
PEMODELAN RISIKO BAHAYA FISIKA PADA PERGURUAN TINGGI BERLOKASI DI AREA PABRIK

Rizkiyah Nur Putri¹, M. Trifiananto¹
¹ Akademi Komunitas Semen Indonesia-Gresik
dosen.putri@gmail.com

Abstrak

Perguruan tinggi berbasis korporasi sedang marak didirikan oleh Kementerian Perguruan tinggi dan salah satunya adalah Akademi Komunitas Semen Indonesia Gresik (AKSI Gresik). Lokasi yang menyatu dengan pabrik semen di kota Gresik didukung oleh fasilitas yang memadai menjadi salah satu keunggulannya. Akan tetapi bahaya kesehatan yang ada pada lokasi pabrik juga menjadi ancaman bagi perguruan tinggi yang salah satunya adalah bahaya fisika. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan informasi dari *smart tools* yang mempermudah para civitas akademika mengetahui gangguan kesehatan yang berpotensi diderita dan memberikan masukan/rekomendasi pengendalian bahaya terhadap kondisi bahaya fisika yang meliputi bahaya iklim, kebisingan, getaran, gelombang mikro, penerangan dan medan magnet. Pengendalian bahaya meliputi substitusi/eliminasi bahaya, adanya masukan secara *engineering*, administrasi dan penggunaan APD yang tepat.

Metode yang digunakan ada kuantitatif dengan melakukan pengukuran pada bulan Maret – April 2019 pada gedung rektorat, gedung perkuliahan, bengkel mesin dan bengkel alat berat AKSI Gresik. Hasil pengukuran akan menjadi masukan untuk pembuatan *smart tools* dengan menggunakan Program java (NetBeans IDE 18.1). Penelitian ini menghasilkan aplikasi yang dapat dioperasikan pada *personal computer* yang menunjukkan adanya potensi bahaya kebisingan, getaran untuk bengkel dan bahaya penerangan untuk ruangan. Gangguan kesehatan yang berpotensi diderita berupa gangguan pendengaran, tremor pada anggota tubuh dan kelelahan mata hingga mengakibatkan mata minus. Keluaran dari perancangan *smart tools* memberikan kesimpulan bahwa pengendalian bahaya yang tepat pada AKSI Gresik adalah secara *engineering* yakni adanya peredam kebisingan dan peredam getaran dan penggunaan APD seperti *ear plug/ear muff* dan pemakaian sarung tangan peredam getaran menjadi solusinya.

Kata Kunci: bahaya fisika, pengendalian bahaya, *smart tools*

MODELS OF PHYSICAL HAZARD RISK IN UNIVERSITY LOCATED IN FACTORY AREA

Abstract

Corporate-based universities are being established by the Ministry of Higher Education and one of them is the Semen Indonesia Gresik of Community Collage (AKSI Gresik). The location that is integrated with the cement factory in Gresik city supported by adequate facilities is one of its advantages. However, the health hazards that exist at the factory location also pose a threat to universities, one of which is the danger of physics. The purpose of this study is to produce information from smart tools that make it easier for the academic community to identify potential health problems and provide input / recommendations for hazard control of physical hazard conditions including climate hazards, noise, vibration, microwaves, lighting and magnetic fields. Hazard control includes substitution / elimination of hazards, input from engineering, administration and proper use of PPE.

The method used is quantitative by taking measurements in March - April 2019 in the rector's building, lecture building, machine workshop and heavy equipment workshop. The measurement results will be entered into the manufacture of smart tools by using the Java program (NetBeans IDE 18.1). This research produces applications that can be operated on personal computers that indicate the potential danger of noise, vibration for workshops and lighting hazards for the room. Health problems that could potentially be suffered in the form of hearing disturbances, tremors of the limbs and eye fatigue resulting in minus eyes. The output from the design of smart tools provides the conclusion that proper hazard control in the AKSI Gresik is engineering, namely the presence of noise dampers and vibration absorbers and the use of PPE such as ear plugs / ear muffs and the use of vibration dampening gloves is the solution.

Keyword: danger of physics, hazard control of physical hazard conditions, smart tools

Pendahuluan

Maraknya pendirian perguruan tinggi di bawah naungan perusahaan terutama BUMN meningkatkan daya saing tersendiri bagi perguruan tinggi swasta lainnya di Indonesia. Kehadiran perguruan tinggi ini dianggap mampu mewakili implementasi dunia industri secara nyata. Keunggulan dalam hal sarana prasarana tercermin dalam lokasi perguruan tinggi baik gedung perkuliahan, tempat praktek dan laboratoriumnya berada dalam satu lokasi dengan perusahaan yang menaunginya. Berada dalam satu lokasi dengan perusahaan membuat perguruan tinggi berbasis korporasi ini layak diberikan perhatian khusus terutama dalam hal adanya potensi bahaya kesehatan dan keselamatan. Karena perusahaan yang menghasilkan produk pasti akan berpotensi bahaya bagi karyawan dan orang-orang yang berada di sekitarnya. Dalam penelitian ini akan lebih difokuskan pada studi kasus perguruan tinggi Akademi Komunitas Semen Indonesia – Gresik atau disingkat dengan AKSI-Gresik yang merupakan perguruan tinggi vokasi dibawah naungan perusahaan penghasil produk semen yakni PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Terdapat lima area yang menjadi pusat pembelajaran AKSI-Gresik dan kelima area tersebut berdekatan dengan proses manufaktur dan perkantoran PT Semen Indonesia.

Penelitian pada 10 tahun terakhir yakni pada (Camkaya, 2015), (Meo, 2014) dan (Panjaitan, 2014) cukup menjawab bahwa potensi lingkungan pada perusahaan produksi semen patut mendapatkan perhatian khusus. Adanya beberapa

gangguan kesehatan pada pekerja yang bekerja di perusahaan semen seperti gangguan pada organ pernafasan, gangguan pencernaan, punggung, pendengaran, gangguan pada kulit dan bahkan dapat mengakibatkan jangka panjangnya terganggunya organ inti tubuh

AKSI Gresik berpotensi bahaya fisika dan bahaya kimia. Bahaya fisika yang dimaksud adalah bahaya yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan berupa gangguan pendengaran dan kesemutan akibat mesin yang bergetar (Putri, 2019).

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan informasi secara langsung yang muncul dari *smart tools* hasil Program java (NetBeans IDE 18.1) yakni: sesuai atau tidaknya nilai beberapa parameter faktor fisika hasil pengukuran dengan Nilai Ambang Batas, dampak kesehatan yang akan ditimbulkan, menghasilkan rekomendasi pengendalian guna meminimalisir potensi bahaya kesehatan. Informasi ini jelas akan mempermudah para pengguna yakni civitas akademika dan perusahaan yang menaunginya dalam pengidentifikasi bahaya hingga melakukan rekomendasi pengendalian.

Tinjauan Teoritis

Penelitian terdahulu

Pada penelitian terdahulu pembahasan khususnya pada bahaya kesehatan lebih pada identifikasi dan pengolahan data menggunakan kualitatif dan atau kuantitatif yang hasil akhirnya akan menemukan rekomendasi pengendalian dari potensi bahaya. Pada penelitian yang diusulkan, peneliti memberikan pengembangan yakni dengan menggunakan metode logika matematis dengan java (NetBeans IDE

18.1) setiap pengguna lebih mudah dalam melakukan pengolahan data sehingga muncul hasil sesuai atau tidaknya dengan Nilai Ambang Batas (NAB), dampak penyakit sekaligus rekomendasi yang dibutuhkan untuk kasus yang dihadapi.

Pada penelitian (Shafik dan Mohsen, 2012) Menampilkan dampak penyakit akibat kerja pada perusahaan semen dan sosialisasi sebagai pengendalian dan pada penelitian (Sana et al., 2013) Menghasilkan kesimpulan bahwa 10% pekerja dari 3 perusahaan semen di India mengalami peningkatan gangguan kesehatan. Celah /gap pada penelitian ini adalah tidak menyebutkan sumber bahaya pengendalian bahaya hanya bersifat dasar/umum, pengambilan data secara terukur (kuantitatif) dan akurat pada pengolahan data tidak melakukan identifikasi bahaya dengan terperinci misalnya menggunakan metode HIRARC.

Tabel 1 Faktor Fisika

Parameter	NAB	Alat ukur	Penyakit yang ditimbulkan
Iklm kerja	28 °C	WBGT meter	Penyakit kulit
Kebisingan	85 Desibel A (dBA)	Sound level meter	Gangguan pendengaran
Getaran	4 m/det ²	Vibration meter	Kesemutan hingga syaraf
Gelombang mikro	16,3/f	Mikro meter/alat ukur gelembang mikro	Pusing, gangguan pencernaan hingga kanker
Sinar ultra ungu	250 lux	Lux meter	Gangguan hormon, gangguan tidur, jantung dan kanker
Medan magnet	2 Tesla	Tesla meter	Peredaran darah terganggu, depresi dan kanker

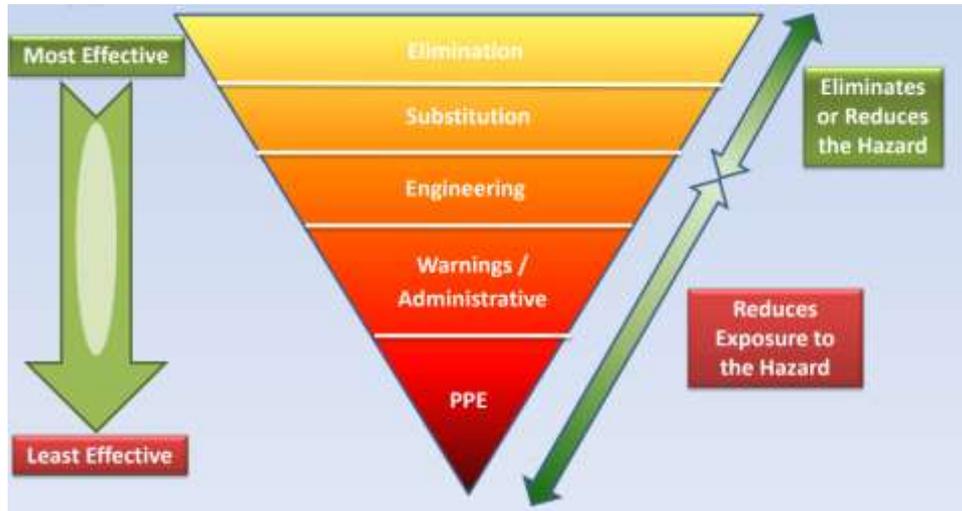
Bahaya kesehatan kerja

Nilai Ambang Batas Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.13/MEN/2011 Tahun 2011 adalah standar faktor bahaya di tempat kerja sebagai kadar/intensitas rata-rata waktu yang diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan dalam pekerjaan sehari-hari yakni tidak lebih dari 8 jam atau 40 jam seminggu.

Faktor Fisika

Faktor fisika adalah faktor di dalam tempat kerja yang bersifat fisika. Pada tabel 1 akan dirincikan perihal NAB, alat ukur dan penyakit yang ditimbulkan dari faktor fisika.

Pengendalian Bahaya



Gambar 1 Hirarki pengendalian bahaya

Sumber: ANSI Z10 tahun 2015

Berdasarkan gambar 1 diketahui bahwa pengendalian bahaya berdasarkan standar ANSI Z10 tahun 2015 yang merupakan standar amerika tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Pada standar tersebut dijelaskan bahwa ada 5 (lima) macam pengendalian bahaya baik bahaya keselamatan maupun bahaya kesehatan.

1. Eliminasi : merupakan upaya menghilangkan sumber bahaya
2. Subsitusi : merupakan upaya menggantikan sumber bahaya dengan peralatan/mesin yang memiliki potensi bahaya lebih rendah
3. *Engineering* : merupakan upaya pengendalian mengurangi potensi bahaya dengan secara teknik seperti perancangan ventilasi, adanya mesin interlock
4. *Administrative* : merupakan pengendalian dengan cara administrasi seperti adanya prosedur kerja, inspeksi, pengaturan waktu kerja
5. PPE atau APD : merupakan upaya yang paling rendah tingkat efektifitasnya yakni dengan menggunakan Alat Pelindung Diri

Metode Penelitian

Pada penelitian ini akan melanjutkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya pada Februari – April 2019 yang telah menghasilkan analisa identifikasi dan penilaian risiko bahaya pada lokasi yang sama yakni pada perguruan tinggi AKSI Gresik yang berlokasi pada jalan Veteran Komplek PT Semen Indonesia Gresik Jawa timur (Putri, 2019).

Metode penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dengan membuktikan analisa *Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control* (HIRARC) sebelumnya dengan melakukan pengambilan data

langsung pada 5 lokasi yang telah ditentukan yakni rektorat, gedung perkuliahan, bengkel mesin 1, bengkel mesin 2 dan bengkel alat berat.

Pengambilan data disesuaikan dengan bahaya fisika yang merupakan fokus pada penelitian ini yakni aspek kebisingan, getaran, iklim, gelombang mikro, sinar ultra ungu dan medan magnet. Dengan alat ukur *sound level meter*, *vibration meter*, WBGT meter, Mikro meter/alat ukur gelembang mikro, Lux meter dan Tesla meter

Pengukuran dilakukan pada pagi dan siang hari sesuai dengan waktu perkuliahan dilakukan yakni sekitar pukul 08.00 hingga 15.00. Hasil pengukuran ini akan dilakukan pengolahan sesuai dengan ketentuan pada masing-masing aspek. Hasil numeriknya akan menjadi inputan untuk pengujian *smart tools* dengan menggunakan java (NetBeans IDE 18.1) yang mampu menghasilkan:

1. Sesuai/tidaknya hasil jika dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB)
2. Gangguan kesehatan yang akan diderita
3. Rekomendasi yang diberikan berupa cara substitusi, eliminasi, *engineering*, administrasi dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) apa yang sesuai

Selain menghasilkan *smart tools* tersebut, pada penelitian ini sebelumnya juga melakukan permodelan matematis sederhana untuk mendukung mengerjakan *smart tools*.

Hasil

Hasil Pengukuran

Pengukuran dilakukan pada 6 aspek untuk masing-masing lokasi dengan tujuan sebagai inputan pada *smart tools fuzzy* yang dirancang.

Tabel 2. Hasil Pengukuran pada pagi hari

Lokasi	Hasil Pengukuran					
	Iklim	Kebisingan	Getaran	Gel. Mikro	Penerangan	Medan magnet
Rektorat	20° C	50 dBA	0 m/det ²	4,1/f	30 lux	1 T
Gedung perkuliahan	22° C	64 dBA	0 m/det ²	4,7/f	172 lux	1 T
Bengkel Mesin 1	24° C	89 dBA	4,3 m/det ²	5,7/f	278 lux	1,3 T
Bengkel Mesin 2	24° C	86 dBA	4 m/det ²	4,3/f	112 lux	1,1 T
Bengkel Alat Berat	24° C	84 dBA	5,2 m/det ²	5,3/f	292 lux	1,2 T

Keterangan : waktu pengukuran kisaran 08.00-10.00

Tabel 3. Hasil Pengukuran pada siang hari

Lokasi	Hasil Pengukuran					
	Iklim	Kebisingan	Getaran	Gel. Mikro	Penerangan	Medan magnet
Rektorat	22° C	50 dBA	0 m/det ²	4,1/f	40 lux	1 T
Gedung perkuliahan	26° C	66 dBA	0 m/det ²	4,7/f	182 lux	1 T
Bengkel Mesin 1	28° C	89 dBA	4,3 m/det ²	5,7/f	287 lux	1,3 T
Bengkel Mesin 2	28° C	86 dBA	4 m/det ²	4,3/f	124 lux	1,1 T
Bengkel Alat Berat	31° C	88 dBA	5,2 m/det ²	5,3/f	335 lux	1,2 T

Keterangan : waktu pengukuran 13.00-15.00

Pada tabel 2 dan tabel 3 terungkap pada aspek iklim, kebisingan, gelombang mikro, sinar ultra ungu dan medan magnet diukur pada sekitar lokasi pembelajaran/ruangan. Hal ini tidak berlaku pada pengukuran getaran yang diukur pada sumber bahaya yakni mesin/alat berat/tempat bekerja. Oleh karena hasil pengukuran getaran pada ruangan rektorat dan gedung perkuliahan nilai getarannya tidak ada atau bernilai 0 m/det².

Hasil pengukuran penerangan khususnya pada gedung perkuliahan dan rektorat merupakan hasil rata-rata dari beberapa ruangan yang ada. Pada gedung perkuliahan pendataan telah dilakukan pada penelitian (Putri, 2018).

Hasil pengukuran pada Tabel 2 dan Tabel 3 hanya untuk inputan pada pembuatan *smart tool* dengan java (NetBeans IDE 18.1

Pemodelan

Sebelum membuat model simulasi/scenario matematis, maka harus diketahui terlebih dahulu Nilai Ambang Batas untuk masing-masing aspek yakni seperti yang tertera pada tabel 1.

Sebelumnya kita tentukan ada 6 parameter utama yakni :

Iklim = I

Kebisingan = K

Getaran = Ge

Gelombang mikro = GM

Penerangan = P

Medan magnet = M

Pada skenario ini akan ada 4 skenario yakni:

1. Apabila ke-6 parameter memiliki nilai yang sesuai dengan NAB maka hasilnya direkomendasikan pemakaian APD
2. Apabila salah satu aspek memiliki nilai yang tidak sesuai dengan NAB, maka rekomendasinya adalah muncul pengendalian substitusi/eleminasi,

- engineering*, administrasi dan pemakaian APD yang sesuai untuk 1 aspek itu sendiri.
3. Apabila ada 2 aspek yang tidak sesuai dengan NAB maka rekomendasinya adalah muncul pengendalian substitusi/eliminasi, *engineering*, administrasi dan pemakaian APD yang sesuai untuk 2 aspek itu sendiri.
4. Apabila ada 3 aspek yang tidak sesuai dengan NAB maka rekomendasinya adalah muncul pengendalian substitusi/eliminasi, *engineering*, administrasi dan pemakaian APD yang sesuai untuk 3 aspek itu sendiri.

Berikut ini adalah permodelannya :

$$I \leq 28$$

$$K \leq 85$$

$$Ge \leq 4$$

$$Gm \leq 16,3$$

$$P \leq 250$$

$$M \leq 2$$

Maka total maksimal untuk bahaya fisika

$$I + K + Ge + Gm + P + M \leq 385,3 \quad (1)$$

Pada persamaan pertama ini adalah jika kondisi semua aspek telah memenuhi nilai NAB, maka tetap direkomendasikan penggunaan APD dengan criteria standar perusahaan dan menyesuaikan jenis pekerjaan.

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan } I > 28 \quad (2)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan } K > 85 \quad (3)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan } Ge > 4 \quad (4)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan } Gm > 16,3 \quad (5)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan } P > 250 \quad (6)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan } M > 2 \quad (7)$$

Persamaan persamaan (2) hingga (7) merupakan persamaan dengan kondisi apabila salah satu aspek tidak memenuhi NAB dan rekomendasi yang disarankan adalah keputusan pengendalian secara eliminasi/substitusi, *engineering*, administrasi dan pastinya penggunaan APD yang lebih difokuskan pada bahayanya.

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan } I + K > 85 \quad (8)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan } I + Ge > 32 \quad (9)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan } I + Gm > 44,3 \quad (10)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan } I + P > 278 \quad (11)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan } I + M > 30 \quad (12)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan } K + Ge > 89 \quad (13)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan } K + Gm > 101,3 \quad (14)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ K + P > 335 \quad (15)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ K + M > 87 \quad (16)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ Ge + Gm > 20,3 \quad (17)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ Ge + P > 254 \quad (18)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ Ge + M > 6 \quad (19)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ P + M > 252 \quad (20)$$

Pada perumusan (8) hingga (20) adalah apabila dalam 6 aspek terdapat 2 aspek yang tidak memenuhi NAB. Pengendalian difokuskan pada 2 aspek yang tidak memenuhi tersebut sesuai dengan beberapa.

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ I + K + Ge > 117 \quad (21)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ I + K + Gm > 129,3 \quad (22)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ I + K + P > 363 \quad (23)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ I + K + M > 115 \quad (24)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ I + Ge + Gm > 48,3 \quad (25)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ I + Ge + P > 282 \quad (26)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ I + Ge + M > 34 \quad (27)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ I + Gm + P > 294,3 \quad (28)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ I + Gm + M > 46,3 \quad (29)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ I + P + M > 280 \quad (30)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ K + Ge + Gm > 105,3 \quad (31)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ K + Ge + P > 339 \quad (32)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ K + Ge + M > 91 \quad (33)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ K + Gm + P > 351,3 \quad (34)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ K + Gm + M > 103,3 \quad (35)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ K + P + M > 337 \quad (36)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ Ge + Gm + P > 270,3 \quad (37)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ Ge + Gm + M > 22,3 \quad (38)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ Ge + P + M > 256 \quad (39)$$

$$I + K + Ge + Gm + P + M > 385,3 \text{ dengan} \\ Gm + P + M > 268,3 \quad (40)$$

Persamaan (21) hingga (40) merupakan kondisi dimana terdapat 3 aspek yang tidak sesuai dengan NAB. Pengendalian akan lebih spesifik pada 3 aspek.

Setelah membuat persamaan untuk permodelan program, maka membuat ringkasan untuk hasil *output* program yakni :

1. Kesesuaian dengan NAB : sesuai dengan tabel 1.
2. Gangguan kesehatan juga sesuai dengan tabel 1.
3. Pengendalian bahaya yakni substitusi/eliminasi, *engineering*, administrasi dan pemakaian APD diambilkan dari ringkasan penelian terdahulu seperti yang tertera pada tabel 4 dan tabel 5 berikut :

Tabel 4. Pengendalian bahaya Fisika untuk jenis pekerjaan ruangan

Parameter	Pengendalian Bahaya					Sumber referensi
	Substitusi	Eliminasi	<i>Engineering</i>	Administrasi	APD	
Iklm kerja dingin	-	-	Ruangan penghangat tubuh	Pelatihan bagi karyawan	Sepatu boot	(Kurnia dan Suharto, 2017)
Kebisingan	-	Mengurangi potensi sumber kebisingan dari manusia	-	-	-	(Luxson., dkk., 2010)
Getaran	-	-	-	-	-	
Gelombang mikro	-	-	-	-	-	
Penerangan	-	-	Perancangan kembali interior dan kebutuhan pencahayaan	Program rutin pemeliharaan dan pemeriksaan lampu		(Hendra., dkk., 2013)
Medan magnet	-	-	-	-	-	-

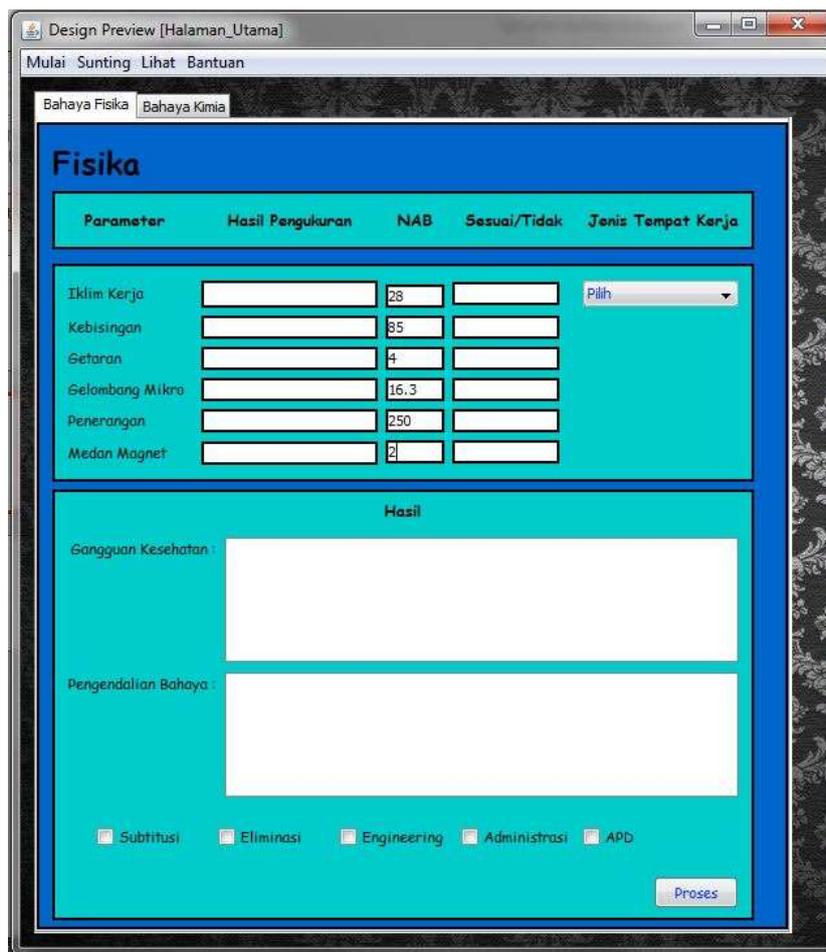
Tabel 5. Pengendalian bahaya Fisika untuk jenis pekerjaan perbengkelan

Parameter	Pengendalian Bahaya					Sumber referensi
	Substitusi	Eliminasi	<i>engineering</i>	Administrasi	APD	
Iklm kerja panas	-	-				(Kurnia dan Suharto, 2017)
Kebisingan	Mengurangi kebisingan pada sumber menggunakan komponen non-logam	-	Pemeliharaan mesin berkala, mengisolasi mesin, pemindahan pekerja	Membatasi waktu paparan	<i>Ear plug</i>	(Hargianto, 2011) dan (Luxson., dkk., 2010)
Getaran	-	-	Pemeliharaan mesin berkala	-	<i>Ear plug</i>	(Hargianto, 2011)
Gelombang mikro			Perancangan meja kerja las yang ergonomis	Membatasi waktu paparan	<i>Apron</i> , pakaian bengel/katelpak, sangung tangan	(Fitriadi, 2010)

Parameter	Pengendalian Bahaya			Sumber referensi	
	Substitusi	Eliminasi	<i>engineering</i>		Administrasi
Penerangan			Perancangan kembali interior dan kebutuhan pencahayaan	Program rutin pemeliharaan dan pemeriksaan lampu	(Hendra., dkk., 2013)
Medan magnet			Mengisolasi sumber bahaya, lampu sensor indikasi	Membatasi waktu paparan, pelatihan khusus operator	Apron, <i>gloves</i> yang dilapisi Pb (Mahanani, 2009)

Smart Tools dengan Program java (NetBeans IDE 18.1) Setelah menghasilkan scenario yang menghasilkan 40 persamaan seperti di atas, maka selanjutnya adalah melakukan

pemograman dengan menggunakan java (NetBeans IDE 18.1) untuk menghasilkan aplikasi sesuai yang diharapkan.



Gambar 2. Tampilan aplikasi *smart tools*

Pada gambar 2 dapat terlihat bahwa persamaan-persamaan yang telah dibuat pada permodelan sebelumnya dikemas menjadi lebih menarik dan mudah untuk digunakan. Pengguna aplikasi ini hanya cukup meng-*input*-kan :

1. Jenis tempat kerja : pilihannya ada ruangan atau bengkel
2. Hasil pengukuran dari masing-masing aspek/parameter faktor fisika

Maka akan menghasilkan *output*-an sebagai berikut :

1. Sesuai atau tidak hasil pengukuran jika dibandingkan dengan NAB
2. Gangguan kesehatan
3. Pengendalian bahaya yang menyesuaikan bahayanya yakni substitusi, eliminasi, *engineering*, administrasi dan pemakaian APD.

Parameter	Hasil Pengukuran	NAB	Sesuai/Tidak	Jenis Tempat Kerja
Tinggi Kerja	20	28	Sesuai	Ruang Kantor
Kebisingan	50	85	Sesuai	
Getaran	0	4	Sesuai	
Selombang Mikro	4.1	16.3	Sesuai	
Penerangan	30	250	Tidak Sesuai	
Medan Magnet	1	2	Sesuai	

Hasil

Gangguan Kesehatan: Kelelahan mata dan mata minus

Pengendalian Bahaya: Substitusi : mengganti atau menambahkan lampu/penerangan
Engineering : merancang kembali kebutuhan lampu

Substitusi Eliminasi Engineering Administrasi APD

Proses

Gambar 3. Hasil dari *input* data pada ruang rektorat

Parameter	Hasil Pengukuran	NAB	Sesuai/Tidak	Jenis Tempat Kerja
Tinggi Kerja	28	28	Sesuai	Bengkel
Kebisingan	89	85	Tidak Sesuai	
Getaran	4.3	4	Tidak Sesuai	
Gelisang Mikro	5.7	15.3	Sesuai	
Rendahgangsi	287	200	Tidak Sesuai	
Medan Magnet	1.3	2	Sesuai	

Hasil

Gangguan Kesehatan : Kelelahan mata dan mata minus

Pengendalian Bahaya :
Engineering : memberi peredaman pada mesin atau merancang peredam getaran pada mesin, merancang ke
Administrasi : waktu bekerja terhadap paparan tid
APD : ear plug, sarung tangan, safety helm, maske

Substitusi Eliminasi Engineering Administrasi APD

Proses

Gambar 4. Hasil dari *input* data pada bengkel mesin 1

Sedangkan pada gambar 3 merupakan hasil dari running aplikasi ini dari data yang telah dimasukkan untuk ruang rektorat AKSI untuk pengukuran pada pagi hari yang menghasilkan hanya aspek penerangan saja yang tidak sesuai dengan NAB. Sedangkan pada bengkel mesin 1 ada 2 aspek yang tidak sesuai yaitu kebisingan dan getaran.

Pembahasan

Adanya dampak kesehatan yang diderita oleh pada pekerja yang bekerja pada proses manufaktur pabarik penghasil semen

memicu para *engineer* perusahaan untuk mencari solusi dalam mengurangi dampak pemaparan. Hal ini dilakukan dengan dasar besarnya efek bahaya kesehatan yang dapat mengganggu kinerja pekerja hingga jangka panjang. Pengendalian dengan program promosi kesehatan mampu meningkatkan kesadaran pada pekerja terhadap bahaya kesehatan (Shafik dan Mohsen, 2012).

Pada penelitian ini memberikan solusi berbeda pada kasus yang sama yakni bahaya kesehatan pada area lokasi perusahaan penghasil semen yang dikhususnya pada perguruan tinggi dengan

lokasi yang sama atau satu lokasi dengan perusahaan. Hasil penelitian ini mempermudah para civitas akademika dalam melakukan pengolahan data khususnya pada bahaya fisika hingga mendapatkan rekomendasi pengendalian bahayanya.

Terbukti hasil perancangan yang dilakukan seperti yang tertera pada gambar 2, gambar 3 dan gambar 4 pada civitas akademika yang telah memiliki data pengukuran dapat langsung mengetahui hasil pengolahan datanya.

Hasil penelitian ini pada ruangan perkantoran atau rektorat menghasilkan adanya bahaya fisika yang tidak sesuai adalah penerangan. Sehingga perancangan *smart tool* dapat memberikan solusi pencegahannya dengan mengganti lampu yang sudah tidak bekerja/mati atau dengan cara *engineering* dengan melakukan perancangan kembali kebutuhan penerangan yang dibutuhkan.

Begitu pula hasil dari *running* data dengan menggunakan *smart tools* pada bengkel mesin 1 yang menghasilkan bahwa bahaya kebisingan, getaran dan penerangan yang menghasilkan data tidak memenuhi Nilai Ambang Batas (NAB) sehingga *smart tool* memberikan solusi yakni dengan cara adanya peredam

kebisingan dan getaran juga penggunaan APD pada saat bekerja.

Pemilihan pengendalian bahaya pada suatu lokasi pekerjaan dapat menentukan seberapa besar risiko bahaya dapat diminimalisir. Sehingga perancangan model pada bahaya fisika dengan keluaran berupa *smart tools* ini mempermudah perguruan tinggi yang berlokasi pada area pabrik untuk menentukan pengendalian bahaya yang akan diaplikasikan.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil melakukan perancangan permodelan bahaya fisika dengan menghasilkan informasi secara langsung pada *smart tools smart tools* hasil Program java (NetBeans IDE 18.1) yakni: sesuai atau tidaknya nilai beberapa parameter faktor fisika hasil pengukuran dengan Nilai Ambang Batas, dampak kesehatan yang akan ditimbulkan, menghasilkan rekomendasi pengendalian guna meminimalisir potensi bahaya kesehatan.

Perancangan model telah berhasil diujikan dengan data yang telah diambil dengan menghasilkan adanya bahaya fisika yang ada pada perguruan tinggi AKSI Gresik berupa bahaya penerangan, kebisingan dan getaran. Gangguan

kehatan yang mengancam akan diderita para civitas akademika adalah kelelahan mata hingga terancam mata minus, berkurangnya gangguan pendengaran, dan anggota tubuh tremor/kesemutan. Adapun beberapa pengendalian bahaya yang diperikan oleh program *smart tools* tersebut seperti pengendalian bahaya dengan cara *engineering* dengan melakukan perancangan kembali pada kebutuhan penerangan di gedung rektorat dan menggunakan peredam kebisingan dan getaran pada lokasi bengkel mesin

Saran

Perancangan permodelan ini dapat lebih dilakukan lebih sempurna dengan adanya kemungkinan apabila ada data dengan ketidaksesuaian NAB sebanyak 4 hingga 6 aspek.

Selain itu penambahan referensi terkait pemberian hasil *output* pengendalian bahaya pada *smart tools* juga dapat lebih disempurnakan melalui penelitian lain dengan kondisi tertentu.

Ucapan Terima Kasih*

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas pendanaan penelitian tahun 2019 yang telah diberikan

demi terselenggaranya hingga proses penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Çankaya, S., & Çankaya, S. 2015. Occupational Health and Safety in Cement Industry. *Journal of International Scientific Publications: Ecology & Safety*, 9(1000011), 243-250.
- Fitriadi, R., 2009. Penentuan Prioritas Alternatif Pengelasan Pada Body Welding Minibus.
- Hargiyanto, P., 2011. Analisis kondisi dan pengendalian bahaya di bengkel/laboratorium sekolah menengah kejuruan. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 20(2).
- Hendra, H., Tina, S. and Majidah, A., 2013. Tingkat Pencahayaan Perpustakaan di Lingkungan Universitas Indonesia. *Kesmas: National Public Health Journal*, 7(6), pp.265-270.
- Kurnia, F.I. and Suryono, H., 2017. Manajemen Pengaturan Ruang Penyimpanan Dingin Dan Keluhan Cold Stress Pada Perusahaan Es Krim Surabaya Tahun 2017. *Gema Kesehatan Lingkungan*, 15(3).
- Luxson, M., Darlina, S. and Malaka, T., 2010. Kebisingan di tempat kerja. *Jurnal Kesehatan Bina Husada*, 6(2), pp.75-85.
- Mahanani, P.T., 2009. Proteksi Dan Pengendalian Bahaya Sinar Radioaktif Di Pabrik Hot Strip Mill (Hsm) Pt Krakatau Steel Cilegon, Program Diii Hiperkes Dan Keselamatan Kerja Uns (Doctoral dissertation, Universitas Sebelas Maret).

-
- Meo, S. A. 2014. Health hazards of cement dust. *Saudi medical journal*, 25(9), 1153-1159.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.13/MEN/X/2011. 2011. Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja
- Pratama, S. E., & Panjaitan, T. W. 2014. Penyusunan Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control pada Perusahaan Pipa Baja. SNTI UK. Petra Surabaya, pp. 192-195.
- Putri, R.N. and Trifiananto, M., 2018. Analisis Tingkat Pencapaian Di Akademi Komunitas Semen Indonesia–Gresik. *Jurnal Tecnoscienza*, 2(2), pp.67-82.
- Putri, R.N. and Trifiananto, M., 2019. Analisa Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control (HIRARC) Pada Perguruan Tinggi Yang Berlokasi Di Pabrik. Seminar dan Konferensi Nasional IDEC.
- Shafik, S. A., & El-Mohsen, A. S. A. 2012. Occupational health: Health promotion program to improve health workers in Tourah Cement Factory. *Journal of American Science*, 8(3), 486-96.
- Sana, S., Bhat, G. A., & Balkhi, H. M. 2013. Health risks associated with workers in cement factories. *International journal of scientific and research publications*, 3(5), 1-5.