**LOW COST AMMONIA MONITORING AND CONTROL UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SCRUBBER DI INDUSTRI CRUMB RUBBER**

***Ikha Rasti Julia Sari1), Januar Arif Fatkhurrahman2), Nani Harihastuti3), Yose Andriani4)***

*1,2, 3,4) Balai Besar Teknologi Pencegahan Penecemaran Industri (BBTPPI)*

*Jl. Ki Mangunsarkoro No.6 Semarang, Telp. (024) 8310216, 8316315*

*Email :* [*ikharasti@kemenperin.go.id*](mailto:ikharasti@kemenperin.go.id)*, ikha.rasti@gmail.com*

**ABSTRAK**

Isu lingkungan terkait tuntunan konsumen global perlu diperhatikan untuk produk-produk yang berorientasi pada pasar ekspor, salah satunya adalah produk *Crumb rubber*. Cemaran di industri *crumb rubber* berupa pencemaran udara dalam bentuk kebauan. Di akhir tahun 2016 salah satu industri *crumb rubber* di Sumatera dihadapkan pada hasil pemantauan lingkungan melebihi baku mutu emisi amonia berdasarkan KepMenLH 13 Tahun 1995 meskipun cerobong sudah dilengkapi dengan *scrubber* sebagai pengendali cemaran udara.

Penelitian ini merupakan aplikasi terapan, yang bertujuan melakukan evaluasi dan optimalisasi kinerja pengendalian cemaran dari proses *dryer* di industri *crumb rubber* berbasis kontrol dan monitoring berbiaya murah. Tahapan penelitian meliputi identifikasi karakteristik cemaran dan evaluasi efisiensi *scrubber* awal, konstruksi dan uji performa peralatan dan ujicoba monitoring dan kontrol. Peralatan dibuat berbasis sensor elektrokimia dengan biaya murah dan banyak tersedia di pasaran, konstruksi peralatan meliputi unit monitoring dan kontrol. Sistem kalibrasi menggunakan uji komparasi dengan metode standar untuk menghasilkan data yang *reliable*. Hasil identifikasi emisi menunjukkan bahwa amonia sebagai cemaran dominan dengan kandungan dalam uap air mencapai 66,45 mg/Nm3, pemisahan *inlet* dan *outlet water spray* pada scrubber dapat menurunkan uap air yang ada dalam gas buang. Efisiensi *scrubber* awal pada kisaran rata – rata 47%. Adanya penggunaan peralatan monitoring dan kontrol ini mampu meningkatan efisiensi scrubber sebesar 20% untuk pengikatan cemaran amonia dan menghemat penggunaan *inlet water spray* *scrubber* sebesar 61,90%. Penghematan air ini berdampak positif juga pada pengurangan terbentuknya air limbah yang menjadi beban instalasi pengolahan air limbah (IPAL).

Kata Kunci : ***amonia, kinerja scrubber, mikrokontroller, industri crumb rubber***

**ABSTRACT**

Environmental issues related to global consumer guidance need to be considered for products oriented to the export market, one of which is Crumb rubber products. Contamination in the crumb rubber industry is in the form of air pollution in the form of odor. At the end of 2016, one of the crumb rubber industries in Sumatra was faced with the results of environmental monitoring exceeding the ammonia emission quality standard based on Minister of Environment Decree 13 of 1995 even though the chimney was equipped with scrubbers to control air pollution.

This research is an applied application, which aims to evaluate and optimize the performance of contamination control from the drying process in crumb rubber industry based on low-cost control and monitoring. Research methods include identification of air emission characteristics, evaluation of initial scrubber efficiency, control of construction tools, testing of characterization of controls, control trials and evaluation of results. Control devices are made based on low cost and widely available electrochemical sensors on the market, construction equipment includes monitoring and control units. Calibration system uses a comparative test with standard methods to produce reliable data. The results of identification of emissions indicate that ammonia as the dominant contamination with a content in water vapor reaches 66.45 mg / Nm3, the separation of inlet and outlet water spray on the scrubber can reduce the water vapor in the exhaust gas. The efficiency of the initial scrubber is in the average range of 47%. The use of monitoring and control equipment is able to increase the scrubber efficiency by 20% for binding ammonia contamination and saving the use of inlet water spray scrubbers by 61.90%. This water saving has a positive impact on reducing the formation of wastewater which is the burden of wastewater treatment plants (WWTP).

Keywords: **ammonia, scrubber performance, microcontroller, industrial crumb rubber**

**PENDAHULUAN**

1. **Latar Belakang**

Indonesia memiliki potensi lahan perkebunan karet yang paling luas di dunia, yaitu 3,4 juta hektare area (ha), yang sebagian besar adalah perkebunan milik rakyat dengan produksi Indonesia mencapai 2,7 juta ton per tahun. Potensi pengembangan serta memaksimalkan produksi industri karet masih terbuka lebar, mengingat produktivitas di Indonesia baru mencapai satu ton per ha [1]. *Crumb rubber* merupakan salah satu hilirisasi industri karet, dimana produknya berorientasi ekspor.

Perkembangan tuntunan konsumen global perlu diperhatikan terkait dengan isu lingkungan yang kerap sekali dikaitkan pada dunia usaha terutama untuk produk-produk yang berorientasi pada pasar ekspor. Industri *Crumb rubber* dihadapkan pada permasalahan isu lingkungan berupa pencemaran udara dalam bentuk kebauan, yang memerlukan perhatian khusus mengingat lokasinya yang sebagian besar berada di dekat pemukiman penduduk. Cemaran ini terbentuk pada saat proses penyimpanan bahan baku, pre-*drying* dan *drying*. Industri crumb rubber secara umum menggunakan *air scrubber* pada saat proses pengeringan akhir untuk mengurangi cemaran gas dan bau yang dikeluarkan dari *dryer* [2].

*Scrubber* digunakan untuk mengeliminasi terlepasnya zat pencemar ke udara pada tahapan proses pengeringan menggunakan *dryer.* Di tahun 2016, hasil analisa udara emisi *dryer* pada salah satu industri *Crumb rubber* di wilayah Sumatera untuk parameter amonia sebesar 8,5 mg/Nm3, dimana kondisi ini sudah sangat ekstrim dan melebihi baku mutu yang dipersyaratkan hanya sebesar 0,5 mg/Nm3 sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 13 Tahun 1995.Tingginya konsentrasi amonia yang diemisikan ke lingkungan menunjukkan bahwa efisiensi penyerapan cemaran dari alat pengendali yang rendah. Permasalahan ini perlu dilakukan analisis dan evaluasi kinerja *scrubber*.

BBTPPI pada tahun 2015 telah melakukan inhouse riset tentang penggunaan teknologi mikrokontroller pada *venturi packed scrubber*, yang merupakan penyempurnaan alat *scrubber* pada DIPA 2013 untuk mengeliminasi cemaran untuk parameter partikulat. Penggunaan kontrol tersebut dapat memberikan peningkatan efisiensi pengikatan partikulat mencapai 92,3% dan penghematan penggunaan air proses sebesar 59,5%.

Penelitian ini merupakan aplikasi terapan untuk melakukan evaluasi dan optimalisasi kinerja pengendalian cemaran dari proses *dryer* di industri *crumb rubber* berbasis kontrol dan monitoring berbiaya murah. Alat kontrol dibuat berbasis sensor elektrokimia dengan biaya murah dan banyak tersedia di pasaran. Sistem kalibrasi menggunakan uji komparasi dengan metode standar untuk menghasilkan data yang *reliable*. Adanya *scrubber* yang terkontrol dengan mikrokontroller ini diharapkan dapat mengontrol penggunaan *water spray inlet scrubber* yang akan meningkatkan efisiensi pengikatan cemaran dan menghemat penggunaan air sehingga mengurangi terbentuknya air limbah pada IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah).

1. Maksud dan Tujuan

Maksud dan Tujuan dari penelitian ini adalah :

* Melakukan identifikasi karakteristik cemaran kebauan dari proses *dryer* pada salah satu industri *crumb rubber* dan evaluasi kinerja pengendali cemaran
* Melakukan optimalisasi kinerja pengendali cemaran kebauan dengan mengontrol penggunaan *water spray inlet scrubber*

1. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian berupa optimasi kinerja *scrubber* pada industri *crumb rubber*, yaitu dengan menggunakan peralatan yang terkontrol.

* Peralatan ini selain sebagai alat monitoring cemaran juga sebagai alat kontrol pada penggunaan *water spray inlet scrubber*.
* Kontrol dilakukan pada *water spray inlet scrubber* berdasarkan konsentrasi amonia pada outlet cerobong

Lokasi Penelitian dilaksanakan di industri crumb rubber yaitu CV. Jadi Jaya Makmur (JAMAK), Semarang

Pelaksanaan penelitian : bulan Januari - Desember 2018

1. Hasil yang diharapkan

Unit peralatan cemaran kebauan yang berfungsi sebagai alat monitoring dan alat kontrol pada scrubber. Adanya peralatan ini dapat mengontrol penggunaan *water spray inlet scrubber* yang akan menghemat penggunaan air dan meningkatkan efisiensi pengikatan cemaran dari kinerja *scrubber*.

Penggunaan air dioptimalkan didasarkan pada konsentrasi amonia di outlet cerobong. Formula penggunaan air optimal didasarkan pada *trial error*. Semakin kecil konsentrasi amonia pada outlet cerobong maka penggunaan air berkurang begitupun sebaliknya. Sistem ujicoba menggunakan sistem *batch*, disesuaikan dengan jam operasional produksi pabrik.

**TINJAUAN PUSTAKA**

**Industri *Crumb Rubber***

Produksi karet alam Indonesia sebagian besarnya ditujukan untuk pasar ekspor dengan klasifikasi sebagai lateks pekat, karet standar teknis SIR (*Standard Indonesian Rubber*), Crepe, RSS (*Ribbed Smoked Sheet*), ADS (Air Dried Sheet), dan karet skim. Jenis mutu SIR mendominasi produksi dan ekspor karet alam Indonesia, terutama jenis mutu SIR 20. Pada tahun 2017, jenis mutu SIR bahkan menempati proporsi 89,2 persen dari total ekspor karet alam Indonesia [3].

Bahan olah SIR 10 atau SIR 20 seharusnya berupa koagulum lapangan sesuai persyaratan SNI 06-2047-2002, namun pada prakteknya hal tersebut sukar dipenuhi, terutama untuk pengolahan SIR 20. Penilaian spesifikasi teknis didasarkan pada hasil analisis dari beberapa syarat uji yang ditetapkan untuk SIR, antara lain kadar kotoran, abu, zat menguap, Po, dan PRI. Kotoran yang terdapat dalam karet remah sangat merusak sifat-sifat dari barang jadi karet terutama ketahanan lentur dan ketahanan pemakaiannya. Semakin tinggi kadar kotoran karet remah, makin rendah mutunya. Oleh karena itu, bahan baku yang kotor mengakibatkan meningkatnya intensitas pencucian sebagai akibat bahan olah yang kotor [4].

Ditinjau dari jenisnya, limbah yang terbentuk pada industri karet remah dapat dikategorikan sebagai limbah padat, cair, dan gas. Limbah padat umumnya berupa pasir, lumpur, tatal, dan sisa-sisa karet. Adapun limbah cair terbentuk dari campuran air proses, minyak, lemak, dan serum. Sementara emisi gas, terutama bau, terbentuk pada saat penyimpanan bahan olah, pre-*drying*, dan pengeringan akhir. Kondisi bahan olah karet akan mempengaruhi kebutuhan air untuk proses pengolahan, akibatnya debit limbah cair yang dihasilkan akan bervariasi sesuai kondisi awal bahan olah karet. Semakin kotor dan semakin tinggi kadar air dari bahan olah akan memacu terjadinya proses pembusukan. Dengan demikian kuantitas limbah gas/bau pun akan meningkat. Demikian juga halnya dengan limbah padat, kondisi bahan olah yang kotor akan meningkatkan kuantitas lumpur, tatal, dan pasir [4, 5].

Proses pengolahan karet remah jenis SIR 10 dan SIR 20 pada prinsipnya merupakan operasi pembersihan bahan olah yang dilanjutkan hingga operasi pengeringan. Pembersihan diawali dengan pengecilan ukuran (*size reduction*), tujuannya adalah untuk memperbesar luas permukaan karet agar waktu pengeringan relatif singkat. Pada setiap tahapan proses air senantiasa digunakan sebagai media ekstraksi kotoran dari dalam karet. Oleh karena itu, limbah yang dominan terbentuk adalah fase cair. Sementara pada pengolahan karet remah jenis SIR 3CV, 3WL, dan 3WF digunakan bahan olah yang relatif bersih (lateks kebun) dan air proses yang digunakan lebih dimaksudkan untuk mempermudah proses pengecilan ukuran dan peremahan. Limbah cair yang dihasilkan mengandung sisa-sisa bahan kimia seperti HNS dan SBMS. Walaupun jumlah bahan pembantu tersebut relatif kecil namun tetap berpengaruh terhadap konsentrasi limbah [4].

**Potensi Scrubber sebagai Pengendali Cemaran Udara**

Beberapa industri *crumb rubber* di Indonesia umumnya telah mempunyai pengendalian cemaran udara yang dikembangan untuk mengeliminasi zat – zat pencemar udara, diantaranya menggunakan *scrubber* [6,7]. Teknologi *wet scrubber* adalah pengendali cemaran udara yang mampu mengeliminasi debu partikulat dan gas yang dibuang dari sebuah sumber cemaran/ emisi. Pada sebuah sistem *wet* *scrubber* polutan dieliminasi dengan beberapa mekanisme proses, yaitu tumbukan, difusi, intersepsi, dan atau absorbsi dari polutan menjadi sebuah bentuk tetes cairan. Dalam proses *scrubbing*, untuk memisahkan partikel dari gas dilakukan dengan menyemprotkan cairan ke dalam aliran gas atau dengan melewatkan aliran gas melalui larutan. Ketika gas kontak dengan cairan, tetesan cairan memberikan efek menjebak partikel kontaminan dalam sistem *wet* *scrubber* [7].

Penerapan *wet scrubber* pada industri *crumb rubber* untuk mengeliminasi cemaran NH3 umumnya telah mampu meminimalkan cemaran paramater tersebut, hal ini disebabkan baik NH3 merupakan parameter yang mudah larut dalam air, namun inefisiensi kinerja sebagai akibat kurangnya kontrol pada proses absorbsi NH3 menyebabkan beberapa masalah serius seperti buangan udara yang melebihi baku mutu dan meningkatnya buangan air limbah ke badan lingkungan [8].

**Amonia dan Dampak Bagi Kesehatan**

Amonia (NH3) adalah gas yang tidak berwarna namun berbau menyengat dan bersifat korosi. Gas amonia terdeteksi/mulai tercium pada kadar 0,003 ppm [9]. Emisi gas amonia penyebab kebauan bersifat iritan pada paru-paru dan efek utamanya adalah melumpuhnya saluran pernafasan. Gejala yang ditimbulkan adalah hilangannya kemampuan membau, batuk, sesak napas, iritasi selaput lendir mata, muntah, dan pusing [10].

**Sensor Electrochemical dan Mikrokontroller**

Perkembangan pengunaan internet pada era modern ini berlangsung cepat dan menyentuh berbagai aspek dalam kehidupan masyarakat. Salah satu konsep penggunaan internet yang tengah berkembang adalah konsep Internet of Things. Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep dalam pemanfaatan konektivitas internet yang selalu terhubung setiap saat [11]. Transfer data pada penggunaan teknologi berbasis IoT memungkinkan eliminasi jarak dan waktu pada konektivitas sensor sebagai unit pembaca dan transmisinya dapat dikonsumsi oleh stakeholder di ruang yang berbeda secara realtime, sehingga analisis dan respon stakeholder pada sebuah kondisi dapat dilakukan secara cepat.

Perkembangan teknologi berbasis IoT juga berkembang pada teknologi lingkungan, seperti penggunaan sensor electrochemical untuk mendeteksi kebocoran gas [12]. Basis teknologi IoT juga memungkinkan tabulasi data dalam bentuk database seperti yang dilakukan oleh [13].

**METODOLOGI PENELITIAN**

1. **Bahan dan Alat**

*Bahan :*

* Bahan-bahan kimia untuk analisa dan pengambilan contoh emisi kebauan
* Bahan-bahan kimia untuk analisa dan pengawet untuk pengambilan sampel air limbah

*Alat :*

* 1 (satu ) unit peralatan pengambilan sampel udara emisi
* 1 (satu ) unit peralatan pengambilan sampel air limbah
* 1 (satu ) unit mikrokontroller
* 1 (satu ) unit spektrometer

1. **Pengumpulan Data dan Informasi**

Pengumpulan data primer dilakukan dengan pengambilan sampel uji di industri *crumb rubber* CV. Jadi Jaya Makmur dan dilakukan analisa sampel emisi dan air limbah di laboratorium air dan udara BBTPPI. Selain pengambilan sampel dilakukan wawancara dan diskusi terkait perawatan rutin dan kebutuhan *water spray inlet scrubber*, penggunaan bahan kimia dalam proses produksi untuk memperkirakan terbentuknya amonia

Data sekunder meliputi : data kapasitas produksi, jenis bahan baku dan kualitas produk yang dihasilkan, desain *scrubber*, data hasil analisa emisi dan air limbah yang sudah dilaksanakakan.

1. **Prosedur Kerja**

Prosedur penelitian ini meliputi :

* Identifikasi karakteristik cemaran dan evaluasi efisiensi *scrubber* awal
* Konstruksi dan Uji Performa peralatan
* Ujicoba monitoring dan kontrol

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. **Hasil Penelitian**

***Identifikasi Karakteristik Cemaran dan Kinerja Scrubber***

CV. Jadi Jaya Makmur (JAMAK) merupakan industri crumb rubber (karet remah) dengan produk yaitu SIR 20 dan SIR 10 dengan kapasitas produksi 25-30 kg produk/ hari. Bahan baku adalah lump dan BRCR (*brown crepe*), dimana komposisi penggunaan bahan baku bergantung pada ketersediaan bahan baku dan umumnya adalah 100% *brown crepe* dan 75% *brown crepe* 25% lump. JAMAK berlokasi di Jl. Manalagi Timur No.1, Tugurejo, Semarang. Letak industri yang berada di tengah-tengah pemukiman dan berdekatan dengan RSUD Tugurejo Semarang, menjadikan industri ini menaruh perhatian tinggi terhadap lingkungan. Industri ini mempunyai unit pengendalian cemaran lingkungan berupa IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) *Activated Sludge* sebagai pengolahan air limbah dan *Wet Scrubber* sebagai pengendali cemaran udara.

Proses *drying* mengeluarkan uap air dan gas buang yang dikendalikan oleh *scrubber*. *Scrubber* yang digunakan merupakan jenis *wet* *scrubber* packing yang menggunakan air sebagai *spray*nya, desain ini diharapkan dapat mengurangi kebauan di industri karet. Spesifikasi *scrubber* adalah sebagai berikut :

Kapasitas : 3 Ton/hari

Material : Stainless stell

Packing : Tellerettes

Tahapan Scrubbing : 2 tahap

Pompa sirkulasi: 10 HP

Kebauan merupakan salah satu permasalahan cemaran yang ada di industri *crumb rubber*. Identifikasi cemaran dilakukan dengan pengambilan dan pengujian sampel emisi di cerobong *wet scrubber* untuk mengetahui cemaran dominan, yang disajikan pada tabel 1.

Dari tabel 1 terlihat bahwa amonia merupakan cemaran dominan pada proses di industri *crumb rubber*. Konsentrasi amonia melebihi baku mutu yang dipersyaratkan Kep. Gub. Jateng No. 10 Tahun 2000 yang mensyaratkan 0,5 mg/Nm3. Kondisi di lapangan selain pengambilan sampel untuk menentukan cemaran yang dominan, secara visual juga terlihat kadar air yang besar yang mengakibatkan hujan setempat. Kandungan amonia dalam uap air yang keluar dari cerobong berkisar antara 48,55 – 66,45 mg/Nm3.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Emisi dari *Wet Scrubber*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Parameter** | **Satuan** | **Hasil Terukur** | **Baku Mutu** |
| 1 | Sulfurdioksida (SO2) | mg/Nm3 | < 3,4 | 800 |
| 2 | Nitrogendioksida (NO2) | mg/Nm3 | 37,32 | 1000 |
| 3 | Opasitas | % | 10,00 | 35 |
| 4 | Amonia (NH3) | mg/Nm3 | 8,380 | 0,5 |
| 5 | Hidrogen Sulfida (H2S) | mg/Nm3 | 0,182 | 35 |

*Sumber : Hasil Analisa BBTPPI, Januari 2018*

Efisiensi scrubber dihitung dari hasil analisa cemaran amonia inlet dan outlet scrubber yang menunjukkan kemampuan pengikatan amonia. Efisiensi scrubber rata-rata adalah 47,17% seperti yang terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Efisiensi *Wet Scrubber*

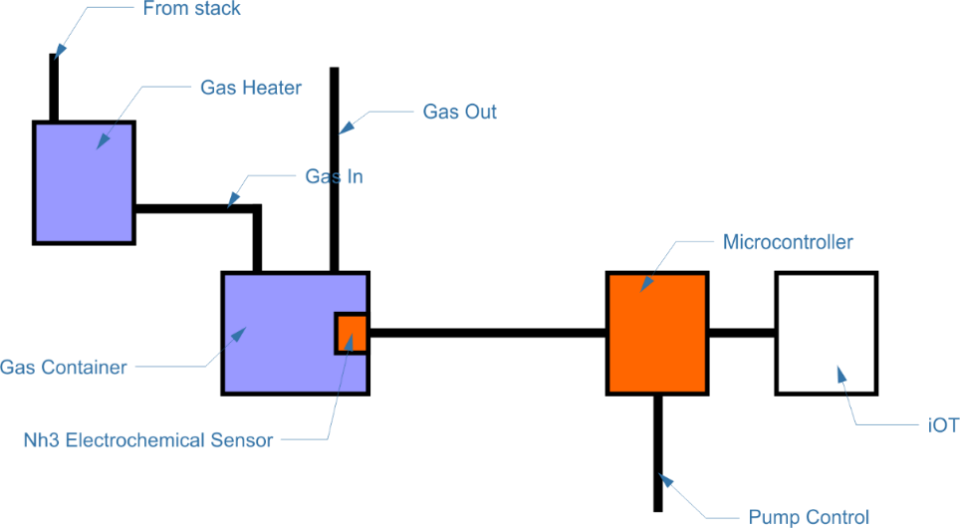
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **NH3 *Inlet***  **(mg/Nm3)** | **NH3 *Outlet* (mg/Nm3)** | **Efisiensi (%)** |
| 1 | 1,378 | 1,151 | 16,48 |
| 2 | 1,338 | 0,859 | 35,79 |
| 3 | 1,313 | 0,534 | 59,31 |
| 4 | 1,362 | 0,648 | 52,42 |
| 5 | 1,192 | 0,762 | 36,09 |
| 6 | 0,989 | 0,453 | 54,16 |
| 7 | 1,135 | 0,575 | 49,33 |
| 8 | 1,110 | 0,356 | 67,95 |
| 9 | 1,086 | 0,478 | 56,03 |
| 10 | 1,151 | 0,526 | 54,28 |
| 11 | 0,875 | 0,551 | 37,08 |
| **rata - rata** | | | **47,17** |

*Sumber : Hasil Analisa BBTPPI, Maret 2018*

***Konstruksi Peralatan***

Konstruksi mikrokontroller terdiri dari beberapa bagian yang dirangkai seperti pada gambar 1.

* Sensor amonia, merupakan sensor electrochemical. Sensor ini adalah sensor yang umum ada di pasaran. Sebelum digunakan akan dilakukan kalibrasi
* Kontainer gas, dibuat menggunakan printer 3D. Kontainer ini berfungsi sebagai proses difusi gas amonia pada sensor electrochemical.
* Mikrokontroller, yang digunakan berbasis arduino dan siap digunakan untuk membaca konsentrasi amonia secara realtime, dan data akan dikirimkan melalui server *google sheet* secara *online*.

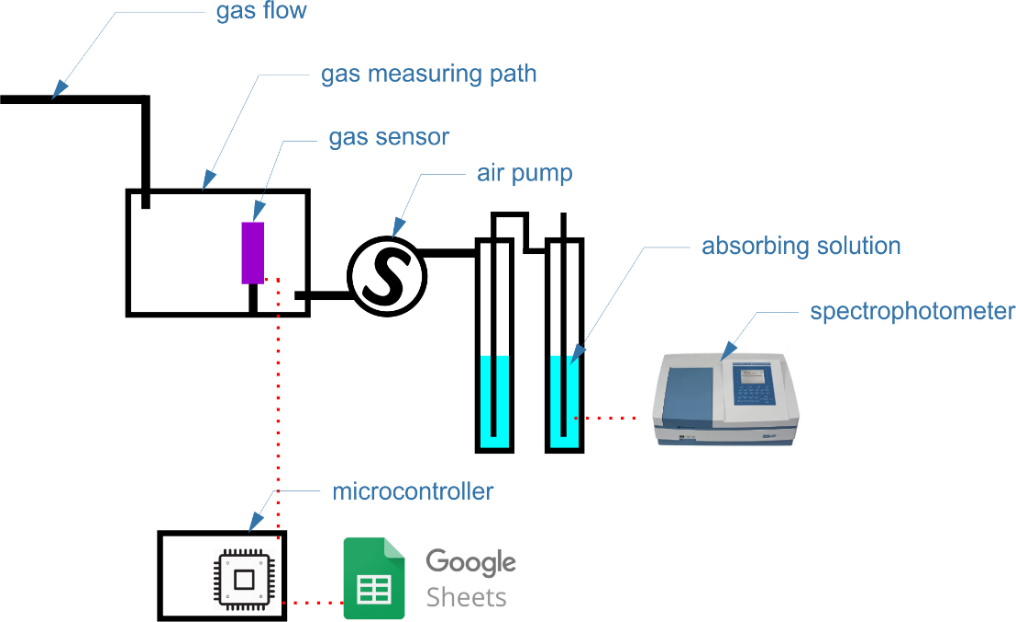


Gambar 1. Rangkaian Peralatan Monitoring dan Control Amonia

Unit pembaca amonia telah selesai dikonstruksi dan siap digunakan untuk membaca konsentrasi amonia secara realtime, dan data akan dikirimkan melalui server google sheet secara online.

***Sistem Kalibrasi Peralatan***

Kalibrasi sensor amonia digunakan untuk menentukan nilai benar pembacaan sensor electrochemical. Sensor amonia dikalibrasi dengan mengkorelasi beda tegangan keluar sensor terhadap gas amonia yang dialirkan melalui kontainer gas. Metode standar pengujian emisi amonia berdasarkan SNI 19-7117.6-2005 yang digunakan sebagai acuan nilai benar. Aliran gas kemudian dijerap dengan penjerap asam borat dan dianalisis secara spektrofotometri untuk menentukan korelasi beda tegangan sensor terhadap konsentrasi amonia.



Gambar 2. Diagram Kalibrasi Sensor

Nilai pembacaan beda tegangan untuk tiap sampel kemudian dikorelasi terhadap nilai konsentrasi, dan diperoleh persamaan linier yang digunakan untuk menentukan konsentrasi hasil pembacaan sensor amonia.

Gambar 3. Tipikal Korelasi Volt terhadap Konsentrasi

Dari kurva tersebut nampak linieritas kurva (R) > 0,9 hal ini menunjukkan adanya hubungan korelatif antara volt (beda tegangan) sensor terhadap konsentrasi amonia yang melalui sensor [14]. Selanjutnya persamaan kurva regresi linier tersebut digunakan sebagai acuan pembacaan sensor.

***Ujicoba Monitoring dan Kontrol***

Peralatan yang sudah dikalibrasi dan mampu mengukur amonia digunakan untuk mengontrol penggunaan *inlet water spray scrubber*. Kontrol penggunaan air dilakukan dengan menggunakan modifikasi valve pada *wet scrubber*, dimana sebelumnya manual valve menjadi otomatic valve.

Penggunaan air dioptimalkan didasarkan pada konsentrasi amonia di outlet *wet scrubber*. Formula penggunaan air optimal didasarkan pada *trial error*. Semakin kecil konsentrasi amonia pada outlet cerobong maka penggunaan air berkurang begitupun sebaliknya. Sistem ujicoba menggunakan sistem *batch*, disesuaikan dengan jam operasional produksi pabrik.

Ujicoba peralatan kontrol *valve* otomatis dilakukan untuk melihat sejauh mana peningkatan efisiensi pengikatan amoniadan efisiensi pemakaian air. Hasil pembacaan sensor disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Ujicoba Penggunaan Kontrol *Valve* Otomatis

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sensor Inlet** | | **Sensor Outlet** | | **Efisiensi pengikatan** | **debit terkontol** | **debit tidak terkontrol** |
| **vcor** | **mg/m3 cor** | **vcor** | **mg/m3 cor** |
| 1,86 | 0,93 | 1,25 | 0,31 | 66,87 | 0,675 | 0,675 |
| 1,82 | 0,89 | 1,24 | 0,29 | 67,15 | 0,675 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,19 | 0,25 | 72,79 | 0,675 | 0,675 |
| 1,82 | 0,89 | 1,13 | 0,19 | 78,95 | 0,675 | 0,675 |
| 1,82 | 0,89 | 1,15 | 0,20 | 77,27 | 0,675 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,16 | 0,22 | 76,09 | 0,675 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,24 | 0,29 | 67,84 | 0,675 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,25 | 0,31 | 66,19 | 0,675 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,38 | 0,44 | 51,33 | 0 | 0,675 |
| 1,86 | 0,93 | 1,21 | 0,26 | 71,72 | 0,675 | 0,675 |
| 1,86 | 0,93 | 1,25 | 0,31 | 66,87 | 0,675 | 0,675 |
| 1,86 | 0,93 | 1,24 | 0,29 | 68,49 | 0,675 | 0,675 |
| 1,86 | 0,93 | 1,21 | 0,26 | 71,72 | 0,675 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,24 | 0,29 | 67,84 | 0,675 | 0,675 |
| 1,86 | 0,93 | 1,22 | 0,28 | 70,11 | 0,675 | 0,675 |
| 1,86 | 0,93 | 1,22 | 0,28 | 70,11 | 0,675 | 0,675 |
| 1,86 | 0,93 | 1,22 | 0,28 | 70,11 | 0,675 | 0,675 |
| 1,86 | 0,93 | 1,22 | 0,28 | 70,11 | 0,675 | 0,675 |
| 1,88 | 0,95 | 1,21 | 0,26 | 72,29 | 0,675 | 0,675 |
| 1,88 | 0,95 | 1,27 | 0,32 | 65,95 | 0,675 | 0,675 |
| 1,90 | 0,97 | 1,27 | 0,32 | 66,62 | 0,675 | 0,675 |
| 1,90 | 0,97 | 1,25 | 0,31 | 68,17 | 0,675 | 0,675 |
| 1,92 | 0,99 | 1,27 | 0,32 | 67,26 | 0,675 | 0,675 |
| 1,93 | 1,01 | 1,25 | 0,31 | 69,37 | 0,675 | 0,675 |
| 1,95 | 1,02 | 1,24 | 0,29 | 71,40 | 0,675 | 0,675 |
| 1,95 | 1,02 | 1,25 | 0,31 | 69,94 | 0,675 | 0,675 |
| 1,95 | 1,02 | 1,25 | 0,31 | 69,94 | 0,675 | 0,675 |
| 1,95 | 1,02 | 1,25 | 0,31 | 69,94 | 0,675 | 0,675 |
| 1,97 | 1,04 | 1,24 | 0,29 | 71,92 | 0,675 | 0,675 |
| 1,99 | 1,06 | 1,24 | 0,29 | 72,42 | 0,675 | 0,675 |
| 2,01 | 1,08 | 1,22 | 0,28 | 74,30 | 0,675 | 0,675 |
| 2,03 | 1,10 | 1,22 | 0,28 | 74,74 | 0,675 | 0,675 |
| 2,03 | 1,10 | 1,21 | 0,26 | 76,10 | 0,675 | 0,675 |
| 2,03 | 1,10 | 1,18 | 0,23 | 78,84 | 0,675 | 0,675 |
| 1,97 | 1,04 | 1,24 | 0,29 | 71,92 | 0,675 | 0,675 |
| 1,97 | 1,04 | 1,25 | 0,31 | 70,48 | 0,675 | 0,675 |
| 1,97 | 1,04 | 1,24 | 0,29 | 71,92 | 0,675 | 0,675 |
| 1,95 | 1,02 | 1,25 | 0,31 | 69,94 | 0,675 | 0,675 |
| 1,93 | 1,01 | 1,28 | 0,34 | 66,38 | 0 | 0,675 |
| 1,95 | 1,02 | 1,25 | 0,31 | 69,94 | 0,675 | 0,675 |
| 1,99 | 1,06 | 1,24 | 0,29 | 72,42 | 0,675 | 0,675 |
| 1,99 | 1,06 | 1,25 | 0,31 | 71,01 | 0,675 | 0,675 |
| 2,05 | 1,12 | 1,28 | 0,34 | 69,79 | 0 | 0,675 |
| 2,08 | 1,16 | 1,24 | 0,29 | 74,68 | 0,675 | 0,675 |
| 2,08 | 1,16 | 1,24 | 0,29 | 74,68 | 0,675 | 0,675 |
| 2,10 | 1,18 | 1,24 | 0,29 | 75,09 | 0,675 | 0,675 |
| 2,10 | 1,18 | 1,24 | 0,29 | 75,09 | 0,675 | 0,675 |
| 2,08 | 1,16 | 1,24 | 0,29 | 74,68 | 0,675 | 0,675 |
| 2,06 | 1,14 | 1,29 | 0,35 | 68,98 | 0 | 0,675 |
| 2,08 | 1,16 | 1,24 | 0,29 | 74,68 | 0,675 | 0,675 |
| 2,06 | 1,14 | 1,24 | 0,29 | 74,26 | 0,675 | 0,675 |
| 2,01 | 1,08 | 1,25 | 0,31 | 71,52 | 0,675 | 0,675 |
| 2,03 | 1,10 | 1,27 | 0,32 | 70,64 | 0,675 | 0,675 |
| 1,97 | 1,04 | 1,28 | 0,34 | 67,60 | 0 | 0,675 |
| 1,79 | 0,85 | 1,25 | 0,31 | 63,94 | 0,675 | 0,675 |
| 1,79 | 0,85 | 1,29 | 0,35 | 58,66 | 0 | 0,675 |
| 1,79 | 0,85 | 1,31 | 0,37 | 56,90 | 0 | 0,675 |
| 1,79 | 0,85 | 1,31 | 0,37 | 56,90 | 0 | 0,675 |
| 1,80 | 0,87 | 1,31 | 0,37 | 57,83 | 0 | 0,675 |
| 1,80 | 0,87 | 1,31 | 0,37 | 57,83 | 0 | 0,675 |
| 1,82 | 0,89 | 1,31 | 0,37 | 58,73 | 0 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,31 | 0,37 | 59,59 | 0 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,31 | 0,37 | 59,59 | 0 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,31 | 0,37 | 59,59 | 0 | 0,675 |
| 1,82 | 0,89 | 1,31 | 0,37 | 58,73 | 0 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,31 | 0,37 | 59,59 | 0 | 0,675 |
| 1,82 | 0,89 | 1,31 | 0,37 | 58,73 | 0 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,31 | 0,37 | 59,59 | 0 | 0,675 |
| 1,82 | 0,89 | 1,31 | 0,37 | 58,73 | 0 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,31 | 0,37 | 59,59 | 0 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,31 | 0,37 | 59,59 | 0 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,31 | 0,37 | 59,59 | 0 | 0,675 |
| 1,82 | 0,89 | 1,31 | 0,37 | 58,73 | 0 | 0,675 |
| 1,86 | 0,93 | 1,29 | 0,35 | 62,02 | 0 | 0,675 |
| 1,86 | 0,93 | 1,29 | 0,35 | 62,02 | 0 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,31 | 0,37 | 59,59 | 0 | 0,675 |
| 1,82 | 0,89 | 1,29 | 0,35 | 60,41 | 0 | 0,675 |
| 1,92 | 0,99 | 1,27 | 0,32 | 67,26 | 0,675 | 0,675 |
| 1,86 | 0,93 | 1,31 | 0,37 | 60,41 | 0 | 0,675 |
| 1,86 | 0,93 | 1,31 | 0,37 | 60,41 | 0 | 0,675 |
| 1,82 | 0,89 | 1,27 | 0,32 | 63,78 | 0,675 | 0,675 |
| 1,79 | 0,85 | 1,31 | 0,37 | 56,90 | 0 | 0,675 |
| 1,82 | 0,89 | 1,28 | 0,34 | 62,10 | 0 | 0,675 |
| 1,84 | 0,91 | 1,29 | 0,35 | 61,24 | 0 | 0,675 |
|  |  |  |  | **66,96** | **35,1** | **56,7** |
|  |  |  |  |  | **% saving air** | **61,90** |

*Sumber : Hasil Analisa BBTPPI, Desember 2018*

Dari tabel diatas dapat dilihat hasil pembacaan sensor *inlet* dan *outlet* terdapat peningkatan efisiensi pengikatan NH3 rata-rata menjadi 66,96% dan penghematan penggunaan air sebesar 61,90% selama proses ujicoba. Efisiensi rata-rata pengikatan amonia mengalami peningkatan mencapai 20% dengan penggunaan peralatan kontrol *valve* air, meskipun masih belum memenuhi efisiensi teoritis dari *scrubber* yaitu minimal sebesar 95%.

1. **Pemabahasan, meliputi :**

* ***Aspek Kelayakan Teknologi***

1. Penggunaan teknologi *electrochemical* pada pengukuran amonia sebagai gas buang sudah umum dilakukan. Pemilihan sensor yang digunakan adalah sensor yang banyak dijual di pasaran dengan harga yang terjangkau.
2. Penggunaan teknologi ini telah diverifikasi menggunakan metode standar SNI 19-7117.6-2005 dengan linieritas >90% untuk menghasilkan data yang reliable
3. Teknologi ini dilengkapi dengan unit kontrol yang terhubung melalui IoT sehingga data konsentrasi amonia dan debit dapat ditransfer ke stakeholder terkait.

* ***Aspek Keunggulan dibandingkan teknologi yang sudah ada***

1. Teknologi berbasis sensor electrochemical umumnya digunakan sebagai bagian alat analyser yang digunakan oleh laboratorium pengujian. Teknologi ini mengaplikasikan sensor electrochemical sebagai unit monitoring untuk industri *crumb rubber*.
2. Teknologi pengendalian cemaran udara berbasis *wet scrubber* pada industri *crumb rubber* secara umum belum mengontrol penggunaan *inlet water spray*. Adanya teknologi ini mampu mengontrol penggunaan penggunaan *inlet water spray* yang didasarkan pada konsentrasi amonia outlet scrubber

* ***Aspek Kelayakan ekonomi***

Kelayakan ekonomi dihitung dengan mengkalkulasi BEP (Break Event Point).

BEP diperoleh dari biaya investasi dan operasional yang dibagi dengan biaya monitoring dan penghematan penggunaan air.

Biaya Monitoring Emisi

Pengujian emisi dilakukan 2 kali dalam 1 tahun atau setiap 6 bulan oleh pihak ketiga (laboratorium pengujian eksternal).

Biaya Pengujian : (1 kali pengujian)

Biaya pengambilan sampel : Rp. 1.500.000,-

Biaya pengujian emisi amonia : Rp, 1.700.000,-

Total biaya pengujian, **Rp. 3.200.000,-** . Dalam 1 tahun biaya monitoring sebesar **Rp. 6.400.000,-**

Biaya Pengolahan Air Limbah

Dengan adanya teknologi ini akan menghemat penggunaan air yang juga akan mengurangi pada biaya pengolahan air limbah. Biaya pengolahan air limbah per m3 sebesar Rp. 20.000,-.

Penggunaan inlet water spray scrubber sebesar 18m3 per hari, bila dengan teknologi ini mampu menghemat penggunaan air sebesar 61,90%. Maka akan dihemat biaya sebesar **Rp 37.600,-** per hari atau **Rp. 9.927.500,-** per tahun.

Biaya Konstruksi Peralatan

* Biaya investasi :

Peralatan *monitoring dan control* berbasis sensor *electrochemical* sebesar **Rp** **12.500.000** dengan rincian;

Mikrokontroller : Rp 3.500.000

Sensor Electrochemical : Rp 2.000.000

Sensor Suhu dan Kelembaban : Rp 1.000.000

Solenoid Valve : Rp 3.000.000

Konstruksi : Rp 3.000.000

* Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Penggunaan listrik dengan daya listrik 15 watt, jika bekerja selama proses produksi berlangsung yaitu 7,5 jam dan harga listrik industri sebesar Rp 2.000/kWH, teknologi ini hanya membutuhkan **Rp 225/hr** atau **Rp. 59.400** tiap tahun untuk daya listriknya,

* BEP (Break Event Point) dengan teknologi electrochemical sebagai monitoring dan control adalah : 0,94 tahun atau **11 bulan**
* ***Aspek Kelayakan sosial dan lingkungan***

Teknologi ditinjau dari kelayakan lingkungan

1. Proses pengendalian cemaran udara secara manual membutuhkan air yang jauh lebih banyak yang akan membebani pengolahan air limbah. Dengan adanya teknologi ini akan mengontrol penggunaan inlet water spray scrubber sehingga lebih efisien dan mengurangi beban badan air.
2. Penggunaan teknologi ini mengurangi kandungan amonia dalam uap air dan meningkatkan efisiensi pengikatan scrubber. Dengan penurunan konsentrasi amonia di udara akan mengurangi dampak paparan amonia bagi pekerja di industri.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

1. Parameter utama pencemar udara berupa kebauan pada industri karet *crumb rubber* dengan parameter dominan amonia.
2. Hasil identifikasi gas buang pada cerobong untuk parameter amonia mempunyai konsentrasi di atas baku mutu dan kandungan uap air yang tinggi, dengan efisiensi pengikatan amonia pada *scrubber* sebelum dikontrol pada kisaran rata – rata 47%.
3. Penggunaan kontrol air dapat meningkatan efisiensi pengikatan amonia sebesar 20% menjadi 66,96% dan menghemat penggunaan air sebesar 61,90%.

**Saran**

Masih diperlukan evaluasi menyeluruh terkait ketinggian cerobong, sistem scrubbing untuk mencapai efisiensi pengikatan NH3 mencapai minimum 95%.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

* PuslitbangTIKI, pemberi anggaran penelitian 2018
* BBTPPI, untuk fasilitas laboratorium uji dan penelitian dan pengembangan
* CV. Jadi Jaya Makmur, Semarang yang bersedia menjadi lokasi penelitian
* PT. Hok Tong, Palembang yang menjadi lokasi uji kinerja peralatan
* Gapkindo Pusat dan Gapkindo Sumsel yang telah membantu menfasilitasi ujicoba peralatan

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] “Kemenperin: Industri Karet Menjanjikan.” .

[2] S. A. Kusumastuti, S. Suprihatin, and N. S. Indrasti, “Exploration of Barriers in Achieving Proactive Environmental Strategies in a Natural Rubber Industry : A Case Study,” *J. Ris. Teknol. Pencegah. Pencemaran Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 51–58, 2015.

[3] Gapkindo, “Info Karet,” vol. 10, Jakarta, 2018.

[4] S. Hasibuan, “Audit Produksi Bersih,” in *Pengembangan Sistem Penunjang Manajemen Audit Produksi Bersih Pada Agroindustri Karet Remah*, Bogor, 2012.

[5] C. F. Zuhra, *Karet*. Universitas Sumatera Utara : Medan, 2006.

[6] S. H. Byeon, B. K. Lee, and B. Raj Mohan, “Removal of ammonia and particulate matter using a modified turbulent wet scrubbing system,” *Sep. Purif. Technol.*, vol. 98, pp. 221–229, 2012.

[7] B. A. Danzomo, M. E. Salami, S. Jibrin, and I. M. Nor, “Performance Evaluation of wet scrubber system for industrial air pollution control,” *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 7, no. 12, pp. 1669–1677, 2012.

[8] J. A. Fatkhurrahman, I. R. Julia Sari, and N. Zen, “Verifikasi Low Cost Particulate Sensor sebagai Sensor Partikulat pada Modifikasi Teknologi Wet Scrubber,” *J. Ris. Teknol. Pencegah. Pencemaran Ind.*, vol. 7, no. 1, pp. 31–38, 2016.

[9] Eko Hartini and Roselina Jayanti Kumalasari, “Faktor-faktor Risiko Paparan Gas Amonia dan Hidrogen Sulfida Terhadap Keluhan Gangguan Kesehatan Pada Pemulung di TPA Jatibarang Kota Semarang,” pp. 1–16.

[10] M. Yani, A. Ismayana, P. R. Nurcahyani, and D. Pahlevi, “Penghilangan Bau Amoniak dari Tempat Penumpukan Leum pada Industri Karet Remah dengan Menggunakan Teknik Biofilter,” *J. Ilmu Pertan. Indones.*, vol. 17, no. 1, pp. 58–64, 2012.

[11] M. I. Fadlur Rohman, “Implementasi Iot Dalam Rancang Bangun Sistem Monitoring Panel Surya Berbasis Arduino,” *Pros. SNATIF*, vol. 2, no. 1, pp. 413–420, 2015.

[12] R. Chandra Pandey, M. Verma, and L. Sahu, *Internet of Things (IOT) Based Gas Leakage Monitoring and Alerting System with MQ-2 Sensor*. 2017.

[13] A. Varma, Prabhakar S, and K. Jayavel, “Gas Leakage Detection and Smart Alerting and prediction using IoT,” in *2017 2nd International Conference on Computing and Communications Technologies (ICCCT)*, 2017, pp. 327–333.

[14] J. A. Fatkhurrahman, I. R. J. Sari, and N. Zen, “Low cost particulate sensor sebagai unit kontrol untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air proses wet scrubber,” *J. Ris. Teknol. Pencegah. Pencemaran Ind.*, vol. 8, no. 1, p. 35, May 2017.

**LAMPIRAN DAFTAR SUSUNAN TIM**

**Susunan Tim**

**Ketua Tim :**

Ikha Rasti Julia Sari

[ikha.rasti@gmail.com](mailto:ikha.rasti@gmail.com), ikharasti@kemenperin.go.id

**Anggota Tim :**

1. Januar Arif Fatkhurrahman
2. Nani Harihastuti
3. Bekti Marlena
4. Farida Crisnaningtyas
5. Yose Andriani
6. Yohan Kaleb

**Daftar Riwayat Hidup**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Ikha Rasti Julia Sari, ST, M.Si. |
|  | Lahir di Semarang, 27 Juli 1982 |
|  | Kegiatan Riset   * Aplikasi Dan Optimasi Venturi Packed Scrubber Sebagai Pengendali Cemaran Udara Di Industri Pengecoran Logam Dengan Tungku Induksi   (2013)   * Rekayasa Desain Dan Proses Pencampuran Basa Anti Koagulan Dan Proses Pencampuran Asam Koagulan Berbasis PLC Di Industri Pengolahan Karet Ribbed Smoked Sheet (2014) * Modifikasi Teknologi Wet Scrubber Menggunakan Pendekatan PLC Pada Emisi Partikulat, Untuk Meminimalkan Penggunaan Spray Water Pada Perangkat Pengendali Cemaran Berbasis Wet Scrubber (2015) * Penelitian Prototype Unit Produksi Biogas Dari Limbah CPO Sebagai Sumber Energi Terbarukan Melalui Modifikasi Reaktor Anaerob Model FDHRAR (2015) * Pemanfaatan Limbah Penambangan Batu Alam untuk Bahan Bangunan (2015) * Optimasi Proses Penentuan Kadar Karet Kering Berbasis Colormeter Pada Industri Karet Ribbed Smoked Sheet (2016) * Optimasi Kinerja Pengendali Cemaran Udara Pada Unit Dryer Di Industri Crumb Rubber Berbasis Mikrokontroller (2018) |
|  | Publikasi Ilmiah   * Nani Harihastuti, I Nyoman Widiasa, Silvy Djayanti, Didik Harsono, Ikha Rasti Julia Sari, Pengurangan Emisi CO2 pada Gas Buang Boiler dengan Teknologi Absorpsi melalui Membran Serat Berpori, Hasil Penelitian dimuat dalam Jurnal Riset Industri Vol. IV No. 1, 2010 ISSN No. 1978-5852 * Nani Harihastuti, I Nyoman Widiasa, Silvy Djayanti, Didik Harsono, Ikha Rasti Julia Sari, Pengurangan Emisi CO2 pada Gas Buang Boiler dengan Teknologi Absorpsi melalui Membran Serat Berpori, Hasil Penelitian dimuat dalam Jurnal Riset Industri Vol. IV No. 1, 2010 ISSN No. 1978-5852 * Nani Harihastuti, Ikha Rasti Julia Sari, Karakterisasi Teknologi Proses Pemurnian Biogas dengan Sistem Adsorpsi Bertingkat, Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam Bervisi SETS, Ikatan Cendekiawan SETS Indonesia (ICSI), ISBN:978-602-98771-1-3, Tanggal 30 April 2011 di Semarang * Nani Harihastuti, Silvy Djayanti, Ikha Rasti Julia Sari, Energy Losses at Operation of Fluidized Coal Boiler and its Distribution System on Paper Industrym Proceeding of 12th International Conference on QIR (Quality in Research), Conference Organizing Comitee os Faculty of Engineering Universitas Indonesia, ISSN 114-1284, Tanggal 4-7 Juli 2011 di Bali. * Nani Harihastuti, Ikha Rasti Julia Sari, Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan Pada Pemanfaatan Hasil Purifikasi Biogas Memberikan Nilai Tambah Pada IKM Tahu, Hasil Penelitian dimuat dalam Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Vol. 1 Nomor 4 Desember 2011, ISSN No. 2087-0965 * Januar Arif Fatkhurrahman, Ikha Rasti Juliasari**,** 2014, Korelasi Penggunaan Asam Formiat terhadap Kadar Amonia dalam peningkatan Mutu Produk Karet Sheet, Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik ke-3. * Januar Arif Fatkhurrahman, Ikha Rasti Juliasari**,** 2014, Venturi-Packed Scrubber Sebagai Pengendali Cemaran Partikulat Pada Industri Pengecoran Logam Tungku Induksi, Jurnal Riset Industri * Ikha Rasti Juliasari**,** Januar Arif Fatkhurrahman, 2014, Karakteristik Cerobong Boiler Industri Di Propinsi Jawa Tengah Sebagai Bentuk Upaya Pentaatan Pengelolaan Lingkungan, Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri * Ikha Rasti Juliasari**,** Januar Arif Fatkhurrahman, 2015, Kajian Penentuan Kadar Karet Kering Pada Pengolahan Karet Sheet, Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik ke-4. * Januar Arif Fatkhurrahman, Ikha Rasti Juliasari**,** 2017. Low cost particulate sensor sebagai unit monitoring untuk meningkatkan efisiensi air proses wet scrubber * Ikha Rasti Juliasari**,** Januar Arif Fatkhurrahman, 2018, FWHM Dimentional Analysis From Scattered Light Intensity Profile for Dry Rubber Content Determination in Natural Rubber |
|  |  |
| 2 | Januar Arif Fatkhurahman, ST |
|  | Lahir di Cilacap, 1 Januari 1987 |
|  | Kegiatan Riset   * Permodelan Getaran pada Lingkungan Industri (2012) * Teknik Pengambilan Contoh Nitrogen Dioksida pada Udara Ambien dengan Impinger Sistem Tertutup (2012) * Aplikasi Dan Optimasi Venturi Packed Scrubber Sebagai Pengendali Cemaran Udara Di Industri Pengecoran Logam Dengan Tungku Induksi (2013) * Rekayasa Desain Dan Proses Pencampuran Basa Anti Koagulan Dan Proses Pencampuran Asam Koagulan Berbasis PLC Di Industri Pengolahan Karet Ribbed Smoked Sheet (2014) * Modifikasi Teknologi Wet Scrubber Menggunakan Pendekatan Plc Pada Emisi Partikulat, Untuk Meminimalkan Penggunaan Spray Water Pada Perangkat Pengendali Cemaran Berbasis Wet Scrubber (2015) * Pemanfaatan Limbah Penambangan Batu Alam untuk Bahan Bangunan (2015) * Optimasi Proses Penentuan Kadar Karet Kering Berbasis Colormeter Pada Industri Karet Ribbed Smoked Sheet (2016) |
|  | Publikasi Ilmiah   * Januar Arif Fatkhurrahman, Adi Prasetio, 2013, Teknik Pengambilan Contoh Nitrogen Dioksida pada Udara Ambien dengan Impinger Sistem Tertutup, Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri. * Januar Arif Fatkhurrahman, Moh Syarif Romadhon, 2014, Permodelan Getaran Pada Lingkungan Industri Mesin Minuman, Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri. * Januar Arif Fatkhurrahman, Ikha Rasti Juliasari**,** 2014, Korelasi Penggunaan Asam Formiat terhadap Kadar Amonia dalam peningkatan Mutu Produk Karet Sheet, Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik ke-3. * Januar Arif Fatkhurrahman, Ikha Rasti Juliasari**,** 2014, Venturi-Packed Scrubber Sebagai Pengendali Cemaran Partikulat Pada Industri Pengecoran Logam Tungku Induksi, Jurnal Riset Industri * Ikha Rasti Juliasari**,** Januar Arif Fatkhurrahman, 2014, Karakteristik Cerobong Boiler Industri Di Propinsi Jawa Tengah Sebagai Bentuk Upaya Pentaatan Pengelolaan Lingkungan, Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri * Ikha Rasti Juliasari**,** Januar Arif Fatkhurrahman, 2015, Kajian Penentuan Kadar Karet Kering Pada Pengolahan Karet Sheet, Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik ke-4. * Januar Arif Fatkhurrahman, Ikha Rasti Juliasari**,** 2017. Low cost particulate sensor sebagai unit monitoring untuk meningkatkan efisiensi air proses wet scrubber * Ikha Rasti Juliasari**,** Januar Arif Fatkhurrahman, 2018, FWHM Dimentional Analysis From Scattered Light Intensity Profile for Dry Rubber Content Determination in Natural Rubber |
|  |  |
| 3 | Dr.Ir.Nani Harihastuti, M.Si |
|  | Lahir di Semarang, 19 September 1955 |
|  | **Kegiatan Riset :**   * “Pilot Project” Purifikasi CH4 dari biogas pengolahan air limbah industri tahu Proses anaerob. (2011) * Pilot project peningkatan mutu & produktivitas garam rakyat dengan peladangan garam Sistem salt house berbasis biomanajemen bakteri halofilik & artemia salina (2012) * Penelitian Penerapan sistem Manajemen Mutu dan Penataan struktur lahan garam berbasis Percepatan Penguapan dan Biomanajemen Artemia Salina -Halofilik (2013) * Pilot Project Inkubator Teknologi Industri Tahu yang efisien dan Ramah Lingkungan (2014) * Penelitian Prototype Unit Produksi Biogas Dari Limbah CPO Sebagai Sumber Energi Terbarukan Melalui Modifikasi Reaktor Anaerob Model FDHRAR (2015) * Optimalisasi proses purifikasi biogas pada industri tahu (2015) * Pemanfaatan Limbah padat Industri Pati Aren menjadi Bioetanol sebagai Alternatif Bahan Bakar (2016) * Optimalisasi pengolahan limbah organik berkadar garam tinggi dengan teknologi lumpur aktif yang diperkaya dengan konsorsium halotolerant bacteria di industri pengolahan makanan (studi kasus di industri kacang garing) (2017) |
|  | **Publikasi Ilmiah :**   * **Nani Harihastuti**, I Nyoman Widiasa, Silvy Djayanti, Didik Harsono, Ikha Rasti Julia Sari, Pengurangan Emisi CO2 pada Gas Buang Boiler dengan Teknologi Absorpsi melalui Membran Serat Berpori, Hasil Penelitian dimuat dalam Jurnal Riset Industri Vol. IV No. 1, 2010 ISSN No. 1978-5852 * **Nani Harihastuti**, I Nyoman Widiasa, Silvy Djayanti, Didik Harsono, Ikha Rasti Julia Sari, Pengurangan Emisi CO2 pada Gas Buang Boiler dengan Teknologi Absorpsi melalui Membran Serat Berpori, Hasil Penelitian dimuat dalam Jurnal Riset Industri Vol. IV No. 1, 2010 ISSN No. 1978-5852 * **Nani Harihastuti**, Ikha Rasti Julia Sari, Karakterisasi Teknologi Proses Pemurnian Biogas dengan Sistem Adsorpsi Bertingkat, Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam Bervisi SETS, Ikatan Cendekiawan SETS Indonesia (ICSI), ISBN:978-602-98771-1-3, Tanggal 30 April 2011 di Semarang * **Nani Harihastuti**, Silvy Djayanti, Ikha Rasti Julia Sari, Energy Losses at Operation of Fluidized Coal Boiler and its Distribution System on Paper Industrym Proceeding of 12th International Conference on QIR (Quality in Research), Conference Organizing Comitee os Faculty of Engineering Universitas Indonesia, ISSN 114-1284, Tanggal 4-7 Juli 2011 di Bali. * **Nani Harihastuti**, Ikha Rasti Julia Sari, Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan Pada Pemanfaatan Hasil Purifikasi Biogas Memberikan Nilai Tambah Pada IKM Tahu, Hasil Penelitian dimuat dalam Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Vol. 1 Nomor 4 Desember 2011, ISSN No. 2087-0965 * **Nani Harihastuti**, Januar Arif Fatkhurrahman, Silvy Djayanti, Ikha Rasti Julia Sari, Penerapan Teknologi Membrane dalam Proses Eliminasi Sulphur Dioksida (SO2) pada Flue Gas Boiler Batubara di Industri Kertas. Jurnal Riset Industri ,Vol.VI. No.3, Desember 2012, ISSN: 1987-5852. , Terakreditasi, No. 490/AU2/P2MI-LIPI/08/2012. * **Nani Harihastuti**, Purifikasi gas methane dari biogas digester anaerob air limbah Industri tahu dengan Adsorben Karbon Aktif , Proceeding Seminar Nasional Teknik 2012, ISBN :978-979-9204-62-2, Purwokerto,31 Maret 2012, Penerbitan Universitas Jendral Sudirman * **Nani Harihastuti,** Valuasi Proses Konversi Bahan Bakar Batubara Low Grade menjadi Bahan Bakar Gas Proceeding Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia Ke III, 10 Maret 2012 di Semarang, ISBN No.978-602-8467-810, Badan Penerbit UNNES PRESS.. * **Nani Harihastuti**, Purwanto, Istadi, Kajian Penggunaan Karbon Aktif dan Zeolit secara Terintegrasi dalam Pembuatan Biomhetane Berbasis Biogas, Jurnal Riset Industri ,Volume 8 Nomor 1, Tahun April 2014 , ISSN No. 1978-5852 , Terakreditasi, No. 490/AU2/P2MI-LIPI/08/2012. * **Nani Harihastuti**, Implementasi Secara Integrasi Membrane Ceramic dan Membrane Polymer pada Pemisahan Emisi Gas Hasil pembakaran, Procceding Semnas Teknologi Industri Hijau I, Bagian 2, ISBN No. 978 602 285 015 1 oleh Badan Penerbit UNNES Press Semarang. * **Nani Harihastuti**, Potensi Air Limbah Industri Kelapa Sawit (CPO) Sebagai Sumber Bioenergi Terbarukan, Proceeding Seminar Nasional Pangan Lokal, Bisnis dan Eko Industri, 1 Aggustus 2015, ISBN No.978-602-0960-14-2, Publikasi Fak. Teknik UPGRIS Semarang. * **Nani Harihastuti**, Technology of impurities gas elimination of biogas to produce biomethane, Proceeding The 1st UMM International Conference on Pure and Applied Research (UMM-ICoPAR), August 21- 22 , 2015, Malang, Indonesia. * **Nani Harihastuti**, P.Purwanto and I. Istadi "Separation of H2S and NH3 gases from tofu waste water- based biogas using activated carbon adsorption", presented on International Conference of Chemical and Material Engineering (ICCME) at Semarang September 29-30th, 2015, arranged by Diponegoro University, published by the AIP Publishing, Citation: AIP Conference Proceedings 1699, 060012(2015);doi:10.1063/1.4938366, View online :http://dx.doi.org/10.1063/1.4938366. * **Nani Harihastuti**, Bekti Marlena, "Biogas Production from Palm Oil Mill Effluent as an Environmental Friendly Bioenergy Source" Dipresentasikan pada Seminar Nasional Energy, Semarang 02 Juni 2016, penyelenggara Program Studi Magister Energi, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro ,diterbitkan pada Proceeding Seminar Nasional Energi 2016 dengan ISBN : 978-602-71169-3-1. * **Nani harihastuti**, Purwanto, Istadi, Carbon Dioxide (CO2) Reduction of Tofu Industrial Waste Water-Based Biogas by an Integrated Process of Activated Carbon and Zeolite Adsorption to Enhance Pipeline Quality Gas, American Scientific Publishers . The 2nd ICCPPE International Conference On Chemical Process And Product Engineering .Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Diponegoro University September 14-15 , 2016, Semarang, Indonesia. * **Nani Harihastuti**, Rame, Silvy Djayanti, Pengaruh waktu kontak terhadap daya adsorpsi karbon aktif pada pengembangan teknologi proses purifikasi biogas, Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri ,Vol. 7, No. 2, November 2016, p-ISSN 2087-0965 ; e-ISSN 2503-5010, Akreditasi LIPI: No.756/Akred/P2MI-LIPI/08/2016 * Rame, **Nani Harihastuti**, Silvy Djayanti, "Optimalisasi Proses Sakarifikasi untuk Produksi Bioetanol dari Limbah Padat Industri Pati Aren menggunakan Trichoderma Viride Berbasis Enzim Selulase on -Site" Dipresentasikan pada Seminar Nasional Hasil- Hasil Penelitian Pascasarjana, di Semarang , 22 Juni 2016, penyelenggara Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro, diterbitkan pada Proceeding dengan ISBN : 978-602-60921-4-4. |
|  |  |
| 4 | Bekti Marlena, ST, M.Si |
|  | Semarang, 21 Maret 1978 |
|  | Kegiatan Riset :   * Optimalisasi Produksi Biogas Sebagai Sumber Energi Terbarukan Melalui Modifikasi Reaktor Anaerob Model FDHRAR (Fixed Dome High Rate Anaerobic Reactor) Pada Industri CPO (2015) * Optimalisasi Pengolahan Limbah Organik Dengan Teknologi UASB Biofilter Di Industri Kecap (2015) * Pilot Project Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Reaktor sebagai Unit Pengolah Limbah Organik (2016) * Transformasi Limbah Cair Weight Reduce Industri Tekstil Menjadi Asam Terephthalate Dan Komponen Monomer Lain Sebagai Bahan Baku Industri (2017) |
|  | Publikasi Ilmiah  • Bekti Marlena, Misbachul Moenir, Sartamtomo, Rustiana Yuliasni, 2017, Rancang bangun instalasi pengolahan air limbah industri pengolahan ikan dengan integrasi anaerobik UASB-wetland, Prosiding Seminar Nasional Industri Hijau 2.  • Bekti Marlena, Cholid Syahroni, Sartamtomo, Nur Zen, 2016, Pengolahan limbah organik dengan upflow anaerobic sludge blanket (UASB) di industri kecap, Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Vol. 7 No. 2  • Nani Harihastuti, Misbachul Moenir, Aris Mukimin, Ikha Rasti Juliasari, Bekti Marlena, 2016, Prototype Alat Produksi Biogas Dari Limbah Industry CPO Sebagai Sumber Energy Terbarukan Melalu iModifikasi Reactor Model FDHRAR (Fixed Dome High Rate Anaerobic Reactor), Prosiding workshop hasil litbang unggulan Kemeterian Perindustrian, Bogor, 14-16 Juli 2016, hal 64-74  • Nani Harihastuti, Bekti Marlena, 2016, Ujicoba Produksi Biogas Berbasis Air Limbah Industri Crude Palm Oil Sebagai Sumber Bioenergi Yang Ramah Lingkungan, Prosiding Seminar Nasional Energi –UNDIP, Semarang 2 Juni 2016  • Misbachul Moenir, Djarwanti, Agung Budiarto, Bekti Marlena, 2015, Teknologi Hibrid Anaerobic-Wetland untuk Pengolahan Air Limbah Industri Pencucian Jean, Prosiding Workshop Hasil Litbang Unggulan Kementerian Perindustrian, 21 Mei 2015, Puskajitek, BPPI  • Misbachul Moenir dan Bekti Marlena, 2015, Pengolahan lanjutan effluen IPAL industri pencucian jeans dengan sistem lahan basah buatan (wetland), Prosiding Seminar Nasional Pengelolaaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan UNDIP.  • Aris Mukimin, Hanny Vistanty, Bekti Marlena, Agung Budiarto, 2014, Metode Elektrokimia sebagai Salah Satu Alternatif Teknologi dalam Pengolahan Air Limbah, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Hijau I.  • Bekti Marlena, Sartamtomo, Yuniarti Dewi, Nur Zen, 2013, Pengolahan air limbah industri kecap dengan proses anaerob filter dan aerob media Bergerak, Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Vol. 2 No. 3 |
|  |  |
| 5 | Farida Crisnaningtyas, ST |
|  | Lahir di Klaten, 25 Februari 1982 |
|  | Kegiatan Riset   * Tim Penelitian Rekayasa Bambu Lamina Sebagai Bahan Baku Mebel (2009) * Penelitian Pemanfaatan Sarang Semut (Myrmecodia pendens) Asal Kalimantan Selatan Sebagai Anti Bakteri (2010) * Penelitian Desain Kursi Ergonomis Untuk Kesehatan (2011) * Penelitian Formulasi Produk Olahan dari Sarang Semut Asal Kalimantan (2012) * Tim Penelitian Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit dengan Reaktor Hybrid Anaerob (2012) * Tim Penelitian Pembuatan edible film dan pengental makanan berbahan limbah kulit durian dan kulit cempedak (2013) * Tim Penelitian Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Pembuatan Elektroda Berbasis Karbon Yang Berpotensi Untuk Oksidasi Polutan Air Limbah Industri (2014) * Penelitian Pengembangan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Farmasi (2015) * Tim Penelitian Optimalisasi Proses Penentuan Kadar Karet Kering Berbasis *Colorimeter* Pada Industri Karet *Ribbed Smoked Sheet* (2016) |
|  | Publikasi Ilmiah   * Farida Crisnaningtyas, Andri Taruna Rachmadi, Pemanfaatan Sarang Semut (*Myrmecodia pendens*) Asal Kalimantan Selatan Sebagai Anti Bakteri, diterbitkan dalam Jurnal Riset Industri Hasil Hutan, Volume 2 Nomor 2, Halaman 32-36, Desember 2010, ISSN:2086-1400. * Evy Setiawati, Budi Tricahyana, Farida Crisnaningtyas, Peningkatan Kualitas Cuka Kayu Galam Melalui Modifikasi Tungku Pirolisis, Proceeding Seminar Nasional Teknologi Industri Hijau I, 21 Mei 2014 di Semarang, ISBN No. 978 602 285 015 1 * Aris Mukimin, Hanny Vistanty, Farida Crisnaningtyas, Physico-chemical Treatment Enhancing Electroactivity Properties of Coconute Shell Based Carbon Electrode, International Journal of Applied Chemistry, RIP Vol 11 No 5 (2015) 553-565. * Farida Crisnaningtyas, Hanny Vistanty, [Pengolahan Limbah Cair Industri Farmasi Formulasi Dengan Metode Anaerob-Aerob dan Anaerob-Koagulasi](http://ejournal.kemenperin.go.id/jrtppi/article/view/919), Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Vol.7 No.1 (2016) 13-22 |
|  |  |
| 6. | Yohan Kaleb S, ST |
|  | Lahir di Semarang, 5 Desember 1985 |
|  |  |
| 7. | Yose Andriani, ST |
|  | Lahir di Padang, 5 Januari 1991 |
|  | Kegiatan Riset   * Kajian Kadar Sisa Klor Di Jaringan Distribusi Penyediaan Air Minum Rayon 8 PDAM Kota Padang (2015) |
|  | Publikasi Ilmiah   * Reri Afrianita, Puti Sri Komala, Yose Andriani, Kajian Kadar Sisa Klor Di Jaringan Distribusi Penyediaan Air Minum Rayon 8 PDAM Kota Padang, Hasil Penelitian dimuat dalam Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II, 2016, ISSN 2356-4938 |
|  |  |

**LAMPIRAN HASIL PENGUKURAN TEKNOMETER**

**Matriks Pemantauan dan Evaluasi Litbang Unggulan**

Nama Balai : Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri

Judul Litbang Unggulan : *Low Cost* *Ammonia Monitoring And Control* Untuk Meningkatkan Kinerja Scrubber di Industri Crumb Rubber

Tahun Usulan : 2019

|  |
| --- |
| 1. **TRL**   TRL : 7 |
| 1. **Kerjasama**   Industri Crumb Rubber  CV. Jadi Jaya Makmur (JAMAK)  Jl. Manalagi Timur No.1 Tuggurejo, Semarang |
| 1. **Kendala/ Permasalahan untuk Penerapan**   Pemasangan peralatan monitoring dan kontrol amonia masih menunggu kesiapan panel dan kelengkapan dari pihak industri |
| 1. **Tindak Lanjut yang Direncanakan**   Menunggu konfirmasi dari industri tentang rencana pembuatan panel dan kelengkapan agar dapat digunakan |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Mengetahui, |
| Pengusul,  (Ikha Rasti Julia Sari, ST, M.Si)  NIP. 19820727 200804 2 007 | Kepala Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri  (DR. Ali Murtopo Simbolon, ST,S.Si, MM)  NIP. 19790817 200502 1 001 |