



**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTREPRENEURSHIP VII TAHUN 2021
"Digitalisasi Biosains dan Pembelajaran Bervisi Entrepreneurship di Era
Pandemi Covid 19"**

Semarang, 28 Agustus 2021

**Kualitas Udara Ruang Proses Produksi di Lingkungan Kerja Industri
Pengolahan Kayu**

Yose Andriani¹⁾

¹Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri

¹Email : yoa.aethra@gmail.com

Abstrak – Penyerapan jumlah tenaga kerja meningkat seiring dengan perkembangan dan potensi ekspor produk pengolahan kayu di Indonesia yang semakin tinggi. Industri pengolahan kayu dengan skala besar-menengah menerapkan sistem kerja berkelanjutan yang dibagi menjadi beberapa shift dengan 8 jam kerja pada setiap shift. Para pekerja menghabiskan 80-90% waktunya di dalam ruang proses pengolahan kayu yang berpotensi terpapar oleh pencemar yang ditimbulkan dari proses produksi. Untuk pencegahan paparan terhadap pekerja, dilakukan monitoring dan pengujian kualitas udara di ruang proses produksi secara berkala. Pengukuran kualitas ruang kerja dilakukan untuk faktor kimia berupa parameter gas dan partikulat serta faktor fisika yaitu tingkat kebisingan. Monitoring dilakukan sebanyak tiga kali pada enam ruang proses. Pengujian parameter gas SO_2 dan NO_2 dengan metode spektrofotometri, CO dengan gas analyzer, partikulat dengan Nephelometer dan kebisingan dengan sound level meter terintegrasi. Pada pengamatan langsung, partikulat dari sisa pengolahan kayu dan bising mesin potong kayu merupakan sumber polusi utama di ruang proses. Hasil pengukuran konsentrasi parameter gas dan partikulat masih berada dibawah Nilai Ambang Batas (NAB) dan Paparan Singkat Diperkenankan (PSD) menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No. 5 Tahun 2018, sedangkan tingkat kebisingan berkisar antara 73-87 dBA. Tingkat kebisingan di ruang proses produksi moulding diatas 85 dBA, sedangkan pada ruang produksi kayu lapis, wall panel, dan parquet flooring masih memenuhi NAB.

Kata Kunci : udara, ruang proses, partikulat, kebisingan, industri

PENDAHULUAN

Kontribusi sektor kayu dan barang dari kayu pada bulan Maret 2021 sebesar 2,2% dari total ekspor non migas bulan Januari 2021 berdasarkan data sementara dari BPS. Nilai ekspor terbesar pada sektor ini disumbang oleh kelompok produk kayu lapis/*plywood* dengan nilai ekspor USD 297,5 juta, tumbuh sebesar 3,3% (BPPP Kemendag, 2021). Pada saat ini, industri pengolahan kayu Indonesia meningkatkan mutu produk dengan adanya sistem verifikasi dan legalitas kayu. Sistem ini berfungsi untuk memastikan produk kayu dan bahan bakunya diperoleh atau berasal dari sumber yang asal-usulnya dan pengelolaannya memenuhi aspek legalitas. Seiring dengan perkembangan dan potensi ekspor yang tinggi, di Jawa Tengah terdapat 324 perusahaan pada klasifikasi industri kayu, barang dari dan gabus dengan serapan tenaga kerja sebesar 83.303 (BPS, 2017). Selain *plywood*, industri pengolahan kayu juga menghasilkan produk berupa *polyester*, *moulding*, *parquet flooring*, dan *garden furniture* sesuai dengan potensi ekspor.

Seiring dengan permintaan yang tinggi dari luar negeri, industri pengolahan kayu yang berskala menengah-besar menerapkan *continious production* dengan sistem shift dimana pekerja bekerja selama 8 jam dalam sehari. Sebagian besar pekerja menghabiskan 80-90% waktunya di dalam ruangan (Kishi et.al., 2020). Proses industri pengolahan kayu menimbulkan limbah dari kayu seperti debu kayu yang dapat mengakibatkan gangguan fungsi paru dan

kebisingan dari mesin potong sehingga pekerja berpotensi terpapar. Sesuai Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No. 5 tahun 2018, pengusaha wajib memenuhi syarat-syarat K3 lingkungan kerja yang meliputi faktor fisika, kimia, biologi, ergonomi dan psikologi.

Kualitas udara ruang kerja menjadi perhatian khusus bagi pengelolaan sistem keselamatan dan kesehatan kerja dalam industri. Masalah kesehatan yang disebabkan oleh lingkungan dalam ruangan, seperti partikel, nitrogen dioksida (NO_2), dan sulfur dioksida (SO_2), semakin menjadi fokus perhatian (Zhang, 2020). Hal ini berfungsi untuk mencegah paparan terhadap pekerja dan mengurangi resiko terjadinya kecelakaan kerja. Untuk itu perlu dilakukan monitoring dan pengujian kualitas lingkungan kerja secara berkala.

Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan gambaran tahapan produksi industri pengolahan kayu yang berpotensi menghasilkan pencemaran udara ruangan. Hasil pengukuran dan analisa data dapat memberikan gambaran kualitas udara dalam ruangan. Data ini juga dapat menjadi panduan dan pertimbangan bagi pihak K3 perusahaan untuk perbaikan kualitas kerja sebagai salah satu langkah terwujudnya industri hijau yang berkelanjutan (*sustainability industry*)

METODE

Pada kegiatan ini dilakukan pengamatan, wawancara, dan pengukuran kualitas lingkungan kerja salah satu



PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTREPRENEURSHIP VII TAHUN 2021 "Digitalisasi Biosains dan Pembelajaran Bervisi Entrepreneurship di Era Pandemi Covid 19"

Semarang, 28 Agustus 2021

industri pengolahan kayu di Kabupaten Kendal, Jawa Tengah. Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali pada periode Januari sampai Juli 2021 di enam titik lingkungan kerja seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Titik Sampling Kualitas Udara Ruang Kerja

No. Ruang	Kegiatan
A	Ruang proses pengirisan pengeringan, perekatan vinir
B	Ruang proses pengirisan pengeringan, perekatan vinir
C	Ruang proses pemotongan (<i>saw mill</i>)
D	Ruang proses pembuatan <i>moulding</i>
E	Ruang proses pembuatan <i>wall panel</i>
F	Ruang proses pembuatan <i>parquet flooring</i>

Kualitas udara ruang kerja yang diukur adalah faktor kimia dan fisika. Faktor kimia yang terdiri dari gas sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), karbon monoksida (CO), dan partikulat. Faktor fisika yang diukur adalah kebisingan karena pada proses produksi, kebisingan memberikan kontribusi cukup besar yang dapat mengganggu lingkungan kerja.

Pengukuran gas dengan metode aktif manual menggunakan penjerap dalam impinger yang dipaparkan selama satu jam dengan laju alir 0.5 liter/menit untuk SO₂ dan 0.4 liter/menit untuk NO₂. Penjerap dianalisa dengan spektrofotometer sesuai dengan panjang gelombang masing-masing parameter. CO diukur dengan pembacaan udara dalam bag sampler pada *gas analyzer* dan partikulat menggunakan Nephelometer merk Sensidyne yaitu alat untuk monitoring debu secara *real time*, dengan prinsip pemancaran cahaya.

Kebisingan menggunakan *sound level meter* (SLM) terintegrasi merk Svantex dengan pemasangan alat sesuai dengan SNI 8427-2017. Pemilihan SLM terintegrasi karena sumber bising pada ruang produksi tergolong kebisingan yang tidak stabil (*unsteady noise*). Pada jenis bising yang tidak stabil, lebih di rekomendasikan menggunakan *integrating SLM* karena frekuensi yang lebih sensitif (Yose dkk., 2020) Untuk memperoleh hasil yang representatif, pengukuran dilakukan dengan mengelilingi ruangan yang akan di ukur sesuai SNI 7230-2009.

Hasil analisa contoh dievaluasi berdasarkan Nilai Ambang Batas (NAB) dan Paparan Singkat Diperkenankan (PSD) pada Peraturan Menteri

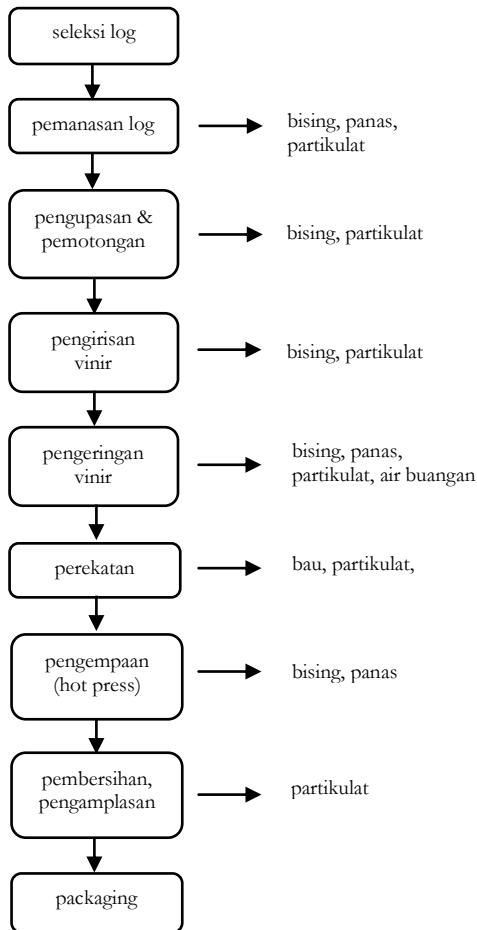
Ketenagakerjaan RI No. 5 Tahun 2018. NAB adalah standar faktor bahaya di tempat kerja sebagai kadar/intensitas rata-rata tertimbang waktu (*time weighted average*) yang dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan, dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu. PSD adalah kadar zat kimia di udara di tempat kerja yang tidak boleh dilampaui agar tenaga kerja yang terpapar pada periode singkat yaitu tidak lebih dari 15 menit masih dapat menerimanya tanpa mengakibatkan iritasi, kerusakan jaringan tubuh maupun terbus yang tidak boleh dilakukan lebih dari 4 kali dalam satu hari kerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Proses Produksi Industri Pengolahan Kayu

Proses produksi utama dalam industri pengolahan kayu, yaitu persiapan bahan, pemotongan bahan baku, pengeringan, *smoothing*, pemotongan komponen, *sizing* dan, perakitan, *finishing* dan pengemasan (Sri et.al., 2018). Industri pengolahan kayu yang menjadi objek monitoring memproduksi kayu lapis sebagai produk utamanya. Kayu lapis atau *plywood* dibuat dari lembaran kayu yang berlapis-lapis dan ditempa menggunakan tekanan yang sangat tinggi. Kayu lapis mempunyai tekstur rapat, kekuatan tinggi, dan tahan air.

Bahan baku kayu lapis berupa kayu bulat atau log yang akan diproses melalui tahapan seleksi. Kayu yang dipilih harus sesuai standar yang ditentukan. Pemilihan log berdasarkan ukuran/diameter, corak kayu, berat jenis, dan zat ekstraktif yang terkandung dalam kayu. Selanjutnya pemotongan dengan mesin potong dan pemanasan kayu yang bertujuan agar vinir lebih elastis dan mengurangi zat ekstraktif. Suhu pemanasan sekitar 60-80 °C dengan lama pemanasan sesuai dengan berat jenis kayu. Tahapan selanjutnya adalah pengupasan kulit log dengan *debarker machine/rotary machine* dan masuk ke mesin pengiris. Vinir yang terbentuk dikeringkan pada mesin *dryer* sampai memenuhi syarat kadar air. Vinir ditumpuk dan direkatkan dengan lem atau *glue spreader* dan di tempa pada mesin *hot press*. Pembersihan dilakukan dengan memangkas sisa-sisa vinir pada bagian pinggiran dan pengamplasan di permukaannya. Proses produksi kayu lapis secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Proses Produksi Kayu Lapis

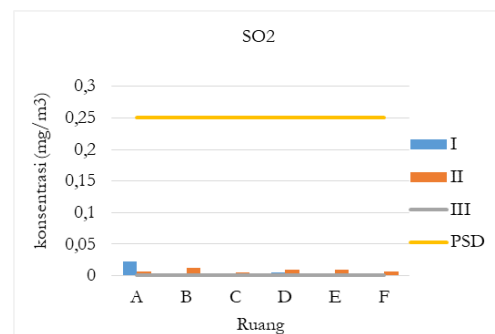
Pembuatan produk yang menggunakan mesin potong, *dryer*, *core composer*, *hot press* menghasilkan suara yang cukup tinggi dan mengganggu. Selain itu dari proses pemotongan kayu menghasilkan buangan berupa serpihan, serbuk, dan debu dari kayu (Mahrus dkk., 2021). Pekerja yang terpapar terus-menerus oleh bising dan debu dapat mengalami gangguan pendengaran dan pernapasan, sehingga perlu dilakukan pencegahan dengan menerapkan sistem keselamatan kerja baik dari pembagian jam kerja, peredam kebisingan mesin, dan penggunaan alat pelindung diri.

B. Kualitas Udara Ruang Kerja Faktor Kimia

Parameter gas tidak memberikan nilai yang signifikan sebagai pencemar dalam udara ruang kerja pengolahan kayu. SO_2 , NO_2 , dan CO masuk ke udara dari pembakaran bahan bakar. SO_2 , NO_2 , dan CO

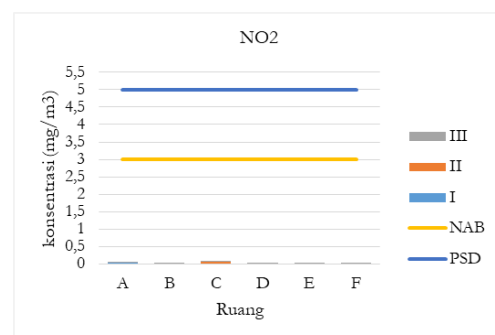
terbentuk dari emisi dari kendaraan bermotor serta pembangkit listrik. Sumber SO_2 , NO_2 , dan CO dalam ruangan berasal dari pembakaran dalam ruangan seperti merokok dan infiltrasi dari luar (Zhang, 2020). Penggunaan kompor berbahan bakar minyak/gas juga menjadi sumber utama pencemaran udara dalam ruangan (Brauer et.al., 2002). Sedangkan untuk mengoperasikan mesin-mesin pada pengolahan kayu menggunakan listrik.

Konsentrasi SO_2 di udara pada enam lokasi pengambilan contoh berkisar antara 0.001 – 0.022 mg/m^3 . Nilai ini masih berada di bawah nilai PSD untuk SO_2 sebesar 0.25 mg/m^3 yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsentrasi Sulfur Dioksida di Ruang Proses Produksi

Konsentrasi NO_2 di ruang proses produksi berkisar antara 0.003 – 0.037 mg/m^3 . Pada Gambar 3 terlihat bahwa nilai ini menunjukkan kadar NO_2 di udara untuk para pekerja masih berada di level aman karena masih dibawah nilai NAB sebesar 3 mg/m^3 dan PSD 5 mg/m^3 .



Gambar 3. Konsentrasi Nitrogen Dioksida di Ruang Proses Produksi

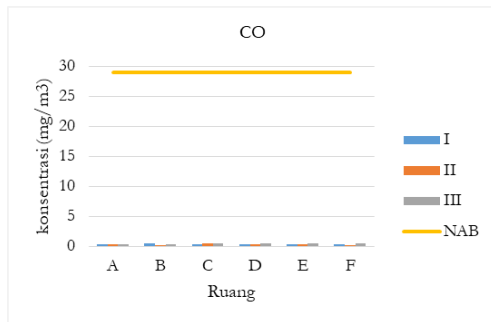
Pada Gambar 4, konsentrasi CO di udara ruang proses 0.125 – 0.569 mg/m^3 . Dibandingkan dengan



PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTREPRENEURSHIP VII TAHUN 2021 "Digitalisasi Biosains dan Pembelajaran Bervisi Entrepreneurship di Era Pandemi Covid 19"

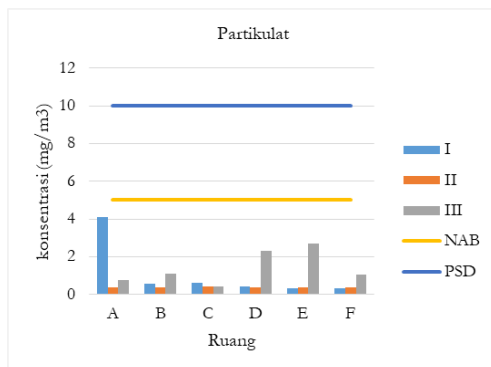
Semarang, 28 Agustus 2021

NAB karbon monoksida, nilai tersebut masih berada di bawah ambang batas maksimal yaitu 29 mg/m³.



Gambar 4. Konsentrasi Karbon Monoksida di Ruang Proses Produksi

Kadar partikulat yang diukur adalah total partikulat. Hasilnya cukup fluktuatif di setiap ruang proses. Berkisar antara 0.332-4.093 mg/m³, nilai ini memenuhi persyaratan debu kayu dengan NAB sebesar 5 mg/m³ dan PSD sebesar 10 mg/m³. Kadar partikulat di ruangan di pengaruhi oleh jenis kegiatan yang dilakukan, jumlah mesin produksi yang digunakan, luas ruangan, dan sistem ventilasi ruangan. Terlihat pada Gambar 5, kadar partikulat pengukuran pertama dan kedua berada di bawah 1 mg/m³, sedangkan pada pengukuran ketiga terjadi peningkatan signifikan pada ruang D dan E. Ruang D memproduksi *moulding* dan ruang E memproduksi *wall panel* dimana kedua proses produksi ini banyak pada proses pemotongan dan penghalusan kayu. Selain itu, luas ruang proses lebih kecil daripada ruangan lainnya.



Gambar 5. Konsentrasi Partikulat di Ruang Proses Produksi

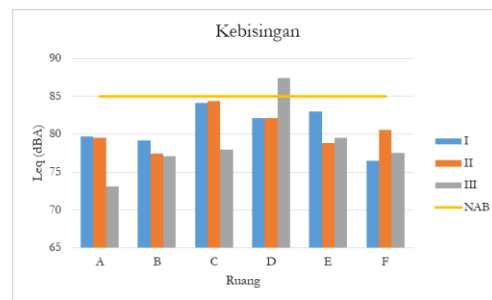
Dibandingkan dengan total partikulat, pengukuran PM10 dan PM2.5 lebih baik dilakukan karena dianggap lebih berbahaya bagi kesehatan manusia karena ukurannya yang sangat halus. PM2,5 tidak hanya dapat menembus jauh ke dalam paru-paru,

tetapi juga dapat memasuki aliran darah, menyebabkan berbagai masalah kesehatan termasuk penyakit jantung dan komplikasi kardiovaskular lainnya (Zhang, 2020)

C. Tingkat Kebisingan Ruang Proses Produksi

Pada Gambar 6 terlihat bahwa Ruang A, B, F memiliki nilai Leq pada rentang yang sama yaitu 73-80 dBA. Kegiatan pada ruang A dan B memproduksi kayu lapis dan ruang F memproduksi *parquet flooring* dimana lebih banyak kegiatan perekatan. Ruang C, D, E pada tiga kali pengukuran menghasilkan kebisingan yang lebih tinggi yaitu pada rentang 78-87 dBA. Ruangan ini banyak melakukan proses pemotongan yang menggunakan mesin-mesin potong. Pada industri pengolahan kayu peralatan pengangkutan yang digerakkan secara mekanis dan instalasi pemotongan adalah penghasil kebisingan utama (Owoyemi et.al, 2016).

Secara keseluruhan, tingkat kebisingan pada ruang proses masih memenuhi NAB kebisingan sebesar 85 dBA kecuali pada ruang *moulding* yang tingkat kebisingannya 87 dBA. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tingkat kebisingan di ruang proses pengolahan kayu dapat meningkat 106.28 dBA (Indrianti et.al., 2016) dan 117 dBA (Dave et.al., 2010).



Gambar 6. Tingkat Kebisingan di Ruang Proses Produksi

Tingginya tingkat kebisingan dapat mengakibatkan peningkatan tekanan darah, stress, kelelahan dan gangguan kecemasan. Pengendalian kebisingan dapat dilakukan dengan di sumber, di jalur transmisi dan penerima. Sumber dan jalur transmisi dapat menggunakan metode insulasi suara yaitu mencegah transmisi kebisingan dengan penghalang bermassa padat dan absorpsi suara dengan menggunakan bahan berpori (Owoyemi et.al., 2016). Pada industri pengolahan kayu dapat memanfaatkan limbah serbuk gergaji/kayu sebagai bahan pereduksi kebisingan (Herlina et.al., 2020). Penggunaan penghalang dapat mengurangi 20-30% tingkat kebisingan (Indrianti et.al., 2016). Pada pekerja sebagai objek penerima



PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTREPRENEURSHIP VII TAHUN 2021 "Digitalisasi Biosains dan Pembelajaran Bervisi Entrepreneurship di Era Pandemi Covid 19"

Semarang, 28 Agustus 2021

bising disarankan penggunaan *ear plug* atau *ear muff* yang dapat mengurangi tingkat kebisingan hingga 30%. Pada pengamatan dilapangan sebagian besar dari para pekerja belum menggunakan Alat Pelindung Diri (APD). Beberapa kendala yang dihadapi pihak manajemen adalah masih rendahnya tingkat kesadaran para pekerja mengenai keselamatan dan kesehatan kerja.

KESIMPULAN

Partikulat dari sisa pengolahan kayu dan bising mesin potong kayu merupakan sumber polusi utama di ruang proses. Hasil pengukuran konsentrasi parameter gas dan partikulat masih berada dibawah NAB dan PSD menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No. 5 Tahun 2018, sedangkan tingkat kebisingan berkisar antara 73-87 dBA. Tingkat kebisingan di ruang proses produksi *moulding* diatas 85 dBA, sedangkan pada ruang produksi kayu lapis, *wall panel*, dan *parquet flooring* masih memenuhi NAB. Tingginya tingkat kebisingan belum diiringi dengan kesadaran penggunaan APD oleh seluruh pekerja.

SARAN

Pengukuran partikulat di udara ruang proses sebaiknya dapat ditentukan berdasarkan ukuran partikel seperti PM10, PM2.5 dan PM1. Nilai ini sangat berguna untuk menentukan tingkat resiko paparan bagi pekerja. Semakin lengkapnya data kualitas udara ruang proses produksi, dapat meningkatkan pengelolaan sistem K3 lingkungan kerja, sehingga dapat tercipta lingkungan kerja yang berkelanjutan. Evaluasi kualitas lingkungan kerja lebih lanjut diperlukan untuk pengendalian paparan partikulat dan kebisingan yang dapat dilakukan pada sumber, transmisi dan penerima.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada personil Laboratorium Udara, Kebisingan dan Getaran Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri serta manajemen pabrik pengolahan kayu di Kabupaten Kendal yang telah membantu dalam pengambilan dan analisa contoh.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. 2017. *Jumlah Perusahaan dan Tenaga Kerja Menurut Klasifikasi Industri pada Industri Besar dan Sedang di Provinsi Jawa Tengah, 2017*. BPS, Survei Industri Besar dan Sedang Tahunan/BPS-Statistics Indonesia, *The Annual Large and Medium Manufacturing Establishment Survey*

BPPP Kementerian Perdagangan RI. (April 2021). *Perkembangan Neraca Perdagangan Indonesia Maret 2021*. Warta Daglu, 15-17

Brauer, M., Henderson, S. B., Kirkham, T., Lee, K. S., Rich, K., & Teschke, K. (2002, December 1). *Review of the health risks associated with nitrogen dioxide and sulfur dioxide in indoor air* [R]. doi:<http://dx.doi.org/10.14288/1.0048208>

Dave K. Verma, Cecil Demers, Don Shaw, Paul Verma, Lawrence Kurtz, Murray Finkelstein, Karen des Tombe, Tom Welton, "Occupational Health and Safety Issues in Ontario Sawmills and Veneer/Plywood Plants: A Pilot Study", *Journal of Environmental and Public Health*, vol. 2010, Article ID 526487, 9 pages, 2010. <https://doi.org/10.1155/2010/526487>

Herlina Nofitasari, Mohammad Masykuri, and Ari Handono Ramelan. *Reducing room noise using polyurethane-urea biofoam/industrial plywood sawdust waste (PUU/IPSW)*. AIP Conference Proceedings 2296, 020026 (2020); <https://doi.org/10.1063/5.0030730>

Indrianti, N., Biru, N. B., & Wibawa, T. (2016). *The Development of Compressor Noise Barrier in the Assembly Area (Case Study of PT Jawa Furni Lestari)*. *Procedia CIRP*, 40, 705–710. doi:10.1016/j.procir.2016.01.158

Kishi, R., Norbäck, D., & Araki, A. (Eds.). (2020). *Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Current Topics in Environmental Health and Preventive Medicine*. doi:10.1007/978-981-32-9182-9

Mahrus Khoiril Umami, Muhammad Arif, Zaenal Arifin, Imnatus Mu'arrifah. (2021). *Evaluasi dan Rekomendasi Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja*



**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTREPRENEURSHIP VII TAHUN 2021**
"Digitalisasi Biosains dan Pembelajaran Bervisi Entrepreneurship di Era
Pandemi Covid 19"

Semarang, 28 Agustus 2021

Pada Industri Kecil Mebel (Studi Kasus Pada "Mebel Purnama" di Jombang). Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri (2)1, 22-30.

Owoyemi, M.J.; Falemara, B.; Owoyemi, A.J. *Noise Pollution and Control in Wood Mechanical Processing Wood Industries.* Preprints 2016, 2016080236

(doi: 10.20944/preprints201608.0236.v1)

Sri Indrawati, Atyanti Dyah Prabaswari, and M. Abdul Fitriyanto. (2018). *Risk control analysis of a furniture production activities using hazard identification and risk assessment method.* MATEC Web of Conferences 154, 01102. Retrieved from

<https://doi.org/10.1051/mateconf/201815401102>

Yose Andriani, Ikha Rasti Julia Sari, & Yohan Kaleb Setiadi. (2020). Verifikasi Metode Pengujian

Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No. 5 Tahun 2018. Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja

Kebisingan Menggunakan *Datalogging Dan Integrating Sound Level Meter.* Seminar Nasional Teknologi Industri Hijau, 2(1), 49-55.

Retrieved from <http://prosiding-sntih.kemnperin.go.id/index.php/sntih/article/view/101>

Zhang, X. (2020) *Particles Matter, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide.* In: Kishi R., Norbäck D., Araki A. (eds) *Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All. Current Topics in Environmental Health and Preventive Medicine.* Springer, Singapore.

https://doi.org/10.1007/978-981-32-9182-9_11