

## STUDI INSTRUMEN EMISI DEBU TIPE DURAG D-R 290 DALAM MENENTUKAN KARAKTERISTIK DEBU HASIL PEMBAKARAN KLINCKER DI INDARUNG V PT. SEMEN PADANG

Desti Liala Kurnia<sup>\*)</sup>, Asrizal dan Zuhendri Kamus

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang,  
Jalan Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang 25131

<sup>\*)</sup>destilaila1@gmail.com

### ABSTRACT

*Information about the measurement of dust and processing of measurement data needs to be known. But the reality shows that the information on dust emission instruments and processing data is still lacking. With this basis, research on dust emission instruments and processing of measurement data needs to be done. The research method used in this study is a descriptive research method with a quantitative approach in which the object of research is an instrument of dust emissions. The procedure of this study is in accordance with the steps for descriptive research. The results of this study indicate that the average measurement results of dust emissions with an hourly measurement range still provide measurement results below the specified limit. The threshold is based of Environment Regulation LHK No. 19 of 2017 concerning emission quality standards for cement industry businesses and / or activities, namely 75 mg/Nm<sup>3</sup>. Measurement for 6 months with a weekly measurement range of 25 weeks, obtained an average value of the results of the measurement of dust density of 18.96 mg/Nm. Dust density is directly proportional to the level of translucency, the larger the dust density, the higher the translucency level will also be.*

**Keywords:** Instrument, Dust Emission, Durag Type, Dust Characteristic

### PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini yang sangat pesat sesuai dengan kebutuhan manusia yang meningkat<sup>[1]</sup>. Para ahli melakukan penelitian untuk lebih meningkatkan dan mengembangkan teknologi yang dibutuhkan manusia. IPTEK ini nantinya akan lebih mempermudah pekerjaan manusia sehari-hari. Selain itu IPTEK juga berperan di dunia industri terutama industri semen.

Semen adalah agen perekat yang penting untuk industri konstruksi dan diproduksi dalam jumlah yang besar di dunia<sup>[2]</sup>. PT. Semen Padang merupakan suatu perusahaan industri yang bergerak di bidang produksi semen. PT. Semen Padang banyak menggunakan IPTEK untuk membantu kelangsungan produksi semen. Pada proses produksinya, PT. Semen Padang memiliki limbah atau gas buang yang dihasilkan dari produksi semen. Limbah ini dihasilkan dari berbagai proses seperti proses pembakaran, penghancuran atau pun proses penggilingan.

Debu yang terkontaminasi dengan udara dapat diketahui dengan melakukan pengukuran menggunakan instrument emisi debu. Instrumen emisi debu merupakan suatu alat yang mampu mendeteksi besar kerapatan debu dan tingkat tembus cahaya. Nilai ambang batas kadar debu di udara berdasarkan PERMEN LHK No. 19 Tahun 2017 tentang Baku Mutu Emisi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Semen, yaitu sebesar 75 mg/Nm<sup>3</sup>.

Di pabrik Indarung V PT. Semen Padang memiliki suatu instrument yang mampu mengukur kerapa-

tan debu. Kerapatan debu ini diukur dengan suatu alat yang disebut alat emisi debu. Alat ini bekerja secara terus menerus selama 24 jam. Debu merupakan partikel yang berukuran sangat kecil yang dihasilkan dari proses mekanis.

Dari penelusuran mengenai instrument emisi debu yang dilakukan dengan cara mempelajari berbagai sumber elektronik seperti jurnal-jurnal terdahulu, informasi mengenai instrument emisi debu ini sulit ditemukan. Bukti bahwa informasi ini sulit ditemukan terlihat dari kurangnya jurnal tersebut yang membahas lengkap tentang instrumen emisi debu. Kurang lengkapnya sumber seperti pada tidak terdapat blog diagram secara keseluruhan, rangkaian utuh yang tidak ditemukan dan teori tentang alat emisi debu yang cukup kurang. Kurangnya informasi tentang instrument tersebut merupakan penyebab sedikitnya peminat yang ingin membahas dan melakukan analisis instrument emisi debu lebih lanjut.

Berdasarkan literatur yang dipelajari, data hasil pengukuran instrument emisi debu tidak lengkap dipaparkan. Menurut sumber yang didapatkan instrument emisi debu ini dapat mengukur kerapatan debu dan tingkat tak tembus cahaya dari hasil pembakaran. Namun berdasarkan informasi tersebut masih terdapatnya informasi seperti bagaimana cara pengumpulan data pada instrument emisi debu, bagaimana manfaat dari analisis data hasil pengukuran, dan bagaimana kesimpulan dari data pengukuran instrument emisi debu tersebut. Sumber informasi yang kurang ini dibuktikan dari penelusuran beberapa jurnal yang kurang lengkap. Untuk menentukan boleh atau ti-

daknya kadar debu disalurkan, hasil pengukuran yang diperoleh dilapangan harus dibandingkan dengan nilai acuan yang ditetapkan. Informasi mengenai nilai acuan juga masih kurang dan sulit didapatkan.

Berdasarkan kenyataan yang ditemukan dilapangan, selama pengoperasiannya instrument emisi debu ini memiliki kendala-kendala yang tak terduga. Kendala pada instrument ini seperti terjadinya penyumbatan pada saluran pembersih, terjadinya penumpukan debu pada kaca jalur cahaya, dan terjadinya kerusakan pada power supply instrument emisi debu ini sehingga pada bagian display hasil pengukuran tidak dapat ditampilkan. Kendala semacam ini merupakan permasalahan yang langsung ditemukan dilapangan. Selain itu dari hasil wawancara, teknisi instrument emisi debu kurang memahami atau mengetahui mengenai batas ambang emisi debu yang ditetapkan dan diperbolehkan dibuang ke lingkungan untuk dunia industri semen.

Dari hasil wawancara yang dilakukan kepada masyarakat, dapat diketahui bahwa emisi debu yang tersebar cukup dirasakan oleh masyarakat. Dampak dari debu ini dapat dilihat dari banyaknya tumpukan debu yang tersebar di lingkungan masyarakat. Efek dari emisi debu ini dapat dilihat juga dari banyaknya debu yang menumpuk di atas atap rumah warga dan warga selingkungan PT. Semen Padang kurang merasa udara segar. Keluhan masyarakat semacam itu merupakan suatu permasalahan yang ditemukan di lingkungan masyarakat.

Berdasarkan landasan yang telah diuraikan, dapat dilihat bahwa terjadinya kesenjangan antara kondisi nyata dilapangan dengan kondisi idealnya. Kesenjangan ini merupakan suatu permasalahan yang dapat diteliti sebagai solusi untuk menelusuri permasalahan yang ada. Penelitian untuk permasalahan semacam ini yaitu melakukan penelitian mengenai instrument emisi debu langsung kelapangan dan menganalisis data hasil pengukuran instrument emisi debu.

Debu adalah partikel yang berukuran sangat kecil yang dihasilkan dari proses penghancuran, penggilingan atau pembakaran yang terkontaminasi dengan udara<sup>[3]</sup>. Jadi, pada dasarnya pengertian debu adalah partikel yang berukuran kecil sebagai hasil dari proses penghancuran suatu bahan padatan secara alami maupun mekanik.

Untuk kata emisi adalah suatu polusi udara yang disebabkan karena pencampuran udara dengan material lain<sup>[4]</sup>. Sumber-sumber emisi dapat berasal dari udara, tanah, aktivitas mesin maupun akibat aktivitas manusia yang tertiuap angin. Emisi dari debu ini akan memberikan dampak negatif kelingkungan.

Nilai ambang batas emisi debu merupakan batas maksimum yang dibolehkan untuk dilepaskan kelingungan atau batas standar pengukuran yang tidak membahayakan atau yang menyebabkan gangguan kesehatan dalam dunia industri semen<sup>[5]</sup>. Kadar debu yang melebihi batas ambang yang ditetapkan akan memberikan dampak pada kesehatan karyawan peru-

sahaan dan masyarakat sekitar. Nilai ambang batas kadar debu di udara berdasarkan PERMEN LHK No. 19 Tahun 2017 tentang Baku Mutu Emisi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Semen, yaitu sebesar 75 mg/Nm<sup>3</sup>.

Kadar debu yang tersebar diudara ini dapat ditanggulangi untuk meminimalisir keluaran debu dari hasil pembakaran. Keluaran debu hasil pembakaran dapat dihitung dengan suatu alat emisi debu. Alat emisi debu ini berfungsi untuk mendeteksi banyaknya kadar debu yang dihasilkan dari proses pembakaran. Proses pembakaran dilakukan dalam suatu alat yang disebut dengan kiln<sup>[6]</sup>. Bahan bakar untuk proses pembakaran ini adalah batu bara yang telah dijadikan serbuk (*fine coal*). Dibagian dalam kiln dilapisi oleh batu tahan api (*fire brick*) untuk menjaga temperatur didalam kiln. Kiln yang berbentuk silinder dengan diameter mencapai 5 meter dengan panjang mencapai 80 meter. Kiln ini berotasi sebesar 3 rpm selama pembakaran agar material terbakar merata. Suhu didalam kiln mencapai 1400°C. Material yang dibakar didalam kiln ini berupa kiln ker, yaitu bahan setengah jadi yang dihasilkan dari campuran antara batu kapur, batu silica, tanah liat dan pasir besi<sup>[7]</sup>.

Proses pembakaran ini akan menghasilkan sisa-sisa material yang berupa emisi debu. Emisi debu merupakan pencemaran udara yang memiliki dampak terhadap lingkungannya. Emisi Debu juga merupakan sisa atau buangan hasil pembakaran yang berbentuk partikel-partikel padat yang berukuran sangat kecil yang dibawa oleh udara. Instrumen emisi debu merupakan suatu alat yang mampu mendeteksi banyaknya debu hasil pembakaran yang keluar melalui cerobong keluaran.

Instrumen emisi debu ini diletakkan dicerobong keluaran hasil sisa pembakaran. Instrumen ini terbagi atas dua bagian penting yaitu transceiver dan reflektor. Pemasangan transceiver harus sejajar dengan pemasangan reflektor, hal ini untuk mempermudah pemancaran cahaya yang bersumber dari transceiver yang dipancarkan mengenai cermin pada reflektor<sup>[8]</sup>. Gambar 1 merupakan gambar transceiver dan reflektor yang dipasangkan dicerobong keluaran.



Gambar 1. Transceiver dan Reflector

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa emisi debu terdiri dari transceiver dan reflektor. Transceiver merupakan bagian yang dapat mentransmisikan cahaya dan reflektor merupakan bagian yang dapat memantulkannya kembali ke transceiver.

tulkan cahaya kembali ke transceiver. Cahaya yang di refleksikan kembali ke transceiver akan dibandingkan dengan cahaya yang ditransmisikan. Cahaya yang direfleksikan ini akan lebih kecil dibandingkan cahaya yang ditransmisikan<sup>[9]</sup>.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di pabrik Indarung V PT. Semen Padang tepatnya di Biro PLI V. Jenis penelitian ini yaitu penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang dilakukan terhadap kondisi suatu objek pada saat sekarang. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang dilakukan terhadap peralatan yang sudah tersedia<sup>[10]</sup>. Variabel penelitian terdiri dari dua variabel bebas yaitu waktu dengan kerapatan debu dan waktu dengan tingkat tak tembus cahaya. Langkah-langkah untuk penelitian deskriptif yaitu sebagai berikut :

Pada perumusan masalah ini peneliti harus menentukan permasalahan yang akan digunakan sebagai bahan penelitian. Pada penelitian ini permasalahan hanya berupa kurangnya informasi mengenai instrumen emisi debu. Selain itu, data hasil pengukuran dari instrumen emisi debu dan kurangnya informasi mengenai nilai ambang yang digunakan sebagai acuan.

Informasi yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu informasi mengenai instrumen emisi debu secara rinci. Informasi mengenai data hasil pengukuran instrumen emisi debu juga dibutuhkan. Selain itu, informasi mengenai nilai ambang yang ditetapkan untuk emisi debu di PT. Semen Padang.

Prosedur pengumpulan data berawal dari penelusuran sumber literatur. Sumber literatur berupa penelusuran jurnal-jurnal yang dianggap relevan. Tinjauan secara langsung kelapangan atau observasi, dan melakukan wawancara dengan teknisi instrumen emisi debu dan meminta data hasil pengukuran alat emisi debu di PLI V Indarung V PT. Semen Padang juga dilakukan pada saat mengumpulkan data pada penelitian ini.

Pengolahan data dapat dilakukan setelah didapatkan data yang dibutuhkan. Data yang didapatkan akan diolah secara statistik untuk menentukan nilai rata-rata, nilai maksimum dan nilai minimum hasil pengukuran. Selain itu data hasil pengukuran juga akan dianalisis secara grafik untuk memberikan interpretasi yang lebih mudah.

Menarik kesimpulan penelitian dari hasil penelitian. Untuk kesimpulan pada penelitian ini yaitu mendeskripsikan instrumen emisi debu secara keseluruhan dan menganalisis data hasil pengukuran instrumen emisi debu. Kesimpulan ditulis dalam bentuk karangan ilmiah atau tugas akhir.

Pada penelitian ini dilakukan pendeskripsian terhadap instrumen emisi debu tipe DURAG D-R 290 dan menganalisis hasil pengukuran dari instrumen emisi debu ini. Teknik pengambilan data pada hasil pengukuran emisi debu ini diambil langsung dari hasil pengukuran yang telah dikirimkan ke monitoring

sistem. Hasil pengukuran diambil sejak 09 Januari 2108 sampai 10 Juli 2018 dengan rentang pengukuran per jam dan per hari.

Pengumpulan data dalam penelitian ini diperoleh langsung dari lapangan tepatnya di Biro PLI V Indarung V PT. Semen Padang. Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui secara rinci tentang instrumen emisi debu dan hasil pengukurannya. Selain itu, kegiatan wawancara kepada teknisi dari instrumen emisi debu juga dilakukan. Wawancara ini meliputi kendala apa saja yang pernah dialami saat pengoperasian alat emisi debu tipe DURAG D-R 290. Selanjutnya, wawancara kepada masyarakat sekitar PT. Semen Padang untuk mengetahui keluhan yang dirasakan masyarakat terhadap emisi debu.

Teknik analisis dan hasil pengukuran instrumen emisi debu ini adalah analisis statistik deskriptif. Analisis deskriptif statistik adalah teknik pengolahan data hasil pengukuran dengan cara menentukan nilai rata-rata, nilai maksimum, dan nilai minimum. Nilai rata-rata merupakan perbandingan jumlah semua data yang diukur dengan banyak data pengukuran tersebut. Nilai maksimum merupakan nilai tertinggi dari hasil pengukuran. Untuk nilai minimum yaitu nilai terendah data hasil pengukuran yang ditunjukkan. Data yang diperoleh ini nantinya akan diplot secara grafik untuk menginterpretasikan data secara jelas.

Data yang telah didapatkan akan dianalisis dengan beberapa sampel pengolahan data yaitu data pengukuran perhari dengan rentang pengukuran per jam, data pengukuran perminggu dengan rentang pengukuran perjam, data pengukuran perbulan dengan rentang pengukuran per hari, dan data pengukuran 6 bulan dengan rentang pengukuran perminggu. Variasi pengukuran ini bertujuan untuk melihat lebih jelas perbedaan dari hasil pengukuran instrumen emisi debu.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

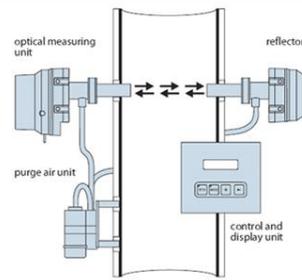
#### Hasil

Hasil penelitian ini memperoleh pendeskripsian dari instrumen emisi debu dan data hasil pengukuran dari instrumen emisi debu tipe DURAG D-R 290. Pendeskripsian emisi debu ini meliputi prinsip kerja secara keseluruhan, blok diagram dan rangkaian secara keseluruhan dari alat emisi debu. Data hasil pengukuran emisi debu yang akan dianalisis yaitu data hasil pengukuran kerapatan debu dan tingkat tak tembus cahaya. Data hasil pengukuran kerapatan nantinya akan dibandingkan dengan nilai ambang yang ditetapkan oleh PT. Semen Padang.

#### 1. Pendeskripsian Alat Emisi Debu Tipe DURAG D-R 290

Emisi debu terbagi atas dua kata yaitu emisi dan debu. Debu adalah partikel padat yang berukuran sangat kecil yang dibawa oleh udara. Selain itu, debu juga didefinisikan sebagai padatan halus yang tersuspensi

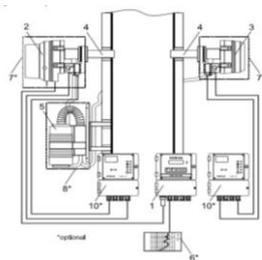
pensi diudara yang tidak mengalami perubahan secara kimia ataupun fisika dari bahan padatan asli. Kata emisi berarti zat, energi atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk atau dimasukkannya kedalam udara yang mempunyai potensi sebagai unsur pencemaran. Instrumen emisi debu berarti suatu alat yang berfungsi untuk menghitung banyaknya kadar debu yang dihasilkan dari proses pembakaran. Selain menghitung kadar debu, instrumen emisi debu ini dapat menghitung tingkat tak tembus cahaya yang melalui debu. Instrumen emisi debu secara keseluruhan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Instrumen Emisi Debu Tipe DRAG D-R 290 (Sumber Monitoring Solution DURAG D-R 290)

Gambar 2 menunjukkan bahwa instrumen emisi debu tipe DURAG D-R 290 secara keseluruhan. Instrumen emisi debu ini memiliki dua bagian penting yaitu bagian transceiver dan bagian reflector. Instrumen emisi debu dapat mendeteksi besar kerapatan debu berdasarkan proses pembakaran didalam Kiln.

Instrumen emisi debu terdiri dari beberapa bagian. Bagian pada alat emisi debu ini memiliki fungsi masing-masingnya. Fungsi dari masing-masing instrumen emisi debu sebagai pelengkap sistem kerja alat agar dapat memberikan efisiensi alat yang baik. Bagian-bagian dari instrumen emisi debu ini seperti pada Gambar 3.

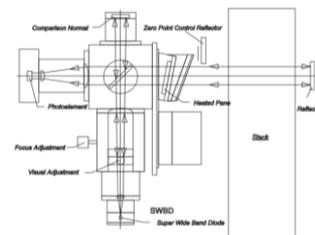


Gambar 3. Bagian dari Instrumen Emisi Debu

Gambar 3 memperlihatkan bagian-bagian dari instrumen emisi debu yang terpasang dibagian luar cerobong keluaran. Instrumen emisi debu dipasang pada ketinggian kurang lebih 40 meter. Instrumen emisi debu ini terdiri dari 10 bagian, yaitu : unit pengontrolan, transceiver, reflector, sambungan monitoring, unit pembersih udara, sistem perekaman data, pelindung dan penutup transceiver dan reflektor, sistem pembersih udara, jendela pada transceiver dan reflektor, dan bagian pembersih<sup>[11]</sup>.

Prinsip kerja dari instrumen emisi debu ini yaitu, pada bagian transceiver sumber cahaya yang berasal dari super wide band diode yang prinsipnya hampir sama dengan dengan diode laser. Pemancaran cahaya yang diberikan oleh SWBD ini berupa cahaya lurus yang hanya berfokus pada satu titik. Pada titik tersebut terdapat suatu lensa cembung yang dapat menyerap cahaya menuju titik fokus<sup>[12]</sup>. Lensa ini ber sifat konvegen yaitu lensa positif yang dapat mengumpulkan cahaya. Berkas cahaya yang melewati saluran pembuangan debu akan mengenai cermin pada reflektor selanjutnya cahaya akan direfleksikan ke transceiver dan cahaya yang direfleksikan akan dideteksi oleh sensor fotodiode.

Berkas cahaya yang melewati tumpukan atau saluran dipantulkan ke reflektor. Sinar cahaya yang dipantulkan akan kembali dan jumlah cahaya yang kembali akan dideteksi oleh photoelement. Partikel debu yang dilewati akan menyerap dan menyebarkan cahaya yang dikembalikan akan berkurang dari pada cahaya yang ditransmisikan. Sketsa dari prinsip kerja alat emisi debu seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Optics Diagram D-R 290

Gambar 4 menunjukkan bahwa alat emis debu tipe DURAG D-R 290 beroperasi sesuai dengan prinsip auto collimation atau mengumpulkan cahaya secara otomatis. Sinar cahaya yang melalui peng ukuran dua kali. Sistem ini mengukur dan mengkompensasi pengurangan sinar yang disebabkan oleh debu di jalur pengukuran. Dua fitur utama alat emisi debu yaitu desainnya adalah SWBD dan desain optik detektor tunggal.



Gambar 5. Super Wide Band Diode

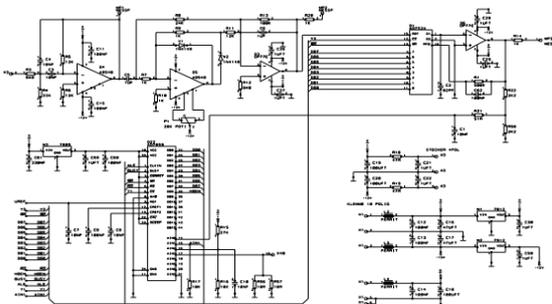
*Super wide band diode* merespon dengan spektral 400 nm sampai 700 nm dengan dimodulasi tanpa bagian yang bergerak<sup>[13]</sup>. Modulasi ini mencegah pengaruh dari sumber cahaya lain seperti sinar matahari. Sumber cahaya meminimalkan efek perubahan ukuran partikel saat mengukur konsentrasi debu. Sumber cahaya spektrum yang luas memberikan

pengukuran filter lebih akurat bila dibandingkan dengan sistem LED pita sempit. Super wide band diode dapat dilihat seperti pada gambar 5.

Gambar 5 merupakan bentuk super wide band diode. Prinsip kerja dari SWBD adalah saat arus listrik memberikan tegangan maju, arus injeksi dibagian aktif SLED bekerja atau aktif. SWBD terdiri dari bagian positif dan negatif. Arus listrik akan mengalir dari p section menuju n section dan melintasi daerah aktif. Selama proses ini menyebabkan cahaya aktif.

Cahaya ini kemudian dipecah oleh lensa splitter untuk membentuk cahaya pengukuran dan cahaya perbandingan. Sinar cahaya pengukuran melewati partikel debu, memancarkan cahayanya kecermin pada reflector. Karena dasar memonitoring semua partikel debu yang bersifat tak tembus cahaya adalah pengukuran transmisi yaitu cahaya yang direfleksikan dibagi dengan cahaya yang ditransmisikan. Dengan menggunakan desain optik, terjadi perubahan jumlah cahaya dari sumbernya, kontaminasi dari pecahan cahaya (perbandingan dan pengukuran) dengan jumlah yang sama.

Sensor optik yang digunakan pada instrument emisi debu tipe DURAG D-R 290 ini yaitu sensor photodiode. Sensor photodiode yaitu sensor yang mampu mendeteksi cahaya dalam bentuk tegangan. Tegangan yang terdeteksi oleh sensor ini dalam bentuk analog, sehingga digunakan rangkaian penye arah untuk dapat mengubahnya dalam bentuk digital. Rangkaian lengkap untuk instrument emisi debu tipe DURAG D-R 290 seperti gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian pada Instrumen Emisi Debu Tipe DURAG D-R 290 (Sumber Durag Opacity Manual 290)

Berdasarkan gambar 6, dapat dilihat bahwa instrumen emisi debu tipe DURAG D-R 290 terdiri dari beberapa bagian. Bagian pada alat emisi debu ini terdiri dari bagian rangkaian. Pada alat emisi debu menggunakan rangkaian penyearah tegangan, rangkaian buffer, rangkaian display dan prosesor.

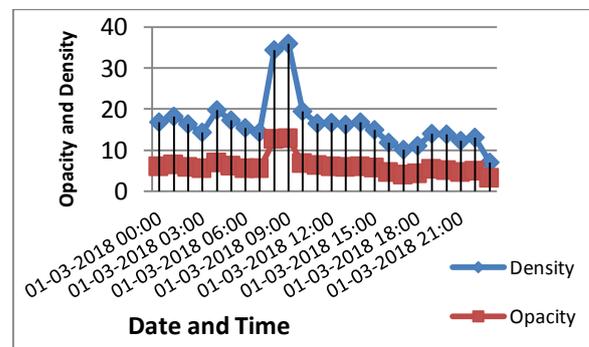
Rangkaian penyearah merupakan rangkaian yang mengubah sinus AC menjadi deretan pulsa DC. Rangkaian ini merupakan dasar atau langkah awal untuk memperoleh arus DC halus yang dibutuhkan oleh suatu peralatan elektronika. Rangkaian buffer adalah rangkaian yang mampu memberikan penguatan tanpa adanya penguat tegangan. Rangkaian

buffer yang digunakan pada alat emisi debu tipe DURAG D-R 290 ini yaitu rangkaian non-inverting dengan tahanan  $R_i$  nilainya tak berhingga karena terbuka, sedangkan  $R_f$  nilainya sama dengan nol karena terhubung singkat.

Keluaran dari rangkaian ini nantinya akan diproses dan dikontrol pada bagian prosesor. Prosesor adalah suatu perangkat pengolah data dalam suatu sistem komputer. Sebagai pengontrol operasinya sendiri prosesor dikontrol oleh sebuah control unit. Keluaran dari prosesor ini akan dikirim menuju sistem monitoring untuk melihat hasil pengukuran dari instrumen emisi debu.

## 2. Analisis Data Pengukuran Alat Emisi Debu Tipe DURAG D-R 290

Hasil pengukuran data dalam satu hari diambil sampel dengan data pengukuran pada tanggal 01 Maret 2018 pukul 00:00 WIB sampai pukul 23:00 WIB. Data pengukuran ini merupakan data pengukuran perhari dengan rentang pengukuran per jam. Hasil pengukuran ini nantinya akan dianalisis dengan cara menentukan nilai rata-rata, nilai maksimum dan nilai minimum. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah pengukuran dalam satu hari tersebut terdapat pengukuran yang melebihi nilai ambang yang telah ditetapkan. Data pengukuran dalam satu hari ini juga dianalisis dalam bentuk grafik, seperti pada gambar 7.

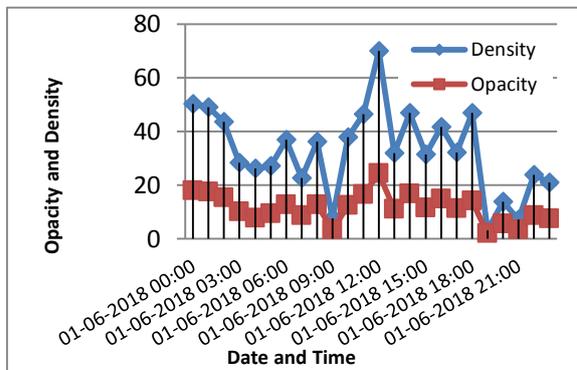


Gambar 7. Karakteristik Data Dalam Satu Hari ( 01 Maret 2018 )

Gambar 7 menunjukkan bahwa tingkat tak tembus cahaya berhubungan dengan kerapatan debu. Semakin tinggi kerapatan debu, maka tingkat tak tembus cahaya juga akan semakin tinggi. Berdasarkan gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai maksimum pengukuran dalam satu hari ini yaitu sebesar 16.51  $\text{mg}/\text{Nm}^3$  untuk pengukuran kerapatan debu dan 5.97 % untuk pengukuran tingkat tak tembus cahaya. Nilai maksimum ini menunjukkan bahwa pengukuran tertinggi berada pada pukul 09:00 WIB. Namun pengukuran maksimum ini tidak membahayakan karena masih dibawah batas ambang yang ditetapkan untuk pengukuran kerapatan debu.

Untuk sampel kedua data hasil pengukuran debu pada tanggal 01 Juni 2018. Pengukuran ini dilakukan selama 24 jam pada satu hari ini. Data

pengukuran akan dianalisis secara statistik untuk menentukan nilai maksimum, nilai rata-rata, dan nilai minimum. Selain itu data juga dianalisis secara grafik agar dapat diinterpretasikan lebih jelas. Data hasil pengukuran pada tanggal 01 Juni 2018 seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Karakteristik Data Dalam Satu Hari (01 Juni 2018)

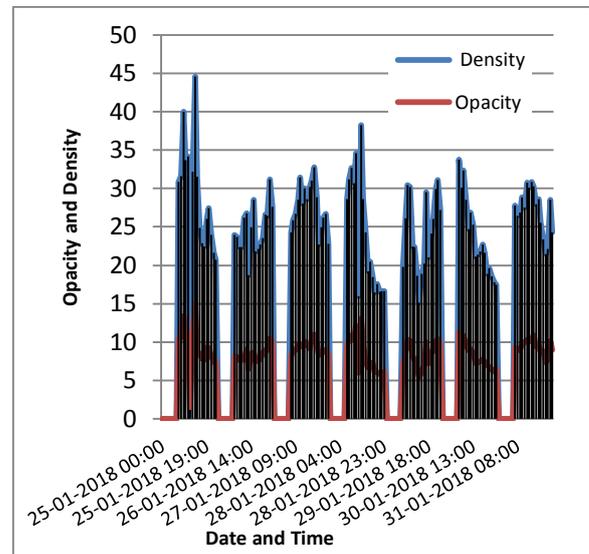
Berdasarkan gambar 6 dapat diindikasikan bahwa pada pengukuran tanggal 01 Juni 2018 pengukuran maksimum hampir mendekati nilai ambang yang ditetapkan tetapi masih dibawah ambang. Nilai maksimum pengukuran pada tanggal 01 Juni 2018 yaitu sebesar  $70.03 \text{ mg/Nm}^3$  untuk pengukuran kerapatan debu dan  $24.38 \%$  untuk pengukuran tingkat tak tembus cahaya pada pukul 12:00 WIB. Ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran alat emisi debu masih normal.

Hasil pengukuran data dalam satu minggu diambil sampel pada minggu terakhir Januari yaitu pada tanggal 25 sampai 31 Januari 2018. Pengukuran selama satu minggu ini dianalisis dengan rentang pengukuran perjam. Data hasil pengukuran satu minggu ini akan dianalisis secara grafik dan secara statistik untuk menentukan nilai rata-rata, nilai maksimum, dan nilai minimum. Analisis data hasil pengukuran pada minggu keempat Januari yaitu seperti gambar 9.

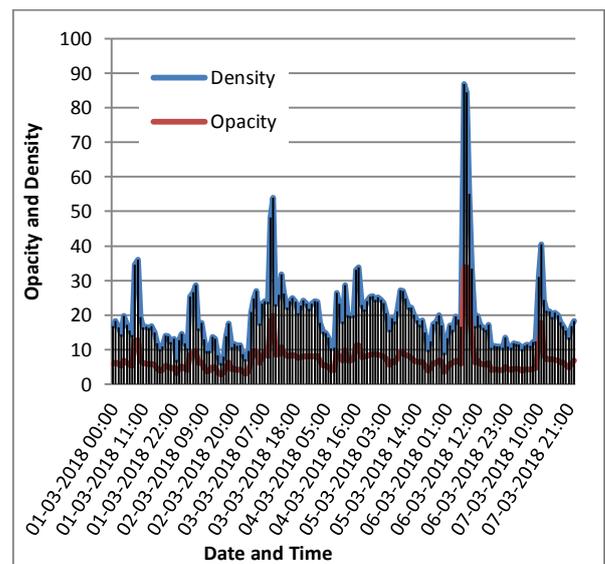
Berdasarkan gambar 9 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata pengukuran kerapatan debu dan tingkat tak tembus cahaya selama satu minggu ini dengan rentang pengukuran per jam yaitu sebesar  $18.11 \text{ mg/Nm}^3$  dan  $6.18 \%$ . Pada minggu ini hasil pengukuran terjadi permasalahan, permasalahan ini terjadi bisa disebabkan karena bagian EP tidak bekerja secara efisien. Nilai pengukuran yang menghasilkan  $0 \text{ mg/Nm}^3$  ini bukan berarti tidak adanya debu hasil pembakaran kiln, tetapi ini terjadi kesalahan pada sistem pengukurannya.

Untuk sampel kedua, hasil pengukuran satu minggu yaitu diambil pada minggu pertama bulan Maret. Pengukuran pada tanggal 01 Maret 2018 sampai 07 Maret 2018. Hasil pengukuran satu minggu ini diambil dengan rentang pengukuran perjam. Pengukuran pada bulan ini dapat diambil langsung dari

sistem pengukuran yang telah dikirimkan menuju monitoring sistem. Analisis secara grafik pada pengukuran ini seperti pada gambar 10.



Gambar 9. Karakteristik Data Dalam Satu Minggu (25-31 Januari 2018)



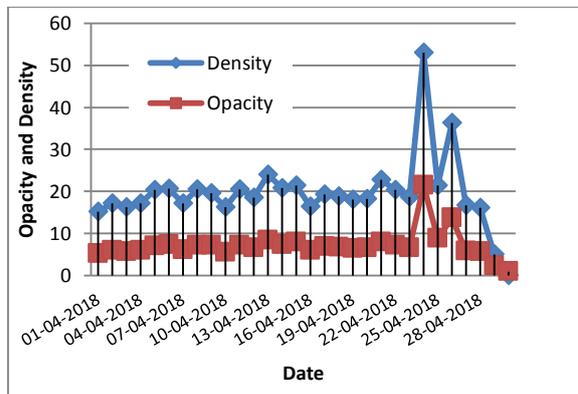
Gambar 10. Karakteristik Data Dalam Satu Minggu (01-07 Maret 2018)

Pengukuran selama satu minggu dengan rentang pengukuran per jam ini menghasilkan pengukuran yang melebihi batas ambang. Hasil pengukuran yang melebihi batas ambang yang telah ditetapkan tersebut adalah nilai maksimum dari pengukuran selama satu minggu. Nilai maksimum pengukuran yaitu sebesar  $86.90 \text{ mg/Nm}^3$  pada tanggal 06 Maret 2018 pukul 07:00 WIB. Ini berarti bahwa sisa hasil pembakaran memiliki banyak partikel debu, tetapi hasil pengukuran yang melebihi nilai ambang ini juga disebabkan kurangnya EP bekerja, sehingga penyebab yang dilakukan tidak baik.

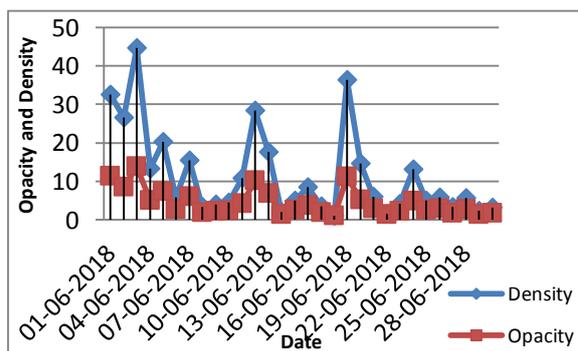
Data hasil pengukuran alat emisi debu satu bulan diambil sampel pada bulan April dan bulan Juni. Pengukuran satu bulan ini diambil rentang pengukuran per hari. Pengukuran satu bulan ini akan diinterpretasikan secara grafik. Analisis secara grafik untuk pengukuran pada bulan April seperti gambar 11.

Gambar 11 menginterpretasikan data hasil pengukuran selama satu bulan dengan rentang pengukuran perhari. Nilai maksimum untuk pengukuran satu bulan ini masih dibawah batas ambang yang ditetapkan. Nilai maksimum pengukuran kerapatan debu dan tingkat tak tembus cahaya yaitu sebesar 53.03 mg/Nm<sup>3</sup> dan 21.47 %.

Sampel kedua untuk pengukuran satu bulan yaitu pada bulan Juni 2018. Pengukuran ini di analisis secara grafik dan secara statistik. Analisis secara statistik untuk menentukan nilai rata-rata, nilai maksimum, dan nilai minimum pengukuran satu bulan. Analisis data hasil pengukuran pada bulan Juni secara grafik dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 11. Karakteristik Data Dalam Satu Bulan ( April )

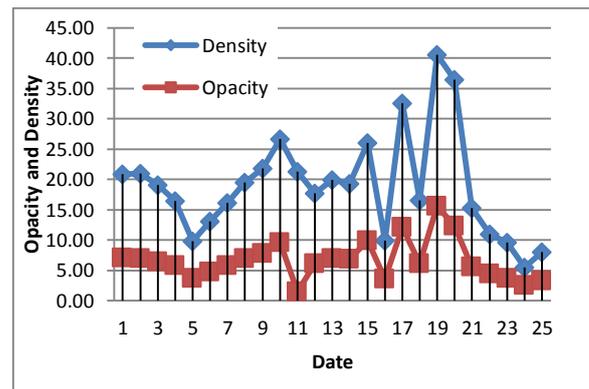


Gambar 12. Karakteristik Data Dalam Satu Bulan ( Juni )

Gambar 12 menunjukkan bahwa hasil pengukuran maksimum pengukuran selama bulan Juni tidak melebihi batas ambang yang ditetapkan. Untuk pengukuran kerapatan dan tingkat tak tembus cahaya secara maksimum yaitu sebesar 44.74 mg/Nm<sup>3</sup> dan 13.86 % pada tanggal 03 Juni 2018. Ini menunjukkan bahwa

hasil pengukuran alat emisi debu dan kerja EP masih normal.

Pengukuran selama 6 bulan ini yaitu mengambil data sejak tanggal 09 Januari 2018 sampai tanggal 10 Juli 2018. Pengukuran selama 6 bulan ini nantinya akan dianalisis data dengan rentang pengukuran per minggu. Data pengukuran akan dianalisis secara statistik untuk menentukan nilai maksimum, nilai minimum, dan nilai rata-rata hasil pengukuran. Selain itu, data hasil pengukuran juga akan dianalisis secara grafik. Analisis data secara grafik selama 6 bulan dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Karakteristik Data Dalam 6 Bulan (09 Januari 2018 sampai 10 Juli 2018 )

Berdasarkan gambar 13 dapat diungkapkan bahwa hasil pengukuran selama 6 bulan dengan rentang pengukuran per minggu tidak ada yang melebihi nilai ambang yang telah ditetapkan. Hasil pengukuran maksimum untuk pengukuran selama 6 bulan dengan rentang per minggu yaitu sebesar 40.55 mg/Nm<sup>3</sup> diminggu ke-19 atau pada bulan Mei minggu ketiga. Sedangkan nilai maksimum untuk pengukuran tingkat tak tembus cahaya yaitu sebesar 15.62 %

**Pembahasan**

Selama pengoperasiannya, instrument emisi debu ini memiliki kendala-kendala yang tak terduga. Kendala pada instrument emisi debu ini seperti terjadi kerusakan pada bagian power supply, terjadi penyumbatan pada saluran akibat penumpukan debu, dan terjadinya penumpukan debu pada saluran cahaya yang menyebabkan cahaya yang dipancarkan tidak mengenai reflector. Kendala semacam ini dapat diatasi dengan memperbaiki pada bagian power supply yang rusak. Melakukan pembersihan debu saat terjadi penyumbatan dan penumpukan. Selain kendala ringan yang terjadi, instrument emisi debu ini pernah mengalami kendala yang mengakibatkan alat emisi debu harus diganti. Kendala yang menyebabkan alat emisi debu ini harus diganti merupakan masalah yang besar pada alat.

Data yang diambil selama 6 bulan yaitu sejak tanggal 09 Januari 2018 sampai tanggal 10 Juli 2018 merupakan data hasil pengukuran instrument emisi debu. Berdasarkan penganalisisan data yang dilakukan, dapat diketahui bahwa kerapatan debu berban

ding lurus dengan tingkat tak tembus cahaya. Semakin tinggi kerapatan debu, maka tingkat tak tembus cahaya juga akan semakin tinggi.

Selama pengukurannya alat emisi debu rata-rata memberikan hasil pengukuran yang dibawah nilai ambang yang telah ditetapkan, tetapi ada beberapa data yang hasil pengukurannya melebihi nilai ambang yang ditetapkan. Hasil pengukuran yang melebihi nilai ambang ini disebabkan karena kendala-kendala yang terjadi pada alat. Selain itu pengukuran yang bermasalah seperti melebihi batas ambang atau tidak terukur hasil pengukuran merupakan permasalahan yang terjadi pada bagian EP.

### KESIMPULAN

Instrument emisi debu ini baik digunakan karena kerja alat yang menghasilkan pengukuran dibawah nilai ambang yang ditetapkan. Instrumen emisi debu akan memancarkan cahaya menuju reflektor. Cahaya yang mengenai cermin pada reflektor akan kembali menuju transceiver dan dideteksi oleh sensor photo diode. Masukkan dari photodiode ini akan diubah dengan menggunakan rangkaian penyearah. Rangkaian penyearah berfungsi untuk mengubah bentuk tegangan AC menjadi keluaran DC. Keluaran dari rangkaian penyearah ini akan disangga oleh rangkaian buffer. Rangkaian buffer merupakan rangkaian penyangga yang mampu memberikan penguatan tegangan tanpa adanya penguat tegangan. Keluaran rangkaian ini dalam bentuk digital yang disambungkan menuju rangkaian display untuk melihat besar pengukuran yang terdeteksi. Hasil pengukuran yang telah diukur akan di proses pada prosesor untuk mengontrol sehingga dapat dikirimkan hasil pengukuran menuju monitoring sistem.

Untuk data hasil pengukuran alat emisi debu, setelah dianalisis data hasil pengukuran secara statistik dengan menentukan nilai rata-rata, nilai maksimum, dan nilai minimum serta secara grafik dengan memplot data hasil pengukuran per jam selama satu minggu dengan rentang data sebanyak 6 bulan, disimpulkan yaitu: Nilai rata-rata pengukuran kerapatan debu dan tingkat tak tembus cahaya selama satu hari dengan rentang pengukuran perjam sebesar 16.51 mg/Nm<sup>3</sup> dan 5.97 %. Nilai maksimum data pengukuran selama satu minggu dengan pengukuran per jam yaitu 44.55 mg/Nm<sup>3</sup> dan 14.98 % pada tanggal 25 Januari 2018 pukul 14:00 WIB.

Untuk pengukuran selama satu bulan menggunakan rentang pengukuran perhari dengan pengambilan sampel pada bulan April 2018, nilai maksimum pengukuran kerapatan debu dan tingkat tak tembus cahaya selama satu bulan sebesar 53.03 mg/Nm<sup>3</sup> dan 21.47 %. Pengukuran selama 6 bulan dengan rentang pengukuran perminggu sebanyak 25 minggu, nilai rata-rata pengukuran kerapatan debu dan tingkat tak tembus cahaya sebesar 18.96 mg/Nm<sup>3</sup> dan 6.61 %.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setriadi, Ilham. *Perancangan Alat Ukur dan Pendeteksi Debu Berbasis Arrduino Uno*. FT: Universitas Mercu Buana Jakarta
- [2] Fahri Yosa dan Lestari Puji. 2013. *Analisis Komposisi Partikulat Industri Semen Di Indonesia Yang Menggunakan Bahan Bakar Alternatif*. Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- [3] Damayanti Seny, Lestari Puji. 2011. *Inventarisasi Emisi Co2 Dari Proses Kalsinasi Pada Industri Semen Di Indonesia Berdasarkan Ipcc Guidelines 2006*. Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Bandung : Bandung (Skripsi)
- [4] Yuwono, Arief Sabdo. *Emisi Debu JATUH Dan Tersuspensi Dalam Udara Ambien di Pulau Jawa*. FTP : IPB
- [5] Aditya S.A., Dan Denny A., *Identifikasi Kadar Debu Di Lingkungan Kerja dan Keluhan Subyektif Pernafasan Tenaga Kerja Bagian Finish Mill*. Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol.3, No.2, Januari 2007 : 161 – 172
- [6] Dwi Yudhistira, Deni. 2015. *Penentuan Konsentrasi Partikulat (Debu) Dalam Udara Menggunakan High Volume Sampler (Hvs) Dengan Metode Grafimetri Di Sekitar Departemen Agronomi Dan Hortikultura IPB*. IPB : Bogor (Skripsi)
- [7] Amaliyah B., Tuti. 2013. *Hubungan Antara Kadar Debu Dan Kapasitas Paru Pada Karyawan Pt Eastern Pearl Flour Mills Makassar*. Universitas Hasanuddin : Makassar (Skripsi)
- [8] Qudratullah, M. Ihsan, dkk. 2017 *Unsur-unsur Cuaca Berdasarkan hasil pengukuran Automated Weather System (AWS) Tipe Vaisala MAWS 201*. Pillar of Physics, Vol. 9. Maret 2017, 17-24 FMIPA : UNP
- [9] FLS Automation. *Pengoperasian Durag D-R 290*. Indarung V PT. Semen Padang : Padang
- [10] FLS Automation. *Mengenal debu (dust) dan pengendaliannya-dust-control*. Indarung V PT.Semen Padang: Padang
- [11] FLS Automation. *Dust Emisi Monitoring Opacity and Dencity for Raw Mill*. Indarung V PT. Semen Padang : Padang
- [12] Durag.2002.*DURAG D-R 290-Dust and Opacity Monitor Installation and operation*.
- [13] Karim, Saeful. 2008. *Aplikasi Sensor Photoelement di Indarung V PT. Semen Padang*. Fakultas Teknik : USU