

MODEL PENANGGULANGAN PENCEMARAN UDARA PADA MESIN ASPHALT MIXING PLANT

Romadhon¹, Ali Mokhtar²,

^{1,2} Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Romadhon

Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

E-mail: lr.romadhon@yahoo.com

Abstrak

Analisis dampak lingkungan atas aktivitas mesin AMP terhadap kualitas udara di lingkungan industri konstruksi terpadu perlu dilakukan sehingga pengendalian pencemaran udara sesuai dengan ketentuan yang diijinkan. Sebab kondisi yang ada diindikasikan bahwa Industri Konstruksi Terpadu di Kabupaten Kediri belum melakukan pengolahan dampak untuk meminimalisir pencemaran udara yang terjadi atas aktivitas mesin AMP tersebut. Rumusan tujuan penelitian ini yaitu Untuk mengkonstruksi model penanggulangan pencemaran udara yang timbul atas aktivitas mesin Asphalt Mixing Plant (AMP) yang efisien dan efektif di Kecamatan Grogol, Kabupaten Kediri. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif, Teknik analisis data menggunakan SEM. hasil penelitian menemukan dua persamaan yaitu model matematisnya sebagai berikut ini: $Y1 = -0,098 X1 - 0,244 X2 - 0,648X3$ dan $Y2 = 0,044 X1 + 0,181 X2 + 0,053 X3$ dengan makna Semakin tinggi Aktivitas Pabrik AMP, Semakin tinggi konsentrasi polutan pencemaran udara dan Semakin besar dampak pencemaran udara. Ataupun sebaliknya. Meski didapatkan juga hasil bahwa aktivitas mesin AMP tidak begitu besar pengaruhnya dalam peningkatan model strategi penanggulangan dampak udara tetapi memiliki andil untuk menentukan kualitas udara. Sehingga yang dimaksud dengan pengurangan Aktivitas mesin AMP yaitu upaya yang diperlukan untuk melakukan pengaturan waktu operasi kerja secara efektif dan efisien. Sehingga kami merekomendasikan pada penelitian selanjutnya agar dapat menguji efek kausal variabel yang kami gunakan dalam penelitian ini kemudian ada beberapa hal untuk di bertumbukan yaitu etika bisnis, tekanan kelembagaan, kepemimpinan, budaya organisasi atau masalah sumber daya manusia.

Kata kunci: Pencemaran Udara, Asphalt Mixing Plant

1. Pendahuluan

Aktivitas mesin Asphalt mixing plant yang merupakan Perusahaan konstruksi jalan dalam proses produksi aspal selalu menghadirkan berbagai polemic yang utamanya adalah permasalahan degradasi lingkungan. Penanganan degradasi lingkungan adalah suatu hal yang perlu diperhatikan sehingga tidak mengganggu kesehatan manusia serta lingkungan hidup. Pengelolaan lingkungan didasari dengan Undang- undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Sistem pengawasan pengelolaan limbah Asphalt mixing plant (AMP) bertujuan untuk menerapkan kebijakan pengelolaan limbah. Tetapi pengadaan dan pengoperasian sarana pengolah limbah AMP ternyata masih dianggap memberatkan bagi pemilik industri AMP. Bahkan penindakan hukumnya juga tidak jelas sehingga kasus-kasus lingkungan yang ada selama ini hanya terdata saja dan kasusnya hanya sekedar sampai pencatatan pelaporan saja. Kondisi ini yang semakin memperkeruh permasalahan lingkungan terutama pencemaran udara.

Pencemaran udara adalah suatu kondisi dimana kualitas udara menjadi rusak dan terkontaminasi oleh zat-zat, baik yang tidak berbahaya maupun yang membahayakan kesehatan tubuh manusia. Pencemaran udara kerap kali terjadi di daerah padat industri yang menghasilkan gas-gas yang mengandung zat di atas batas kewajaran. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh [1], menemukan bahwa polusi atau pencemaran udara yang diakibatkan dari kegiatan industri memberikan kontribusi gas berbahaya seperti *sulfur dioksida* (SO₂), *nitrogen dioksida* (NO₂), hidrokarbon (HC), *karbon monoksida* (CO) dan debu. Pencemaran udara tersebut tidak hanya mengancam kelestarian lingkungan hidup, namun juga memberikan dampak buruk terhadap kesehatan dan kesejahteraan manusia. Berdasarkan studi terbaru didapatkan bahwa dampak lingkungan dari pencemaran udara yang timbul sebagai akibat aktivitas AMP di Kecamatan Grogol Kabupaten Kediri adalah pencemaran udara, meningkatnya kebisingan, penurunan kesehatan masyarakat dan karyawan,

kerusakan jalan, serta potensi bahaya kebakaran. Dampak tersebut paling dirasakan oleh masyarakat dalam radius $500\text{ m}-2\text{ km}$ yakni enam desa terdampak [2].

Oleh karenanya analisis dampak lingkungan atas aktivitas mesin AMP terhadap kualitas udara di lingkungan industri konstruksi terpadu perlu dilakukan sehingga pengendalian pencemaran udara sesuai dengan ketentuan yang diijinkan oleh Pemerintah Kabupaten Kediri berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Sebab kondisi yang ada diindikasikan bahwa Industri Konstruksi Terpadu di Kabupaten Kediri belum melakukan pengolahan dampak untuk meminimalisir pencemaran udara yang terjadi atas aktivitas mesin AMP tersebut.

Sehingga kemudian Penelitian ini difokuskan pada dampak aktivitas mesin AMP yang terdiri dari kegiatan produksi dan kegiatan pengangkutan material masuk dan keluar lokasi kawasan Industri. Dasar dari konstruksi focus ini yaitu dilihat dari potensinya aktivitas mesin AMP beroperasi yang menimbulkan pencemaran udara dan kegiatan pengangkutan material keluar masuk kawasan Industri menimbulkan pencemaran berupa debu terutama. Berdasarkan hal tersebut sehingga peneliti Menyusun rumusan tujuan penelitian ini yaitu Untuk mengkonstruksi model penanggulangan pencemaran udara yang timbul atas aktivitas mesin *Asphalt Mixing Plant* (AMP) yang efisien dan efektif di Kecamatan Grogol, Kabupaten Kediri.

Menurut [3], menjelaskan bahwa perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup sebagai berikut: “usaha pencegahan, penanggulangan, kerusakan dan pencemaran serta pemulihan kualitas lingkungan hidup, yang mana telah menuntut dikembangkannya berbagai perangkat kebijaksanaan dan program serta kegiatan yang didukung oleh sistem pendukung perlindungan dan pengelolaan lingkungan lainnya”.

Hal ini diperkuat oleh pendapat bahwa Apabila baku mutu tidak terpenuhi atau bila jumlah zat atau energi tertentu yang masuk ke media lingkungan melebihi daya dukung lingkungan, maka media lingkungan sudah rusak atau sudah mengalami degradasi yang bisa membahayakan kehidupan. Untuk itu perlu ditetapkan pula batas maksimum dari zat atau energi yang boleh dimasukkan ke media lingkungan (ambang batas) [4].

Menurut [5], beberapa jenis pencemar udara yang paling sering ditemukan adalah: *Sulfur dioksida* (SO_2), *Karbon monoksida* (CO) *Nitrogen oksida* (NO_x) dan Debu (partikulat). Dikutip dalam *The Environmental Impact of Asphalt Plants*. Bahwa Asphalt adalah produk yang direkayasa dengan tepat terdiri dari 95 persen aggregates (batu, pasir, dan kerikil), dan semen aspal 5 persen, produk minyak bumi. Asphalt diatur dengan baik oleh EPA dan badan pengawas negara bagian dan federal lainnya. pada tahun 2002, EPA secara resmi mendelisting pabrik aspal sebagai sumber utama polusi udara [6].

Sebagaimana Studi dengan judul *Environmental and social management Plan (ESMP) for section R7 asphalt plant*. Studi ini berkesimpulan bahwa, pabrik aspal mengusulkan lokasi instalasi memenuhi persyaratan operasi lingkungan dan terletak pada jarak yang sangat jauh dari daerah perumahan atau populasi yang dihuni sehingga meminimalkan dampak negatif yang mungkin dihasilkan dari operasi pabrik. Lokasi pabrik juga tersedia beberapa jalan di sekitarnya dan persimpangan jalan tol. Dampak negatif yang diharapkan dari instalasi dan operasi pabrik aspal telah dievaluasi dan dinilai dan ditemukan berdampak negatif terhadap lingkungan baik rendah hingga sedang. Dengan langkah-langkah mitigasi yang tepat, dampak negatif yang diidentifikasi dapat diminimalkan ke tingkat minimum [7].

Beberapa penelitian terdahulu telah meneliti ataupun mengkaji ataupun dari studi kasus mengenai penanganan limbah industri AMP dari sudut pandang teknis dengan memodifikasi mesin AMP. Penelitian tersebut hanya menggambarkan jenis-jenis limbah AMP yang berdampak pada kualitas lingkungan dengan cara memperbaiki mekanisme mesin. Namun penelitian ini berbeda dengan penelitian terdahulu, yaitu bertujuan menemukan suatu model baru yang lebih sistematis dalam pengelolaan limbah atas aktivitas mesin AMP di Kecamatan Grogol Kabupaten Kediri yang berdampak pada pencemaran lingkungan dan pencemaran udara. Selain itu, juga dilakukan model penanaman tanaman keras penyerap limbah pencemar udara. Bahasannya mencakup sistem manajemen pengelolaan AMP, besaran konsentrasi polutan yang diemisikan dari pengoperasian mesin AMP, dampak lingkungan yang timbul sebagai akibat dari sistem pengelolaan manajemen AMP.

Model penanggulangan pencemaran udara yang timbul atas aktivitas mesin *Asphalt Mixing Plant* (AMP) dapat digunakan sebagai alat yang ampuh untuk mendiagnosis dampak yang timbul

akibat kegiatan industrialisasi. Dalam penelitian ini telah mengidentifikasi faktor pendukung penanggulangan kerusakan lingkungan. Model ini selanjutnya memberikan pemahaman bahwa, masalah kerusakan lingkungan akibat aktivitas *Asphalt Mixing Plant* (AMP) tidak hanya berfokus pada mekanisme kerja mesin *Asphalt Mixing Plant*, tetapi penting untuk memahami berbagai level yang mempunyai keterkaitan. Model matematis membantu akademisi dan pelaku industri untuk mengidentifikasi berbagai potensi yang mendorong sustainable eco development.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif. Data dikumpulkan melalui pengukuran langsung dan melalui informan mulai dari manajemen Pabrik AMP di Desa Bakalan, Kecamatan Grogol, Kabupaten Kediri, masyarakat setempat di sekitar pabrik, Pemerintah Daerah Kabupaten Kediri dan Pemerintah Desa. Metode analisis dan interpretasi data yang digunakan adalah Analisis SEM (Structural Equation Modeling yang merupakan salah satu analisis multivariate yang dapat menganalisis hubungan variabel secara kompleks. Teknik analisis data SEM dilakukan untuk menjelaskan secara menyeluruh hubungan antar variabel dalam variabel konstruk laten eksogen dan endogen dalam penelitian.

Populasi adalah keseluruhan jumlah yang akan diteliti atau diamati. Populasi bukan hanya seorang (manusia), tetapi juga bisa bentuk makhluk hidup lainnya ataupun benda-benda alam yang lain. Sebagai suatu populasi, kelompok subjek ini harus memiliki ciri-ciri atau karakteristik-karakteristik bersama yang membedakannya dari kelompok subjek yang lain [8]. Ciri yang dimaksud tidak terbatas hanya sebagai ciri lokasi, akan tetapi dapat terdiri dari karakteristik-karakteristik individu [9]. Populasi masyarakat adalah jumlah penduduk di 6 Desa yang merasakan dampak lingkungan secara langsung atas aktivitas mesin *Asphalt Mixing Plant* (A.M.P), yakni Desa Bakalan, Desa Grogol, Desa Datengan, Desa Sonorejo, dan desa Wonoasri Kecamatan Grogol, serta Desa Sendang Kecamatan Banyakan. Sehingga jumlah keseluruhan populasi adalah 8.106 KK dan di tambah Populasi dari pabrik aspal yakni seluruh jumlah pegawai Pabrik aspal mesin AMP di Kabupaten Kediri.

Sampel masyarakat dipilih secara purposive random sampling, karena anggota populasinya (rumah tangga) relatif homogen dilihat dari pendidikan yang ditamatkan dan mata pencahariannya. Berdasarkan hal tersebut, dipilih 5 desa di Kecamatan Grogol dari 9 desa/kelurahan, yakni Desa Bakalan — Desa Grogol — Desa Sonorejo— Desa Wonoasri – Desa Datengan; dan 1 Desa di Kecamatan Banyakan yakni Desa Sendang. Setiap kelurahan diambil sampel dengan rumus Isaac dan Michael [10]. Sehingga jumlah keseluruhan sampel adalah 210 orang. Pada sampel industri ini yaitu pegawai yang berkenaan pada tahap prakonstruksi, konstruksi dan operasional, dengan masing-masing tahap sebanyak 15 orang.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pertama Wawancara yang dilakukan dalam penelitian ini dengan cara mewawancarai langsung dengan sumber atau responden penelitian di desa Bakalan Kec. Grogol Kab. Kediri, yang letaknya relatif berdekatan dengan Pabrik Asphalt, kedua Skala disusun untuk mengungkap sikap pro-kontra positif dan negatif, setuju-tidak setuju terhadap objek sosial. Ketiga Observasi dilakukan selama proses wawancara, penyebaran skala dan selama peneliti berada di lingkungan Pabrik Aspal Industri Konstruksi Terpadu di Kabupaten Kediri dalam mengoperasikan aktivitas mesin *Asphalt Mixing Plant* (A.M.P). instrument terdiri dari Variabel konstruk laten adalah pertama, Variabel konstruk laten eksogen: Aktivitas pabrik AMP (X1), konsentrasi polutan pencemaran udara (X2), dampak pencemaran udara atas aktivitas mesin AMP (X3); kedua, Variabel konstruk laten endogen: Kualitas Udara (Y1), model strategi penanggulangan pencemaran udara yang timbul atas aktivitas mesin AMP(Y2).

Teknik analisis data menggunakan SEM dilakukan untuk menjelaskan secara menyeluruh hubungan antar variabel yang ada dalam penelitian. SEM digunakan bukan untuk merancang suatu teori, tetapi lebih ditujukan untuk memeriksa dan membenarkan suatu model. Oleh karena itu, syarat utama menggunakan SEM adalah membangun suatu model hipotesis yang terdiri dari model struktural dan model pengukuran dalam bentuk diagram jalur yang berdasarkan justifikasi teori. Teknik SEM (*Structural Equation Model*) memungkinkan seorang peneliti menguji beberapa variabel dependen sekaligus, dengan beberapa variabel independen. Adapun dari Model SEM ini memiliki suatu keunggulan yang tidak ditemukan dalam perumusan untuk model lainnya, yaitu setiap variabel

independennya tidak akan memiliki nilai konstanta dikarenakan nilai konstanta tersebut akan melebur di tiap-tiap variabel independennya masing- masing sehingga angka yang diperoleh langsung dalam perumusan model dari SEM sendiri [11].

3. Hasil dan Pembahasan

Pemodelan matematis yang dilakukan pada data hasil analisis ini adalah Analisis *Structural Equation Modeling* (SEM) melalui PLS dengan menggunakan program SmartPLS 2.0.M3. Model penelitian ini terdiri dari lima konstruk diantaranya aktivitas pabrik AMP (X1), konsentrasi polutan pencemaran udara (X2), dampak pencemaran udara atas aktivitas mesin AMP (X3), kualitas udara (Y1), dan model strategi penanggulangan pencemaran udara yang timbul atas aktivitas mesin AMP (Y2). Berdasarkan hasil konversi diagram jalur ke dalam Model Struktural terbentuk 2 (dua) persamaan.

Persamaan 1 : $Y_1 = -0,098 X_1 - 0,244 X_2 - 0,648X_3$

Dari persamaan 1 dapat diinformasikan bahwa

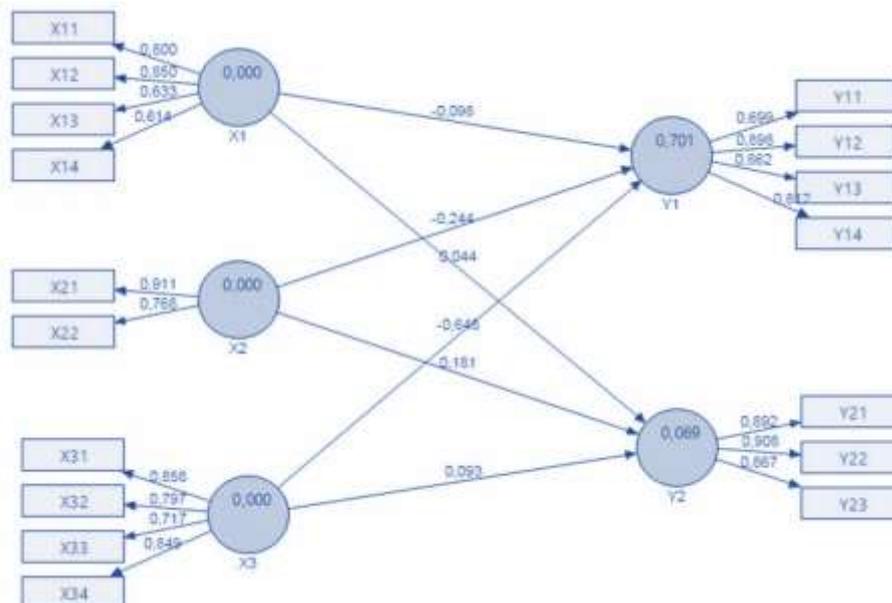
- (1) Semakin tinggi Aktivitas Pabrik AMP maka cenderung dapat menurunkan kualitas udara.
- (2) Semakin tinggi konsentrasi polutan pencemaran udara maka cenderung dapat menurunkan kualitas udara.
- (3) Semakin besar dampak pencemaran udara atas aktivitas mesin AMP maka cenderung dapat menurunkan kualitas udara.

Persamaan 2 : $Y_2 = 0,044 X_1 + 0,181 X_2 + 0,053X_3$

Dari persamaan 2 dapat diinformasikan bahwa

- (1) Semakin tinggi Aktivitas Pabrik AMP maka cenderung dapat meningkatkan model strategi penanggulangan pencemaran udara yang timbul atas aktivitas mesin AMP. Namun peningkatan tersebut tidak signifikan.
- (2) Semakin tinggi konsentrasi polutan pencemaran udara maka cenderung dapat meningkatkan model strategi penanggulangan pencemaran udara yang timbul atas aktivitas mesin AMP.
- (3) Semakin besar dampak pencemaran udara atas aktivitas mesin AMP maka cenderung dapat meningkatkan model strategi penanggulangan pencemaran udara yang timbul atas aktivitas mesin AMP.

Berdasarkan hasil kedua persamaan tersebut didapatkan model pengembangan diagram jalur sebagai berikut:



Gambar 1 Pengembangan Diagram Jalur

Berdasarkan gambar tersebut didapatkan hasil bahwa aktivitas pabrik AMP PT Triple S Putra Kediri, pencemaran udara, dan dampak pencemaran udara atas aktivitas mesin AMP PT Triple S Kediri berpengaruh signifikan terhadap penurunan kualitas udara dan meningkatkan model strategi penanggulangan pencemaran udara yang timbul atas aktivitas mesin AMP PT Triple S Putra Kediri. Sehingga berdasarkan pemodelan matematis tersebut, maka yang digunakan dalam penelitian ini dengan membuat model strategi penanggulangan dampak lingkungan akibat pencemaran udara yang timbul atas aktivitas mesin *Asphalt Mixing Plant* (AMP) yang efisien dan efektif.

Berdasarkan hasil konversi diagram jalur ke dalam Model Struktural terbentuk 2 (dua) persamaan dan gambar diatas maka model strategi penanggulangan dampak lingkungan akibat pencemaran udara yang timbul atas aktivitas mesin *Asphalt Mixing Plant* (AMP) yang efisien dan efektif. Adapun model matematisnya sebagai berikut ini:

$$Y_1 = -0,098 X_1 - 0,244 X_2 - 0,648X_3$$
$$Y_2 = 0,044 X_1 + 0,181 X_2 + 0,053X_3$$

Model ini menunjukkan bahwa untuk meningkatkan kualitas udara secara langsung dapat diusahakan melalui pengurangan aktivitas mesin AMP, menurunkan tingkat konsentrasi polutan pencemaran udara dan mengurangi dampak pencemaran udara. Terlihat bahwa dari ketiga koefisien variabel yang ada, maka aktivitas mesin AMP, konsentrasi polutan pencemaran udara, dampak pencemaran udara merupakan variabel yang memiliki pengaruh paling besar. Artinya focus untuk meningkatkan kualitas udara lebih diarahkan pada ketiga variabel tersebut maka penanggulangan pencemaran lingkungan dari aktivitas mesin *Asphalt Mixing Plant* (AMP) akan efektif dan efisien. Adapun pada asumsi model matematis Y2 menunjukkan bahwa peningkatan model strategi penanggulangan pencemaran udara yang timbul atas aktivitas mesin AMP maka Semakin tinggi Aktivitas Pabrik AMP, Semakin tinggi konsentrasi polutan pencemaran udara dan Semakin besar dampak pencemaran udara. Baik pada Y1 dan Y2 terlihat bahwa aktivitas mesin AMP memiliki nilai koefisien terbesar. Meskipun demikian aktivitas mesin AMP tidak begitu besar pengaruhnya dalam peningkatan model strategi penanggulangan dampak udara tetapi memiliki andil untuk menentukan kualitas udara.

Aktivitas mesin AMP menjadi variabel yang paling dominan sehingga diperlukan untuk melakukan pengaturan waktu operasi kerja secara efektif dan efisien. Upaya efektifitas dan efisiensi waktu pengoperasian dari tahap persiapan dan tahap pencampuran sampai ke tahap pengangkutan. Dalam tahap persiapan dilakukan dengan memilih bahan-bahan material dan alat teknologi yang berkualitas. Kemudian pada tahap pencampuran tentunya dengan pengawasan waktu sesuai dengan SOP yaitu sekitar 30-45 menit hal ini. Pada tahap pengangkutan tentunya harus mempertimbangkan jarak sehingga tidak menyebabkan terjadinya segregasi pada agregat material campuran. Sebagaimana menurut [12], bahwa Jarak antara AMP dan lokasi yang semakin jauh, menyebabkan terjadinya segregasi. Hal ini disebabkan karena semakin jauh lokasi penghamparan, maka akan semakin lama juga campuran aspal panas berada di dalam Dump Truck. Padahal kita ketahui bahwa penyebab pencemaran salah satunya yaitu dipicu dari aktivitas pencampuran material dan kendaraan pengangkutan yang keluar masuk, dengan mempertimbangkan bahan material, waktu pencampuran serta pengangkutan maka waktu operasional aktivitas AMP maka dampak yang ditimbulkan akan terkontrol dan terminimalisir.

Strategi penanggulangan dampak lingkungan akibat pencemaran udara yang timbul atas aktivitas mesin AMP merupakan sebuah upaya yang sangat penting dilakukan bagi pelaku usaha. Strategi tersebut harus dibuat secara efektif dan efisien yang dituangkan dalam rencana pengelolaan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan, serta dalam bentuk upaya pengelolaan lingkungan hidup dan pemantauan lingkungan hidup. Sebab pengelolaan lingkungan hidup bertujuan untuk meningkatkan kemitraan para pengusaha dalam upaya melestarikan lingkungan, meningkatkan kesadaran para pelaku usaha untuk menaati peraturan perundang-undangan di bidang lingkungan hidup, meningkatkan penataan dalam pengendalian dampak lingkungan serta mendorong perusahaan untuk berbudaya bersih dan hijau secara berkelanjutan.

Penelitian saat ini lebih berfokus pada penerapan teknologinya akibatnya penanganan dampak dari aktivitas aktivitas mesin AMP tidak efektif dan efisien karena hanya melihat pada sektor hilirnya. Sebagaimana menurut studi [13], bahwa Teknologi aspal belerang dapat digunakan dengan sukses

dengan teknologi dan keahlian konstruksi jalan saat ini. Penggunaan sulfur pelletizer menghasilkan penanganan yang nyaman sulfur.

kemudian penelitian [14], mengemukakan Langkah-langkah untuk mengurangi bahaya yaitu dengan pertama, menyediakan control kabin, kedua mengurangi percikan air di lingkungan kerja, ketiga insulasi panas pada permukaan panas, keempat, pelatihan keselamatan kerja dan pemasangan slogan yang berkaitan dengan keselamatan kerja. Penelitian tersebut terlihat tidak memiliki konsep yang universal akeran hanya melihat pada lingkup atau pada industri tidak mencakup pada lingkungan dan masyarakat sekitar industri yang kemungkinan telah terpapar akibat polusi yang ditimbulkannya. Studi tersebut melihat dampak akibat aktivitas mesin AMP dilakukan secara parsial atau instrumental dengan berfokus pada teknologinya saja. Tentunya berbeda dengan studi ini yang melihat bahwa Konstruksi model penanggulangan atas aktifitas mesin AMP harus dilihat secara holistik dari pendekatan teknologi sampai pada pendekatan sosial dan institusi.

Dengan demikian Pengelolaan lingkungan yang dilakukan oleh pelaku usaha dimaksudkan untuk memelihara dan meningkatkan kepedulian pemrakarsa terhadap kelestarian fungsi lingkungan yang terganggu oleh kegiatan usahanya terutama kualitas lingkungan dari komponen kegiatan terhadap komponen lingkungan yang terkena dampak. Adapun tujuan dari pengelolaan lingkungan antara lain:

- (1) Menjaga kualitas lingkungan dari pencemaran dan atau kerusakan.
- (2) Mengendalikan terjadinya dampak sosial sebagai dampak lanjutan dari dampak-dampak fisik, kimia, dan biologi yang terjadi Mempertahankan kualitas lingkungan agar sesuai dengan peruntukannya.

Demikian pula dengan pemantauan lingkungan yang dilakukan oleh pelaku usaha dimaksudkan untuk mengetahui sedini mungkin perubahan kualitas lingkungan dari masing-masing komponen lingkungan yang terkena dampak dengan tujuan sebagai berikut:

- (1) Membandingkan kondisi lingkungan secara faktual dengan baku mutu lingkungan yang diperbolehkan sesuai dengan ketentuan.
- (2) Mengetahui efektivitas pengelolaan yang dilakukan terhadap dampak yang terjadi akibat kegiatan usaha.

Untuk mengambil langkah-langkah atau tindakan-tindakan yang perlu diambil dan dilakukan oleh pemrakarsa apabila hasil pemantauan tidak sesuai dengan rencana dan baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan. Upaya pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup atas kegiatan jasa konstruksi dengan melaksanakan kegiatan AMP PT Triple's Putra Kediri dilakukan dengan 3 bentuk pendekatan, yaitu pendekatan teknologi, pendekatan sosial dan pendekatan institusi.

- (1) Pendekatan teknologi. Pendekatan teknologi berkaitan dengan pemantauan peralatan yang memadai untuk mengelola dampak yang ditimbulkan. Artinya bahwa pendekatan teknologi merupakan cara-cara teknologi yang digunakan untuk mengelola dampak lingkungan dengan cara mengurangi jumlah atau volume limbah (*reduce*), menggunakan kembali (*reuse*) serta mendaur ulang (*recycle*).
- (2) Pendekatan sosial. Pendekatan sosial merupakan langkah-langkah yang ditempuh pelaku usaha dalam upaya menanggulangi dampak yang ditimbulkan melalui tindakan-tindakan yang berlandaskan pada interaksi sosial dan bantuan peran serta pemerintah.
- (3) Pendekatan institusi. Pendekatan institusi dilakukan dengan cara melalui mekanisme kelembagaan dalam menanggulangi dampak negatif dan mengembangkan dampak positif. Salah satu cara dalam pendekatan institusi ini adalah pelaku usaha melakukan kerjasama dengan instansi terkait yang berkepentingan dalam rangka pengelolaan lingkungan hidup baik melalui pelaporan maupun mitigasi dampak secara bersama-sama antara pemerintah dengan pelaku usaha.

Ketiga pendekatan tersebut kemudian disusun ke dalam strategi penanggulangan pencemaran udara atas aktivitas mesin AMP yang ramah lingkungan, efektif dan efisien yang terdiri dari:

3.1 Penegakan Hukum Lingkungan dan Kebijakan Pengolahan Limbah

Penegakan hukum lingkungan pada prinsipnya dilakukan melalui upaya yang bersifat preventif dan represif. Dalam konteks perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, penegakan hukum lingkungan bertujuan untuk mencegah terjadinya penyusutan dan penurunan mutu lingkungan. Penegakan hukum yang mengacu pada Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan

dan Pengelolaan Lingkungan Hidup diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu hukum administrasi, hukum perdata, dan hukum pidana [15]. Sehingga pemerintah sebagai pihak yang memiliki tugas dan kewenangan sebagai pemantau lingkungan hidup harus secara tegas memberikan sanksi-sanksi terhadap pelaku industri sesuai dengan kebijakan lingkungan hidup berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009.

Hukum Pengendalian pencemaran lingkungan, antara lain meliputi ketentuan hukum tentang pencegahan dan penanggulangan pencemaran lingkungan. Berdasarkan Pasal 20 ayat (1) UU Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, penentu terjadinya pencemaran lingkungan hidup diukur melalui baku mutu lingkungan hidup. Kemudian sesuai dengan Pasal 2 PP Nomor 27 Tahun 2012 tentang Izin Lingkungan menyebutkan bahwa Setiap Usaha dan/atau Kegiatan yang wajib memiliki Amdal atau UKL-UPL wajib memiliki Izin Lingkungan.

3.2 Kompetensi SDM di Bidang Lingkungan

Kompetensi sumber daya manusia merupakan aset penting dalam suatu industri. Begitu juga dengan industri PT Triple S Putra Kediri yang merupakan industri di bidang konstruksi dalam pembuatan AMP yang tidak dapat dipungkiri menimbulkan berbagai jenis limbah yang dihasilkan dari proses operasional AMP. Untuk itu, penanggung jawab pengelola lingkungan PT Triple S Putra Kediri harus memiliki SDM khusus yang memiliki kompetensi di bidang pengelolaan limbah, terlebih limbah B3. Karakteristik kompetensi menurut Spencer and Spencer [16], terdapat lima karakteristik, diantaranya:

- (1) Motif (*motive*), apa yang secara konsisten dipikirkan atau keinginan-keinginan yang menyebabkan melakukan sesuatu;
- (2) Sifat/ciri bawaan (*trait*), ciri fisik dan reaksi-reaksi yang bersifat konsisten terhadap situasi atau informasi;
- (3) Konsep diri (*self concept*), sikap, nilai atau *self image* dari orang-orang;
- (4) Pengetahuan (*knowledge*), yaitu suatu informasi yang dimiliki seseorang khususnya pada bidang spesifik;
- (5) Keterampilan (*skill*), kemampuan untuk mampu melaksanakan tugas-tugas fisik dan mental tertentu.

Dengan demikian, guna meningkatkan kegiatan pengelolaan lingkungan hidup dan pengendalian pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh aktivitas operasional AMP maka langkah yang harus dilakukan oleh PT Triple S Putra Kediri adalah melakukan peningkatan kompetensi SDM secara terstruktur dan sistematis. Sehingga SDM yang memiliki tugas dan kewenangan dalam pengolahan limbah bersertifikasi sesuai dengan bidang yang dijalankan.

3.3 Alokasi Anggaran yang Terkonsentrasi pada Pengelolaan Limbah

Strategi alokasi anggaran yang terkonsentrasi pada pengelolaan limbah merupakan bentuk komitmen penanggung jawab industri untuk menyediakan anggaran operasional, sarana, prasarana utama dan penunjang pengelolaan limbah. Alokasi anggaran tersebut merupakan sebuah bentuk komitmen penanggung jawab industri untuk menyediakan biaya lingkungan. Biaya lingkungan merupakan biaya lingkungan sebagai biaya kualitas lingkungan. Biaya lingkungan dapat dikategorikan menjadi empat, diantaranya: (a) biaya pencegahan lingkungan; (b) biaya deteksi lingkungan; (c) biaya kegagalan internal lingkungan; dan (d) biaya kegagalan eksternal lingkungan [17].

Penanggung Jawab PT Triple S Putra Kediri harus mengalokasikan biaya pengolahan limbah. Menurut [18] mendefinisikan biaya pengolahan limbah merupakan “sumber daya yang dikorbankan yang diukur dengan harga dalam suatu usaha untuk mengerjakan sisa proses produksi/aktivitas supaya menjadi sempurna”. *Environmental Protection Agency/EPA* mengungkapkan bahwa yang termasuk dalam biaya limbah meliputi biaya material (bahan), tenaga kerja dan manajemen limbah. Terdapat empat biaya utama yang terkait dengan limbah, diantaranya: (a) biaya langsung; (b) biaya tidak langsung; (c) biaya pertanggungjawaban; dan (4) biaya sosial [19].

Terdapat beberapa langkah untuk pembebanan biaya pengelolaan limbah sebagai strategi alokasi anggaran yang terkonsentrasi pada pengelolaan limbah agar dapat dilakukan secara efektif dan efisien, diantaranya: Langkah I. Identifikasi limbah dan menghitung kuantitas fisik. Langkah II. Menghubungkan kuantitas fisik limbah ke produk, proses, departemen, dan pusat biaya yang secara langsung bertanggung jawab terhadap limbah tersebut. Langkah III. Menghitung biaya langsung. Langkah IV. Mengidentifikasi dan mengkuantifikasi aktivitas yang terkait dengan manajemen limbah.

Langkah V. Menghitung biaya dari aktivitas manajemen limbah yang diidentifikasi dalam langkah keempat. Langkah VI. Menghubungkan biaya yang terkait dengan aktivitas manajemen limbah ke dalam berbagai tipe limbah. Langkah VII. Mengestimasi dan menghubungkan biaya limbah ke produk individual, proses, departemen, dan pusat biaya.

3.4 Pengelolaan dan Pemantauan Operasional AMP Melalui Pengontrolan Mesin AMP Secara Berkala dan Pengurangan Polutan Pencemar Udara

Kegiatan operasional AMP memberikan besaran dampak peningkatan kebisingan, kadar debu dan penurunan kualitas udara. Nilai kebisingan baik dari operasional AMP tidak boleh melebihi Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 tentang Baku Mutu Kebisingan yaitu tingkat kebisingan 70 dB untuk kawasan industri. Kadar debu dan kualitas udara ambien (SO₂, CO, NO_x, O₃, debu, timah hitam, H₂S, Amonia, Hidrokarbon, tidak boleh melebihi baku mutu sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 10 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak di Jawa Timur. Sedangkan kualitas udara emisi cerobong diesel tidak melebihi Baku Mutu sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 10 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak di Jawa Timur.

Pihak yang bertanggung jawab untuk melakukan pengelolaan lingkungan hidup terkait dengan dampak yang ditimbulkan tersebut adalah penanggung jawab PT Triple S Putra Kediri, karena di dalam lokasi kegiatan tidak ada personalia yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan lingkungan. Sedangkan instansi yang bertanggung jawab dalam pemantauan lingkungan hidup ini adalah Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Kediri. Upaya pemantauan yang dilakukan untuk memantau dampak yang timbul atas aktivitas operasional AMP yaitu dengan cara melakukan pemantauan kadar debu, tingkat kebisingan dengan melakukan uji udara ambien serta uji emisi cerobong AMP di lokasi kegiatan serta di lokasi pemukiman warga sekitar 2 (dua) titik. Periode pemantauan dampak saat kegiatan pengangkutan dan untuk uji udara ambien, mengukur kadar debu dan kebisingan serta uji emisi cerobong diesel harus dilakukan secara berkala, yaitu setiap 6 (enam) bulan sekali.

Pendekatan yang digunakan dalam pengelolaan dan pemantauan lingkungan atas dampak yang ditimbulkan oleh aktivitas operasional AMP yaitu dengan pendekatan teknologi dan pendekatan institusi. Sebab dalam pelaksanaan pengelolaan lingkungan, penanggung jawab PT Triple S Putra Kediri harus memanfaatkan dan mengembangkan teknologi yang ramah lingkungan dan dapat meminimalisir limbah yang dihasilkan. Sedangkan dalam pemantauan lingkungan hidup melibatkan instansi pemerintah daerah terkait yaitu Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Kediri. Sehingga dalam kegiatan pemantauan lingkungan dilakukan dengan pendekatan institusi.

3.5 Penanaman Tumbuhan Hijau di Kawasan Pabrik dan Lingkungan Sekitar

Penanaman tumbuhan hijau atau vegetasi di kawasan pabrik dan lingkungan sekitar merupakan sebuah strategi yang ramah lingkungan, efektif dan efisien dalam mengatasi pencemaran udara yang diakibatkan oleh aktivitas operasional AMP. Sehingga model yang digunakan dalam penanaman tumbuhan hijau ini dapat dibangun sebuah jalur hijau (*green belt*). *Green belt* ini berfungsi sebagai pemisah antara areal industri AMP dengan pemukiman. *Green belt* juga berperan dalam mengantisipasi pencemaran udara yang berasal dari kawasan pabrik AMP menuju kawasan permukiman [20].

Penentuan vegetasi yang akan diintroduksi ke kawasan *green belt* adalah komposisi dan strata tanaman, sehingga di dalam *green belt* tersebut terdapat pohon tinggi, pohon sedang dan perdu atau semak [21]. Pudjowati juga menjelaskan bahwa terdapat tiga jenis vegetasi yang dapat menyerap polusi udara, diantaranya pohon, perdu dan semak. Ketiga komposisi vegetasi tersebut merupakan bentuk penghalang (*barrier*) yang sempurna, sebab pohon sebagai penghalang tertinggi, perdu sebagai penghalang menengah dan semak sebagai penghalang yang paling rendah [22]. Sehingga dengan susunan ketiga komposisi vegetasi tersebut akan terbentuk penghalang alami yang relatif rapat. Komposisi vegetasi tersebut kemudian dapat dijadikan salah satu alternatif mengatasi polusi atau pencemaran udara yang terjadi akibat dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh aktivitas operasional AMP.

Tanaman merupakan penyaring udara yang cukup efektif dan efisien dalam membersihkan udara serta memiliki fungsi menurunkan tingkat polusi dengan mengabsorpsi, detoksifikasi, akumulasi dan atau mengatur metabolisme di udara sehingga kualitas udara dapat meningkat dengan pelepasan

oksigen di udara [23]. Jenis tanaman yang akan diintroduksi ke zona *green belt* harus memenuhi beberapa kriteria yang dibutuhkan. Adapun fungsi dari *green belt* sebagai berikut [24]:

- (1) Tanaman yang diintroduksi memiliki kapasitas menyerap dan menepes debu yang terpapar ke zona *green belt*.
- (2) Tanaman yang diintroduksi memiliki kapasitas menyerap gas pencemar yang dihasilkan pabrik.
- (3) Tanaman yang diintroduksi memiliki kapasitas mengurangi bau dari emisi pabrik yang timbul.
- (4) Tanaman yang diintroduksi memiliki kapasitas meredam kebisingan.

Dengan mempertimbangkan fungsi *green belt* tersebut maka scenario alternatif komposisi tumbuhan *green belt* yang diadopsi dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Susanto, et al, mampu diintroduksi ke kawasan *green belt* PT Triple S Putra Kediri. Adapun alternatif komposisi tumbuhan *Green Belt* sebagai berikut:

Tabel 1 Alternatif Komposisi Tumbuhan *Green Belt*

No	Nama Lokal	Nama Latin	Serapan
1	Flamboyant	Delonix regia	CO2
2	Angsana	Pterocarpus indicus	CO2
3	Puspa	Schima wallichii	CO2
4	Tanjung	Mimusops elengi	Bau
5	Kenanga	Canangium odoratum	Bau
6	Dadap merah	Erythrina variegata	N
7	Mahoni	Swietenia mahagoni	N
8	Asam jawa	Tamarindus indica	N
No	Nama lokal	Nama latin	Serapan
9	Acasia	Acacia auriculiformis	S
10	Kemiri	Aleurites moluccana	S
11	Beringin	Ficus benyamina	S
12	Nangka	Artocarpus heterophyllus	S
13	Jambu	Psidium guava	S, debu
14	Asam Kranji	Pithecellobium dulce	CO2, debu
15	Sengon	Albizia chinensis	Debu

Model scenario *green belt* yang ditawarkan sebagai konsep alternatif yakni tanaman dengan tajuk tinggi dan tajuk sedang menempati lahan sesuai dengan strata tanaman, namun pada tanaman tajuk sedang juga bisa dilakukan intersep dibawah tanaman tajuk tinggi. Sehingga proporsi tanaman bertajuk tinggi yakni sebesar 60% dari luasan lahan *green belt* yang mendekati kawasan pemukiman. Sedangkan proporsi tanaman bertajuk sedang yakni 100% dari luasan lahan *green belt*, sebab tanaman bertajuk sedang dapat dilakukan intersep di bawah tanaman tajuk tinggi.



Gambar 1 Model Scenario Stratifikasi Vegetasi *Green Belt* PT Triple S Putra Kediri.

Model scenario stratifikasi vegetasi *green belt* PT Triple S Putra Kediri pada sisi ke arah permukiman merupakan tanaman tajuk tinggi, tajuk sedang dan tajuk rendah dengan fungsi untuk menangkap partikulat dan polutan gas. Sedangkan pada sisi ke arah pabrik ditumbuhi tanaman tajuk

sedang dan semak yang juga memiliki fungsi untuk menangkap partikulat dan polutan gas. Sedangkan untuk kebisingan dan kebauan yang berasal dari aktivitas operasional pabrik AMP dapat tereliminasi dari tebalnya lapisan *green belt*. Selain itu, keberadaan tanaman Kenanga dan Tanjung dapat pula sebagai alternatif tanaman atau vegetasi untuk mengurangi tingkat kebauan atas operasional pabrik AMP.

Model scenario stratifikasi vegetasi *green belt* PT Triple S Putra Kediri merupakan salah satu alternatif pembangunan yang ramah lingkungan, efektif dan efisien. Sebab penanaman tumbuhan dalam konsep *green belt* terbukti dapat memperbaiki kualitas udara pada suatu wilayah tertentu dengan cara menekan produksi limbah dan menurunkan kualitas udara ambien [25]. Sehingga rencana pembangunan *green belt* PT Triple S Putra Kediri perlu dilakukan perhitungan secara matematis dan sistematis terkait dengan luasan areal *green belt* dan penentuan komposisi pilihan tanaman yang tepat sesuai dengan kebutuhan agar *green belt* tersebut mampu menurunkan polusi suatu industri. Selain itu, dengan pembangunan *green belt* di areal pabrik akan memberikan nilai estetika di lingkungan pabrik, mengingat penyimpanan bahan baku diletakkan dan ditimbun begitu saja di ruang terbuka. Sehingga dengan pembangunan *green belt* akan menciptakan suasana nyaman.

4. Kesimpulan

Model Matematis penanggulangan pencemaran lingkungan yang timbul atas aktivitas mesin *Asphalt Mixing Plant* (AMP) yang efisien dan efektif. Model ini dimaksudkan untuk mengintegrasikan sistem kerja dari industri asphalt mixing plant sehingga dapat menanggulangi kerusakan lingkungan terutama meningkatkan kualitas udara dengan upaya pengurangan aktivitas mesin AMP, menurunkan tingkat konsentrasi polutan dan mengurangi dampak pencemaran udara. Dengan kata lain Semakin tinggi Aktivitas Pabrik AMP, Semakin tinggi konsentrasi polutan pencemaran udara dan Semakin besar dampak pencemaran udara. Meskipun aktivitas mesin AMP tidak begitu besar pengaruhnya dalam peningkatan model strategi penanggulangan dampak udara tetapi memiliki andil untuk menentukan kualitas udara. Sehingga yang dimaksud dengan pengurangan Aktivitas mesin AMP yaitu upaya yang diperlukan untuk melakukan pengaturan waktu operasi kerja secara efektif dan efisien. Tentunya model ini ditunjang dengan Langkah-langkah strategi penanggulangan pencemaran lingkungan atas Aktivitas Pabrik AMP. Adapun strateginya terdiri dari (a) Penegakan Hukum Lingkungan dan Kebijakan Pengolahan Limbah; (b) Kompetensi SDM di Bidang Lingkungan; (c) Alokasi Anggaran yang Terkonsentrasi pada Pengelolaan Limbah; (d) Pengelolaan dan Pemantauan Operasional AMP Melalui Pengontrolan Mesin AMP Secara Berkala dan Pengurangan Polutan Pencemar Udara; (e) Penanaman tumbuhan hijau di kawasan pabrik dan lingkungan sekitar dengan membuat konsep *green belt*.

Model matematis ini konstruk berdasarkan analisis SEM sehingga Kami merekomendasikan para peneliti selanjutnya untuk secara eksplisit menguji efek kausal di antara semua variabel ini dengan menggunakan studi longitudinal untuk penelitian selanjutnya. Selain itu mempertimbangkan etika bisnis, tekanan kelembagaan, kepemimpinan, budaya organisasi atau masalah sumber daya manusia. Peneliti selanjutnya dapat dimasukkan faktor-faktor ini sehingga membangun teori yang lebih komprehensif. kepada pemegang kebijakan lingkungan di Indonesia terkhusus pemerintah Jawa timur penelitian ini dapat dijadikan rujukan untuk menyusun kebijakan terkait industri pabrik yang mempunyai potensi merusak lingkungan. Selain itu, penegakan hukum lingkungan dan kebijakan pengolahan limbah harus secara tegas memberikan sanksi-sanksi terhadap pelaku industri sesuai dengan kebijakan lingkungan hidup berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009.

5. Referensi

- [1] Djayanti, Silvy. Perancangan Prototipe Alat Pengendalian Pencemaran SO₂ dan NO₂ Dengan Teknologi Non Thermal Plasma. *Jurnal Riset BBT PPI*. 2012; 2: 106-111.
- [2] Romadhon, Fanani Z, Wicaksono A, dan Kurniawan A. Environmental Impact Resulting From Asphalt Mixing Plant's Activities At Grogol, Kediri. *RJOAS*.2020;08(18)
- [3] Budiati L. Good governance dalam pengelolaan lingkungan hidup. Malang: Ghalia Indonesia. 2012:
- [4] T. Siahaan, N.H. Ekologi Pembangunan dan Hukum Tata Lingkungan. Jakarta: Erlangga. 1987:

- 164-165.
- [5] Sarudji, D. Kesehatan Lingkungan. Bandung: CV. Karya Putra Darwati. 2010.
- [6] NAPA.. The Environmental Impact of Asphalt Plants. AMERICA RIDES ON US; 5100 FORBES BLVD. 2014.
- [7] Jabbour dan Jocelyne. Environmental and Social Management Plan (ESMP) for Section R7 Asphalt plant. *TERNAS.A.* 2017; 1.1(R7).
- [8] Nisha Noor Muhammad. Pendekatan Statistika Modern. Jakarta: Salemba Humanika. 2009:5.
- [9] Azwar S. Metode Penelitian. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 2010:77.
- [10] Sugiyono. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung : ALFABETA. 2017
- [11] F Augusty. Structural equation modeling dalam penelitian manajemen. Semarang: Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro. 2006:143
- [12] Alfarido Atreyu, Putra Sasana dan Purba Aleksander. Kajian Dampak Proses Angkutan Terhadap Segregasi Pada Campuran Aspal Panas. *JRSDD.* 2018: 6. 2:1 -10
- [13] Baig Mirza Ghouse and Wahhab Hamad I. Al-Abdul. Assessment Of Sulfur Containing Air Pollutants In Utilizing The Sulfur Extended Asphalt Concrete Mixes In Saudi Arabia. *International Journal of Development Research.* 2014: 4 (1);144-152.
- [14] Prathima, Krishna Reddy Gari and B.Kotaiah. "A Case Study on Pollutants Emission and Environmental Management Plan for Hot Mix Asphalt Plant". *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology.* 2017. 2319- 8753.
- [15] Mughtar M, al. Hukum Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.2016:114-115.
- [16] Yuniarsih S. Manajemen Sumber Daya Manusia. Bandung: Alfabeta. 2013.
- [17] Hansen, Don R. & Maryanne M. Mowen. Akuntansi Manajemen, Buku 2. edisi ke-7. Jakarta: Salemba Empat. 2007.
- [18] Basri, I. S. Jalur Hijau (Green Belt) sebagai Kontrol Polusi Udara Hubungannya dengan Kualitas Hidup di Perkotaan. *Jurnal Smartek.*2009: 7.(2):113 – 120.
- [19] Barcaskey, Matthew J. Implementing a Water Cost Management System: An Instructional Guide for Manufacturing Facilities. New York : Air Pollution Climatology. *In A.C Stren (Eds).* 1999.1.
- [20] Suparmoko, M., dan Suparmoko, Maria R. *Ekonomika Lingkungan Edisi Pertama,* Yogyakarta: BPFE,. 2007: 158.
- [21] Susanto, Joko P dan Wage Komarawidjaja.. Pembangunan Green Belt Sebagai Antisipasi Pencemaran Udara Industri Pupuk Di Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan.*2018; 19, (2): 155-164.
- [22] Pudjowati, U.R. . Pemodelan Komposisi Vegetasi untuk Peredaman Kebisingan dan Penurunan Kadar Karbon Monoksida di Jalan Tol. Disertasi. Program Doktor Ilmu Lingkungan. Universitas Brawijaya. Malang. 2014;125.
- [23] Hakim, Abdul Hafizh.. Evaluasi Efektivitas Tanaman Dalam Mereduksi Polusi Berdasarkan Karakter Fisik Pohon Pada Jalur Hijau Jalan Pajajaran Bogor. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor 2014;7
- [24] Susanto, Joko P dan Wage Komarawidjaja. Pembangunan Green Belt Sebagai Antisipasi Pencemaran Udara Industri Pupuk Di Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan.*2018; 19, (2): 155-164.
- [25] Subramani, S., and Devaanandan. *Application of Air Pollution Tolerance Index in Assessing the Air Quality.* *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science.* 2015: (7): 216-221, ISSN 0975-1491.