



## Rancangan Pengendalian Potensi Bahaya Panas Pembuatan Tahu di Sentra Tahu Desa Jomblang Kota Semarang

Toriq Faturrahman<sup>✉</sup>, Anik Setyo Wahyuningsih  
Universitas Negeri Semarang, Indonesia

### Article Info

*Article History:*  
Submitted 27 Juli 2021  
Accepted 08 November 2021  
Published 08 November 2021

*Keywords:*  
Design, Heat, Heat Hazard  
Control, Tofu Factory

**DOI:**  
<https://doi.org/10.15294/ijphn.v1i3.48605>

### Abstrak

**Latar Belakang:** Salah satu faktor fisik yang sering ditemui oleh pekerja adalah suhu. Kondisi suhu lingkungan kerja yang terlalu panas dapat menimbulkan masalah kesehatan dan keselamatan pada pekerja. Kota Semarang memiliki cakupan pelayanan kesehatan pekerja baik sektor formal maupun informal sebanyak 205.231 terdiri dari kasus penyakit umum pada pekerja sebesar 168.743, kasus penyakit akibat kerja sebesar 2.524, kasus kecelakaan kerja sebesar 575, dan kasus lainnya sebesar 16.296. Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan penilaian risiko serta memberikan model/rancangan pengendalian risiko bahaya panas.

**Metode:** Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan level 1 dengan 7 informan yang ditentukan dengan teknik purposive sampling. Instrumen penelitian berupa human instrument, pedoman wawancara, angket dan lembar observasi. Teknik pengambilan data dilakukan melalui wawancara, observasi, dan angket.

**Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari kedua validator ahli menilai bahwa produk rancangan pengendalian potensi bahaya panas sudah baik.

**Kesimpulan:** Produk rancangan pengendalian potensi bahaya panas telah memenuhi syarat untuk diberikan kepada pemilik pabrik.

### Abstract

**Background:** One of the physical factors that workers often encounter is temperature. Overheating working environment temperature conditions can cause health and safety concerns for workers. Semarang city has the coverage of workers' health services both formal and informal sector as many as 205,231 consisting of cases of general illness in workers amounting to 168,743, cases of occupational diseases amounting to 2,524, cases of work accidents of 575, and other cases of 16,296. The purpose of this study is to provide risk assessment and provide models / designs for heat hazard risk control.

**Method:** This type of research is research and development level 1 with 7 informants determined by purposive sampling technique. Research instruments in the form of human instruments, interview guidelines, questionnaires and observation sheets. Data retrieval techniques are conducted through interviews, observations, and questionnaires.

**Result:** The results showed that from both validators experts assessed that the product designed to control potential heat hazards was good.

**Conclusion:** The product designed to control potential heat hazards has been eligible to be given to plant owners.

© 2021 Universitas Negeri Semarang

<sup>✉</sup> Correspondence Address:  
Universitas Negeri Semarang, Indonesia.  
Email : faturahmantoriq@gmail.com

## Pendahuluan

Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan tanggung jawab semua pihak baik pemerintah maupun pelaku industri. Tujuan dari pelaksanaan K3 yaitu untuk meningkatkan kesadaran dan kepatuhan terhadap aspek K3, meningkatkan partisipasi semua pihak untuk melaksanakan K3 disetiap kegiatan usaha (Widowati, 2018). Menurut perkiraan terbaru yang dikeluarkan Organisasi Perburuhan Internasional (ILO) sebanyak 2,78 juta pekerja meninggal setiap tahun karena kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Setiap tahun ada hampir seribu kali terjadi lebih banyak kecelakaan kerja non-fatal dibandingkan kecelakaan fatal yang diperkirakan dialami oleh 374 juta pekerja (ILO, 2018) Salah satu tempat yang memiliki risiko potensi bahaya penyakit akibat kerja (PAK) adalah Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM), berdasarkan data Kementerian Koperasi dan UKM yang diolah dari data Badan Pusat Statistik, angka unit usaha 2017 di Indonesia masih didominasi oleh Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) sebanyak 62.922.617 unit dibanding Usaha Besar (UB) sebanyak 5.460 unit. Dan tahun 2018 angka unit usaha juga masih didominasi oleh Usaha Mikro dan Kecil sebanyak 64.199.606 unit dibanding Usaha Besar (UB) sebanyak 5.550 unit (Dinkop & UKM Jateng, 2018). Sebagian besar pekerja UMKM adalah pekerja sektor informal, dimana pekerja sektor informal merupakan pekerja yang paling rentan terpapar berbagai risiko yang menyebabkan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja, bahkan kematian. Hal ini, dikarenakan kurangnya pengetahuan pemilik usaha dan pekerja sektor informal akan pentingnya Keselamatan dan Kesehatan Kerja. (Kemenkes RI, 2017).

Berdasarkan Badan Pusat Statistik, menunjukkan jumlah pekerja sektor informal di Indonesia pada tahun 2017 sebanyak 69 juta orang, tahun 2018 sebanyak 70,5 juta orang, dan tahun 2019 sebanyak 74,1 juta orang (Badan Pusat Statistik (BPS), 2019). Sedangkan data di tingkat Provinsi Jawa Tengah, jumlah pekerja sektor informal selama 2 tahun terakhir yaitu Februari 2017 sebanyak 10,80 juta orang (61,92%), Agustus 2017 sebanyak 10,36 juta orang (60,29%), dan Februari 2018 sebanyak

10,48 juta orang (60,01%) (BPS Jateng, 2018). Berdasarkan data BPS Jawa Tengah (2018) pada sektor industri pengolahan, hasil sensus ekonomi menunjukkan bahwa jumlah industri pengolahan di Jawa Tengah tercatat sebanyak 1.014.942 usaha/perusahaan dan mampu menyerap tenaga kerja sebanyak 3.523.121 orang. Industri pengolahan dengan skala usaha mikro kecil (UMK) atau usaha dengan pekerja kurang dari 20 orang menyerap tenaga kerja lebih besar dibanding dengan usaha menengah besar (UMB). UMK menyerap tenaga kerja sebesar 2.506.497 orang atau 71,14%, sedangkan UMB menyerap tenaga kerja sebanyak 1.506.624 orang atau 28,86% (BPS Jateng, 2018).

Salah satu sektor informal yang memiliki potensi bahaya besar adalah industri pengolahan tahu, menurut penelitian Utami & Nitami (2017) pabrik tahu memiliki beberapa potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja antara lain: kondisi dan situasi tempat kerja yang kurang layak, uap yang panas dari aktivitas pemasakan, suhu yang panas dari aktivitas pemasakan dan pembakaran tungku, asap dan aroma tidak sedap dari sisa limbah, penyakit kulit akibat terlalu lama kontak dengan air dan bahan kimia, lingkungan yang kurang bersih, terjatuh karena lantai yang licin, ruangan yang lembab, bahaya kimia yang berasal dari bahan baku yaitu cuka asam, postur yang janggal dan gerakan berulang akibat aktivitas pekerjaan yang dilakukan, tersulut api karena proses pembakaran kayu dari tungku, penyimpanan bahan baku dan alat yang tidak tersusun rapi, debu kayu dari hasil sisa pembakaran, tangan pekerja yang terjepit mesin giling kedelai (Nitami & Utami, 2017).

Salah satu faktor fisik yang sering ditemui oleh pekerja adalah suhu. Kondisi suhu lingkungan kerja yang terlalu panas dapat menimbulkan masalah kesehatan dan keselamatan pada pekerja. Penelitian Donoghue dan Bates pada pekerja tambang besi bawah tanah di Australia, dengan rentang ISBB 26.0o-28.0oC, ditemukan sebanyak 65 kasus acute heat exhaustion (Donoghue & Bates, 2000). Menurut Randell dan Wexler, sekitar 6 juta pekerja di Amerika Serikat terkena stres akibat panas dengan kasus kematian

terbanyak dilaporkan terjadi di bidang konstruksi, pertanian, kehutanan, perikanan, dan manufaktur (Randell & Wexler, 2002). Penelitian yang dilakukan oleh Tawatsupa dkk di Thailand menemukan hampir 20% respondennya mengalami paparan panas. Setelah dianalisis secara statistik, didapatkan bahwa paparan panas memiliki hubungan secara signifikan dengan kejadian kecelakaan kerja (Tawatsupa, 2012).

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan pemilik pabrik tahu di sentra tahu Desa Jomblang pada tanggal 30 Januari 2020, secara umum proses kerja pembuatan tahu yaitu: pemilihan kedelai, penimbangan kedelai, pencucian dan perendaman kedelai, penggilingan, ekstraksi, penyaringan, penggumpalan, pemisahan ampas tahu dan sari tahu, pencetakan tahu. Dalam proses kerjanya seluruh pekerja di sentra tahu Desa Jomblang bekerja secara tidak aman, pekerja tidak memakai APD dalam proses kerja, bertelanjang dada karena suhu yang panas di lingkungan kerja, serta dalam berkomunikasi pekerja terkadang harus berteriak karena kondisi lingkungan kerja yang terlalu bising saat proses produksi. Ada beberapa potensi bahaya yang terdapat di sentra tahu Desa Jomblang, berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada tanggal 30 Januari 2020 proses pembuatan tahu di sentra tahu Desa Jomblang, terdapat beberapa potensi bahaya, diantaranya: potensi bahaya fisika, ergonomi, biologis dan kimia. Potensi bahaya fisika berupa suhu panas yang berasal dari proses pembakaran kayu menggunakan ketel uap yang digunakan untuk menghasilkan uap yang digunakan untuk memasak sari tahu, bahaya kimia akibat dari paparan debu/asap hasil pembakaran; bahaya ergonomi akibat dari gerakan berulang dalam proses pencetakan tahu, pengangkutan kedelai dan penimbangan kedelai; bahaya biologis berasal dari proses pencucian kedelai, penggumpalan tahu. Selain itu terdapat potensi yang paling fatal yaitu jika terjadi kejadian boiler meledak.

Dari hasil wawancara yang dilakukan dengan pemilik pabrik tahu pada tanggal 30 Januari 2020 diketahui bahwa di sentra tahu Desa Jomblang belum terdapat upaya pengendalian untuk mengurangi atau mencegah

terjadinya kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja dan belum pernah dilakukan identifikasi bahaya, sedangkan pada industri pembuatan tahu memiliki potensi bahaya yang dapat menyebabkan risiko keselamatan dan kesehatan kerja. Identifikasi bahaya dilakukan untuk menemukan, mengenali dan mendeskripsikan potensi bahaya yang terdapat dalam proses pekerjaan serta akibat yang kemudian dapat diperoleh rekomendasi pengendalian sebagai langkah mengurangi atau mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Khususnya pada potensi bahaya panas karena sebagian besar proses pembuatan tahu bersinggungan dengan mesin yang menghasilkan panas, bahan bakar kayu yang menghasilkan panas disekitar lingkungan kerja, boiler yang digunakan untuk menghasilkan uap menghasilkan panas disekitar lingkungan kerja, selain itu proses pengorengan tahu sebelum tahu dipasarkan menggunakan minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng serta bahan bakar berupa kayu bakar, menghasilkan lingkungan kerja yang panas yang dapat mengakibatkan pekerja merasakan kepanasan, dehidrasi bahkan heat stress. Berdasarkan hasil wawancara dengan 10 pekerja salah satu pabrik tahu di Sentra Tahu Desa Jomblang pada tanggal 30 Januari 2020, 6 pekerja mengeluhkan lingkungan kerja yang panas yang menyebabkan pekerja sering melakukan istirahat dan meminum air untuk mengurangi kelelahan kerja yang diakibatkan lingkungan kerja yang panas, serta untuk menghindari dehidrasi karena banyaknya cairan yang dikeluarkan akibat lingkungan yang panas.

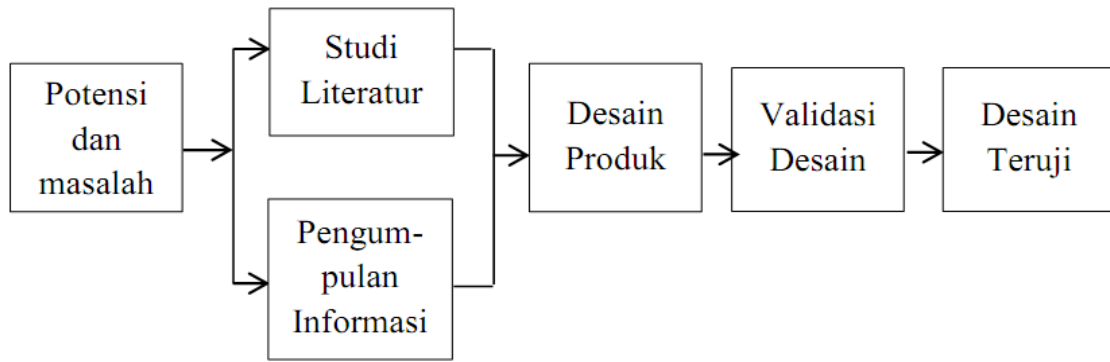
Berdasarkan hasil uraian latar belakang diatas, pekerja masih melakukan pekerjaannya dengan lingkungan kerja yang panas, yang lama-kelamaan akan berdampak menimbulkan penyakit akibat kerja maupun kecelakaan akibat kerja kepada pekerja. Hal ini menjadi penting untuk diteliti mengingat perlunya pekerja memiliki hak untuk bekerja dalam keadaan nyaman, aman dan sehat, yang nantinya diharapkan berdampak pada keselamatan, kenyamanan dan keamanan pekerja dalam melakukan pekerjaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat rancangan pengendalian potensi bahaya panas pada pembuatan tahu di Sentra Tahu Desa

Jomblang Kota Semarang.

**Metode**

Jenis dan rancangan penelitian yang digunakan adalah Penelitian dan Pengembangan (Research and Development/ R&D) level 1 yakni meneliti tanpa menguji.

Penelitian yang dilakukan adalah merancang sebuah produk kemudian rancangan tersebut divalidasi secara internal oleh pendapat ahli dan praktisi pada bidangnya namun tidak diproduksi atau diuji secara eksternal melalui pengujian lapangan (Sugiyono, 2016).



Gambar 1 Penelitian R&D Level 1 Sumber: (Sugiyono, 2016)

Sumber informasi diperoleh dari sumber primer dan sumber sekunder. Sumber primer diperoleh melalui pengamatan atau observasi lapangan serta wawancara dengan informan-informan dalam penelitian ini adalah pemilik pabrik tahu, pekerja pabrik tahu, informan dipilih secara purposive sampling yang didasarkan pada suatu pertimbangan tertentu. Validator dalam penelitian ini adalah pakar bidang K3 di bidang inspektor boiler dan pakar di bidang ahli panas. Sumber informasi sekunder diperoleh dari alur proses kerja, buku, literatur karya ilmiah dan data-data yang mendukung dalam proses menggambarkan potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja dan berkaitan dengan penelitian.

Penelitian dilaksanakan di Sentra Tahu Desa Jomblang Kota Semarang pada bulan Mei – Juni 2021. Teknik pengambilan data yang digunakan adalah pengamatan lapangan atau observasi, wawancara semistruktur, angket, dokumentasi serta pengukuran. Wawancara semiterstruktur yang termasuk ke dalam kategori in-depth interview dilakukan dengan tujuan untuk menemukan permasalahan secara lebih terbuka, di mana pihak yang diwawancara diminta pendapat dan ide-idenya. Teknik angket dilakukan dengan mengedarkan daftar pertanyaan yang berupa formulir-formulir,

diajukan secara tertulis kepada sejumlah subyek untuk mendapatkan informasi, tanggapan, jawaban, dan sebagainya. Dalam penelitian ini, angket digunakan untuk proses validasi produk oleh ahli. Dokumentasi dalam penelitian ini dapat diperoleh berupa alur proses kerja, literatur karya ilmiah, serta melalui foto yang diambil ketika proses kerja maupun ketika penelitian berlangsung. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui suhu lingkungan kerja di pada proses kerja pembuatan tahu.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah human instrument, pedoman wawancara, dan angket. Teknik analisa data yang digunakan adalah content analysis, mulai dari penyajian data, evaluasi, dan penarikan kesimpulan. Data disajikan dalam bentuk uraian atau narasi dan tabel. Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan data yang telah diperoleh dengan beberapa contoh dan keadaan yang ada dilapangan. Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan analisa dan interpretasi data serta saran-saran yang didapatkan selama penelitian. Verifikasi dilakukan dengan meninjau kembali catatan lapangan. Selain itu, verifikasi juga dilakukan dengan mendiskusikan kembali bersama pakar atau ahli yang terkait.

Penelitian ini dilakukan dengan terlebih

dahulu melakukan tahap penelitian atau studi pendahuluan kemudian dilanjutkan dengan tahap pengembangan. Tahap yang pertama yaitu mengetahui potensi dan masalah yang ada didalam pabrik tahu yang akan diteliti. Selanjutnya dilakukan wawancara dengan pemilik pabrik tahu dan pekerja pabrik tahu untuk mengumpulkan data yang ada dipabrik tahu. Setelah dilakukan pengumpulan data, tahap selanjutnya adalah membuat desain produk rancangan pengendalian potensi bahaya panas. Desain produk kemudian dinilai oleh validator ahli yang disebut dengan tahap uji coba diatas meja (desk try atau desk evaluation). Tahap yang terakhir dalam pengembangan produk adalah perbaikan yang dilakukan oleh peneliti berdasarkan masukan yang didapatkan selama proses penelitian.

### Hasil dan Pembahasan

Sentra tahu ini terletak di Desa Jomblang Kecamatan Candisari Kota Semarang. Sentra tahu di Desa Jomblang Kecamatan Candisari Kota Semarang merupakan sentra industri yang sudah berdiri sekitar tahun 1980-an hingga sekarang, sentra tahu Desa Jomblang Kecamatan Candisari Kota Semarang memasok kebutuhan tahu di beberapa pasar yang ada di Kota Semarang seperti; Pasar Banget Ayu, Pasar Banyumanik, Pasar Karangjati, Pasar Peterongan, Pasar Jatingaleh, Pasar Sendiko dan Pasar Johar. Proses kerja pembuatan tahu pada Sentra Tahu Desa Jomblang Kecamatan Candisari Kota Semarang tidak berbeda dengan proses pembuatan tahu pada pabrik-pabrik tahu lainnya, berikut adalah proses kerja pembuatan tahu pada Sentra Tahu Desa Jomblang Kecamatan Candisari Kota Semarang; pemilihan kedelai, penimbangan kedelai, pencucian dan perendaman kedelai, penggilingan, ekstraksi, penyaringan, penggumpalan, pemisahan ampas tahu dan sari tahu, pencetakan tahu.

Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik pabrik tahu di sentra tahu Desa Jomblang Kecamatan Candisari Kota Semarang diketahui belum adanya standar operasional (SOP) dalam melaksanakan pekerjaan bagi para pekerja, pekerja hanya melakukan pekerjaan sesuai dengan keahlian mereka masing-masing, potensi bahaya panas yang

dihasilkan oleh proses pembakaran kayu bakar pada boiler untuk menghasilkan uap yang disalurkan ke proses pemasakan tahu membuat lingkungan kerja menjadi panas, selain itu panas juga dihasilkan dari pemasakan bubur tahu untuk selanjutnya dilakukan proses pemisahan sari tahu dan ampas tahu, panas juga dihasilkan dari proses penggorengan tahu yang akan dipasarkan, suhu panas pada pabrik tahu dapat mengganggu produktivitas para pekerja, karena dapat mengakibatkan dehidrasi dan kelelahan pada pekerja. Menurut Kartika (2014) kelelahan merupakan suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh monoton, intensitas dan lamanya kerja fisik, keadaan lingkungan, sebab-sebab mental, status kesehatan dan keadaan gizi (Kartika, 2014). Suhu panas yang terdapat pada pabrik tahu dianggap wajar oleh pemilik tahu dan belum ada tindakan untuk mengurangi panas yang dihasilkan dari proses kerja pembuatan tahu, selain itu keberadaan boiler sebagai penghasil uap panas untuk proses pemasakan tahu sangat penting keberadaannya di pabrik tahu, akan tetapi meskipun keberadaannya sangat penting bagi proses kerja pembuatan tahu, boiler yang tidak terawat dengan baik dapat meledak sewaktu-waktu dan menimbulkan kerugian materi bahkan kerugian jiwa, oleh karena itu penting adanya untuk melakukan pemeliharaan terhadap boiler yang digunakan pada pabrik tahu agar kejadian hal yang tidak diinginkan dapat dihindari.

Informan dalam penelitian ini berjumlah 5 orang yaitu 2 orang pemilik pabrik tahu, dan 3 orang pekerja pabrik tahu yang bekerja dibagian persiapan bahan, dan penggilingan, bagian pemasakan dan penyaringan, serta bagian pengasaman, pencetakan dan penggorengan . Informan dipilih berdasarkan pengetahuan, pengalaman dan pemahaman yang erat kaitannya dengan proses kerja pembuatan tahu. Berdasarkan hasil wawancara dengan para informan didapati beberapa temuan seperti adanya potensi bahaya pada setiap proses kerja yang ada pada pabrik tahu di Sentra Tahu Desa Jomblang Kota Semarang,



seperti potensi bahaya terpeleket yang sering dikeluhkan oleh pekerja karena kondisi lantai yang licin, bagian tubuh terkena bubuk tahu pada proses pemasakan tahu, terjepit alat cetak tahu dan terkena pisau yang digunakan untuk memotong tahu pada proses pencetakan tahu, kemudian terkena minyak panas pada saat proses penggorengan tahu. Berdasarkan hasil wawancara, dapat diketahui bahwa tidak ada arahan kerja yang diberikan kepada pekerja serta tidak adanya pengecekan kesehatan secara berkala yang dilakukan pabrik. Selain itu berdasarkan hasil wawancara dapat diketahui bahwa pekerja mengeluhkan keluhan kerja seperti, gatal-gatal pada bagian tangan karena sering terkena air, badan merasa pegal-pegal karena posisi kerja yang tidak ergonomis, serta keluhan lain berupa lingkungan kerja yang panas, yang menyebabkan pekerja sering merasa cepat haus dan cepat lelah sehingga pekerja sering melakukan istirahat. Selain itu APD yang disediakan oleh pemilik pabrik berupa sepatu boots dan celemek yang digunakan untuk pekerja menjaga agar pekerja tidak terkena bubuk tahu yang masih panas, akan tetapi pekerja tidak menggunakan celemek karena pekerja merasa suhu lingkungan kerja semakin panas dan menyebabkan pekerja semakin cepat merasa lelah dan cepat merasa haus. Serta para informan mendukung adanya pengembangan rancangan pengendalian potensi bahaya panas di pabrik agar dapat mengurangi panas yang ada disekitar lingkungan kerja, asalkan tidak merugikan dan mengganggu proses kerja yang ada di pabrik tahu.

Untuk mengetahui potensi bahaya dan masalah dalam proses kerja pabrik tahu di Sentra Tahu Desa Jomblang Kota Semarang, dilakukan studi observasi mengenai potensi bahaya dan masalah pada setiap proses kerja yang ada di pabrik tahu Desa Jomblang Kota Semarang, studi observasi ini menggunakan manajemen risiko K3. Menurut Widowati (2017) manajemen risiko K3 adalah suatu upaya mengelola risiko K3 untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, kejadian-kejadian yang tidak diinginkan yang dapat menghambat proses bisnis atau produksi, manajemen risiko K3 berkaitan dengan bahaya dan risiko yang ada di tempat kerja yang dapat menimbulkan kerugian bagi

perusahaan. Dalam standar AS/NZS 4360:2004 memuat tentang panduan umum untuk mengelola sebuah risiko. Standar ini dapat pula digunakan pada berbagai kegiatan, pembuatan keputusan dari perusahaan umum swasta dan lainnya. Salah satu teknik manajemen risiko yang sangat populer dan banyak digunakan di lingkungan kerja adalah Job Safety Analysis (JSA) (Widowati, 2017). JSA merupakan bagian dari sistem manajemen risiko adalah elemen pokok dalam manajemen keselamatan dan kesehatan kerja yang berkaitan langsung sebagai upaya pencegahan dan pengendalian bahaya. JSA harus dilakukan di seluruh aktivitas untuk menentukan kegiatan organisasi yang mengandung potensi bahaya dan menimbulkan dampak serius terhadap keselamatan dan kesehatan kerja. JSA dilakukan pada seluruh aktivitas organisasi untuk menentukan kegiatan suatu organisasi yang mengandung potensi bahaya dan menimbulkan dampak yang cukup serius terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Kolom tabel JSA terdiri dari: tahapan proses kerja, potensi bahaya, risiko, keparahan, kemungkinan, dan level risiko. Hasil pengukuran potensi bahaya di sentra tahu Desa Jomblang Kecamatan Candisari Kota Semarang ditemukan beberapa potensi bahaya yang dipengaruhi oleh kondisi lantai, layout kerja, peralatan kerja yang digunakan dan lingkungan kerja. Dari identifikasi risiko ditemukan sebanyak 96 jenis potensi bahaya yang ada di pabrik tahu Desa Jomblang Kecamatan Candisari Kota Semarang dengan hasil penilaian risiko pada tingkat low sebanyak 69 (71,9%), moderate sebanyak 23 (23,9%), dan high sebanyak 4 (4,2%). Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa sebagian besar tingkat risiko bahaya keselamatan dan kesehatan kerja di pabrik tahu adalah tingkat low (tingkat bahaya ringan), ditemukan 4 risiko bahaya kategori high.

Berdasarkan hasil perhitungan potensi bahaya ditemukan empat potensi bahaya yang memiliki kategori risiko tinggi atau high risk, empat potensi bahaya tersebut adalah: Potensi bahaya fisika berupa boiler meledak, meskipun kejadiannya sangat jarang terjadi akan tetapi jika boiler meledak akan sangat merugikan pabrik yang mana selain merugikan secara materiil juga dapat menyebabkan kematian

pada pekerja yang ada disekitar boiler tersebut. Potensi bahaya fisika berupa lingkungan kerja yang panas yang ditimbulkan dari boiler yang digunakan dalam proses kerja, suhu panas yang dihasilkan dapat dirasakan hampir oleh seluruh pekerja yang ada dilingkungan pabrik tahu, selain itu bahan bakar utama untuk menyalakan boiler adalah kayu bakar yang mana itu menambah suhu panas disekitar lingkungan kerja yang dapat mengakibatkan pekerja dehidrasi, heat stress dll. Potensi bahaya fisika berupa suhu panas yang dihasilkan dari bubur kedelai yang baru selesai dimasak untuk dipisahkan antara sari tahu dengan air, menghasilkan suhu panas dari bubur kedelai tersebut dan drum yang digunakan sebagai wadah, yang dapat memaparkan suhu panas ke pekerja dibagian tersebut dan disekitar proses kerja tersebut. Potensi bahaya fisika berupa suhu panas yang dihasilkan dari proses penggorengan tahu yang akan dipasarkan, suhu panas berasal dari minyak untuk menggoreng dan bahan bakar yang digunakan berupa kayu bakar yang akan menghasilkan suhu panas disekitar lingkungan kerja yang dapat mengakibatkan pekerja kepanasan, dehidrasi dan heat stress. Dari semua potensi bahaya yang memiliki nilai risiko high berhubungan dengan potensi bahaya panas, oleh karena itu penting dilakukan pengembangan rancangan pengendalian potensi bahaya panas yang ada di Sentra Tahu Desa Jomblang Kecamatan Candisari Kota Semarang.

Pengukuran suhu lingkungan kerja dilakukan disekitar tempat kerja yaitu pada bagian pemasakan tahu, bagian penggorengan tahu dan bagian disekitar boiler uap. Pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali pada setiap tempat yang diukur untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Suhu lingkungan rata-rata pada pengukuran di bagian pemasakan tahu memiliki hasil pengukuran sebesar 31,03 0C, sedangkan hasil pengukuran suhu lingkungan di bagian sekitar boiler uap diapati hasil pengukuran sebesar 44,76 0C, dan pada bagian penggorengan tahu diapati hasil pengukuran suhu lingkungan sebesar 30,83 0C. Berdasarkan jenis pekerjaan, beban kerja dapat dibedakan atas beban kerja ringan, sedang dan berat. Menurut WHO dalam Santoso, (2004) penggolongan pekerjaan/beban kerja

meliputi kerja ringan yaitu jenis pekerjaan di kantor, dokter, perawat, guru dan pekerjaan rumah tangga (dengan menggunakan mesin). Kerja sedang adalah jenis pekerjaan pada industri ringan, buruh bangunan, petani, kerja di toko dan pekerjaan rumah tangga (tanpa menggunakan mesin). Kerja berat adalah jenis pekerjaan petani tanpa mesin, kuli angkat dan angkut, pekerja tambang, tukang kayu tanpa mesin, tukang besi, penari dan atlet. Berdasarkan hal tersebut dapat dikategorikan pekerjaan dalam industri tahu termasuk dalam kategori jenis pekerjaan dengan beban kerja sedang dengan pembagian waktu kerja 75% dan istirahat 25%, dengan demikian berdasarkan Permenaker no.5 tahun 2018 tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lingkungan Kerja NAB iklim kerja yang diperkenankan adalah 29 0C, dengan demikian semua tempat yang dilakukan pengukuran melebihi NAB (Menaker, 2018).

Untuk mengendalikan pengaruh tekanan panas terhadap tenaga kerja perlu dilakukan koreksi tempat kerja, sumber-sumber panas lingkungan dan aktivitas kerja yang dilakukan. Koreksi tersebut dimaksudkan untuk menilai secara cermat faktor-faktor tekanan panas dan mengukur ISBB pada masing-masing pekerjaan sehingga dapat dilakukan langkah pengendalian secara benar. Disamping itu koreksi itu juga dimaksudkan untuk menilai efektifitas dari sistem pengendalian yang telah dilakukan di masing-masing tempat kerja (Tarwaka, 2014). Dilihat dari hasil pengukuran suhu lingkungan kerja, lingkungan kerja disekitar boiler memiliki suhu lingkungan kerja yang paling tinggi dibandingkan dengan suhu lingkungan kerja dibagian pemasakan dan bagian penggorengan yaitu 44,76 0C, lingkungan kerja disekitar boiler memberikan pengaruh suhu lingkungan kerja menjadi panas, Iklim kerja di tempat kerja mempengaruhi kondisi tenaga kerja, temperatur yang terlalu panas dapat menimbulkan efek fisiologis pada tubuh seperti meningkatnya kelelahan, efisiensi kerja fisik dan mental menurun, denyut jantung dan tekanan darah meningkat, aktivitas organ-organ pencernaan menurun, suhu tubuh meningkat, serta produksi keringat bertambah. Kelelahan kerja ditandai dengan melemahnya tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan atau kegiatan, sehingga meningkatkan kesalahan

dalam melakukan pekerjaan dan akibat fatalnya adalah terjadinya kecelakaan kerja (Starizky, 2016).

Paparan lingkungan kerja fisik seperti lingkungan kerja panas yang terus berlanjut dapat mengakibatkan gangguan kesehatan, salah satunya adalah dehidrasi. Konsumsi air minum perlu diperhatikan karena kekurangan cairan dapat menyebabkan terjadinya dehidrasi juga. Dehidrasi yang berkepanjangan dapat menyebabkan gangguan fungsi ginjal. Selain itu, dehidrasi juga dapat mempengaruhi berat badan seseorang akibat keringat dan urin yang keluar selama beraktivitas. Dehidrasi adalah kehilangan cairan tubuh yang berlebihan karena penggantian cairan yang tidak cukup akibat asupan yang tidak memenuhi kebutuhan tubuh dan terjadi peningkatan pengeluaran air (Hardinsyah, 2010), selain itu Produktivitas berhubungan erat dengan kemajuan dan keberhasilan dari suatu perusahaan. Perusahaan tidak akan sukses apabila tidak didukung oleh produktivitas kerja para SDM. Pentingnya SDM dalam suatu organisasi, menuntut untuk mendapatkan pegawai yang berkualitas dan produktif untuk menjalankan organisasi sebuah perusahaan tersebut, hal ini didukung dengan pekerja harus mendapatkan tempat kerja yang layak dan nyaman, sehingga efektivitas kerja dapat dicapai (Veronica, 2017).

Iklim kerja panas dapat menyebabkan gangguan baik fisiologis maupun psikologis pada tenaga kerja, respon fisiologis yang terjadi antara lain adalah vasodilatasi, peningkatan denyut nadi dan suhu tubuh inti, juga menyebutkan bahwa respons fisiologis dapat diukur dengan peningkatan kehilangan keringat, denyut nadi dan suhu tubuh inti (Sumamur, 2014). Oleh karena itu penting untuk mengendalikan terlebih dahulu sumber panas di lingkungan kerja sekitar boiler, upaya pengendalian panas pada pabrik tahu di Sentra Tahu Desa Jomblang Kota Semarang, yang dapat dilakukan untuk mengendalikan potensi bahaya panas pada boiler yaitu dengan melakukan insulasi pada boiler. Insulation (isolasi) pada boiler adalah metode atau proses yang digunakan untuk mengurangi perpindahan panas (kalor). Bahan yang digunakan untuk mengurangi laju panas itu disebut isolator. Energi panas (kalor) dapat ditransfer secara konduksi, konveksi, dan

radiasi. Panas dapat lolos meskipun ada upaya untuk menutupinya, tapi isolator mengurangi panas yang lolos tersebut (Sustrawan, 2016).

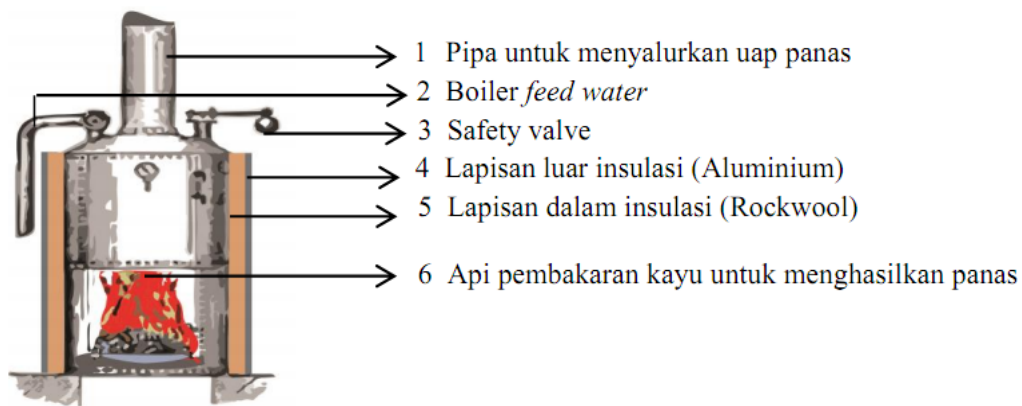
Pemilihan bahan insulasi boiler sangat berpengaruh pada efektivitas bahan yang digunakan untuk menahan panas yang keluar ke sekitar lingkungan kerja, kemudahan dalam pengaplikasian, biaya yang harus dikeluarkan dalam pemilihan bahan insulasi boiler, keamanan dalam menggunakan bahan insulasi boiler, serta manfaat lain yang dapat didapat dalam pemilihan bahan insulasi boiler. Menurut Muntolib (2014) pemilihan bahan insulasi boiler sangat berpengaruh dalam proses produksi, menjaga lingkungan kerja dari panas yang dihasilkan boiler, serta mampu menekan seminimal mungkin terhadap operasional boiler sehingga dapat menambah masa pemakaian boiler. Rancangan produk pengembangan insulasi pada boiler ini, dikembangkan dengan menggunakan isolator dengan menggunakan material dari rockwool, rockwool adalah jenis wol mineral, yang sering berfungsi sebagai bahan isolasi untuk rumah tinggal dan bangunan. Rockwool sering dibandingkan dengan glasswool, karena keduanya adalah jenis umum dari isolasi bangunan. Keuntungan menggunakan rockwool untuk mengisolasi/insulation lebih besar daripada kerugian, karena ini jenis isolasi yang dapat menawarkan perlindungan tambahan terhadap kebakaran, kerusakan air dan kebisingan (Sustrawan, 2016).

Rockwool adalah material insulation, termasuk jenis isolasi termal, terbuat dari bahan tambang fiber ringan dengan inti berupa batu alam yang dipadukan dengan damar panas. Bahan baku terdiri dari batu vulkanik atau basalt. Pabrikasi menambahkan sejumlah kecil pengikat dan minyak untuk menjamin kualitas kompresi. Serat tersebut kemudian dikumpulkan dan dikompresi menjadi tinar besar. Sebelum memasuki oven perawatan/curing, kepadatan dan struktur keseluruhan dari wol batuan disesuaikan dan disetujui. Ketika rockwool telah melalui oven perawatan/curing, wol dipotong menjadi lembaran dan kubus. Sementara beberapa isolasi dipotong untuk isolasi pipa, jenis lainnya yang dipotong untuk keperluan perumahan, kelebihan isolator menggunakan bahan rockwool adalah



cocok untuk suhu mencapai 8200C, dan mempunyai densitas atau kepadatan yang besar, tidak korosif, dan tidak mudah rusak selama proses pemasangan (Sustrawan, 2016). Menurut Enerta Prima Solusindo (2021) , Rockwool terbuat dari batu yang dipanaskan di temperatur 16000C dan ditiup menjadi fiber, memiliki masa jenis dari 80 kg/m<sup>3</sup> – 128 kg/m<sup>3</sup>. Memiliki berbagai bentuk antara lain : board, blanket, blanket with metal pesh dan pipe cover, memiliki service temperatur mencapai 600-7500C, umumnya rockwool digunakan untuk aplikasi hot insulation di industri misalnya refinery plant, boiler, dll. Untuk insulasi boiler ini, rockwool digunakan untuk menyelimuti bagian luar boiler dan dibalut menggunakan bahan alumunium, agar panas yang akan keluar ke sekitar lingkungan kerja dapat diserap oleh isolator rockwool (Enerta, 2021). Rancangan

produk pengembangan insulasi pada boiler ini diharapkan dapat menyerap panas yang akan keluar dari boiler yang digunakan untuk mengjasilkan steam untuk proses pemasakan tahu ke sekitar lingkungan kerja yang dapat menyebabkan pekerja merasa panas dan mengakibatkan pekerja bekerja tidak nyaman dan jika terus menerus panas yang diterima oleh pekerja lama-kelamaan akan menyebabkan dehidrasi pada pekerja jika kebutuhan air minum tidak tercukupi selama melakukan proses kerja pembuatan tahu. Rancangan produk pengembangan insulasi pada boiler dalam penelitian ini, dilaksanakan dengan melibatkan pemilik pabrik tahu serta pakar di bidang inspketor uji riksa boiler dan ahli fisika panas. Produk rancangan pengendalian potensi bahaya panas dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 2. Rancangan boiler uap

Boiler adalah suatu alat berbentuk bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan steam atau uap panas. Steam diperoleh dengan memanaskan bejana yang berisi air dengan bahan bakar. Boiler yang digunakan dalam proses kerja pada Sentra Tahu Desa Jomblang Kota Semarang menggunakan bahan atau material besi, sehingga menghasilkan panas ke sekitar boiler tersebut dan menyebabkan lingkungan kerja menjadi panas. Bahan bakar yang digunakan untuk memanaskan air berupa kayu bakar yang menghasilkan panas selain dari proses pemasakan air menggunakan boiler, steam atau uap panas yang digunakan dalam proses pemasakan tahu dihasilkan dari pemasakan air dalam boiler sehingga dihasilkan uap panas/steam yang digunakan untuk

memasak tahu, uap panas yang telah dihasilkan dari proses pemasakan air disalurkan melalui pipa untuk ditujukan ke drum pemasakan tahu, kelemahan dari proses ini adalah panas yang dihasilkan oleh boiler mengganggu proses kerja yang berjalan dipabrik, banyak pekerja mengeluhkan suhu lingkungan kerja yang panas, sehingga menyebabkan pekerja cepat merasa lelah dan cepat merasa haus, sehingga harus banyak mengonsumsi air minum agar tidak terjadi dehidrasi dan banyak melakukan istirahat karena pekerja cepat merasa lelah. Salah satu komponen terpenting dalam proses pembuatan tahu adalah boiler, dimana fungsi utama komponen ini adalah penghasil steam (uap) yang akan digunakan untuk proses pemasakan tahu. Proses pemanasan yang terjadi

di dalam boiler memiliki suhu yang tinggi, sesuai dengan hukum perpindahan panas, kondisi ini akan berpotensi menghasilkan panas ke sekitar lingkungan kerja serta agar mengurangi efek perpindahan panas ke lingkungan kerja, salah satunya dengan menggunakan material insulasi untuk menghindari kerugian pada pekerja akibat panas yang menyebar disekitar lingkungan kerja.

Material yang digunakan untuk insulasi pada boiler adalah material yang memiliki nilai konduktivitas thermal yang rendah, tahan pada temperatur tinggi, instalasi mudah dan tidak mudah korosif. Jenis material yang digunakan pada bagian tabung boiler pada proses pembuatan tahu adalah material yang memiliki nilai konduktivitas thermal tinggi, hal ini dilakukan dengan harapan perpindahan panas yang terjadi secara konveksi dan radiasi dari panas yang dihasilkan didalam furnace ke air di dalam tabung boiler bisa terdistribusi dengan baik dan temperaturnya tetap tinggi. Namun dari proses ini akan terjadi pertukaran panas dari lingkungan yang temperaturnya jauh lebih rendah dengan uap panas di dalam membrane tabung boiler yang memiliki temperatur yang lebih tinggi. Hal ini akan menyebabkan temperatur uap panas pada membrane tabung boiler turun dan panas akan menyebar ke sekitar lingkungan kerja dan menjadikan lingkungan kerja menjadi panas. Untuk itu dalam penelitian ini material yang digunakan untuk bahan insulasi boiler adalah rockwool, karena berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Susastrawan tahun 2016, insulasi menggunakan rockwool memiliki nilai menahan panas yang lebih baik bila dibandingkan dengan insulasi menggunakan material glasswool, hal ini dikarenakan nilai konduktivitas rockwool lebih rendah dibandingkan dengan konduktivitas glasswool.

Selain itu semakin tinggi nilai temperature steam didalam membrane tabung boiler akan menghasilkan perpindahan panas ke sekitar lingkungan kerja lebih kecil. Hal ini dikarenakan semakin tinggi nilai steam maka perbedaan temperaturnya dengan flue gas akan semakin kecil dan membuat proses distribusi panasnya lebih efektif (Sustrawan, 2016). Material isolasi boiler menggunakan rockwool memberikan ketahanan terhadap panas dan

bersifat tidak mudah korosif, berdasarkan penelitian Wiranjaya (2014) penggunaan insulasi boiler menggunakan bahan rockwool dapat mengurangi panas keluar boiler karena material rockwool menyerap panas yang keluar lingkungan kerja sehingga panas dapat diserap oleh material rockwool, sehingga panas yang dikeluarkan ke lingkungan kerja dari boiler dapat berkurang dan diharapkan dapat menurunkan suhu panas pada lingkungan kerja, sehingga pekerja dapat bekerja lebih nyaman panas yang dikelurakan boiler dapat diserap oleh lapisan rockwool. Dengan dilakukannya proses isolasi boiler ini diharapkan suhu panas disekitar lingkungan kerja dapat berkurang dan memberikan rasa nyaman pada pekerja selama melakukan proses kerja (Wiranjaya, 2014).

### **Kesimpulan**

Penelitian ini menghasilkan produk rancangan pengendalian potensi bahaya panas untuk pabrik yang berada di Sentra Tahu Desa Jomblang Kota Semarang. Produk rancangan pengendalian potensi bahaya panas tersebut termasuk dalam kategori yang baik dengan validasi yang dilakukan oleh para ahli, produk rancangan yang dihasilkan dinilai memenuhi syarat untuk dapat diberikan kepada para pemilik pabrik tahu.

Saran yang dapat diberikan pada pemilik pabrik tahu adalah dapat mempertimbangkan untuk melakukan pengendalian potensi bahaya panas yang ada di lingkungan pabrik dengan menggunakan metode insulasi boiler untuk mengurangi panas yang dihasilkan dari boiler ke pekerja yang dapat mengganggu proses kerja, menyediakan air minum pada pekerja untuk mencukupi kebutuhan air minum sehingga pekerja tidak mengalami kelelahan dan dehidrasi akibat lingkungan kerja yang panas, dapat mempertimbangkan hasil yang didapatkan dengan melakukan pengendalian potensi bahaya panas dengan metode insulasi boiler walaupun dengan mengeluarkan biaya yang cukup banyak diawal. Untuk pekerja pabrik tahu saran yang dapat diberikan adalah dapat melakukan istirahat berkala jika merasa lelah dan mengonsumsi air putih yang cukup agar tidak terjadi kelelahan kerja dan dehidrasi saat melakukan proses kerja pembuatan tahu, serta menggunakan APD yang telah

diberikan oleh pemilik pabrik berupa celemek, sarung tangan dan sepatu boots agar terhindar dari penyakit maupun kecelakaan akibat kerja. Untuk peneliti selanjutnya saran yang dapat diberikan adalah melanjutkan penelitian ini pada tahap Research and Development (R&D) Level 2 yaitu melakukan uji coba skala kecil dan uji coba skala besar di lapangan.

### Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik (BPS). (2019). *Jumlah Penduduk Berumur 15 Tahun ke Atas yang Bekerja Berdasarkan Sektornya*.
- BPS Jateng. (2018). *Hasil Pendataan Usaha/Perusahaan Industri Pengolahan Sensus Ekonomi 2016-Lanjutan Provinsi Jawa Tengah*.
- BPS Jateng. (2018). *PROFIL KETENAGAKERJAAN PROVINSI JAWA TENGAH HASIL SAKERNAS AGUSTUS 2018*.
- Dinkop & UKM Jateng. (2018). *DATA SERIES UMKM Binaan Dinas Koperasi, UKM Prov. Jateng TW II 2018*.
- Donoghue & Bates. (2000). The Risk of Heat Exhaustion at a Deep Underground Metalliferous Mine in Relation to Body-mass Index and Predicted VO<sub>2</sub> Max. *Ocuup Med*, 4, 259–263.
- Enerta, P. S. (2021). *Jenis Material Insulasi*.
- Hardinsyah. (2010). Kebiasaan Minum dan Status Dehidrasi pada remaja dan Dewasa di Beberapa Daerah di Indonesia-THIRST. *Pergizi Pangan Indonesia*.
- ILO. (2018). Meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan Pekerja Muda. *Organisasi Perburuhan Internasional*.
- Kartika, M. (2014). Analisis Paparan Iklim Kerja Panas Terhadap Kelelahan, Beban Kerja dan Upaya Pengendalian. *Jurnal IKESMA*, 10(2), 115–129.
- Kemendes RI. (2017). *Profil Kesehatan RI 2016*.
- Menaker. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan Kerja*. Jakarta. [https://jdih.kemnaker.go.id/data\\_puu/Permen\\_5\\_2018.pdf](https://jdih.kemnaker.go.id/data_puu/Permen_5_2018.pdf)
- Muntolib M, dan R. R. (2014). Analisa Bahan Isolasi Pipa Saluran Uap Panas Pada Boiler Untuk Meminimalisasi Heat Loss. *WAKTU*, 12(2), 50–56.
- Nitami & Utami. (2017). Gambaran Identifikasi Bahaya dan Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pekerja Informal Pabrik Tahu X Jakarta Barat. *Esa Unggul*, 1–9.
- Randell & Wexler. (2002). Evaluation and Treatment of Heat-Related Illnesses. *American Family Physician Journal*.
- Santoso. (2004). *Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Prestasi Pustaka.
- Starizky, O. (2016). Hubungan Antara Beban Kerja dan Iklim Kerja Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerjaan Pengukuran Tanah Menggunakan Alat Teodolit. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(3), 549–556.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sumamur, P. (2014). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Sagung Seto.
- Sustrawan, I. N. A. dan P. (2016). Studi Numerik Karakteristik Perpindahan Panas pada Membrane Wall Tube Boiler Dengan Variasi Jenis Material dan Ketebalan Insulasi di PLTU Unit 4 PT.PJB UP Gresik. *Teknik ITS*, 5(1), 13–18.
- Tarwaka. (2014). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Harapan Offset.
- Tawatsupa, B. dkk. (2012). Association Between Heat Stress And Occupational Injury Among Thai Workers: Findings Of The Thai Cohort Study. *Industrial Health Journal*.
- Veronica, F. (2017). Pengaruh Bonus dan Iklim Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan pada Klinik Kecantikan. *AGORA*, 5(1).
- Widowati, E. (2017). *Best Practice Dalam Manajemen Risiko di Perusahaan dan Institusi*. Cipta Prima Nusantara.
- Widowati, E. (2018). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja terapan pada Sektor Informal*. Cipta Prima Nusantara.
- Wiranjaya, D. (2014). *Pengurangan Heat Lost Pipa Uap Pabrik Tahu Dengan Pemasangan Isolator ( Asbestous Dan Rockwool)*.