kesehatan masyarakat di sekitar industri semen serta *case study hasil pengukuran persepsi masyarakat di sekitar pabrik semen*.

Bab 3 membahas tentang pengendalian dan mitigasi yang dilakukan secara *engineering control* untuk emisi udara industri semen, serta membahas tentang harmonisasi melalui pemberdayaan masyarakat dan edukasi.

Buku ini diakhiri dengan Bab 4 berupa penutup yang berisi *closing statement*.





INDOCEMENT  
HEIDELBERG-CEMENT Group

# INDUSTRI SEMEN

Dalam Perspektif Kesehatan Masyarakat

PT. Indocement Tungal Prakarsa Tbk.  
Unit Pabrik Palimanan - Cirebon



Dr. Robiana Modjo, SKM, M.Kes • Desy Sulistiyorini, SKM, M.Sc • Dr. Rachma Fitriati, M.Si, M.Si (Han)





INDOCEMENT  
HEIDELBERG-CEMENT Group

# INDUSTRI SEMEN

Dalam Perspektif Kesehatan Masyarakat

PT. Indocement Tungal Prakarsa Tbk.  
Unit Pabrik Palimanan - Cirebon



Dr. Robiana Modjo, SKM, M.Kes • Desy Sulistiyorini, SKM, M.Sc • Dr. Rachma Fitriati, M.Si, M.Si (Han)

**Industri Semen dalam Perspektif Kesehatan Masyarakat/**

Robiana Modjo, Desy Sulistiyorini, Rachma Fitriati; Ed 1;  
Cet. 1 – Jakarta: Penerbit Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Indonesia, April 2022

Nomor ISBN: 978-623-7768-52-4

**Penyusun:**

Dr. Robiana Modjo, SKM, M.Kes<sup>1</sup>  
Desy Sulistiyorini, SKM, M.Sc<sup>2</sup>  
Dr. Rachma Fitriati, M.Si, M.Si (HAN)<sup>3</sup>

**Penyunting:**

Eko Rizkianto, ME, Anak Agung Putu Emanita P

**Perwajahan dan Tata Letak:**

Thomas Rio Haribowo  
Albert Yudistira

Copyright @ 2022

Robiana Modjo, Desy Sulistiyorini, Rachma Fitriati

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
*All Rights Reserved*

**Penerbit**  
**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT**  
**UNIVERSITAS INDONESIA**

Alamat  
Jl. Lingkar Kampus Raya Universitas Indonesia,  
Kota Depok Jawa Barat, 16424

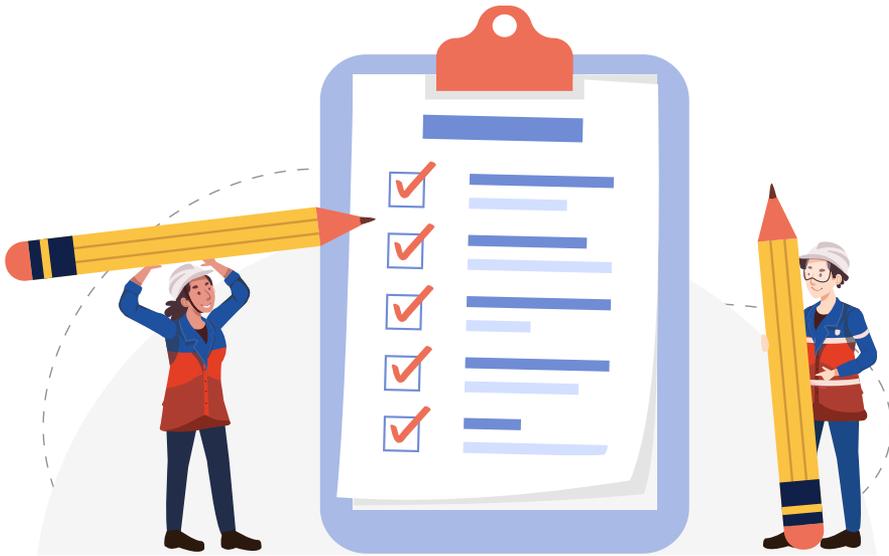
Telp : (021) 7864975  
Fax : (021) 7864975  
E-mail : fkmui@ui.ac.id  
Website : www.fkm.ui.ac.id

Diterbitkan atas Kerjasama antara PT Indocement Tunggal  
Prakarsa, Tbk Pabrik Palimanan dan Pusat Kajian dan Terapan  
Keselamatan dan Kesehatan Kerja (PKTK3) Fakultas Kesehatan  
Masyarakat Universitas Indonesia

- <sup>1</sup> Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia dan  
Ketua Umum Perhimpunan Ahli Kesehatan Kerja Indonesia  
(PAKKI).
- <sup>2</sup> Departemen Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia Maju  
(UIMA).
- <sup>3</sup> Fakultas Ilmu Administrasi Universitas Indonesia.

# DAFTAR ISI

Daftar Isi	2
<b>BAB 1: PENDAHULUAN</b>	<b>12</b>
1.1. SELAYANG PANDANG INDUSTRI SEMEN	13
1.2. SEJARAH SEMEN DI INDONESIA	16
1.3. PROFIL INDOCEMENT	17
<b>BAB 2: INDUSTRI SEMEN DAN KESEHATAN MASYARAKAT</b>	<b>27</b>
2.1. DETERMINAN KESEHATAN MASYARAKAT	27
2.2. FAKTOR LINGKUNGAN	28
2.3. FAKTOR PELAYANAN KESEHATAN	36
2.4. FAKTOR PERILAKU	37
2.5. FAKTOR GENETIK (HEREDITER)	39
2.6. PROFIL KESEHATAN MASYARAKAT	40
2.6.1 Data Kunjungan Rawat Jalan pada Puskesmas di Kabupaten Cirebon	41
2.6.2 Data Kunjungan Rawat Inap di Rumah Sakit di Kabupaten Cirebon	43
2.6.3 Data Profil Kesehatan Masyarakat Sekitar Pabrik	44
2.7. CASE STUDY: ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN (ARKL)	47
<b>BAB 3: PENGENDALIAN DAN MITIGASI</b>	<b>61</b>
3.1. MITIGASI EMISI UDARA MELALUI PENDEKATAN ENGINEERING	62
3.1.1 Flexible Pulse Jet Filters	62
3.1.2 <i>Electrostatic Precipitator</i>	62
3.1.3 Wet Scrubber	64
3.1.4 Bag House Filter Method	65



3.1.5	Cyclone	67
3.2.	HARMONISASI MELALUI PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DAN EDUKASI	68
3.2.1	Pusling	70
3.2.2	Posyandu dan UKS	71
3.2.3	Tanggap Bencana COVID-19	72
3.2.4	Pengolahan Sampah Menjadi Bahan Bakar Alternatif (RDF) dan Pupuk Organik	73
3.2.5	Perbaikan Tempat Pemilahan Sampah	76

**BAB 4: PENUTUP** **77**

REFERENSI 80

APPENDIX 82

# PENGANTAR

Oleh: Dr. Adang Bachtiar, MPH, DSc  
Ketua Dewan Pakar Ikatan Ahli Kesehatan Masyarakat Indonesia  
(IAKMI)

Kesehatan masyarakat adalah ilmu untuk melindungi dan meningkatkan kesehatan manusia dan komunitasnya. Hal ini dicapai dengan mempromosikan gaya hidup sehat, meneliti penyakit dan pencegahan cedera, dan mendeteksi, mencegah dan menanggapi penyakit menular.

Kesehatan masyarakat berkaitan dengan melindungi kesehatan seluruh populasi. Populasi ini bisa sekecil lingkungan lokal, atau sebesar seluruh negara atau wilayah di dunia.

Untuk mencapai hidup yang sehat, masyarakat selalu berinteraksi dengan empat faktor, yaitu faktor lingkungan, perilaku individu dan masyarakat, pelayanan kesehatan, dan faktor bawaan (genetik). Untuk aspek lingkungan itu sendiri, masalah kesehatan lingkungan pada negara berkembang akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Hal ini tidak terlepas dari upaya-upaya untuk mencapai kesejahteraan manusia, di mana salah satu cara yang ditempuh adalah melakukan pembangunan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia di muka bumi.

Pembangunan bukanlah semata-mata untuk mencapai tujuan target pembangunan itu sendiri, tetapi pembangunan diadakan untuk memperbaiki taraf hidup manusia atau dengan kata lain pembangunan untuk manusia, bukan manusia untuk pembangunan.

Pembangunan oleh manusia harus tetap memperhitungkan kelestarian lingkungan hidup. Lingkungan hidup yang terjaga dengan baik kualitasnya akan menunjang masyarakatnya untuk hidup sehat. Dan sebaliknya, lingkungan yang tercemar akan berdampak buruk terhadap kondisi kesehatan masyarakat, sebab masyarakat dalam kesehariannya berinteraksi dengan lingkungan melalui berbagai macam aktivitas yang dilakukan dalam kehidupan sehari-hari.

Kegiatan industri semen berperan dalam pembangunan untuk memperbaiki taraf hidup manusia. Buku ini menjelaskan bahwa aktivitas industri semen bisa berjalan beriringan dengan kelestarian lingkungan.

Aktivitas industri tidak menghalangi terciptanya lingkungan yang sehat dengan kualitas lingkungan yang baik yang akan mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat di sekitar industri tersebut.

Jakarta, 7 April 2022

# PENGANTAR

Oleh: Dr. Ir. Asih Setiarini, M.Sc.

Wakil Dekan Bidang Pendidikan, Penelitian dan Kemahasiswaan  
Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia

Kesehatan Masyarakat didefinisikan sebagai “seni dan ilmu mencegah penyakit, memperpanjang hidup dan meningkatkan kesehatan melalui upaya terorganisir masyarakat”.

Kesehatan masyarakat mempromosikan dan melindungi kesehatan orang dan komunitas di mana mereka tinggal, belajar, bekerja dan bermain. Bekerja di bidang kesehatan masyarakat berarti berusaha mencegah orang sakit atau cedera sejak awal, serta mempromosikan kesehatan dengan mendorong perilaku sehat

Berawal dari penelitian ilmiah hingga edukasi tentang kesehatan, orang-orang di bidang kesehatan masyarakat berupaya untuk memastikan kondisi kesehatan masyarakat berada di titik yang seoptimal mungkin.

Berbagai upaya bisa dilakukan, mulai dari vaksinasi anak-anak dan orang dewasa untuk mencegah penyebaran penyakit, mengedukasi orang tentang risiko alkohol dan tembakau, menetapkan standar keselamatan untuk melindungi pekerja, mengembangkan program nutrisi sekolah untuk memastikan anak-anak memiliki akses ke makanan sehat

Kesehatan masyarakat juga berperan untuk memajukan kebijakan dan program untuk mengurangi paparan bahan kimia dan lingkungan lainnya di udara, air, tanah, dan makanan untuk melindungi manusia dan menyediakan lingkungan yang lebih sehat bagi masyarakat.

Lingkungan yang lebih sehat dapat mencegah hampir seperempat beban penyakit global. Udara bersih, iklim yang stabil, air yang memadai, sanitasi dan kebersihan, penggunaan bahan kimia yang aman, perlindungan dari radiasi, tempat kerja yang sehat dan aman, praktik pertanian yang baik, kota yang mendukung kesehatan dan lingkungan yang dibangun, dan alam yang terpelihara semuanya merupakan prasyarat untuk kesehatan yang baik.

Dalam buku ini diulas bagaimana pandangan kesehatan masyarakat terhadap industri semen. Sejauh mana aktivitas industri semen berperan terhadap lingkungan sekitarnya, khususnya dalam aspek kesehatan.

Harapan untuk ke depannya, masyarakat dan pelaku industri bisa bekerja sama untuk mewujudkan lingkungan yang sehat dalam rangka mencapai derajat kesehatan masyarakat yang setinggi-tingginya.

Jakarta, 7 April 2022

# KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa, akhirnya kami bisa menyelesaikan buku yang berjudul “Industri Semen: Dalam Perspektif Kesehatan Masyarakat”. Buku yang kini hadir di hadapan pembaca budiman, merupakan salah satu hasil usaha positif dari upaya pencarian solusi alternatif dalam mengatasi masalah kesehatan masyarakat, dengan menempatkan keselarasan dan keharmonisan antara manusia dengan lingkungan alam serta makhluk hidup lainnya yang berdampak positif terhadap kesehatan masyarakat.

Secara khusus buku ini membahas tentang gambaran aktifitas industri semen yang dikaitkan dengan kesehatan masyarakat. Gambaran aktifitas produksi semen, determinan kesehatan masyarakat, serta upaya mitigasi secara *engineering* dan edukasi terhadap masyarakat dikupas satu per satu dalam buku ini.

Buku ini disusun menjadi 4 bab. Pada Bab 1 merupakan bab pendahuluan yang di dalamnya dibahas mengenai selayang pandang industri semen, sejarah semen di Indonesia, dan profil PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk. Bab 2 membahas tentang industri semen dan kaitannya dengan kesehatan masyarakat, dihubungkan dengan teori determinan kesehatan, serta dibahas juga profil kesehatan masyarakat di sekitar industri semen dan *case study*.

Bab 3 lebih membahas tentang pengendalian dan mitigasi yang dilakukan secara *engineering* untuk emisi udara

industri semen serta membahas tentang harmonisasi melalui pemberdayaan masyarakat dan edukasi. Buku ini diakhiri dengan Bab 4 berupa penutup yang berisi *closing statement* dari penyusun.

Dalam proses penyelesaian buku ini, tentunya banyak pihak yang terlibat dan memberikan kontribusi sehingga buku ini selesai ditulis. Penyusun menyampaikan terima kasih kepada PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk, Pabrik Palimanan, kepada Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat, UPT Puskesmas Palimanan, UPT Puskesmas Ciwaringin, UPT Puskesmas Gempol, dan UPT Puskesmas Plumbon atas bantuan dan dukungan yang diberikan kepada penyusun.

Terakhir, penyusun berharap semoga buku ini bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, peneliti, praktisi, dan pemerhati kesehatan masyarakat, khususnya kesehatan lingkungan dan Kesehatan kerja. Penyusun menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna dan masih terdapat berbagai kekurangan, untuk itu penyusun memohon masukan, umpan balik dan koreksinya, guna perbaikan berkelanjutan di kemudian hari.

Jakarta, 7 April 2022

Ketua Tim Penyusun,  
Robiana Modjo

# SINOPSIS

Buku *Industri Semen dalam Perspektif Kesehatan Masyarakat* menyajikan ulasan terkait industri semen di Indonesia yang dikaitkan dengan kesehatan masyarakat. Penyusun membagi bahasan buku ini ke dalam empat bab, yakni:

Bab 1 merupakan bab pendahuluan, yang di dalamnya dibahas mengenai selang pandang industri semen, sejarah semen di Indonesia, dan profil PT Indocement Tunggal Prakarsa.

Bab 2 membahas tentang industri semen dan kaitannya dengan kesehatan masyarakat, dihubungkan dengan teori determinan kesehatan, serta dibahas juga profil kesehatan masyarakat di sekitar industri semen serta *case study hasil pengukuran persepsi masyarakat di sekitar pabrik semen*.



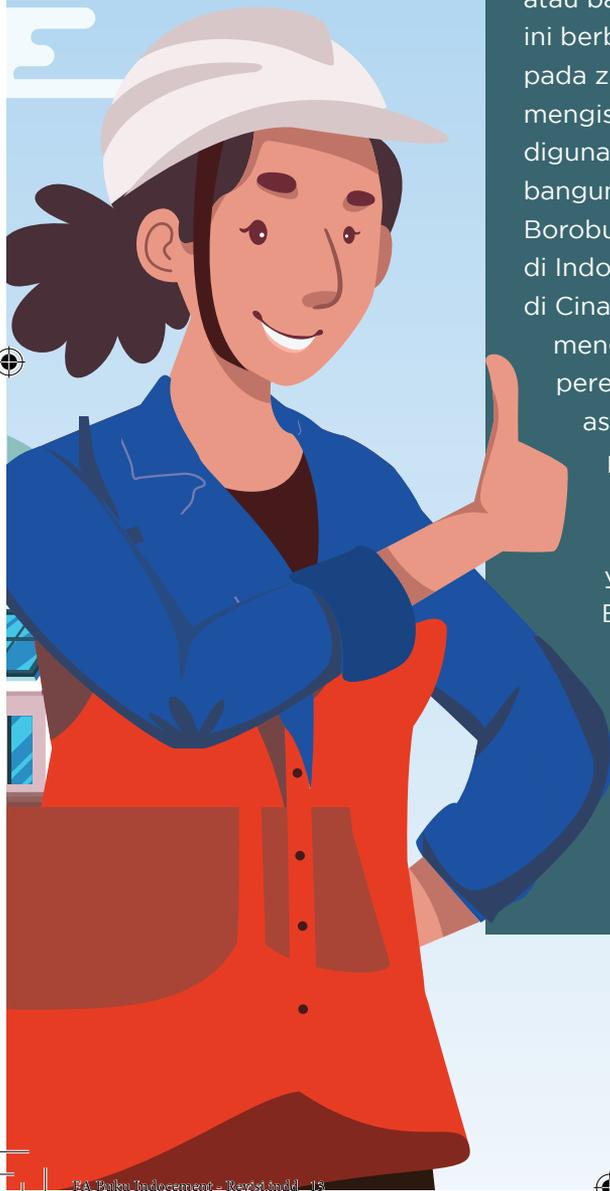
Bab 3 membahas tentang pengendalian dan mitigasi yang dilakukan secara engineering control untuk emisi udara industri semen, serta membahas tentang harmonisasi melalui pemberdayaan masyarakat dan edukasi. Buku ini diakhiri dengan

Bab 4 berupa penutup yang berisi *closing statement*



# PENDAHULUAN





## 1.1 SELAYANG PANDANG INDUSTRI SEMEN

Semen sebagai bahan perekat batu atau bata yang kita ketahui selama ini berbeda dengan bahan perekat pada zaman dahulu kala. Legenda mengisahkan, bahan perekat yang digunakan untuk membangun bangunan fenomenal, seperti Candi Borobudur atau Candi Prambanan di Indonesia ataupun jembatan di Cina yang menurut legenda menggunakan ketan sebagai perekat. Ataupun menggunakan aspal alam sebagaimana peradaban di Mahenjo Daro dan Harappa di India ataupun bangunan kuno yang dijumpai di Pulau Buton. Benar atau tidak, cerita, legenda tadi menunjukkan dikenalnya fungsi semen sejak zaman dahulu.

Kata semen sendiri berasal dari kata *caementum* (bahasa Latin) yang artinya “memotong menjadi bagian-bagian kecil yang tak beraturan”. Semen pertama yang berbentuk bubuk, yang diberi nama *pozzuolana*, ditemukan pada zaman Kerajaan Romawi di daerah Pozzuoli (dekat teluk Napoli). Bubuk yang digunakan sebagai bahan perekat dan penguat bangunan ini merupakan hasil campuran batu kapur dan abu vulkanis.



Ramuan bubuk *pozzuolana* yang cukup populer saat itu pun menghilang menyusul runtuhnya Kerajaan Romawi sekitar abad pertengahan (tahun 1100-1500 M, ada juga sumber yang menyebut sekitar tahun 1700-an M).

Selanjutnya, pada abad ke-18 seorang insinyur asal Inggris, John Smeaton menemukan dan mengembangkan ramuan kuno dengan mencampur batu kapur dengan tanah liat. Campuran yang dibuatnya ini digunakan untuk pembangunan menara suar Eddystone di lepas Pantai Cornwall, Inggris (saat ini dikenal sebagai Menara Smeaton).

Ironisnya, bukan Smeaton yang akhirnya mematenkan proses pembuatan cikal bakal semen ini. Adalah Joseph Aspdin, seorang insinyur kebangsaan Inggris yang membuat hak paten atas ramuan semen tersebut dengan nama Semen Portland pada tahun 1824. Nama Portland digunakan karena hasil akhir warna ramuan yang diolahnya mirip tanah liat di Pulau Portland, Inggris. Bahan campuran yang digunakan Joseph Aspdin ini tidak berbeda jauh dengan bahan yang dibuat oleh John Smeaton. Bahan utama yang digunakan adalah batu kapur dan tanah liat.

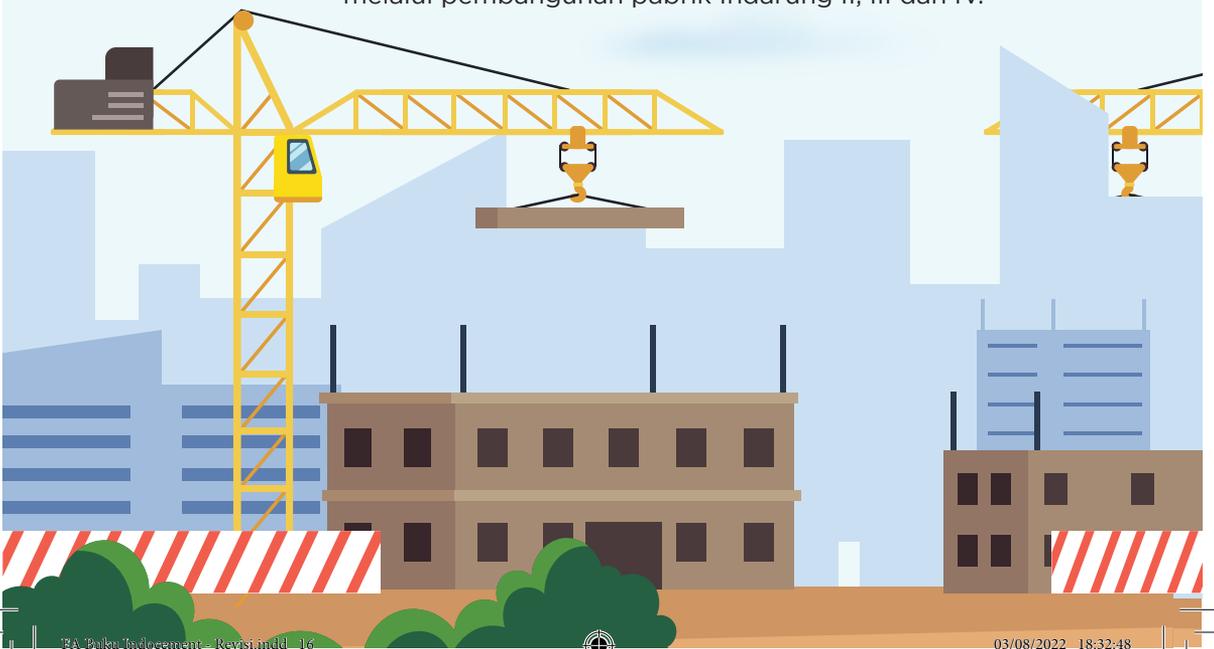
Batu kapur yang kaya akan kalsium dicampur tanah liat atau lempung yang mengandung banyak silika (sejenis mineral berbentuk pasir), aluminium oksida (alumina) dan oksida besi, kemudian dihaluskan dan dipanaskan pada suhu tinggi hingga membentuk campuran baru. Semen Portland inilah yang dikenal dan paling umum digunakan di seluruh dunia sebagai bahan dasar beton, mortar, plester dan adukan non-spesialisasi.

## 1.2 SEJARAH SEMEN DI INDONESIA

Bersamaan dengan berjalannya waktu, berdirilah pabrik-pabrik semen di Eropa dan kemudian merambah ke negara-negara jajahan bangsa Eropa di Asia. Tahun 1906, Corel Christopher-seorang ahli teknik Pemerintah Belanda, menemukan deposit batu kapur dan batu silica dalam jumlah yang besar di Indarung, Padang, Sumatera Barat.

Pada tanggal 18 Maret 1910, perusahaan swasta Belanda mendirikan perusahaan dengan nama NV. Nederlands Indische Portland Cement Maatscappij (NV. NIPCM), yang menjadi cikal bakal perusahaan semen pertama di Indonesia. Selanjutnya, Pemerintah Republik Indonesia menasionalisasikan perusahaan ini pada tanggal 5 Juli 1958 menjadi PT Semen Padang.

Setelah itu, perusahaan ini melakukan pengembangan kapasitas pabrik Indarung I menjadi 330.000 ton/tahun. Kemudian pabrik melakukan perubahan pengembangan kapasitas pabrik dari teknologi proses basah menjadi kering melalui pembangunan pabrik Indarung II, III dan IV.



### 1.3 PROFIL INDOCEMENT

PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. yang sekarang disebut “Perseroan” atau “Indocement” didirikan pada tanggal 16 Januari 1985. Momentum ini merupakan salah satu bentuk usaha meningkatkan laju pertumbuhan sektor industri di Indonesia agar dapat mewujudkan struktur ekonomi yang berdaya tahan, kuat dan sehat. Perseroan ini lahir dari sebuah pabrik semen yang didirikan pada tahun 1975 oleh PT Distinct Indonesia Cement Enterprise (DICE) di daerah Citeureup, Jawa Barat. Pada awal operasinya pabrik ini membangun tanur putar yang memiliki kapasitas produksi tahunan sebesar 500.000 ton semen abu-abu.

Dalam kurun waktu sepuluh tahun dari berdirinya pabrik semen pertama, perseroan ini telah mendirikan delapan pabrik semen tambahan yang dikelola oleh enam perusahaan berbeda yaitu PT Distinct Indonesia Cement Enterprise (DICE), PT Perkasa Indonesia Cement Enterprise (PICE), PT Perkasa Indah Indonesia Cement Putih Enterprise (PIICPE), PT Perkasa Agung Utama Indonesia Cement Enterprise (PAUICE), PT Perkasa Inti



Abadi Indonesia Cement Enterprise (PIAICE), dan PT Perkasa Abadi Mulia Indonesia Cement Enterprise (PAMICE). Keenam perusahaan tersebut kemudian melebur menjadi satu dengan mendirikan PT Indocement Tunggal Prakarsa <sup>1</sup>.

Pada tanggal 5 Desember 1989, perseroan ini menjadi perusahaan publik dengan mencatatkan sahamnya di Bursa Efek Indonesia (BEI) dengan kode "INTP". Kemudian pada tahun 1991 hingga 1997 perseroan ini mengalami pertumbuhan yang pesat karena kebutuhan semen yang tinggi. Guna mengantisipasi pertumbuhan pasar yang semakin kuat, Indocement terus berupaya menambah jumlah pabriknya untuk meningkatkan kapasitas produksi.

Pada tahun 1991 PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk mengambil alih saham PT Tridaya Manunggal Perkasa Cement (TMPC) dan mengakuisisi Plant 9 pada 1991 dan menyelesaikan pembangunan Plant 10 di Kompleks Pabrik Cirebon, Cirebon, Jawa Barat pada 1996.

Selanjutnya pada 1997, Plant 11 selesai dibangun di Kompleks Pabrik Citeureup, Bogor, Jawa Barat. Pembangunan Plant 10 dimulai pada tahun 1994 dan selesai pada tahun 1996. Selang 4 tahun, Plant 12 telah dibangun di Kotabaru, Kalimantan Selatan sebagai hasil peleburan dengan PT Indo Kodeco Cement (IKC) <sup>2</sup>.

Pada 29 Desember 2000, dari hasil merger antara Perseroan dengan PT Indo Kodeco Cement (IKC), maka Perseroan menjadi pemilik pabrik semen di Tarjun, Kotabaru, Kalimantan Selatan. Pabrik tersebut menjadi Plant 12 Perseroan. Selanjutnya, pada tahun 2001, HeidelbergCement Group menjadi Pemegang Saham



mayoritas melalui entitas anaknya, Kimmeridge Enterprise Pte. Ltd. Setelah mengakuisisi 61,7% saham Perseroan <sup>2</sup>.

Pada Oktober 2016, Perseroan mulai mengoperasikan pabrik ketiga belas yang disebut “Plant 14” di Kompleks Pabrik Citeureup, yang merupakan pabrik semen terintegrasi terbesar milik Indocement dengan kapasitas desain terpasang mencapai 4,4 juta ton semen per tahun dan juga merupakan pabrik

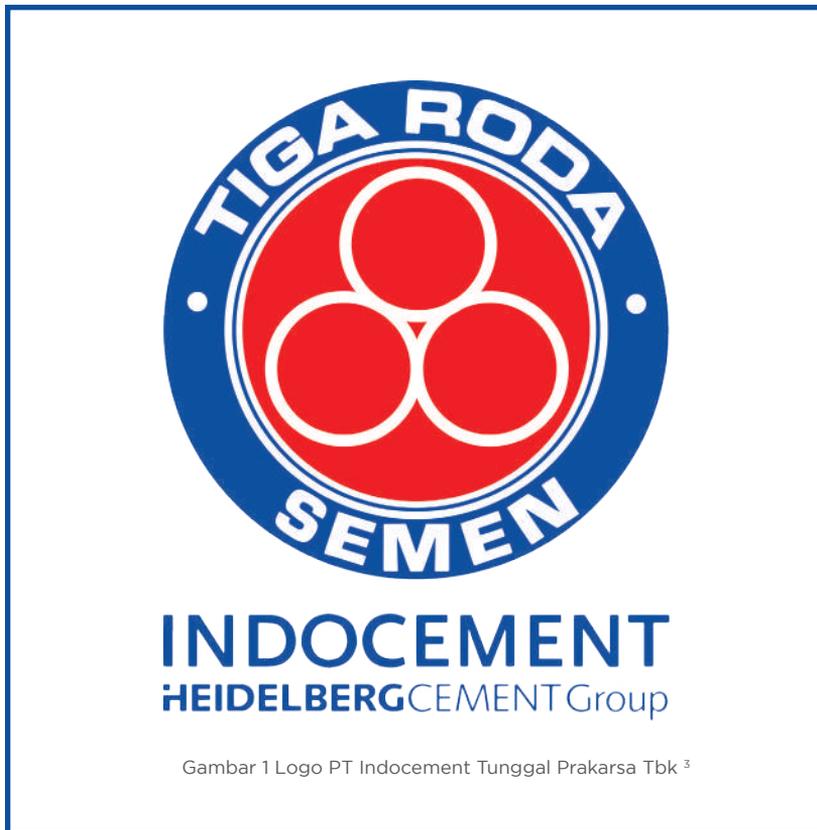
semen terbesar yang pernah dibangun oleh Indocement dan HeidelbergCement Group <sup>2</sup>.

Dengan rampungnya Plant 14, saat ini Perseroan telah mempunyai 13 pabrik dengan total kapasitas produksi tahunan sebesar 24,9 juta ton semen. Lokasi pabrik semen milik Indocement berada di Kompleks Pabrik Citeureup, Bogor, Jawa Barat dengan sepuluh pabrik, Kompleks Pabrik Cirebon, Cirebon, Jawa Barat dengan dua pabrik serta Kompleks Pabrik Tarjun, Kotabaru, Kalimantan Selatan dengan satu pabrik <sup>2</sup>.

Sampai saat ini, PT Indocement Tunggal Prakarsa telah memiliki sepuluh pabrik semen di Kompleks Pabrik Citeureup, Jawa Barat, dua pabrik semen di Kompleks Pabrik Cirebon, Jawa Barat, dan satu pabrik semen di Kompleks Pabrik Tarjun, Kotabaru Kalimantan Selatan dengan total kapasitas produksi tahunan sebesar 24,9 juta ton semen abu-abu<sup>3</sup>.

PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. atau yang juga dikenal dengan sebutan Indocement merupakan salah satu produsen semen terkemuka di Indonesia yang mulai beroperasi pada 1975. Logo Indocement terdiri dari lingkaran dengan warna biru dimana di dalamnya terdapat tulisan “TIGA RODA” yang disusun dalam bentuk setengah lingkaran di bagian atas dan “SEMEN” yang disusun dalam bentuk setengah lingkaran di bagian bawah <sup>3</sup>.

Di tengah lingkaran biru terdapat lingkaran berwarna merah yang ukurannya lebih kecil dimana terdapat gambar tiga roda berwarna putih yang saling bersentuhan. Pada bagian bawah dari lingkaran biru terdapat tulisan “INDOCEMENT HEIDELBERGCEMENT GROUP” berwarna biru.



Tulisan ini menunjukkan bahwa Indocement merupakan bagian dari perusahaan bahan bangunan terkemuka asal Jerman yaitu HeidelbergCement Group <sup>3</sup>.

Berdasarkan Pasal 3 ayat (1) Anggaran Dasar Perseroan, maksud dan tujuan Perseroan adalah melakukan usaha di bidang perindustrian, pertambangan dan penggalian, perdagangan, pengangkutan, pengadaan listrik, pengelolaan dan pengolahan

air dan limbah, pembangunan (konstruksi dan real estate), dan jasa yang dapat mendukung aktivitas Perseroan<sup>3</sup>.

Perseroan memiliki berbagai jenis kegiatan usaha dan menghasilkan beberapa macam produk, di antaranya yaitu:

**1. Semen Portland Komposit (PCC) Tiga Roda**

PCC Tiga Roda dibuat untuk konstruksi umum seperti rumah, bangunan tinggi, jembatan, jalan beton, beton precast dan beton pre-stress. PCC mempunyai kekuatan yang sama dengan Portland Cement Tipe I.

**2. Semen Portland Tipe I Tiga Roda**

Portland Tipe I Tiga Roda merupakan semen berkualitas tinggi yang sesuai untuk konstruksi Gedung tinggi, jembatan, dan jalan.

**3. Semen Portland Tipe II Tiga Roda**

Portland Tipe II Tiga Roda memiliki daya tahan yang baik terhadap kadar sulfat sedang.

**4. Semen Portland Tipe V Tiga Roda**

Portland (PC) Tipe V Tiga Roda memiliki daya tahan yang baik terhadap kadar sulfat tinggi.

**5. Semen Sumur Minyak Tiga Roda**

Semen Sumur Minyak (OWC) adalah tipe semen khusus untuk pengeboran minyak dan gas baik di darat maupun lepas pantai. OWC dicampur menjadi suatu adukan semen dan kemudian

disuntikkan di antara pipa bor dan cetakan sumur bor dimana semen tersebut dapat mengeras dan kemudian mengikat pipa pada cetakannya. OWC diproduksi dengan standar mutu sesuai American Petroleum Institute (API).

## **6. Semen Putih Tiga Roda**

Semen putih digunakan untuk keperluan pekerjaan arsitektur, dekorasi eksterior dan interior gedung selain itu, juga bisa digunakan untuk proses konstruksi pada umumnya. Indocement merupakan satu-satunya produsen semen putih di Indonesia.

## **7. Acian Putih TR-30**

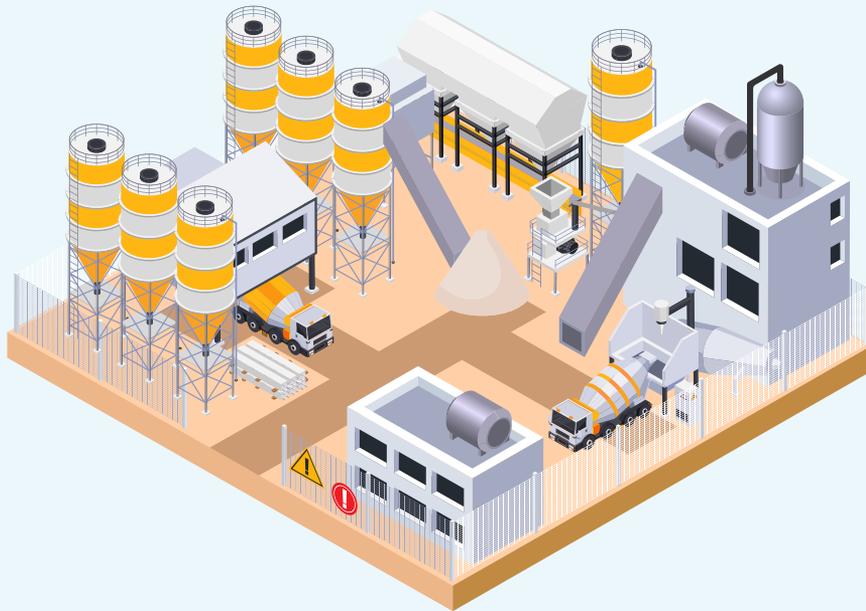
Acian Putih TR-30 digunakan untuk pekerjaan acian dan nat. Komposisi Acian Putih TR-30 antara lain Semen Putih Tiga Roda, kapur (Kalsium Karbonat) dan bahan adiktif khusus lainnya.

## **8. Semen Portland Pozzolan Rajawali**

Semen Rajawali dibuat untuk konstruksi umum yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan semen dengan kualitas terjamin dengan harga terjangkau. Diproduksi dengan teknologi, peralatan, dan material standar Indocement sehingga memiliki kualitas yang konsisten.

## **9. Duracem**

Semen berjenis blended cement dengan menggunakan slag (sisa hasil pembakaran pada industri baja sebagai additive material sehingga sangat ramah lingkungan, serta memiliki keunggulan teknis diantaranya panas hidrasi rendah, tahan terhadap sulfat, duraibilitas tinggi serta memiliki masa pertumbuhan kuat tekan yang lebih panjang, sehingga cocok



untuk proyek-proyek dengan mass concrete, bendungan dan dermaga. Duracem didistribusikan dalam bentuk curah.

### **10. TR-10 Mortar Serbaguna**

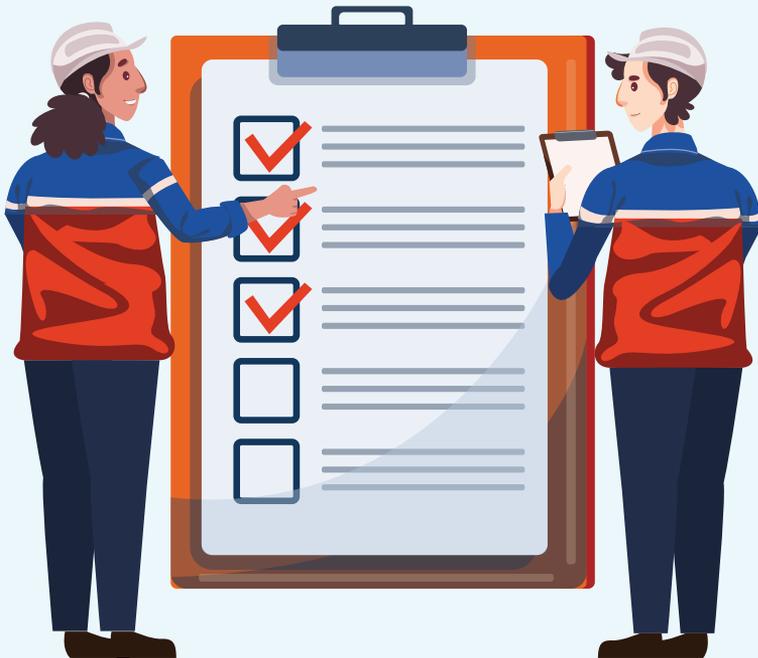
TR-10 Mortar Serbaguna merupakan mortar yang praktis dan tahan lama untuk aplikasi pemasangan bata merah, plester bata merah, dan perata lantai. TR-10 Mortar Serbaguna dikemas dalam kemasan kantong dengan berat bersih 40kg.

## 11. TR-15 Thinbed

TR-15 Thinbed adalah perekat bata ringan dengan daya rekat kuat dan tipis saat diaplikasikan dan lebih ekonomis. TR-15 Thinbed dikemas dalam kemasan kantong dengan berat bersih 40kg.

## 12. TR-20 Plester Plus

TR-20 Plester Plus adalah plesteran bata ringan berkualitas tinggi dan terbuat dari material berkualitas, tercampur secara homogen, dan menjadi pilihan untuk plesteran bata ringan yang kokoh, halus dan tidak retak. TR-20 Plester Plus dikemas dalam kemasan kantong dengan berat bersih 40kg.

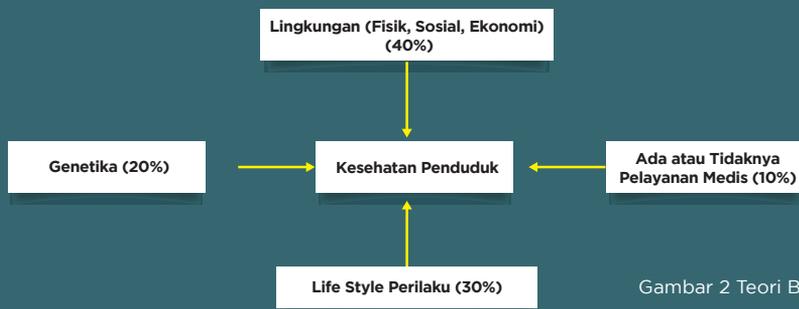




# INDUSTRI SEMEN DAN KESEHATAN MASYARAKAT

## 2.1. DETERMINAN KESEHATAN MASYARAKAT

H. L. Blum dalam teorinya mengenai derajat kesehatan masyarakat menyatakan bahwa ada faktor-faktor yang saling berinteraksi dan berkaitan sehingga membentuk determinan munculnya masalah kesehatan. Faktor-faktor tersebut adalah gaya hidup (*lifestyle*), lingkungan (*environment*), pelayanan kesehatan (*health care services*), dan faktor genetik (*hereditary*). Dari keempat faktor determinan tersebut, gaya hidup (*lifestyle*) berkaitan erat dengan kondisi lingkungan (*environment*) sehingga berpengaruh kuat terhadap derajat kesehatan masyarakat. Kebiasaan buruk seperti merokok, mengonsumsi minuman keras, memakai narkoba, jarang berolahraga, dan makan tidak teratur dapat menimbulkan masalah kesehatan.



Gambar 2 Teori Blum

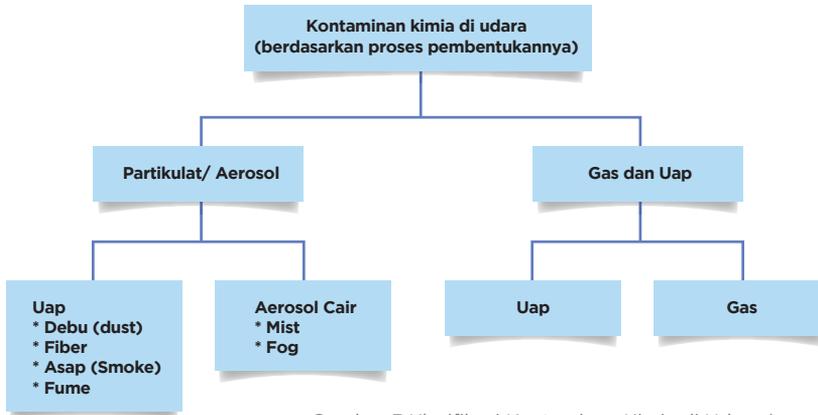
## 2.2 FAKTOR LINGKUNGAN

Menurut teori Blum, faktor lingkungan menjadi salah satu determinan yang mempengaruhi status kesehatan manusia. Lingkungan di mana manusia hidup, termasuk di antaranya lingkungan biotik (terdiri atas benda atau makhluk hidup, seperti tumbuhan, hewan, mikroorganisme) serta lingkungan abiotik (terdiri atas benda mati, seperti cahaya matahari, air, udara, tanah) dapat mempengaruhi status kesehatan manusia melalui interaksi antara manusia dan lingkungan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Kualitas udara tentunya juga berpengaruh terhadap status kesehatan manusia, dengan manusia yang kehidupannya tidak terpisah dari udara, sebab dalam proses bernafas manusia menghirup udara sekitarnya, yang secara otomatis apabila kontaminan-kontaminan terdapat di udara, akan ikut terhidup melalui jalur inhalasi dan terbawa masuk ke dalam tubuh manusia.

Ada berbagai macam kontaminan yang dapat menurunkan kualitas udara dan berdampak pada kesehatan manusia. Adapun klasifikasi dari kontaminan udara dapat dilihat pada bagan di samping kanan atas ini.





Gambar 3 Klasifikasi Kontaminan Kimia di Udara <sup>4</sup>

Kontaminan kimia di udara yang terdapat pada gambar di atas dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu gas dan uap, serta partikulat di udara atau aerosol. Kelompok gas dan uap dapat disubklasifikasikan lagi menjadi masing-masing yaitu gas dan uap. Sedangkan kelompok kontaminan partikulat dapat disubklasifikasikan lagi menjadi aerosol padat dan aerosol cair. Aerosol padat dapat berupa debu (*dust*), fiber, asap (*smoke*), dan *fume*. Sedangkan aerosol cair terdiri atas *mist* dan *fog* <sup>4</sup>.

Partikulat di udara (aerosol) dapat diklasifikasikan menjadi partikulat padatan atau yang disebut juga aerosol padat, serta droplet cairan atau aerosol cair. Adapun aerosol padat, terdiri atas debu, fiber, dan *fume*, serta asap. Sedangkan droplet cairan atau aerosol cair terdiri atas *fog* dan *mist* <sup>4</sup>.

Debu adalah salah satu macam aerosol padat yang dihasilkan dari proses penghancuran, pengampelasan, tumbuan, peledakan, dan pemecahan karena panas dari material organik dan non-organik. Fiber adalah aerosol padat yang berbentuk serat,

di mana dimensi panjangnya 3 kali lebarnya dengan diameter  $< 3 \mu\text{m}$  dan panjang  $> 5 \mu\text{m}$ . *Fume* adalah aerosol padat yang terbentuk dari uap suatu padatan yang mengkondensasi di udara dingin. *Smoke* atau asap adalah aerosol padat yang terdiri dari karbon atau jelaga yang ukurannya kurang dari  $0.1 \mu\text{m}$ . *Mist* adalah cairan tersuspensi di udara yang dihasilkan karena kondensasi uap menjadi cairan atau karena pemecahan suatu cairan menjadi terdispersi di udara karena penyemprotan dan atomisasi <sup>4</sup>.

Kontaminan kimia di udara tersebut umumnya akan menyebabkan terjadinya pencemaran udara, di mana kualitas udara akan menurun dan berpotensi membahayakan kesehatan manusia apabila menghirup udara yang tercemar. Pencemaran udara umumnya terjadi pada daerah perkotaan dan daerah industri yang menghasilkan berbagai macam zat pencemar. Pencemar udara yang umumnya ditemukan adalah partikulat (debu),  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ , dan HC. Seiring dengan perkembangan teknologi, peralatan industri kian berkembang dan menjadi lebih beragam, serta kendaraan



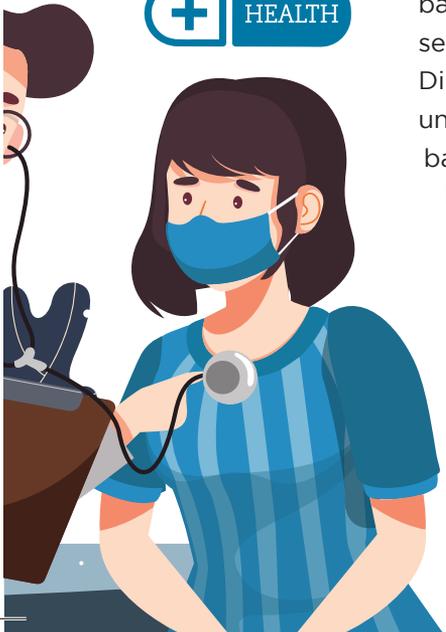
bermotor yang menghasilkan gas buang, maka hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas udara dan menyebabkan pencemaran udara semakin parah <sup>5</sup>. Selain, itu pencemaran udara tidak lepas dari faktor perilaku, salah satunya adalah perilaku pengelolaan sampah rumah tangga dengan cara dibakar <sup>6</sup>.

Salah satu sumber pencemar udara adalah aktivitas industri. Aktivitas industri berpotensi untuk mencemari lingkungan, misalnya pencemaran udara yang berasal dari asap dan debu yang dapat menurunkan kualitas lingkungan yang pada gilirannya menurunkan kualitas hidup masyarakat yang bermukim di sekitar kawasan industri tersebut <sup>7</sup>.

Industri semen adalah penghasil CO<sub>2</sub> utama yang berasal dari intensitas energi yang tinggi dan disosiasi karbonat selama proses produksi klinker. Pada saat yang sama, industri semen berkontribusi besar terhadap emisi polutan udara, terutama partikel, NO<sub>x</sub>, dan SO<sub>2</sub> <sup>8</sup>.

Hasil dari penelitian sebelumnya menyatakan bahwa bahwa industri semen berkontribusi sekitar 7% dari total emisi CO<sub>2</sub> global. Diperkirakan sekitar 0,9-1,0 ton CO<sub>2</sub> diproduksi untuk satu ton klinker tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan. Sekitar 0,65-0,92 kg CO<sub>2</sub> dihasilkan untuk per kilogram semen yang diproduksi berdasarkan pabrik semen dengan teknologi dan peralatan modern <sup>9</sup>.

Dalam sebuah penelitian lain telah dilaporkan bahwa rata-rata 0,79 ton





CO<sub>2</sub> dikeluarkan untuk per ton semen. Konsentrasi CO<sub>2</sub> dalam gas buang relatif tinggi dalam produksi semen. Emisi CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan sekitar 500-650 kg CO<sub>2</sub>/ ton semen. Emisi CO<sub>2</sub> dalam industri semen terutama datang secara langsung dari pembakaran bahan bakar fosil dan dari kalsinasi batu kapur menjadi kalsium oksida. Jumlah CO<sub>2</sub> tidak langsung berasal dari konsumsi listrik yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Sekitar setengah dari emisi CO<sub>2</sub> berasal dari pembakaran bahan bakar dan setengahnya berasal dari kalsinasi batu kapur<sup>9</sup>. Biasanya, 40% CO<sub>2</sub> berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dalam proses kiln, sekitar 50% disebabkan oleh dekarbonasi batu kapur (CaCO<sub>3</sub>) menjadi kalsium oksida (CaO), dan 10% sisanya terkait dengan transportasi dan penanganan, maka dari itu harus menggunakan teknik pengendalian untuk mengendalikan emisi gas buang<sup>10</sup>.

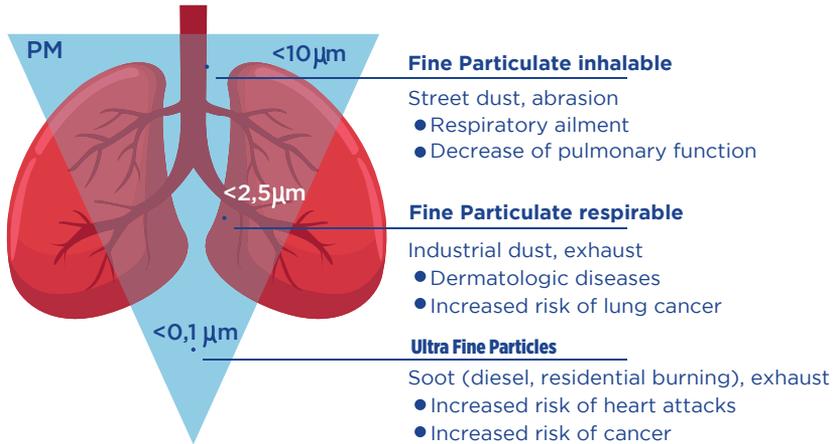
Gas lain yang dihasilkan dari proses produksi semen adalah sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ). Sulfur dioksida dihasilkan dari senyawa belerang dalam bijih bahan mentah yang digunakan dalam produksi semen dan bahan bakar dan bervariasi dalam jumlah yang dihasilkan <sup>11</sup>.

Pembakaran bahan bakar di tanur semen putar menghasilkan nitrogen oksida ( $\text{NO}_2$ ) dari nitrogen dalam bahan bakar dan udara pembakaran yang masuk. Jumlah yang dipancarkan tergantung pada beberapa faktor termasuk jenis bahan bakar, kandungan nitrogen, dan suhu pembakaran. Baik sulfur dioksida dan beberapa nitrogen oksida bereaksi dengan semen alkali dan dikeluarkan dari aliran gas <sup>11</sup>.

Selain gas, proses industry semen juga melepaskan debu (partikulat) Sejumlah besar debu dilepaskan selama proses pembuatan semen, terutama dari bahan baku, penggalian batu kapur, pengemasan dan pengiriman semen dari pabrik. Emisi debu terutama berasal dari pabrik mentah, sistem kiln, pendingin klinker, dan pabrik semen. Fitur umum dari langkah-langkah proses ini adalah bahwa gas buang panas atau udara buangan melewati bahan bubuk yang menghasilkan campuran gas dan partikulat yang terdispersi dengan baik. Sifat partikulat yang dihasilkan terkait dengan sumber bahan itu sendiri, yaitu bahan baku (sebagian dikalsinasi), klinker atau semen <sup>11</sup>.

Dampak debu terhadap kesehatan sangat ditentukan oleh ukuran partikel serta bahan kimia yang dikandungnya. Semakin kecil diameternya, maka semakin dalamlah debu tersebut masuk sampai ke saluran pernafasan bagian bawah (alveoli) <sup>12</sup>.

## TYPES AND EFFECTS OF PARTICULATE MATTER



Gambar 4 Tipe dan Efek dari Partikulat Matter

Kerusakan yang terjadi di dalam paru-paru sangat tergantung pada ukuran debu:

1. Ukuran 5 - 10  $\mu\text{m}$  akan mudah tersaring secara fisik oleh rambut-rambut halus dalam rongga hidung
2. Ukuran 3 - 5  $\mu\text{m}$  akan ditahan di saluran pernafasan bagian tengah
3. Ukuran 1-3  $\mu\text{m}$  akan ditahan di permukaan alveoli
4. Ukuran 0,5- 1  $\mu\text{m}$  melayang di permukaan alveoli
5. Ukuran < 0.5  $\mu\text{m}$  akan hinggap di permukaan alveoli/selaput lendir karena gerak brown, sehingga dapat menyebabkan penyakit paru

Industri semen juga menghasilkan beberapa jenis polutan gas, di antaranya yaitu gas nitrogen oksida dan sulfur oksida. Gas Nitrogen Oksida ( $\text{NO}_x$ ) terdiri atas dua macam yaitu gas nitrogen monoksida ( $\text{NO}$ ) dan gas nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ). Kedua macam gas tersebut mempunyai sifat yang sangat berbeda dan keduanya sangat berbahaya bagi kesehatan. Udara yang mengandung gas  $\text{NO}$  dalam batas normal relatif aman dan tidak berbahaya, kecuali bila gas  $\text{NO}$  berada dalam konsentrasi tinggi. Sifat racun (toksisitas) gas  $\text{NO}_2$  empat kali lebih kuat daripada toksisitas gas  $\text{NO}$ . Organ tubuh yang paling peka terhadap pencemaran gas  $\text{NO}_2$  adalah paru-paru. Paru-paru yang terkontaminasi oleh gas  $\text{NO}_2$  akan membengkak sehingga penderita sulit bernafas yang dapat mengakibatkan kematian. Konsentrasi  $\text{NO}_2$  lebih tinggi dari 100 ppm bersifat *lethal* pada hewan percobaan, dan 90% dari kematian tersebut disebabkan oleh gejala edema pulmonary. Pemberian sebanyak 5 ppm  $\text{NO}_2$  selama 10 menit terhadap manusia mengakibatkan sedikit kesukaran dalam bernafas<sup>12</sup>.

Sulfur Oksida ( $\text{SO}_x$ ) merupakan gas yang menyebabkan manusia akan mengalami gangguan pada sistem pernafasannya. Hal ini karena gas  $\text{SO}_x$  yang mudah menjadi asam tersebut menyerang selaput lendir pada hidung, tenggorokan, dan saluran nafas yang lain sampai ke paru-paru. Serangan gas  $\text{SO}_x$  tersebut menyebabkan iritasi pada bagian tubuh yang terkena. Pengaruh utama polutan  $\text{SO}_x$  terhadap manusia adalah iritasi sistem pernafasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa iritasi tenggorokan terjadi pada konsentrasi  $\text{SO}_2$  sebesar 5 ppm atau lebih, bahkan pada beberapa individu yang sensitif iritasi terjadi pada konsentrasi 1-2 ppm.  $\text{SO}_2$  dianggap polutan yang berbahaya bagi kesehatan terutama terhadap orang tua

dan penderita yang mengalami penyakit kronis pada sistem pernafasan dan kardiovaskular. Sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) bersifat iritan kuat pada kulit dan lendir, pada konsentrasi 6-12 ppm mudah diserap oleh selaput lendir saluran pernafasan bagian atas, dan pada kadar rendah dapat menimbulkan spasme tergores otot-otot polos pada bronchioli, spasme ini dapat menjadi hebat pada keadaan dingin dan pada konsentrasi yang lebih besar terjadi produksi lendir di saluran pernafasan bagian atas, dan apabila kadarnya bertambah besar maka akan terjadi reaksi peradangan yang hebat pada selaput lendir disertai dengan paralytic cilia, dan apabila pemaparan ini terjadi berulang kali, maka iritasi yang berulang-ulang dapat menyebabkan terjadi hiperplasia dan metaplasia sel-sel epitel dan dicurigai dapat menjadi kanker<sup>12</sup>.

### 2.3 FAKTOR PELAYANAN KESEHATAN

Peranan pelayanan kesehatan adalah:

1. Menentukan dalam pelayanan pemulihan kesehatan, pencegahan penyakit pengobatan, dan perawatan kesehatan.
2. Dipengaruhi oleh faktor lokasi atau jarak ke tempat pelayanan kesehatan sumber daya manusia, informasi kesesuaian program pelayanan kesehatan dengan kebutuhan masyarakat.

Warga sekitar pabrik memiliki akses cukup mudah ke fasilitas pelayanan kesehatan. Untuk fasilitas kesehatan sendiri, kecamatan Palimanan memiliki 4 poliklinik/balai pengobatan, 1 puskesmas rawat inap, 1 puskesmas tanpa rawat inap, dan 9 apotek. Hampir semua desa di kecamatan Palimanan memiliki akses yang relatif mudah ke fasilitas pelayanan kesehatan, seperti ke rumah sakit, rumah sakit bersalin, poliklinik/balai



pengobatan, puskesmas rawat inap, puskesmas non-rawat inap, dan apotek. Dari data Badan Pusat Statistik (BPS), di kecamatan Palimanan tidak ditemukan kasus gizi buruk di tahun 2019 dan 2020<sup>13</sup>. Kecamatan Gempol memiliki sarana kesehatan berupa 1 puskesmas dengan fasilitas rawat inap, 2 puskesmas tanpa rawat inap, dan 2 apotek<sup>14</sup>. Kecamatan Ciwaringin memiliki beberapa sarana kesehatan, di antaranya yaitu 1 rumah sakit, 1 puskesmas, 2 apotek, dan 5 klinik atau balai kesehatan. Di puskesmas Ciwaringin sendiri memiliki tenaga kesehatan yang terdiri atas 5 orang dokter, 13 orang perawat, 16 orang bidan, 3 orang tenaga farmasi, dan 1 ahli gizi<sup>15</sup>.

## 2.4 FAKTOR PERILAKU

Perilaku yang berkaitan dengan upaya atau kegiatan seseorang untuk mempertahankan dan meningkatkan kesehatannya.

Perilakunya antara lain sebagai berikut :

- A. Makan dengan menu seimbang. Menu seimbang disini berarti memenuhi unsur kualitas dan kuantitas dari makanan



- B. Olahraga secara teratur, juga mencakup segi kualitas dan kuantitas. Dalam satu minggu minimal 2 kali melakukan olahraga selama lebih kurang satu jam. Hal yang perlu dipertimbangkan adalah dari segi umur dan status kesehatan yang bersangkutan.
- C. Tidak merokok. Merokok adalah kebiasaan yang jelek yang dapat mengakibatkan berbagai penyakit. Di Indonesia hampir 50% penduduk usia dewasa merokok, begitu juga remaja hampir 15% sudah merokok.
- D. Hindari stress. Stress adalah ketegangan dalam perilaku dan bentuk perasaan yang bergejolak menekan – nekan berupa ketegangan. Setiap orang bisa mengalami stress dan akibatnya dapat bermacam – macam bagi kesehatan
- E. Perilaku sehubungan dengan pembuangan limbah, baik limbah cair maupun padat. dalam hal ini termasuk sistem pembuangan sampah dan air limbah yang sehat dan dampak pembuangan limbah yang tidak baik <sup>16</sup>.

Perilaku masyarakat juga dapat mempengaruhi kualitas lingkungan di sekitarnya, termasuk di antaranya kualitas udara di lingkungan sekitar. Pencemaran udara dapat ditimbulkan



salah satunya dari perilaku membakar sampah. Masyarakat yang melakukan pembakaran sampah terbuka ikut andil dalam menghasilkan berbagai polutan di udara, di samping yang dihasilkan dari emisi industri dan emisi gas buang kendaraan bermotor. Masyarakat sekitar lokasi pabrik sebagian besar masih menerapkan perilaku pembakaran sampah di halaman atau pekarangan dan berpotensi menimbulkan pencemaran udara (data pengelolaan sampah warga dapat dilihat di lampiran).

## 2.5 FAKTOR GENETIK (HEREDITER)

Faktor genetik merupakan faktor terakhir yang berkontribusi dalam status kesehatan. Faktor genetik merupakan faktor yang di bawa sejak lahir. Genetik atau penyakit yang bisa diturunkan atau diwariskan dari seseorang kepada keturunannya. Faktor keturunan adalah faktor yang telah ada dalam diri manusia yang dibawa sejak lahir. Sebagai contoh : diabetes mellitus, asma, epilepsy, retardasi mental, hipertensi, buta warna.

Seseorang yang sudah memiliki genetic orangtua yang menderita asma, namun bergantung dari *treatment* masing-

masing dan juga bisa menjadi lebih parah apabila ada pencetus dari perilaku dan faktor lingkungan.

Faktor genetik bisa diperbaiki dengan perilaku dan pola hidup sehat, misalnya untuk penyakit asma, apabila dijaga dengan baik, apabila memiliki lingkungan yang baik. Lingkungan juga bisa menjadi pencetus asma, misalnya di lingkungan kerja yang kualitas udaranya buruk dan keberadaan asap akibat pembakaran sampah dan asap rokok.

## 2.6 PROFIL KESEHATAN MASYARAKAT

Bicara tentang profil atau gambaran kesehatan masyarakat yang ada di sekitar pabrik semen, penting untuk diketahui adalah efek dari emisi yang keluar dari cerobong-cerobong pabrik. Pengukuran yang dilakukan pada emisi akan menghasilkan suatu angka yang menunjukkan risiko kesehatan bagi masyarakat. Dari hasil pengukuran analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) dari data emisi udara di pabrik, hasil perhitungan karakterisasi risiko menunjukkan bahwa risiko masih bisa diterima (merujuk pada *case study* poin 2.7 dan tabel di lampiran). Hasil perhitungan tidak berdampak untuk sekian tahun ke depan. Pada *case study*, analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) telah dilakukan, dimulai dari tahapan identifikasi risiko, analisis pemajanan dan *dose-respons*, dan karakterisasi risiko, diperoleh nilai risiko yang dinyatakan dalam skor ECR yang masih bisa diterima. Hal ini menunjukkan bahwa, berdasarkan dari hasil studi ARKL, emisi udara yang diduga oleh masyarakat sebagai sumber pencemar bagi masyarakat memiliki nilai risiko yang masih dapat diterima. Maka perlu dikaji dan diidentifikasi sumber-sumber pencemar udara yang ada di sekitar desa-desa dan kecamatan yang berada di sekitar lokasi pabrik.

Untuk mengetahui profil atau status kesehatan masyarakat di buku ini kita sudah mengumpulkan data kesehatan masyarakat yang dilihat dari sisi angka kunjungan puskesmas, data fasilitas kesehatan dan data keluhan, baik data yang memiliki cakupan wilayah se-kabupaten Cirebon, maupun data yang berada dalam cakupan kecamatan-kecamatan yang berada di sekitar pabrik.

## 2.6.1 DATA KUNJUNGAN RAWAT JALAN PADA PUSKESMAS DI KABUPATEN CIREBON

Pola penyakit berdasarkan kunjungan rawat jalan di Puskesmas dapat tergambar dalam 10 (Sepuluh Besar Penyakit) di Puskesmas. Berikut adalah sepuluh besar penyakit tersebut :

**TABEL 1 SEPULUH BESAR PENYAKIT DI PUSKESMAS  
DI KABUPATEN CIREBON TAHUN 2018**

No.	Penyakit	Kasus Baru	Prosentase
1.	Nasofaringitis Akuta (Common Cold)	171.837	12,14
2.	Myalgia	137.026	9,68
3.	Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Atas Akut tidak spesifik	129.904	9,18
4.	Hipertensi Primer	58.271	4,12
5.	Gastroduodenitis tidak spesifik	51.147	3,61
6.	Faringitis Akut	49.657	3,51
7.	Dermatitis lain, tidak spesifik (eksema)	48.489	3,43
8.	Diare dan Gastroenteritis	42.992	3,04
9.	Konjungtivitis	28.293	2,00
10.	Neuralgia dan Neuritis tidak spesifik	18.191	1,29
	Kasus lain	679.295	48,00
<b>JUMLAH KASUS</b>		<b>1.415.102</b>	<b>100</b>

Sumber: Laporan SP3 tahun 2018, Dinkes Kabupaten Cirebon

Penyakit Nasofaringitis akut, Myalgia dan ISPA tidak spesifik selalu menempati urutan tiga yang teratas. Myalgia didominasi oleh penduduk pra usila. ISPA dominan pada semua kelompok umur. Penyakit Hipertensi selalu ada di 10 besar penyakit ini, dan didominasi oleh penderita golongan umur 45 tahun ke atas.

Pola penyakit di pelayanan rawat jalan di puskesmas pada kelompok umur 0-1 tahun (Bayi) yang menempati lima penyakit tertinggi pada kunjungan di Puskesmas, ISPA tidak spesifik 24,2 %, Nasofaringitis akut 20,8 %, Diare Gastroenteritis 8,8 %, Dermatitis lain tdk spesifik 4,2 % dan Pneumonia 3,2 %.

Pola Penyakit Rawat Jalan di Puskesmas pada golongan umur 1-4 tahun di dominasi oleh penyakit infeksi seperti ISPA, Diare dan Dermatitis. Untuk masyarakat yang berobat jalan di puskesmas, keluhan penyakit tertinggi pada kelompok umur kelompok anak (5-14 tahun) yaitu penyakit pernapasan. Nasopharyngitis akut 16 %, ISPA tidak spesifik 11,5 %, Gangguan gigi dan jaringan penunjang lain 6,2 % dan Diare dan Gastroenteritis 43,5 %.

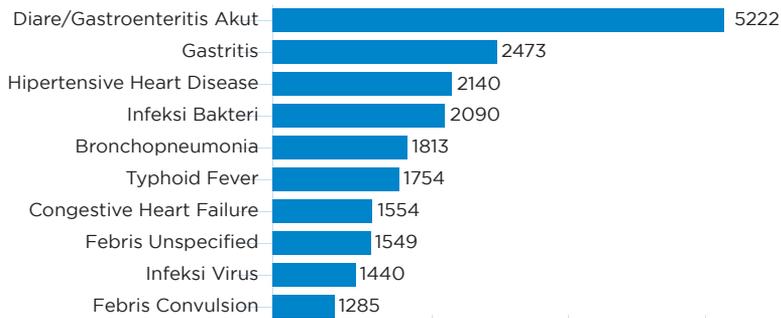
Pola penyakit penderita rawat jalan di Puskesmas pada kelompok umur kelompok usia produktif (15 - 44) tahun yaitu Nasofaringitis akut 10,6 %, Myalgia 10,1 %, ISPA tidak spesifik 6,5 %, Gastroduodenitis tidak spesifik 4,8 %, Penyakit Dispepsia 4,5 % dan Faringitis akut 4,2 %.



Pola penyakit penderita rawat jalan di Puskesmas pada kelompok umur kelompok pra usila (45-59) tahun yaitu Myalgia 15,3 %, Nasofaringitis akut 7,4 %, Hipertensi Primer 7,2 %, Dispepsia dan ISPA tidak spesifik 3,9 %.

## 2.6.2 DATA KUNJUNGAN RAWAT INAP DI RUMAH SAKIT DI KABUPATEN CIREBON

Grafik 10 besar penyakit di instalasi rawat inap rumah sakit di Kabupaten Cirebon hasil rekapitulasi dari 11 (sebelas) rumah sakit yang ada.



Gambar 5:  
10 Penyakit Tertinggi di Instalasi Rawat Inap Rumah Sakit  
di Kabupaten Cirebon pada Semua Golongan Umur Tahun 2018

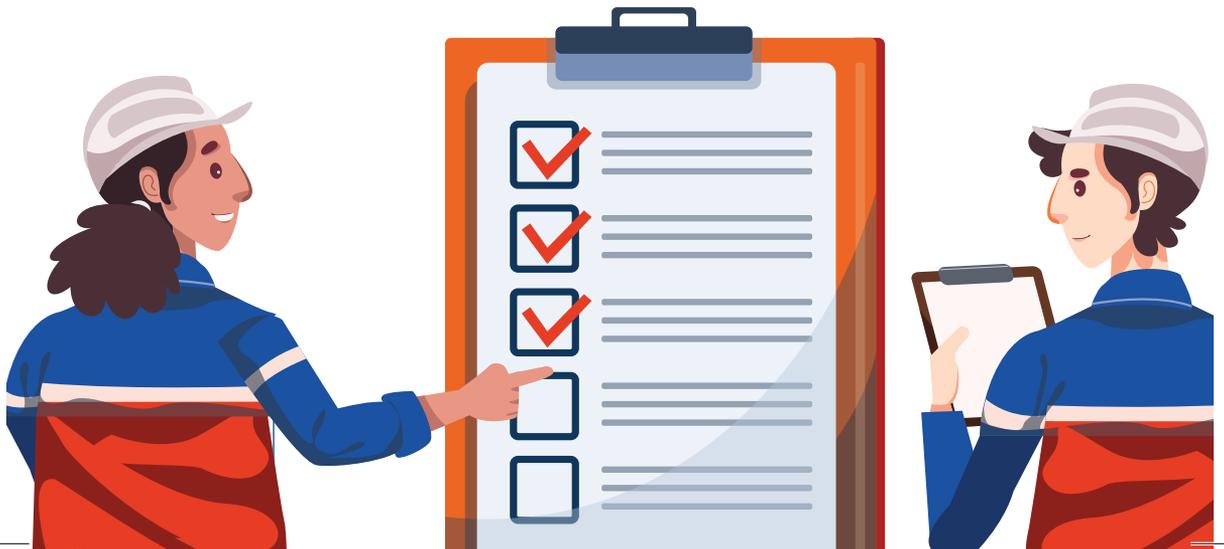
Sumber: Rumah Sakit di Kabupaten Cirebon 2018

Dari gambar grafik diatas terlihat dua penyakit terbanyak merupakan penyakit infeksi yang erat kaitannya dengan sanitasi lingkungan. Dalam 10 penyakit tertinggi tersebut ada penyakit beberapa jenis penyakit jantung yaitu Hipertensive Heart Deseases dan Congestif Heart Failure, merupakan penyakit tidak menular (PTM) yang erat kaitannya dengan pola hidup atau gaya hidup.

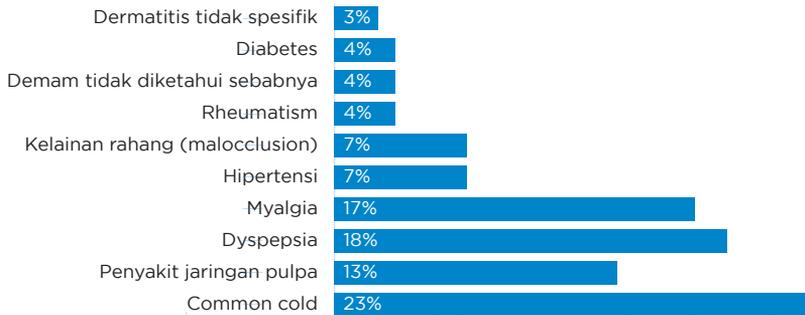
### 2.6.3 DATA PROFIL KESEHATAN MASYARAKAT SEKITAR PABRIK

Data profil kesehatan masyarakat di beberapa kecamatan yang berlokasi di sekitar pabrik dapat menggambarkan kondisi kesehatan masyarakat sekitar, khususnya terkait penyakit-penyakit yang pada umumnya diderita oleh warga setempat, yang dipengaruhi oleh beberapa determinan kesehatan, seperti telah dijelaskan pada sub-bab 2.1, yakni faktor lingkungan, faktor perilaku, faktor pelayanan kesehatan, dan faktor herediter (genetik). Lokasi pabrik sendiri dikelilingi oleh beberapa kecamatan, antara lain kecamatan Gempol, Ciwaringin, Palimanan, dan Plumbon. Adapun data profil kesehatan masyarakat di keempat wilayah tersebut dapat tergambarkan melalui data grafik data kunjungan ke Puskesmas.

Dari data kunjungan di Puskesmas Ciwaringin pada tahun 2019, didapatkan bahwa penyakit paling banyak yang diidap oleh masyarakat yang datang untuk berobat adalah common cold atau nasofaringitis (23%) disusul dengan penyakit myalgia (17%) dan dispepsia (18%).



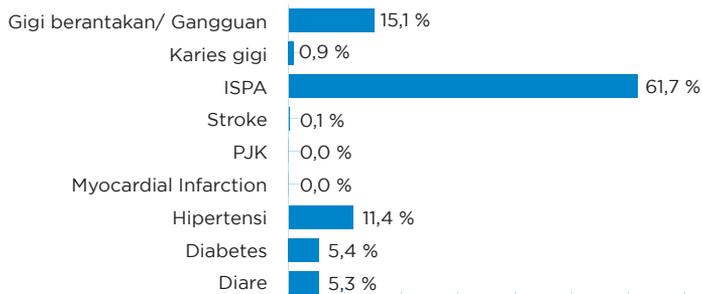
### DATA KUNJUNGAN BERDASARKAN PENYAKIT PUSKESMAS CIWARINGIN TAHUN 2019



Gambar 6 Data Kunjungan berdasarkan Penyakit di Puskesmas Ciwaringin tahun 2019

Dari data kunjungan berdasarkan penyakit di Puskesmas Palimanan pada tahun 2019, didapatkan bahwa penyakit paling banyak diidap oleh masyarakat yang datang untuk berobat adalah ISPA (61,7%). Kemudian untuk gangguan pada gigi sebanyak 15,1% dan hipertensi sebanyak 11,4%.

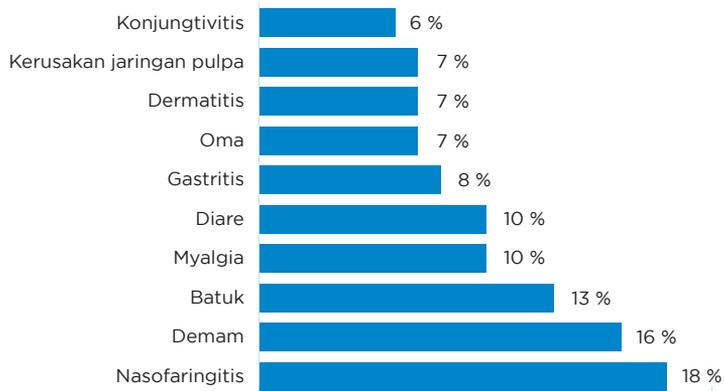
### DATA KUNJUNGAN BERDASARKAN PENYAKIT PUSKESMAS PALIMANAN TAHUN 2019



Gambar 7 Data Kunjungan berdasarkan Penyakit di Puskesmas Palimanan tahun 2019

Dari data kunjungan berobat di Puskesmas Gempol pada tahun 2018, didapatkan bahwa penyakit paling banyak yang diidap oleh masyarakat yang datang untuk berobat adalah nasofaringitis (18%) disusul dengan demam (16%) dan batuk (13%).

#### DATA KUNJUNGAN BERDASARKAN PENYAKIT PUSKESMAS GEMPOL TAHUN 2018



Gambar 8 Data Kunjungan berdasarkan Penyakit di Puskesmas Ciwaringin tahun 2018



Dari data kunjungan berdasarkan penyakit di Puskesmas Plumbon pada tahun 2019, didapatkan bahwa penyakit paling banyak diidap oleh masyarakat yang datang untuk berobat adalah ISPA (25%). Kemudian untuk nasofaringitis akut sebanyak 20% dan dispepsia sebanyak 11%.

#### DATA KUNJUNGAN BERDASARKAN PENYAKIT PUSKESMAS PLUMBON TAHUN 2019



Gambar 9 Data Kunjungan berdasarkan Penyakit di Puskesmas Plumbon tahun 2019

## 2.7 CASE STUDY: ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN (ARKL)

Studi kasus dengan pendekatan ARKL diperiksa masyarakat dan emisinya dengan formula untuk memprediksi hasil pengukuran di emisi dan hasil informasi wawancara, sampai sejauh mana pajanan debu di masyarakat. hasil ini juga bisa dilakukan dalam rangka menilai apakah dampak itu berisiko pada masyarakat atau tidak.

Upaya yang cukup ketat dari perusahaan untuk menjaga debu yang *release* memenuhi standar baku mutu dari pemerintah.

Agen di lingkungan (kimia, fisik, dan biologi) saling berinteraksi dengan aktivitas manusia dan berpotensi memberikan dampak terhadap kesehatan. Bahaya lingkungan berupa zat-zat kimia yang bersifat toksik, energi berbahaya (radiasi dan gelombang elektromagnetik)<sup>18</sup>. Hal ini memunculkan pertanyaan seperti: Berapa besar risiko kesehatan yang timbul akibat pajanan bahaya-bahaya lingkungan tersebut? Apakah risiko dapat dikendalikan tanpa menghentikan kegiatan dan sumber risikonya? Apakah perangkat hukum dan teknologi yang tersedia saat ini dapat melindungi kesehatan orang-orang yang terpajan dari agen-agen di lingkungan?<sup>18</sup>.

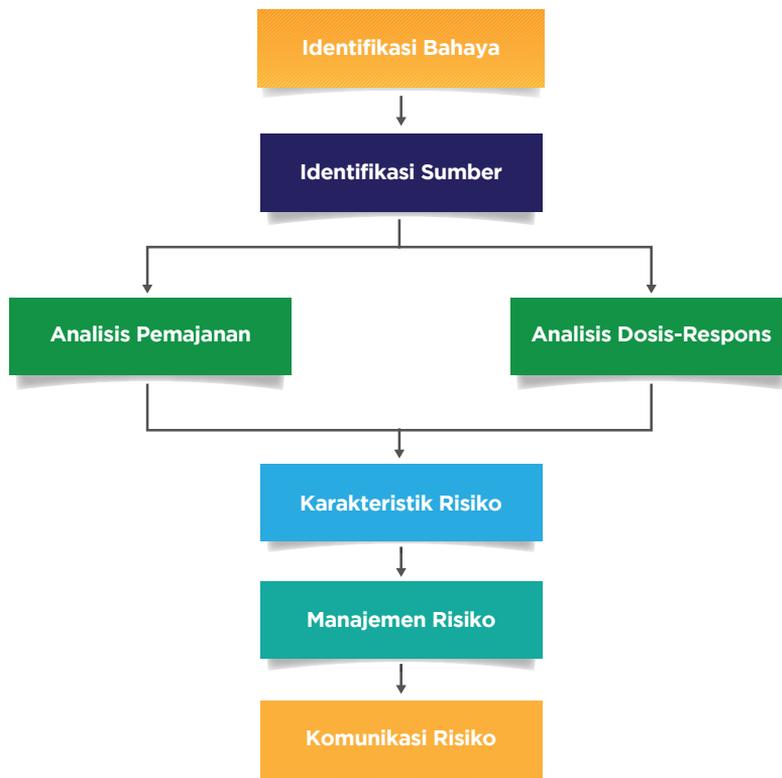
Analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) merupakan padanan kata dari *risk assessment* yang dikenal sebagai metode kajian dampak lingkungan terhadap kesehatan. *World Health Organization* (WHO) mendefinisikan analisis risiko sebagai proses yang dimaksudkan untuk menghitung atau memperkirakan risiko pada suatu organisme, sistem atau sub-populasi, setelah terpajan oleh agen-agen lingkungan tertentu dengan memperhatikan karakteristik agen-agen lingkungan tersebut dan karakteristik sistem sasaran yang spesifik<sup>19</sup>. Analisis risiko merupakan karakterisasi efek-efek potensial yang merugikan kesehatan manusia oleh pajanan bahaya lingkungan. Analisis risiko juga merupakan suatu alat pengelolaan risiko, yaitu proses penilaian bersama para ilmuwan dan birokrat untuk memprakirakan peningkatan risiko kesehatan pada manusia yang terpajan oleh zat-zat toksik yang ada di lingkungan<sup>17</sup>.

Adapun tujuan dari ARKL itu sendiri adalah untuk menyediakan kerangka ilmiah guna membantu para pengambil keputusan dan orang-orang yang berkepentingan (legislator dan regulator industri dan warga negara yang peduli lainnya) dalam memecahkan masalah-masalah lingkungan dan kesehatan <sup>17</sup>. Saat ini ARKL digunakan untuk menilai risiko kesehatan manusia yang disebabkan oleh pajanan bahaya lingkungan <sup>19</sup>.

Analisis risiko dapat dilakukan untuk menilai pemajanan yang telah lampau (*past-exposure*), dengan efek merugikan sudah maupun belum terjadi. ARKL juga dapat digunakan untuk studi prediksi risiko pemajanan agen-agen lingkungan yang akan datang (*future exposure*) <sup>19</sup>.

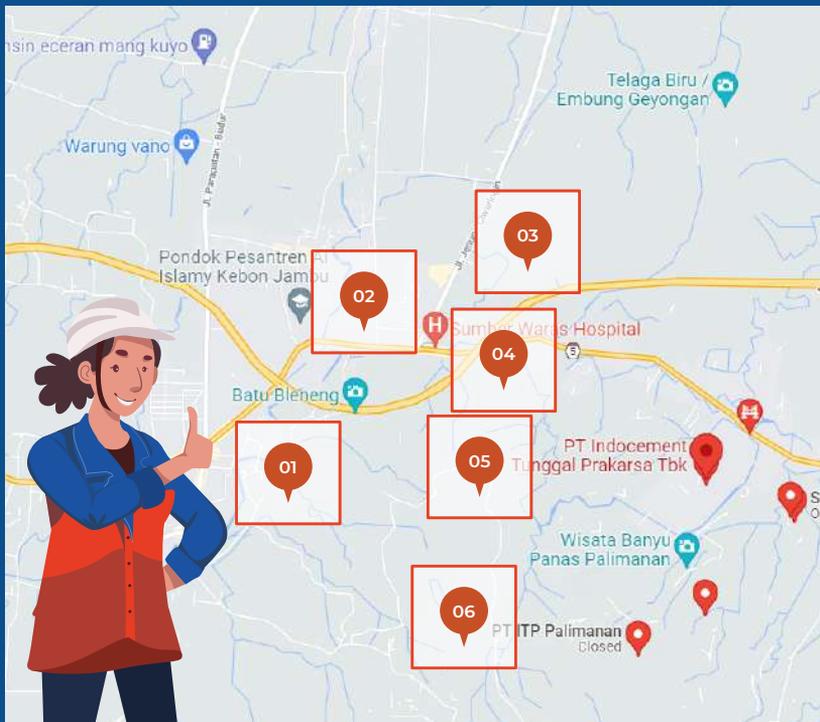


ARKL terbagi dalam tiga langkah utama yaitu penelitian (*research*), analisis risiko (*risk assessment*) dan manajemen risiko (*risk management*). Analisis risiko selanjutnya dibagi menjadi identifikasi bahaya (*hazard identification*), analisis dosis-respon (*dose-response assessment*), analisis pemajanan (*exposure assessment*) dan karakterisasi risiko (*risk characterization*) seperti yang ada pada gambar di bawah ini.



Gambar 10 Analisis Risiko; Ruang lingkup langkah-langkah *risk analysis*. *Risk assessment* hanya pada bagian kotak garis titik-titik sedangkan *risk management* dan *risk communication* berada di luar lingkup *risk assessment* (Louvar dan Louvar 1998)<sup>19</sup>.

Untuk melihat bagaimana gambaran masyarakat yang menjadi responden, maka dikumpulkan beberapa data terkait karakteristik demografi responden. Data tersebut diperoleh dari karyawan pabrik PT Indocement Tunggal Prakarsa dan masyarakat yang tinggal di desa sekitar PT Indocement Tunggal Prakarsa. Adapun desa tersebut adalah desa Gempol, desa Cikeusal, desa Palimanan Barat, desa Kedung Bunder, desa Cupang, desa Ciwaringin, desa Walahar, desa Palimanan Timur dan desa Kempek.



Gambar 11 Peta Lokasi Desa di Sekitar Kompleks Pabrik PT Indocement Tunggal Prakarsa di Palimanan, Cirebon, Jawa Barat. Sumber: Google Maps

Beberapa variabel yang ditanyakan untuk mendapatkan gambaran karakteristik demografi adalah asal desa, asal kecamatan, jenis kelamin, usia, suku, status pernikahan, jumlah anggota keluarga, pendidikan terakhir yang ditempuh, pekerjaan, departemen (khusus karyawan PT Indocement Tunggal Prakarsa), masa kerja, dan status merokok.

### **TAHAP 1: IDENTIFIKASI BAHAYA**

Tahapan ini adalah suatu proses untuk menentukan bahaya kimia yang berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Identifikasi jenis dan sifat efek samping yang disebabkan oleh agen yang memiliki kapasitas bawaan untuk menyebabkan organisme, sistem, atau (sub) populasi. Identifikasi bahaya adalah tahap pertama dalam penilaian bahaya dan yang pertama dari empat langkah dalam penilaian risiko <sup>20</sup>.

Data identifikasi bahaya dari *risk agent* dari berbagai sumber pencemaran dapat dirangkum menjadi satu tabel. Apabila data awal tidak tersedia, maka harus dilakukan pengukuran pendahuluan dengan sedikitnya 2 sampel yang mewakili konsentrasi *risk agent* paling tinggi dan paling rendah untuk penghitungan *Risk Quotient* (RQ) untuk asupan konsentrasi *risk agent*. Apabila nilai RQ > 1 berarti ada risiko potensial yang perlu dikendalikan. Sedangkan apabila RQ < 1 untuk sementara pencemaran dinyatakan masih aman dan belum perlu dilakukan pengendalian <sup>19</sup>.

## TAHAP 2: ANALISIS PEMAJANAN DAN DOSIS RESPONS

Analisis pemajanan dilakukan dengan cara mengumpulkan data melalui step sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data antropometri dan pola aktivitas masyarakat yang tinggal di desa sekitar PT Indocement Tunggal Prakarsa dengan metode wawancara.
2. Mengumpulkan data pengukuran emisi udara di PT Indocement Tunggal Prakarsa.

Setelah mengumpulkan data antropometri dan pola aktivitas lalu dianalisis dengan analisis deskriptif untuk mengetahui sebaran datanya. Setelah diperoleh nilai rata-rata (*mean*) atau *median*, selanjutnya data antropometri dan pola aktivitas dianalisis untuk mendapatkan nilai *intake* dan tingkat risiko untuk pemajanan *real time* dan *lifetime* dengan menggunakan persamaan:

$$I = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}} \quad \text{Louvar \& Louvar, 1998 (1)}$$

I = Intake (asupan), jumlah *risk agent* yang diterima individu per berat badan per hari (mg/kg/hari)

C = Konsentrasi *risk agent*, mg/m<sup>3</sup> (udara), mg/L (air), mg/kg (makanan)

R = Laju (rate) asupan, 20 m<sup>3</sup>/hari (udara), 2L/hari (air minum)

$t_E$  = Lama pajanan harian, jam/hari

$f_E$  = Frekuensi pajanan tahunan, hari/tahun

$D_t$  = Durasi pajanan, real time atau 30 tahun proyeksi untuk nilai *default* residensial

$W_b$  = Berat badan, kg

$T_{avg}$  = Periode waktu rata-rata, 30 tahun x 365 hari/tahun (non karsinogen) atau 70 tahun x 365 hari/tahun (karsinogen)

Terdapat perbedaan dalam menentukan durasi pajanan ( $D_t$ ) baik pajanan *realtime* maupun *lifespan* untuk menghitung *intake* karsinogenik maupun non karsinogenik. Untuk pajanan *realtime*, durasi pajanan dihitung dari lamanya pekerja selama bekerja pada posisi pekerjaan tersebut sedangkan untuk pajanan *lifespan*, nilai durasi pajanan merupakan nilai *default* yaitu sebesar 30 tahun. Nilai untuk periode waktu rata-rata harian ( $t_{avg}$ ) merupakan nilai *default*. Namun nilai *default* yang digunakan untuk *intake* karsinogenik adalah 70 tahun sedangkan nilai untuk *intake* nonkarsinogenik adalah 30 tahun.

Hubungan antara jumlah agen yang diberikan kepada, diambil oleh, atau diserap oleh organisme, sistem, atau (sub) populasi dan perubahan yang berkembang dalam organisme, sistem, atau (sub) populasi sebagai reaksi terhadap agen<sup>20</sup>. Analisis dosis-respon, disebut juga *dose response assessment* atau *toxicity assessment*, yaitu menetapkan nilai-nilai kuantitatif toksisitas

*risk agent* untuk setiap bentuk spesifik kimianya. Toksisitas dinyatakan sebagai dosis referensi (*Reference Dose*, RfD) untuk efek-efek non karsinogenik dan *Cancer Slope Factor* (CSF) atau *Cancer Unit Risk* (CUR) untuk efek-efek karsinogenik. Dosis referensi dibedakan untuk pajanan oral atau tertelan (ingesti, untuk makanan dan minuman) yang disebut RfD dan untuk pajanan inhalasi (udara) yang disebut *reference concentration* (RfC). Dosis yang digunakan untuk menetapkan RfD adalah yang menyebabkan efek paling rendah yang disebut NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*) atau LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*). NOAEL adalah dosis tertinggi suatu zat pada studi toksisitas kronik atau subkronik yang secara statistik atau biologis tidak menunjukkan efek merugikan pada hewan uji atau pada manusia, sedangkan LOAEL adalah dosis terendah yang masih menimbulkan efek. RfD atau RfC diturunkan dari NOAEL atau LOAEL. Berikut merupakan rumus perhitungan RfD atau RfC:

$$RfD \text{ atau } RfC = \frac{NOAEL \text{ atau } LOAEL}{UF_1 \times UF_2 \times UF_3 \times UF_4 \times MF} \quad (2)$$

UF adalah *uncertainty factor* (faktor ketidakpastian) dengan UF 1 = 10 untuk variasi sensitivitas alam populasi manusia (10H, manusia), UF2 = 10 untuk ekstrapolasi dari hewan ke manusia (10A, hewan), UF3 = 10 jika NOAEL diturunkan dari uji subkronik, bukan kronik, UF4 = 10 bila menggunakan LOAEL bukan NOAEL dan MF adalah *modifying factor* bernilai 1 s.d 10 untuk mengakomodasi kekurangan atau kelemahan studi yang tidak tertampung UF. Saat ini nilai RfD, RfC, CSF dan UCR zat-zat kimia telah ada dalam pangkalan data *Integrated Risk Information*

*System* dari US EPA (IRIS 2007) yang tersedia di <http://www.epa.gov/iris> dan pangkalan data TOXNET di <http://www.toxnet.nlm.nih.gov> yang lebih besar daripada IRIS. Ada ratusan zat kimia spesifik yang telah dimasukkan ke dalam daftar IRIS dan sudah ditabulasi (Louvar and Louvar 1998) sehingga bisa langsung digunakan<sup>18</sup>. Namun perlu diperhatikan bahwa tidak semua nilai RfD, RfC, CSF dan UCR zat tersedia dan dapat dicari nilainya karena keterbatasan data dan butuh penelitian lanjut.

### TAHAP 3: KARAKTERISASI RISIKO

Karakterisasi risiko adalah penentuan kualitatif dan, sedapat mungkin, kuantitatif, termasuk ketidakpastian yang menyertai, dari kemungkinan terjadinya efek merugikan yang diketahui dan potensial dari suatu agen dalam organisme, sistem, atau (sub) populasi tertentu, di bawah kondisi paparan yang ditentukan<sup>20</sup>. Karakteristik risiko kesehatan dinyatakan sebagai *Risk Quotient* (RQ) untuk efek-efek nonkarsinogenik (ATSDR 2005; EPA 1986; IPCS 2004; Kolluru 1996; Louvar and Louvar 1998) dan *Excess Cancer Risk* (ECR) untuk efek-efek karsinogenik (EPA, 2005)<sup>18</sup>. RQ dihitung dengan membagi asupan nonkarsinogenik *risk agent* dengan RfD atau RfC-nya menurut persamaan berikut:

$$RQ = \frac{I_{nk}}{RfD \text{ atau } RfC} \quad (3)$$

Hasil perhitungan RQ akan diketahui:

1. Jika  $RQ > 1$  maka konsentrasi agent berisiko dapat menimbulkan efek merugikan terhadap kesehatan.
2. Jika  $RQ \leq 1$  maka konsentrasi agent bukan berisiko dapat menimbulkan efek merugikan terhadap kesehatan.

Sedangkan ECR dihitung dengan mengalikan CSF dengan asupan karsinogenik *risk agent* menurut persamaan berikut:

$$ECR = CSF \times I_k \quad (4)$$

Baik CSF maupun  $I_k$  harus spesifik untuk bentuk spesi kimia *risk agent* dan jalur pajanannya. Karena secara teoritis karsinogenitas tidak mempunyai ambang atau *nonthreshold*, maka risiko dinyatakan tidak bisa diterima bila  $E-06 < ECR < E-04$ . Kisaran angka  $E-06$  s.d  $E-04$  diambil dari nilai *default* karsinogenitas US EPA (1990).

Telah dilakukan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) untuk emisi udara di sekitar PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk, pabrik Palimanan.

Hasil perhitungan ECR untuk pajanan *realtime* dengan menggunakan hasil perhitungan konsentrasi *risk agent* pada Plant 10 pada tahun 2018 lebih besar hasilnya bila dibandingkan dengan menggunakan hasil perhitungan konsentrasi *risk agent* pada tahun 2016.

Contohnya pada desa Gempol, hasil perhitungan ECR untuk pajanan *realtime* dengan menggunakan hasil perhitungan konsentrasi *risk agent* pada Plan 10 tahun 2018 lebih besar bila dibandingkan dengan hasil perhitungan konsentrasi *risk agent* pada tahun 2016 yaitu  $5.73577E-20$ .

Begitu pula dengan hasil perhitungan ECR untuk pajanan *lifespans*, dengan menggunakan hasil perhitungan konsentrasi

*risk agent* pada Plant 10 pada tahun 2018 lebih besar hasilnya bila dibandingkan dengan menggunakan hasil perhitungan konsentrasi *risk agent* pada tahun 2016 yaitu 1.02363E-19.

Dari hasil perhitungan ECR, nilai ECR baik untuk pajanan *realtime* dan *lifespan* memiliki nilai  $ECR < E-04$  sehingga risiko dinyatakan masih bisa diterima.







# PENGENDALIAN DAN MITIGASI

Aktivitas industri yang dilakukan oleh perusahaan, diupayakan agar tidak memberikan dampak merugikan kepada kesehatan masyarakat maupun kepada lingkungan. Berbagai upaya dilakukan untuk meminimalisir emisi udara melalui pendekatan-pendekatan teknis, sehingga udara yang keluar dari sistem produksi adalah udara yang bersih dan memenuhi standar baku mutu lingkungan.

### 3.1. MITIGASI EMISI UDARA MELALUI PENDEKATAN ENGINEERING

#### 3.1.1 FLEXIBLE PULSE JET FILTERS

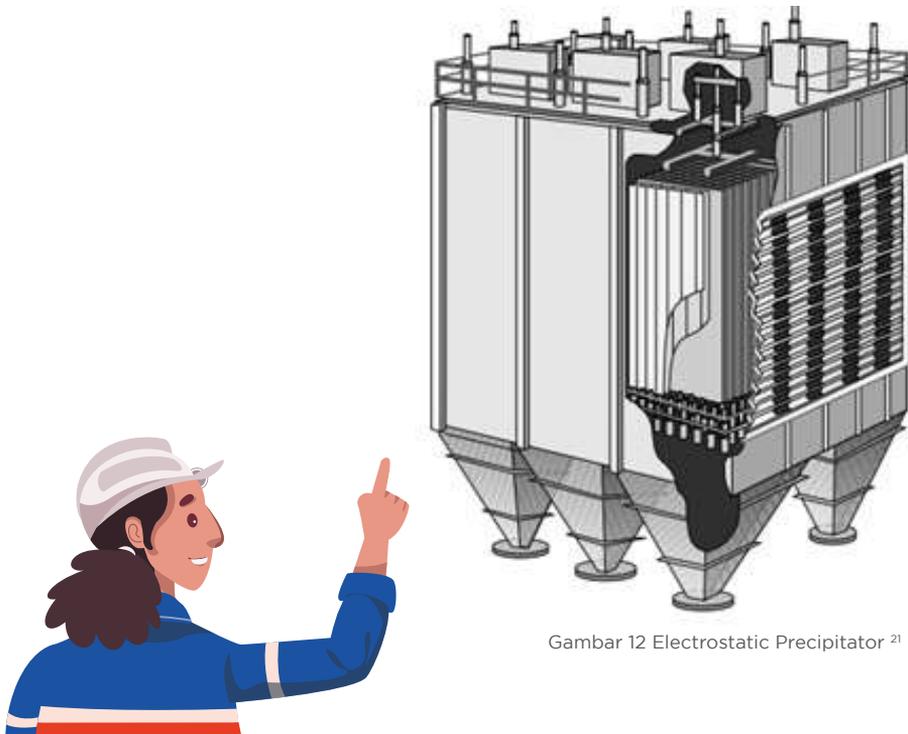
Gas mentah memasuki kompartemen filter melalui saluran masuk yang dilengkapi dengan baling-baling pemandu yang mendistribusikan gas secara merata di seluruh kantong filter. Susunan ini menciptakan aliran gas gravimetri ke bawah di sepanjang kantong filter, mengendapkan debu ke dalam *hopper* di bawahnya. Berbeda dengan filter di mana gas mentah masuk melalui peredam yang terletak di *hopper*, desain sistem distribusi gas filter jet pulsa fleksibel mencegah terciptanya kecepatan kaleng tinggi (atau aliran gas vertikal ke atas). Kecepatan gas yang tinggi mencegah partikel halus mengendap ke dalam *hopper* selama siklus pembersihan online. Gas mentah disaring oleh kain dari luar, dan gas bersih keluar di bagian atas kantong. Kipas terletak di sisi outlet gas bersih dari filter <sup>11</sup>.

#### 3.1.2 ELECTROSTATIC PRECIPITATOR

*Elektrostatic precipitator* (EP) digunakan untuk menghilangkan partikulat dari gas buangan industri. Efisiensi pengumpulan partikel pada EP bergantung pada karakteristik dari partikulat itu sendiri, misalnya pada ukuran dan resistivitas partikulat dan juga jumlah luas permukaan pelat elektroda pengumpulan yang digunakan <sup>21</sup>.

EP bekerja dengan cara memberikan muatan kepada partikel melalui medan listrik yang cukup kuat untuk menghasilkan ion yang menempel pada partikel. Partikel bermuatan kemudian

dikumpulkan dengan medan listrik yang lebih lemah yang menyebabkan partikel bermigrasi menuju dan menempel pada elektroda dengan muatan yang berlawanan <sup>22</sup>.



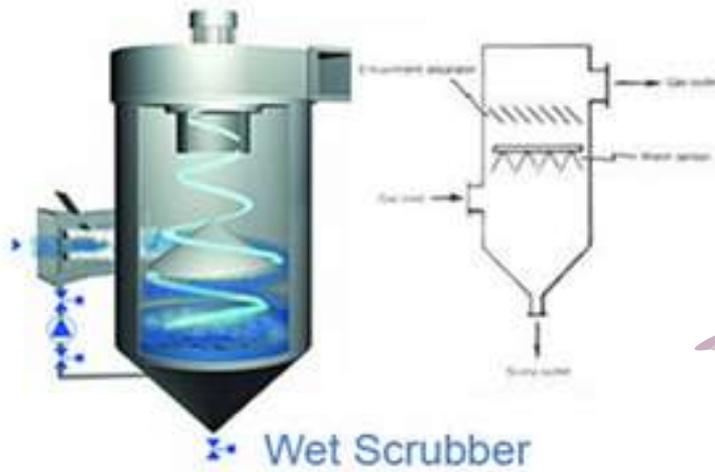
Gambar 12 Electrostatic Precipitator <sup>21</sup>

Terdapat tiga proses kerja elektrostatis precipitators, yaitu:

- A. Proses pemberian muatan partikel (*particle charging*)
- B. Proses pengumpulan partikel (*particle collecting*)
- C. Proses pemisahan partikel-partikel yang telah terkumpul (*Removal of collected material*) <sup>12</sup>

### 3.1.3 WET SCRUBBER

*Wet collectors* atau *scrubber* adalah peralatan yang memisahkan partikel dan gas dengan menggunakan air. *Wet scrubber* atau *scrubber* basah ini memiliki cara kerja dengan cara partikel pertama kali membentur tetesan-tetesan cairan atau lapisan cairan dan kemudian pada pemisahan selanjutnya cairan tersebut akan menghilangkan partikel dari aliran gas. Sedangkan penghilangan kontaminan dari gas dilakukan melalui mekanisme absorpsi. Proses ini berlangsung melalui difusi dari komponen gas terhadap cairan, dimana cairan tersebut akan mengabsorpsi partikel dan gas<sup>12</sup>.



Gambar 13 *Wet Scrubber*

Metode ini dapat menghilangkan partikulat berukuran 0.2  $\mu\text{m}$ , namun demikian, untuk menghasilkan tetesan-tetesan *droplet* berukuran kecil memerlukan energi. Metode ini dapat digunakan untuk menghilangkan kontaminan dari udara, baik itu berupa partikulat, maupun gas <sup>22</sup>.

Pengumpulan partikel melalui dua jalan : 1) Pertama-tama partikel kontak dengan cairan yang jatuh sehingga terjadilah "*wetted*" (pembasahan), kemudian partikel basah tersebut akan terpisah dan hilang dari gas pembawanya <sup>12</sup>.

Mekanisme dari *wetting* pada partikel meliputi :

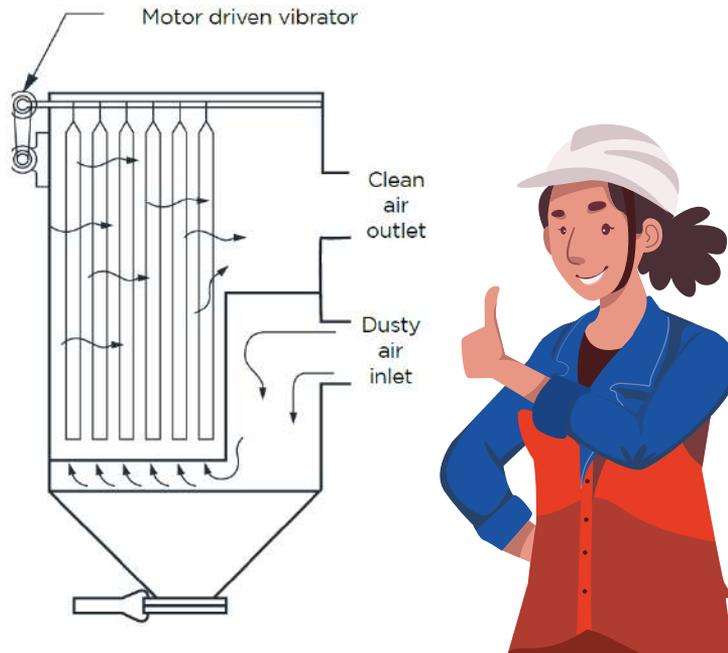
- a. Benturan pada cairan yang jatuh
- b. *Brownian diffusion*
- c. Kondensasi dari molekul-molekul air disekitar partikel seperti molekul gas pada titik jenuhnya, dan
- d. Tarikan secara elektrostatis diantara air yang jatuh diantara partikel.
- e. Selanjutnya partikel-partikel yang basah tadi dihilangkan melalui benturan dan atau gaya sentrifugal, tergantung dari macam peralatannya. Memperkecil ukuran dari cairan yang jatuh dan meningkatkan kecepatan gas yang masuk akan mempengaruhi efisiensi pengumpulan.

### **3.1.4 BAG HOUSE FILTER METHOD**

Filter menjebak partikulat saat gas buang mengalir melalui media berpori. Filter dapat dibuat dari kain tenun atau kain kempa (*pressed*), kertas, atau anyaman logam, tergantung pada aplikasinya. Mereka tersedia dalam berbagai konfigurasi, seperti

tikar, kartrid, tas, dan amplop. Filter memiliki keuntungan umum karena mampu menangani berbagai laju aliran gas buang dan pemuatan partikel <sup>22</sup>.

Pembersihan secara periodik sangat diperlukan pada kedua alat tersebut, agar tidak mempengaruhi tekanan jatuh (*pressure drop*). Beberapa usaha yang dilaksanakan untuk mengurangi penyumbatan filter adalah dengan cara digoyang-goyang secara mekanis, aliran udara yang terbalik dan pemberian suara dengan frekuensi rendah <sup>12</sup>.



Gambar 14 Bag House Filter <sup>22</sup>

### 3.1.5 CYCLONE

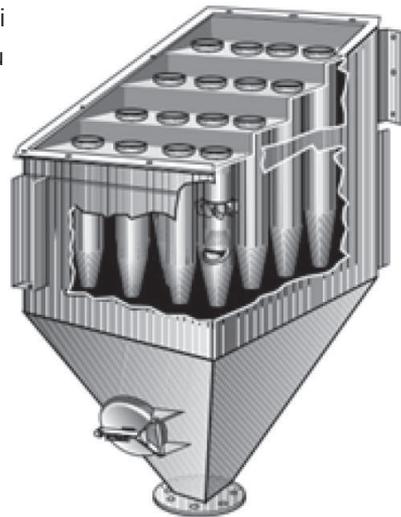
*Cyclone* memisahkan partikulat dari aliran gas dengan menggunakan prinsip pemisahan sentrifugal. Saat aliran gas berputar ke bawah melalui tabung, gaya sentrifugal mendorong partikel tersuspensi ke arah dinding tabung. Partikel kemudian jatuh dari dasar tabung yang terbuka ke dalam gerbong pengumpul, ketika aliran gas membuat perubahan arah yang tajam. Partikel debu kemudian dipindahkan dari *hopper* pengumpul ke penyimpanan, dan akhirnya ke pembuangan <sup>21</sup>.

Upaya mitigasi emisi udara di Indocement Palimanan menggunakan teknologi :

- Cerobong Utama : Bag Filter
- Cerobong yang lain : EP dan Bag Filter

Design bag filter yang terpasang di cerobong utama bisa menyaring debu hingga 10 mg/Nm<sup>3</sup>. Pemantauan emisi yang keluar dari cerobong utama menggunakan CEMs (*Continuous Emission Monitoring System*) dan CPM (*Continuous Particulate Monitoring*) yang beroperasi selama 24 jam secara terus menerus.

Disamping itu, dilakukan pengukuran manual oleh laboratorium terakreditasi secara periodik. Sehingga emisi yang



Gambar 15 Cyclone <sup>21</sup>

dikeluarkan dari setiap cerobong yang ada di pabrik dipastikan tidak akan melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) yang ditetapkan oleh pemerintah.

### **3.2. HARMONISASI MELALUI PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DAN EDUKASI**

Selain melakukan mitigasi secara internal untuk mencegah timbulnya dampak kepada lingkungan, perusahaan juga ikut terlibat dalam kegiatan untuk mengembangkan dan memberdayakan komunitas sekitar di berbagai bidang, di antaranya yaitu di bidang kesehatan.

Langkah awal dalam mendefinisikan pengembangan komunitas (*community development*) adalah dengan mendefinisikan “komunitas”. Seperti disebutkan sebelumnya, komunitas dapat merujuk ke lokasi (komunitas tempat) atau kumpulan individu dengan minat atau ikatan yang sama baik dalam jarak dekat atau terpisah jauh (komunitas kepentingan).

Mattessich and Monsey, 2004 mendefinisikan komunitas sebagai “Orang-orang yang tinggal di dalam wilayah yang ditentukan secara geografis daerah dan yang memiliki ikatan sosial dan psikologis dengan satu sama lain dan dengan tempat di mana mereka hidup”. Sedangkan Warren, 1963 mendefinisikan komunitas sebagai Kombinasi unit dan sistem sosial yang melakukan fungsi sosial utama (dan) organisasi kegiatan sosial”<sup>23</sup>.

*Community development* atau pengembangan masyarakat sebagai keterlibatan dalam suatu proses untuk mencapai perbaikan dalam beberapa aspek kehidupan masyarakat di

mana biasanya tindakan tersebut mengarah pada penguatan pola komunitas manusia dan hubungan kelembagaan. Fokus dari *community development* adalah pada pengembangan masyarakat sebagai proses pendidikan untuk memungkinkan warga untuk mengatasi masalah dengan pengambilan keputusan kelompok <sup>23</sup>.

Perusahaan telah ikut berkontribusi dalam pengembangan dan pemberdayaan komunitas sebagai perwujudan dari tanggung Jawab sosial dan lingkungan atau *Corporate Social Responsibility* di mana perusahaan ikut serta dalam pembangunan ekonomi masyarakat setempat, tetapi juga terkait kewajiban perusahaan dalam melestarikan lingkungan.



Adapun upaya-upaya pengembangan dan pemberdayaan masyarakat oleh perusahaan telah terselenggara dalam berbagai bidang dan disiplin ilmu, dua di antaranya adalah di bidang kesehatan dan lingkungan yang terwujud dalam program-program berikut:

### **3.2.1 PUSLING (PUSKESMAS KELILING)**

Puskesmas keliling adalah pelayanan kesehatan keliling dilengkapi dengan kendaraan bermotor roda 4 atau roda 2 dan peralatan kesehatan, peralatan komunikasi serta sejumlah tenaga yang berasal dari Puskesmas. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pelayanan kesehatan terutama yang berhubungan dengan promotif dan preventif di wilayah kerja Puskesmas yang belum terjangkau oleh pelayanan dalam gedung Puskesmas<sup>24</sup>.

Tujuan kegiatan ini adalah membantu pengobatan gratis kepada masyarakat khususnya bagi penderita penyakit ringan. Jumlah pasien mencapai 1.539 orang dari desa Palimanan Barat, Cikeusal, Kedung Bunder, Gempol, Ciwaringin, Cupang. Setiap desa dilakukan kunjungan 24 kali dalam setahun. Kegiatan ini bekerjasama dengan seksi kesehatan Indocement dan

Gambar 16 Kegiatan Pengobatan Gratis



puskesmas kecamatan Gempol, Ciwaringin & Winong, Penyakit yang diderita pada umumnya gangguan ISPA, sendi otot, alergi, lambung, mata, diare, demam dan batuk.

### 3.2.2 POSYANDU DAN UKS

Membantu pelayanan kesehatan bagi balita dan siswa SD, adapun kegiatannya adalah telah diberikan bantuan pelayanan kesehatan secara rutin setiap bulan sekali untuk menunjang kegiatan UKS di 16 SDN dan 32 Posyandu yang tersebar di desa binaan.

Bentuk kegiatan posyandu berupa pemeriksaan, penimbangan dan pemberian makanan tambahan, sedangkan UKS untuk pengadaan obat dan perlengkapan kesehatan - Kegiatan ini bekerjasama dengan Puskesmas Kecamatan Gempol, Ciwaringin & Winong.



Gambar 17 Kegiatan Posyandu dan UKS

Target dan sasarannya adalah Posyandu yang tersebar di 7 desa binaan dan 16 SDN yang berada di desa binaan.

### 3.2.3 TANGGAP BENCANA COVID-19

Bentuk kegiatan tanggap darurat penanganan COVID-19, diantaranya :

1. Isolasi mandiri bagi warga yang terkena COVID-19 dan melakukan penyemprotan desinfektan bekerjasama dengan puskesmas Gempol dan setempat.
2. Pemberian paket sembako bagi warga yang terkena COVID-19.
3. Pemberian APD bagi tenaga medis di puskesmas setempat.
4. Melakukan vaksin gotong royong bagi karyawan Indocement.
5. Memfasilitasi tempat vaksinasi baik bagi warga sekitar dan karyawan untuk membantu target vaksin nasional, kerjasama dengan puskesmas Gempol.



### 3.2.4 PENGOLAHAN SAMPAH MENJADI BAHAN BAKAR ALTERNATIF (RDF) DAN PUPUK ORGANIK

PT Indocement menjalankan bisnis secara profesional yang beretika lingkungan. Salah satu komitmen dalam pengelolaan lingkungan adalah melalui pengelolaan sampah sehingga mampu meningkatkan kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat maupun karyawan. Hal ini sejalan dengan UU No. 18 Tahun 2008 dan PP No. 81 Tahun 2012.

Implementasi dari komitmen tersebut tertuang dalam Renstra Lingkungan sebagai salah satu bagian kebijakan perusahaan. Isu lingkungan akibat timbunan sampah yang belum terkelola dengan baik masih menjadi kendala dalam pengelolaan sampah di Kabupaten Cirebon.

Terkait dengan permasalahan tersebut, Indocement Pabrik Palimanan berusaha untuk terus mengembangkan pengelolaan sampah melalui beberapa program di dalam maupun di luar perusahaan. Manajemen pengelolaan sampah yang diterapkan perusahaan adalah **manajemen kolaborasi terpadu antara perusahaan, pemerintah desa dan masyarakat desa binaan.**

Salah satu bentuk kerjasama adalah dibentuknya unit usaha yang bergerak di bidang pengolahan sampah yang dikelola oleh Badan Usaha Milik Desa (BUMDes), yang hasilnya untuk kesejahteraan masyarakat desa sekitar. Unit Pengolahan Sampah Badan Usaha Milik Desa (UPS BUMDes) Palimanan Barat mulai beroperasi pada tahun 2008 dengan pembiayaan pendirian, teknologi, pengoperasian maupun pelatihan dari Indocement. Dalam pengelolaan hariannya dilakukan oleh BUMDes dengan

pembinaan terpadu dari Indocement. Pembentukan BUMDes ini merupakan salah satu upaya agar pengelolaan sampah dapat berlangsung secara berkelanjutan, dan memiliki hasil yang dapat meningkatkan pendapatan masyarakat sekitar.

Tujuan pembentukan UPS BUMDes adalah mengatasi permasalahan lingkungan yang diakibatkan oleh sampah, sebagai media pembelajaran bagi masyarakat untuk membiasakan perilaku hidup sehat, mengolah sampah menjadi produk yang bermanfaat (kompos, bahan bakar alternatif) dan menciptakan lapangan kerja.



Gambar 18 Kegiatan Pengolahan Sampah menjadi Bahan Bakar Alternatif (RDF) dan Pupuk Organik

Sistem pengelolaan sampah yang dilakukan adalah UPS BUMDes berperan sebagai pengolah sampah yang menghasilkan produk untuk dijual ke pihak Indocement yang memanfaatkannya sebagai energi alternatif (*Refuse Derived Fuel/ RDF*) di *cement kiln* dan *biofertilizer* (kompos) untuk pemupukan tanaman di area pabrik.

## PENCAPAIAN KEGIATAN

1. Menyerap tenaga kerja lokal sebanyak 14 orang sehingga mengurangi pengangguran.
2. Mengatasi masalah sampah di masyarakat dengan melibatkan 2.000 KK dan sampah domestik pabrik sehingga meningkatkan kualitas lingkungan.
3. Dapat memenuhi kebutuhan energi pabrik melalui peningkatan pemanfaatan bahan bakar alternatif dari sampah sebesar 1.1711 ton tahun 2020 dan tahun 2021 semester 1 sebesar 739 ton. Selanjutnya UPS BUMDes dapat mengurangi timbulan sampah masyarakat sebesar 17-28%, pengurangan beban emisi  $CH_4$  dari pengelolaan sampah UPS BUMDes terhadap timbulan sampah di masyarakat sebesar 85.265-111.716 ton dan emisi CO sebesar 558.061-731.178 ton.



### 3.2.5 PERBAIKAN TEMPAT PEMILAHAN SAMPAH

CSR Indocement telah membantu perbaikan sarana penunjang wisata yaitu tempat pemilahan sampah yang sudah rusak sebanyak 7 set/ titik terdiri dari sampah organik dan non organik. Sarana ini sangat penting untuk menjaga kebersihan di lokasi wisata. Sampah tersebut diambil secara rutin oleh petugas wisata, kemudian dilakukan pemilahan. Sampah yang bernilai ekonomi disetor ke bank Sampah Al-Karimah Desa Cupang.



Gambar 19 Perbaikan Tempat Pemilahan Sampah

# PENUTUP



Industri semen adalah salah satu industri strategis di Indonesia. Keberadaan industri semen dan produknya tidak bisa dipisahkan dari kehidupan sehari-hari. Dalam literatur hasil penelitian dari berbagai negara memang dijabarkan terkait emisi udara dan gas rumah kaca dalam industri semen. Namun demikian bukan berarti industri semen tidak bisa menjalankan operasionalnya tanpa memberikan dampak positif pada kesehatan dan lingkungan.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, bukan mustahil untuk mewujudkan kesehatan masyarakat dan lingkungan yang berdampingan dengan kegiatan industri, khususnya industri semen. Industri semen tetap bisa berjalan beriringan dengan mengupayakan mitigasi secara teknis dan pengembangan serta pemberdayaan komunitas untuk mewujudkan itu semua.

Banyak faktor yang mempengaruhi status kesehatan masyarakat, selain dari faktor lingkungan, ada beberapa faktor lain yang berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat, yaitu faktor perilaku, faktor herediter (genetik), dan faktor pelayanan kesehatan. Kualitas udara di lingkungan sekitar manusia tentunya berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Sumber pencemar udara di lingkungan bermacam-macam, di antaranya berasal dari faktor alam, seperti erupsi gunung berapi, kebakaran hutan, dan ada pula dari aktifitas manusia seperti aktifitas industri, gas buangan kendaraan bermotor, asap rokok, dan aktifitas pembakaran.

Dari hasil studi analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL), didapatkan hasil bahwa risiko untuk emisi udara dari pabrik

masih dapat diterima melalui tahapan identifikasi bahaya, analisis pemajanan dan dosis-respons, serta karakterisasi risiko. Maka dari itu perlu dikaji lebih lanjut terkait sumber-sumber pencemar udara yang ada di lingkungan yang berpotensi berdampak pada kesehatan manusia.

Adapun sumber pencemar udara perlu di lingkungan, selain dari emisi industri dan kendaraan bermotor, ternyata tidak bisa lepas dari faktor perilaku itu sendiri, misalnya perilaku membakar sampah di ruang terbuka yang dapat menghasilkan kontaminan udara berupa asap. Di sinilah edukasi berperan penting, untuk mencegah dan mengubah perilaku masyarakat agar tidak membakar sampah di ruang terbuka.

Masyarakat dan perusahaan bisa bersama sama mewujudkan lingkungan yang sehat. Peran masyarakat dan perusahaan dapat bersama-sama berkolaborasi, keduanya bisa saling bersinergi untuk menciptakan derajat kesehatan yang lebih baik lagi.



## REFERENSI

1. Soeharto H. Presiden Resmikan Pabrik Semen PT. Tridaya Manunggal Perkasa, Ekspor Non Migas Harus Menjadi Tekad Nasional. 1985.
2. PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. Sekilas Perseroan [Internet]. Available from: <https://www.indocement.co.id/Tentang-Kami/Sekilas-Indocement/Sekilas-Perseroan>
3. PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. Tentang Kami [Internet]. Available from: <https://www.indocement.co.id/Tentang-Kami/Sekilas-Indocement/Bidang-Usaha>
4. Lestari F. Bahaya Kimia: Sampling & Pengukuran Kontaminan Kimia di Udara. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC; 2007.
5. Khairina M. The Description of CO Levels, COHb Levels, And Blood Pressure of Basement Workers X Shopping Centre, Malang. J Kesehatan Lingkung. 2019;11(2):150.
6. Ariano A, Retno Bashirah A, Lorenza D, Nabillah M, Noor Apriliana S, Ernawati K. Hubungan Faktor Lingkungan dan Perilaku Terhadap Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) di Desa Talok Kecamatan Kresek. J Kedokt Yars. 2019;27(2):076–83.
7. Septian Anwar F, Mallongi A, Alimin Maidin M, Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin P, Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin B, Manajemen Rumah Sakit Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Alamat Koresponden B, et al. Kualitas Udara Ambien Co Dan Tsp Di Permukiman Sekitar Kawasan Industri Pt. Semen Tonasa Ambient Air Quality of Co and Tsp in Settlements Around Pt. Semen Tonasa. 84 Jkmm. 2019;2(1).
8. Liu J, Tong D, Zheng Y, Cheng J, Qin X, Shi Q, et al. Carbon and air pollutant emissions from China's cement industry 1990 - 2015 : trends , evolution of technologies , and drivers. Atmos Chem Phys. 2021;21:1627–47.
9. Ali MB, Saidur R, Hossain MS. A review on emission analysis in cement industries. Renew Sustain Energy Rev [Internet]. 2011;15(5):2252–61. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.02.014>

10. Arachchige USPR, Alagiyawanna AMAKM, Balasuriya BMCM, Dassanayake NP, Devasurendra JW. Environmental Pollution by Cement Industry. *Int J Res.* 2019;06(08):631–5.
11. Zimwara D, Mugwagwa L, Chikowore TR. Air Pollution Control Techniques for The Cement Manufacturing Industry: A Case Study for Zimbabwe. In: *CIE42 Proceedings.* Cape Town; 2012. p. 16–8.
12. Prabowo K, Muslim B. *Penyehatan Udara.* Jakarta: Kementerian Kesehatan; 2018.
13. Badan Pusat Statistik Kabupaten Cirebon. Kecamatan Palimanan dalam Angka 2021. Cirebon; 2021.
14. Badan Pusat Statistik Kabupaten Cirebon. Kecamatan Gempol dalam Angka 2021 [Internet]. Cirebon; 2021. Available from: Badan Pusat Statistik Kabupaten Cirebon
15. Badan Pusat Statistik Kabupaten Cirebon. Kecamatan Ciwaringin dalam Angka 2021. Cirebon; 2021.
16. Irwan. *Etika dan Perilaku Kesehatan.* Yogyakarta: CV Absolute Media; 2017. I.
17. Djafri D. Prinsip Dan Metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. *J Kesehat Masy Andalas.* 2014;8(2):100.
18. Rahman A. *Public Health Assessment: Model Kajian Prediktif Dampak Lingkungan dan Aplikasinya untuk Manajemen Risiko Kesehatan.* 2007. p. 1–21.
19. Basri S, Bujawati E, Amansyah M, Habibi, Samsiana. Analisis risiko kesehatan lingkungan. *J Kesehat.* 2007;
20. World Health Organization. *IPCS Risk Assessment Terminology.* Geneva; 2004.
21. Koren H, Bisesi M. *Handbook of Environmental Health: Pollutant Interactions in Air, Water, and Soil 4th Edition.* New York: Lewis Publishers; 2003.
22. Plog BA, Quinlan PJ. *Fundamental of Industrial Hygiene 5th Edition.* Itasca: National Safety Council; 2002.
23. Philips R, Pittman RH. *An Introduction to Community Development.* New York: Taylor & Fran; 2008.
24. UPTD Puskesmas Takalala. *Puskesmas Keliling [Internet].* Available from: <https://pkm-takalala.soppengkab.go.id/puskesmas-keliling/>

## Tabel Analisis Perhitungan Intake dan Karakterisasi Risiko di Desa Sekitar PT Indocement Tunggal Prakarsa

Desa	N	Realtime / Lifespan	Cancer Slope Factors (C SF)	Excess Cancer Risk (ECR)						Berisiko/Tidak berisiko
				Konsentrasi Risk Agent Plant 9(C) Tahun 2013 = 0.00077 mg/m <sup>3</sup>	Konsentrasi Risk Agent Plant 10 (C) Tahun 2013 = 0.0043 97 mg/m <sup>3</sup>	Konsentrasi Risk Agent Plant 9(C) Tahun 2015 = 0.000033 mg/m <sup>3</sup>	Konsentrasi Risk Agent Plant 9(C) Tahun 2018 = 0.000009	Konsentrasi Risk Agent Plant 10 (C) Tahun 2016 = 0.000055 mg/m <sup>3</sup>	Konsentrasi Risk Agent Plant 10 (C) Tahun 2018 = 0.0000737	
Gempol	16	Realtime	1,00E-14	2,50E-14	1,43E-18	2,57E-20	7,01E-21	4,29E-20	5,74E-20	Tidak berisiko
		Lifespan	1,00E-14	4,46E-14	2,55E-13	4,59E-20	1,25E-20	7,65E-20	1,02E-19	Tidak berisiko
Cikeusal	18	Realtime	1,00E-14	5,00E-14	2,85E-18	5,14E-20	1,40E-20	8,57E-20	1,15E-19	Tidak berisiko
		Lifespan	1,00E-14	4,75E-19	2,71E-13	4,89E-20	1,33E-20	8,14E-20	1,09E-19	Tidak berisiko
Palimanan Bara t3	5	Realtime	1,00E-14	4,26E-14	2,43E-18	4,38E-20	,20E-20	7,30E-20	9,79E-20	Tidak berisiko
		Lifespan	1,00E-14	4,87E-19	2,78E-13	5,01E-20	1,37E-20	8,35E-20	1,12E-19	Tidak berisiko
Kedung Bunder	22	Realtime	1,00E-14	2,82E-14	1,61E-18	2,90E-20	7,91E-21	4,83E-20	6,47E-20	Tidak berisiko
		Lifespan	1,00E-14	4,51E-19	2,58E-13	4,64E-20	1,27E-20	7,74E-20	1,04E-19	Tidak berisiko
Cupang	14	Realtime	1,00E-14	4,94E-14	2,82E-18	5,08E-20	,38E-20	8,46E-20	1,13E-19	Tidak berisiko
		Lifespan	1,00E-14	4,64E-19	2,69E-13	4,77E-20	1,30E-20	7,95E-20	1,07E-19	Tidak berisiko
Ciwaringin 1	4	Realtime	1,00E-14	4,91E-14	2,81E-13	5,05E-20	,38E-20	8,42E-20	1,13E-19	Tidak berisiko
		Lifespan	1,00E-14	4,79E-19	2,73E-13	4,92E-20	,34E-20	8,21E-20	1,10E-19	Tidak berisiko
Walahar	27	Realtime	1,00E-14	5,79E-14	3,31E-13	5,96E-20	1,63E-20	9,93E-20	1,33E-19	Tidak berisiko
		Lifespan	1,00E-14	4,71E-19	2,69E-14	4,85E-20	1,32E-20	8,08E-20	1,08E-19	Tidak berisiko
Palimanan Timur 1	4	Realtime	1,00E-14	4,50E-14	2,57E-13	4,63E-20	1,26E-20	7,71E-20	1,03E-19	Tidak berisiko
		Lifespan	1,00E-14	4,36E-19	2,49E-13	4,49E-20	1,22E-20	7,48E-20	1,00E-19	Tidak berisiko
Kempek	14	Realtime	1,00E-14	6,08E-14	3,47E-13	6,25E-20	,71E-20	1,04E-19	1,40E-19	Tidak berisiko
		Lifespan	1,00E-14	4,68E-19	2,67E-13	4,82E-20	1,31E-20	8,03E-20	1,08E-19	Tidak berisiko

Sumber: Hasil survei PKTK3 UJ 2019

**Tabel Presentase Metode Pengolahan Sampah Masyarakat  
Sekitar PT Indocement Tunggul Prakarsa Tahun 2019**

NO.	DESA	METODE PENGOLAHAN SAMPAH	
		DIBAKAR	TIDAK DIBAKAR
1.	Gempol	94%	6%
2.	Cikeusal	100%	0%
3.	Palimanan Barat	89%	11%
4.	Kedung Bunder	91%	9%
5.	Cupang	57%	43%
6.	Ciwaringin	57%	43%
7.	Walahaar	63%	37%
8.	Palimanan Timur	50%	50%
9.	Kempek	57%	43%

Sumber: Hasil survei PKTK3 UI 2019