

**ANALISIS RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3)
MENGUNAKAN HIRADC DAN JSA
(STUDI KASUS : PT KARYATAMA KOMPOSIT KARBON)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Chris Junaidi Irawan
No. Mahasiswa : 20522209

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 14 – 05 – 2025




Chris Junaidi Irawan

SURAT BUKTI PENELITIAN



PT KARYATAMA KOMPOSIT TEKNOLOGI
Jl. Tanjungsari Kencuran Sukoharjo, Kel. Sukoharjo, Kec. Ngaglik, Kab.
Sleman, Prov. Daerah istimewa Yogyakarta, 55584
Phone: 082221462582 Email: karyatamagarage@gmail.com

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN

Nomor: 09.001/SKet/II/2025
Yogyakarta, 6 Februari 2025

Kepada Yth,
Ketua Program Studi Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang KM 14,5 Sleman
Di Yogyakarta

Perihal : Surat Keterangan Selesai Penelitian

Dengan hormat,

Menerangkan bahwa, mahasiswa atas nama:

Nama : Chris Junaidi Irawan
Nim : 20522209
Prodi : Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri
Universitas : Universitas Islam Indonesia (UII)

Bahwa yang bersangkutan telah selesai melakukan penelitian di PT. Karyatama Komposit Teknologi dengan pembimbing Supervisor Produksi Sdr. Rio Helmi Ansori.

Pelaksanaan penelitian mulai dari 1 September 2024 s/d 30 September 2024 dengan judul penelitian "ANALISIS RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) MENGGUNAKAN HIRADC DAN JSA (Studi Kasus: PT. Karyatama Komposit Teknologi)".

Sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan perusahaan bahwa yang bersangkutan wajib menyerahkan 1 (satu) exemplar karya tulis hasil penelitian sebagai arsip di PT. Karyatama Komposit Teknologi.

Hormat Kami,
Manager HRGA

Gyan Cassandra Suwito

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3)
MENGUNAKAN HIRADC DAN JSA
(STUDI KASUS : PT KARYATAMA KOMPOSIT KARBON)**

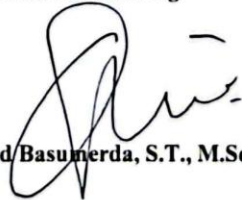


Disusun Oleh :

Nama : Chris Junaidi Irawan
No. Mahasiswa : 20522209

Yogyakarta, 14 Mei 2025

Dosen Pembimbing



(Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3)
MENGUNAKAN HIRADC DAN JSA
(STUDI KASUS : PT KARYATAMA KOMPOSIT KARBON)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Chris Junaidi Irawan
No. Mahasiswa : 20522209

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 14 - Mei - 2025

Tim Penguji
Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.
Ketua

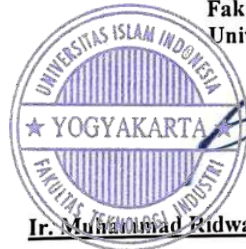
Yuli Agusti Rochman, ST., M.Eng
Anggota I

Danang Setiawan, S.T., M.T.
Anggota II




Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah SWT, kita memuji-Nya, dan meminta pertolongan, pengampunan serta petunjuk kepada-Nya. Kita berlindung kepada Allah dari kejahatan diri kita dan keburukan amal kita. Barang siapa mendapat petunjuk dari Allah maka tidak akan ada yang menyesatkan dan barang siapa yang sesat maka tidak ada pemberi petunjuk baginya. Aku bersaksi bahwa tidak ada Tuhan selain Allah dan bahwa Muhammad adalah hamba dan Rasulnya-Nya. Semoga doa, shalawat tercurah pada junjungan dan suri teladan kita Nabi Muhammad SAW, keluarganya, dan sahabat serta siapa saja yang mendapat petunjuk hingga hari kiamat. Amiin.

Persembahan Tugas Akhir ini dan rasa terima kasih saya ucapkan untuk:

1. Keluargaku tercinta, kedua orang tua saya yang sangat saya cintai, yang telah memberikan kasih sayang, doa, dukungan serta motivasi baik secara moral maupun materil secara langsung dan semoga mereka diberikan perlindungan dan menjadi orang yang bahagia di dunia maupun di akhirat.
2. Pak Chancard Basumerda, S.T., M.Sc. selaku pembimbing saya yang selalu membimbing dan mengarahkan saya serta membantu saya dalam perjalanan penelitian
3. Sahabat – sahabatku tersayang yang senantiasa selalu menguatkan saya dan memberikan semangat selama di kuliah ini.
4. Teman-teman saya program studi Teknik Industri angkatan 2020 tersayang yang senantiasa memberikan semangat pada saya.
5. Almamaterku tercinta Universitas Islam Indonesia.

MOTTO

Skripsi might stress me out, but hey — every late night, every cup of coffee, every breakdown is just part of the process. Chill, trust the plan, and keep it movin'. Allah's got my back as long as I give my best."

"Verily, Allah loves when one of you does something, he does it with excellence."

— Hadith, narrated by Al-Bayhaqi, Hasan.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakattuh

Alhamdulillahilalamin, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas berkah dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan program Tugas Akhir dan menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berlangsung pada bulan Juni 2024 – Februari 2025 yang berlokasi di PT KARYATAMA Komposit Karyatama. Pelaksanaan program penelitian Tugas Akhir ini diharapkan dapat menambah wawasan, pengetahuan dan pengalaman bagi penulis, Universitas, dan Perusahaan. Shalawat serta salam kami hantarkan kepada baginda nabi tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang semoga kita mendapatkan syafaatnya di akhir nanti.

Program penelitian dan penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu prasyarat kelulusan untuk memperoleh gelar pada Program studi Teknik Industri program sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. penelitian ini dilakukan di PT. KARYATAMA Komposit Karbon dengan tujuan untuk mengetahui dan mengimplementasikan keilmuan yang telah didapatkan selama berada di dunia perkuliahan dengan realita yang ada di dunia kerja. Harapan penulis terhadap laporan Tugas Akhir ini adalah semoga laporan ini berguna dan dapat mengimplementasikan ilmu yang didapatkan dengan baik dan dapat dipertanggung jawabkan.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini bisa berjalan dengan baik tidak lepas dari bimbingan, doa, dukungan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis sangat mengucapkan banyak terima kasih dan hormat kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Chancard Basumerda, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang membimbing penulis, serta dengan sabar memberikan kritik, saran, dan arahan yang membangun hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Bapak Wahrudin selaku Manajer Divisi Produksi dan bapak Rio selaku Supervisor Divisi Produksi yang telah berperan sebagai pembimbing dan pengarah di lapangan, yang sangat membantu penulis dalam menjalankan penelitian serta menerima dan memberikan kepercayaan untuk dapat melaksanakan penelitian TA di bidang produksi.
6. Keluarga saya tercinta, Papa (Irwan Efendi), Mama (Emi Cahyanti), Bang dhedy, Bang Ari, dan Bang Chandra yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik secara material dan moral.
7. Teman-teman terdekat saya Budi, Doni, Vito, Alif, Mia, Ghina, Rani, Zlur Ucup, Arab, Nopal, Hildo, Nasyid, Ardita, Gabred dan teman-teman yang tidak sempat saya sebutkan

satu persatu yang telah memberikan motivasi, bantuan, hiburan, dan dukungan dalam mengerjakan Tugas Akhir.

8. Tsuga Putra dan Nasyid Haramain. selaku teman yang bersama-sama berjuang dalam penelitian ini yang telah membantu dan bekerja sama dalam melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
9. Dan yang sangat istimewa, kepada pasangan saya, Nita Fadhilla, yang selalu setia mendampingi, memberikan semangat, dukungan dan doa di setiap langkah perjuangan ini. Serta seluruh pihak – pihak yang membantu penulis dalam perjalanan Kerja Praktik yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini belum sempurna. Akan tetapi, penulis berharap dengan adanya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya bagi penulis sendiri. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan untuk kedepannya

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 14 Mei 2025



Chris Junaidi Irawan

(NIM 20522209)

ABSTRAK

Dalam setiap pekerjaan faktor keselamatan kerja adalah hal yang penting. Diperlukan adanya keselamatan dan kesehatan kerja untuk mengendalikan risiko yang terkait dengan aktivitas kerja sehingga pekerjaan dapat dikategorikan aman atau tidak. Penelitian ini membahas tentang keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di PT Karyatama Komposit Karbon, yang menggunakan metode *Hazard identification, Risk Assesment, and Determining Control* (HIRADC) dan *Job Safety Analysis* (JSA) untuk menganalisis dan mengelola risiko kecelakaan kerja. Berdasarkan data kecelakaan selama enam bulan terakhir, tercatat 66 kecelakaan, seperti cedera akibat terkena bahan kimia, paparan debu, dan kelelahan fisik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dalam proses produksi, menilai seberapa besar risiko dari setiap bahaya, serta memberikan solusi agar risiko tersebut bisa dikurangi. Penilaian risiko dalam penelitian ini menggunakan dua faktor, yaitu *likelihood* (kemungkinan terjadi) dan *consequence* (dampak yang ditimbulkan). Hasilnya menunjukkan 15% dari pekerjaan, seperti penanganan resin dalam proses *vacuum infusion*, memiliki risiko sangat tinggi, di mana pekerja berisiko terkena bahan kimia yang bisa menyebabkan iritasi kulit dan masalah pernapasan. Sebanyak 30% pekerjaan, seperti proses pemotongan (*trimming*) dan penempelan serat karbon, memiliki risiko tinggi karena pekerja bisa terkena debu berbahaya atau terluka saat menggunakan alat pemotong. Sekitar 40% pekerjaan, seperti persiapan cetakan dan pengamplasan, memiliki risiko sedang, sementara 15% pekerjaan lainnya, seperti pengangkatan manual material, memiliki risiko rendah. Penyebab utama kecelakaan kerja di perusahaan ini termasuk kurangnya alat pelindung diri (APD), seperti masker dan sarung tangan, serta kurangnya pengawasan dalam penggunaan peralatan produksi. Dengan menerapkan metode HIRADC dan JSA, di PT Karyatama bisa mengurangi risiko kecelakaan kerja melalui penggunaan APD yang lebih baik, pelatihan keselamatan kerja, serta pengawasan yang lebih ketat terhadap pekerja dan proses produksi. Langkah-langkah ini diharapkan dapat mengurangi kecelakaan kerja secara signifikan.

Kata Kunci: K3, HIRADC, JSA, PT Karyatama Komposit Karbon, keselamatan kerja, risiko kerja, kecelakaan

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kajian Literatur.....	6
2.2 Landasan Teori	15
2.2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).....	15
2.2.2 Kecelakaan Kerja	15
2.2.3 Bahaya	16
2.2.4 Identifikasi Bahaya.....	17
2.2.5 Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC).....	18
2.2.6 Job Safety Analysis (JSA)	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Subjek dan Objek Penelitian.....	26
3.2 Pengumpulan data.....	26
3.3 Alur Penelitian.....	27
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	30
4.1 Pengumpulan Data.....	30
4.1.1 Deskripsi Perusahaan.....	31
4.1.2 Gambaran Kegiatan Proses Produksi	31
4.1.3 Proses Produksi.....	32
4.2 Pengolahan Data	35
4.2.1 Identifikasi Risiko.....	35
4.2.2 Penilaian Risiko	36
4.2.3 Hazard Identification Risk Assesment (HIRADC).....	37
4.2.4 Job Safety Analysis (JSA)	43
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	48
5.1 HIRADC.....	48

5.1.1	Penilaian Risiko Sebelum Dilakukan Pengendalian.....	48
5.1.2	Analisis Pengendalian Risiko yang Dilakukan	49
5.1.3	Analisis Penilaian Risiko Sesudah Pengendalian	52
5.1.4	JSA	54
BAB VI PENUTUP		58
6.1	Kesimpulan.....	58
6.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		60
LAMPIRAN.....		50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Literatur	6
Tabel 2. 2 Skala <i>Consequence</i>	20
Tabel 2. 3 Skala <i>Likelihood</i>	21
Tabel 2. 4 Skala <i>Risk Rating</i>	21
Tabel 2. 5 Job Safety Analysis	24
Tabel 4. 1 Jam Kerja PT. Karyatama	31
Tabel 4. 2 Identifikasi Risiko	36
Tabel 4. 3 Nilai <i>Likelihood</i> dan Nilai <i>Qonsequence</i>	37
Tabel 4. 4 Tabel JSA Proses Mempersiapkan Cetakan.....	43
Tabel 4. 5 JSA Proses Mempersiapkan bahan	44
Tabel 4. 6 JSA Proses Penempelan Serat Karbon.....	44
Tabel 4. 7 JSA Proses <i>Vacuum Infusione</i>	45
Tabel 4. 8 JSA Proses <i>Trimming</i>	46
Tabel 4. 9 JSA <i>Finishing</i>	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Hierarchy of Control</i>	23
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	27
Gambar 4. 1 <i>Flowchart</i> Alur Proses Produksi	32
Gambar 4. 2 Aktivitas (<i>Prepare Mold</i>)	33
Gambar 4. 3 Aktivitas Mempersiapkan Bahan	33
Gambar 4. 4 Aktivitas Penempelan Serat Karbon.....	33
Gambar 4. 5 Aktivitas Proses <i>Vacuum Infusione</i>	34
Gambar 4. 6 Aktivitas Proses <i>Trimming</i>	34
Gambar 4. 7 Aktivitas <i>Finishing</i>	35
Gambar 5. 1 Grafik Perbandingan Tingkat Nilai Risiko.....	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur akhir-akhir ini semakin meningkat pesat terlebih perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang komposit karbon. Hal ini membuat perusahaan berlomba-lomba memberikan pelayanan terbaik di segala aspek. Hal ini juga menuntut perusahaan untuk mampu menangani risiko dengan lebih efisien, efektif, dan lebih baik. Dalam melakukan kegiatan produksi yang dimulai dari bahan baku dan menyelesaikan berbagai proses produksi hingga selesainya suatu produk, tentunya terdapat resiko operasional yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja. Berdasarkan data BP Jamsostek, tercatat 221.740 angka kecelakaan kerja. Jumlah tersebut meningkat menjadi 297.725 kasus hingga akhir Agustus 2022, dan tercatat 360.635 kecelakaan industri hingga akhir November 2023. Oleh karena itu, dunia usaha, perkantoran, UMKM, dan lokasi lainnya harus menjaga karyawannya dengan memastikan dan menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) sesuai dengan standar operasional proses (SOP) yang telah ditetapkan. Risiko adalah kombinasi kemungkinan terjadinya peristiwa berbahaya atau jumlah kerusakan yang ditimbulkan oleh peristiwa yang tidak diinginkan dan sering kali tidak terduga yang mengakibatkan hilangnya waktu, aset, barang, harta benda. Perusahaan harus banyak memperhatikan aspek krusial seperti Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Di lingkungan kerja industri ini, pekerja sering menghadapi berbagai risiko yang dapat mengancam keselamatan dan kesehatan mereka, termasuk risiko fisik, kimia, biologi, ergonomi, dan psikososial. Oleh karena itu, upaya risiko yang sistematis dan efektif menjadi sangat penting untuk diterapkan guna memastikan kesejahteraan pekerja dan kelancaran operasional perusahaan.

PT Karyatama Komposit Karbon merupakan perusahaan manufaktur komposit karbon asal Yogyakarta, Indonesia. Karyatama didirikan oleh pencinta otomotif sejati, dan telah terjun di industri *aftermarket* sejak tahun 2017. PT Karyatama Komposit Karbon berfokus pada desain dan pembuatan komposit serat karbon untuk berbagai komponen otomotif, *body kit*, helm, kap mesin, spion, dan produk *custom* berbasis karbon lainnya. PT Karyatama Komposit Karbon menggunakan dua sistem produksi dimana digunakan sistem *make to stock* dan *make to order*. Sistem *make to stock* digunakan pada proses produksi yang menggunakan cetakan yang sudah

ada pada perusahaan untuk membuat stok produk tersedia. Sistem *make to order* digunakan apabila terdapat pesanan *custom product* dari konsumen (Tarigan, 2005).

Permasalahan yang dihadapi oleh PT. Karyatama Komposit Karbon adalah terdapat pekerja yang mengalami gejala gangguan pernafasan pada saat proses produksi berlangsung, debu serat yang dihasilkan pada proses produksi berlangsung terhirup oleh pekerja dan dapat menyebabkan masalah pernapasan, adapun pada tahap *lay-up* lembaran serat karbon dan kevlar ditempatkan ke dalam cetakan dan dilapisi dengan resin, di mana kontak kulit dengan resin dapat menyebabkan iritasi dan paparan uap bahan kimia berbahaya, Proses *vacuum bagging* digunakan untuk menghilangkan udara dari material komposit, namun risiko kebocoran *vacuum bagging* dapat menyebabkan paparan resin dan bahan kimia. Tahap *curing* melibatkan pemanasan material komposit untuk mengeras resin, yang berisiko kebakaran atau ledakan dari *oven curing* yang tidak terkontrol, serta paparan suhu tinggi yang dapat menyebabkan luka bakar. Adapun saat melakukan survei banyak para pekerja yang tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) para pekerja sering dapat gejala ringan karena bekerja yang disebabkan saat melakukan produksi. Untuk mengurangi risiko-risiko tersebut, langkah-langkah pencegahan yang dapat diambil meliputi penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti masker, sarung tangan, dan pelindung mata, ventilasi yang baik untuk mengurangi paparan uap dan debu, pelatihan keselamatan kerja untuk semua pekerja, penggunaan alat yang sesuai standar dan pemeriksaan rutin alat-alat produksi, serta implementasi prosedur darurat dan penyediaan alat pemadam kebakaran. Dengan menerapkan langkah-langkah pencegahan ini, risiko kecelakaan dan masalah kesehatan di tempat kerja dapat diminimalisir. Berikut merupakan data kecelakaan yang terjadi 6 bulan terakhir:

Tabel 1. 1 Data Kecelakaan Kerja

Jenis Kecelakaan kerja	Jumlah Kasus
Tertimpa cetakan	7 kasus
Cedera mekanis saat mengangkat / melepaskan produk	5 kasus
Terkena bahan kimia lem/resin	6 kasus
Tergores ujung material	7 kasus
Terhirup serpihan serat karbon	6 kasus
Tergores gunting pada tangan / jari	5 kasus
Kelelahan fisik dan mental	7 kasus
Kegagalan mesin vacuum	2 kasus
Terkena paparan debu material	8 kasus
Terkena alat pemotong	5 kasus
Tergores mesin polish saat pendempulan/pengamplasan	8 kasus

Total	66 kasus
--------------	-----------------

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi dan mengendalikan risiko adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC). Metode HIRADC merupakan pendekatan yang komprehensif untuk mengenali potensi bahaya di tempat kerja, menilai tingkat risiko yang terkait dengan setiap bahaya, dan menentukan langkah pengendalian yang sesuai untuk mengurangi atau menghilangkan risiko tersebut. Proses ini melibatkan partisipasi aktif dari semua pihak yang terkait, mulai dari manajemen hingga pekerja, sehingga menghasilkan analisis yang akurat dan solusi yang dapat diterapkan secara efektif.

Selain HIRADC, penerapan *Job Safety Analysis* (JSA) yang merupakan metode analisis pekerjaan yang lebih spesifik. JSA berfokus pada identifikasi bahaya dalam setiap langkah kerja, menganalisis potensi risiko yang muncul, dan menetapkan tindakan pencegahan yang perlu diambil. Proses JSA membantu dalam memecah pekerjaan menjadi tugas-tugas yang lebih kecil, sehingga memudahkan dalam pengenalan bahaya dan pengendalian risiko pada setiap tahap pekerjaan. Dengan demikian, JSA tidak hanya meningkatkan kesadaran pekerja akan potensi bahaya, tetapi juga memberikan panduan praktis dalam menjalankan pekerjaan dengan aman.

Dengan penerapan HIRADC dan JSA di PT. KARYATAMA KOMPOSIT KARBON dapat menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat. Langkah-langkah ini juga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya yang terkait dengan kecelakaan dan penyakit akibat kerja, serta memperkuat reputasi perusahaan dalam menerapkan standar K3 yang tinggi. Dengan demikian, PT. Karyatama Komposit Karbon berupaya untuk tidak hanya memenuhi kewajiban hukum dalam aspek K3, tetapi juga memberikan perlindungan maksimal kepada seluruh pekerjanya, serta menciptakan budaya kerja yang berorientasi pada keselamatan dan kesehatan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan pada latar belakang, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Apa saja potensi bahaya yang terdapat pada proses produksi di PT. KARYATAMA KOMPOSIT KARBON?

2. Apa pekerjaan yang memiliki nilai risiko tertinggi pada proses produksi di PT. KARYATAMA KOMPOSIT KARBON?
3. Apa usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keselamatan pada proses produksi di PT. KARYATAMA KOMPOSIT KARBON?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan yang telah dijabarkan, maka pengamatan ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi potensi bahaya yang terjadi pada PT. KARYATAMA KOMPOSIT KARBON.
2. Mengidentifikasi proses pekerjaan mana yang memiliki nilai risiko tertinggi pada proses produksi di PT. KARYATAMA KOMPOSIT KARBON.
3. Memberikan alternatif usulan untuk mengurangi nilai risiko pada PT. KARYATAMA KOMPOSIT KARBON.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari adanya pengamatan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Pengamatan yang dilakukan diharapkan dapat menambah pengetahuan penulis dalam mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang diperoleh dalam perkuliahan ke dalam sistem nyata. Sehingga, mahasiswa dapat mengasah pemahaman dan kemampuan untuk diterapkan di sistem nyata dalam hal ini perusahaan manufaktur.
 - b. Mengetahui bagaimana ilmu pengetahuan serta metode HIRADC dan JSA yang telah dipelajari untuk menganalisis permasalahan dan memberikan solusi pada PT. KARYATAMA KOMPOSIT KARBON sehingga dapat mengoptimalkan operasional perusahaan.
2. Bagi Perusahaan
 - a. Pengamatan ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi PT. KARYATAMA KOMPOSIT KARBON untuk mengoptimalkan operasional perusahaan.
 - b. Sebagai bentuk saran dan masukan kepada perusahaan untuk perbaikan K3 di PT. KARYATAMA KOMPOSIT KARBON dengan menggunakan metode HIRADC dan JSA meningkatkan keuntungan dan mengurangi proses bisnis yang berlebihan.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan data di lakukan di proses produksi PT. KARYATAMA KOMPOSIT KARBON.
2. Penelitian ini dilakukan untuk menghitung penilaian risiko dengan metode HIRADC dan JSA dengan daftar risiko yang di dapat dari hasil observasi selama berada di PT. KARYATAMA KOMPOSIT KARBON.
3. penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi risiko dalam 5 tahun ke depan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Berikut Tabel 2.1 yang berisikan kajian literatur terkait penelitian ini.

Tabel 2. 1 Kajian Literatur

No.	Judul	Penulis	Metode	Hasil
1.	Metode <i>Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control</i> (HIRADC) Dalam Mengendalikan Risiko Di PT. Zae Elang Perkasa	(Saputro & Lombardo, 2021)	HIRADC	Berdasarkan penelitian yang dilakukan terkait usulan pengendalian risiko pada proses kerja pembubutan di PT. Zae Elang Perkasa yang dilakukan menggunakan metode HIRADC teridentifikasi 14 potensi bahaya dan 7 potensi peluang. Kemudian pada tahap penilaian risiko ditetapkan 14 risiko <i>negative</i> dan 15 risiko positif yang akan ditindak lanjuti untuk Upaya pengendalian risikonya.
2.	Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Bagian Mekanik Pada Proyek PLTU Ampana (2x3 Mw) Menggunakan Metode <i>Job Safety Analysis</i> (JSA)	(Balili & Yuamita, 2022)	JSA	Pada semua area pekerjaan terdapat 4 pekerjaan yang berkategori <i>low</i> . 3 pekerjaan berkategori <i>medium</i> , 13 pekerjaan berkategori <i>hight</i> yang membutuhkan perhatian dari manajemen puncak, dan 3 pekerjaan yang berkategori <i>extremely</i> yang sangat berisiko dan dibutuhkan Tindakan secepatnya dari manajemen puncak.
3.	Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Melalui Metode HIRADC dan Metode JSA Pada Proyek Lanjutan Pembangunan Rumah Sakit Regional Langsa	(Harahap, Firdasari, & Purwandito, 2022)	JSA, HIRADC	Hasil penilaian risiko yang dilakukan berdasarkan <i>severity index</i> dan matriks risiko maka diperoleh tingkat risiko pada setiap item identifikasi risiko, dimana terdapat 38,9% identifikasi risiko dengan tingkat sedang, 59,2% identifikasi risiko tinggi, 1,9% untuk risiko ekstrem
4.	Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Proses <i>Grading</i> Tbs Kelapa Sawit di	(Firdaus & Yuamita, 2022)	JSA	ada proses kegiatan membuka pintu bak truk terdapat potensi kecelakaan kerja tangan terjepit pintu bak truk yang

No.	Judul	Penulis	Metode	Hasil
	PT. Sawindo Kencana Menggunakan Metode <i>Job Safety Analysis</i> (JSA)			menyebabkan patah tulang pada tangan yang terjadi pada <i>area loading ramp</i> dengan nilai skor risiko 9. Pada proses kegiatan menurunkan tandan buah segar dari truk terdapat potensi kecelakaan kerja pekerja tertusuk duri tandan buah segar yang menyebabkan lecet atau luka pada tangan pekerja yang terjadi pada <i>area loading ramp</i> dengan nilai skor risiko 8. Pada proses kegiatan pemeriksaan tandan buah segar ke bawah bak penampungan terdapat potensi kecelakaan kerja terjatuh ke tumpukkan buah menyebabkan lecet atau luka di tangan dan lutut yang terjadi pada <i>area loading ramp</i> dengan nilai skor risiko 9.
5.	Manajemen Pengendalian Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja(K3) Untuk Mencegah Terjadinya Kecelakaan Kerja Saat Instalasi Lift Menggunakan Teknik JSA danHIRADC di Gedung XYZ Jakarta Selatan	(Ekayogiharso, Abdullah, & Ramli, 2023)	HIRADC, & JSA	Hasil data dalam penelitian ini berupa persentase tingkat risiko berdasarkan 30 data wawancara pekerja yang bekerja di bidang instalasi lift. Penerapan manajemen keselamatan kerja yaitu : tingkat risiko kecil (70%) tingkat risiko sedang (7%) tingkat berat (5%) tingkat risiko sangat tinggi (18%).
6.	<i>JSA and HIRADC Analysis of Mold Replacement Process on Inject Streth Blow Machine</i>	(Soesilo, 2023)	JSA, HIRADC	Pada Identifikasi bahaya yang telah dilakukan menghasilkan 23 potensi bahaya yang terkandung dalam proses penggantian ISBM cetakan mesin dari segala aktivitas kerja yang dapat menimbulkan risiko. Hasil penilaian risiko yang dilakukan adalah 23 risiko dengan peringkat risiko terdiri dari 6 risiko dengan peringkat risiko tinggi, 11 risiko sedang, 6 risiko rendah.
7.	<i>The Analysis of Occupational Health and Safety Risks in Engineering Workshop Using the</i>	(Situmorang, Sitorus, Firdaus, & Ginting, 2023)	HIRADC	Hasil observasi, wawancara dan pengkajian potensi bahaya dan risiko ditemukan tiga bagian potensi bahaya dengan rendah tingkat,

No.	Judul	Penulis	Metode	Hasil
	<i>Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) Method</i>			sembilan potensi bahaya dengan tingkat sedang, dan dua potensi bahaya dengan tingkat tinggi tingkat. Pengendalian risiko dilakukan terhadap empat belas potensi bahaya sebagai upaya menciptakan iklim keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja, serta mencegah kecelakaan dan penyakit akibat kerja.
8.	<i>Occupational Risks of Firefighters in Jakarta: Jobs Safety Analysis Approach</i>	(Yuvendra, Sukwika, & Ramli, 2022)	JSA	Pekerjaan petugas pemadam kebakaran di kota administrasi Jakarta Timur ini didominasi oleh yang sedang hingga potensial kategori berisiko tinggi. Tingkat risiko untuk kategori Risiko Tinggi sebesar 40%, risiko untuk kategori Risiko Sedang adalah 50%, dan kategori Berisiko Rendah adalah 10%.
9.	<i>Risk Potential Analysis Using Hazard Identification Risk Assessment and Determine Control (HIRADC) and Job Safety Analysis (JSA) Methods</i>	(Rotinsulu, Dundu, Malingkas, Mondoringin, & Thambas, 2023)	HIRADC, JSA	Proyek Revitalisasi Danau Tondano Tahap I yang berlokasi di Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara Provinsi Sulawesi Utara yang merupakan program Pemerintah Provinsi Sulawesi Utara yaitu Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) bidang Sumber Daya Air (SDA). Danau Tondano Proyek Revitalisasi Tahap I merupakan proyek semi otomatis, dimana alat-alat yang digunakan masih dikendalikan oleh manusia yang memiliki tingkat potensi bahaya dan risiko yang tinggi. Sehingga membutuhkan pengawasan yang sangat ketat untuk mencegah terjadinya potensi bahaya yang berdampak buruk selama berdamak buruk selama dan setelah konstruksi untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh risiko tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode <i>Hazard Identification, Risk Assessment and Determaine</i>

No.	Judul	Penulis	Metode	Hasil
10.	<i>Analysis of the Risk of Work Accidents for Field Officers PT PLN West Tanjung Jabung Regency, Jambi Province using the Hiradc Method</i>	(Angraini, Sari, Aswin, Rini, & Kusmawan, 2024)	HIRADC	<p><i>Control (HIRADC) dan Metode Job Safety Analysis (JSA). Pengumpulan data dilakukan dengan observasi, wawancara dan penyebaran kuesioner. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahap identifikasi potensi risiko terdapat 233 potensi risiko dari 9 pekerjaan.</i></p> <p>Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kecelakaan kerja pada petugas lapangan PT. Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi dengan menggunakan metode HIRADC. Jenis penelitian ini adalah penelitian ini berlandaskan pada filsafat <i>post-positivisme</i> dan dilakukan untuk meneliti pada kondisi obyek yang alamiah (bukan eksperimen). Informan dalam penelitian ini berjumlah 7 orang informan penelitian yang terdiri dari 1 informan kunci, yaitu Petugas Pelaksana K3L PT. PLN Ranting Kuala Tungkal, 2 orang informan utama yaitu Kepala BAGIAN K3L PT. PLN Kuala Tungkal, dan Performance PT. Analisis Kinerja PT. PLN Kuala Tungkal, 4 orang informan pendukung informan pendukung, yaitu karyawan lapangan PT. PLN Kuala Tungkal. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penelitian, diperoleh kesimpulan terkait dengan analisis risiko kecelakaan kerja pada petugas lapangan PT. PLN Kabupaten Tanjung Jabung Barat ditemukan 11 potensi bahaya setelah dilakukan evaluasi peringkat risiko kecelakaan kerja pada pelaksanaan pekerjaan produksi tenaga listrik di divisi operasi. pekerjaan produksi di divisi operasi. Terdapat 15 jenis risiko (37,5%) yang tergolong risiko sedang, 22 jenis risiko (55%)</p>

No.	Judul	Penulis	Metode	Hasil
11.	<i>Risk Management Related to Identifying Work Accidents in Loading and Unloading Container Activities at The Berlian Terminal Tanjung Perak Surabaya with The Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) Method</i>	(Kurniawan & Kurniawan, 2020)	HIRADC	<p>tergolong risiko tinggi, dan 3 jenis risiko (7,5%) tergolong risiko sangat tinggi (risiko ekstrem). Setelah melakukan analisis klasifikasi prosedur kerja, terdapat beberapa prosedur kerja, yaitu prosedur kerja yang tidak sesuai, tidak disiplin dalam menggunakan APD saat bekerja.</p> <p>Terminal Berlian merupakan salah satu terminal petikemas yang berada di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, yang dikelola oleh PT BJTI PORT. Kegiatan bongkar muat peti kemas memiliki risiko kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja dapat dicegah dengan menerapkan <i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)</i>. HIRADC bertujuan Terminal Berlian merupakan salah satu terminal petikemas yang berada di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, yang dikelola oleh PT BJTI PORT. Kegiatan bongkar muat peti kemas memiliki risiko kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja dapat dicegah dengan menerapkan <i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)</i>. HIRADC bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya di tempat kerja dengan menghubungkan pekerja, tugas, peralatan kerja, dan lingkungan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan HIRADC untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja. Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Jumlah sampel sebanyak 52 pekerja, diambil dengan metode total sampling. Data yang berhubungan dengan</p>

No.	Judul	Penulis	Metode	Hasil
12.	<i>Risk Analysis in Concrete Structure Work Using The HIRADC Method on The Hermina Ciawi Hospital Project</i>	(Wijaya, 2024)	HIRADC	<p>karakteristik responden responden seperti produktivitas pekerja dan Program K3 pada HIRADC diperoleh dengan cara observasi langsung observasi langsung di lapangan dan wawancara dengan seluruh pekerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerja yang memiliki produktivitas</p> <p>Dalam proyek konstruksi, ditemukan risiko kecelakaan kerja yang tinggi. Oleh karena itu, identifikasi risiko sangat penting untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja setelahnya. Identifikasi risiko diawali dengan mengumpulkan variabel penelitian. Variabel-variabel tersebut kemudian didistribusikan untuk mendapatkan nilai probabilitas dan dampak dari responden. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah HIRADC (<i>Hazard Identification Risk Assessment & Determining Control</i>) yang dinilai berdasarkan frekuensi (probabilitas) dan dampak bahaya (konsekuensi/keparahan). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan potensi bahaya dan risiko tingkat tinggi serta tindakan pengendalian risiko dan pengendalian risiko tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 39 potensi bahaya dengan 10 risiko tinggi dengan menentukan pengendalian sesuai hirarki untuk setiap bahaya.</p>
13.	<i>The Analysis of Risk Assessment on Fiber Optic Production Line Using The Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC)</i>	(Lestari, 2024)	HIRADC	<p>Permintaan serat optik meningkat untuk memenuhi tuntutan Industri 4.0, perusahaan yang memproduksi serat optik harus memanfaatkan momen ini untuk menghasilkan bisnis yang menguntungkan. Namun, jangan sampai kita lupa betapa</p>

No.	Judul	Penulis	Metode	Hasil
14.	<i>Analysis of Occupational Health and Safety Using HIRADC (Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control) Method</i>	(Samara, 2023)	HIRADC	<p>pentingnya keselamatan adalah untuk semua karyawan yang bekerja di industri <i>fiberglass</i>, terutama karyawan produksi yang terlibat langsung dalam proses produksi <i>fiberglass</i>. Penelitian ini berfokus pada penilaian risiko pada proses produksi kabel <i>patch</i> produksi kabel <i>patch cord</i> dengan menggunakan metode HIRADC. Kegiatan produksi Kabel <i>Patch Cord</i> dibagi menjadi 6 langkah yaitu <i>striping, curing, trimming, crimping, inspeksi, packing</i>. Penilaian risiko pada kegiatan proses produksi kabel <i>patch cord</i> kegiatan proses produksi hingga proses pengepakan dengan melakukan Analisis HIRADC mulai dari penentuan bahaya, potensi insiden, hingga peringkat risiko. Hasil dari penelitian ini didapatkan pengendalian tambahan untuk direkomendasikan untuk menghilangkan potensi kecelakaan kerja pada aktivitas <i>Striping, Curing Trimming, Crimping, dan Inspection</i> untuk meningkatkan produktivitas produksi <i>Cable Fiber Optic</i> (item produk: <i>Patch Cord</i>) di PT. JK selaras dengan SDG 9 bahwa pengembangan industrialisasi dapat dicapai dengan meningkatkan produktivitas dengan mengurangi atau menghilangkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja.</p> <p>Sebuah proyek konstruksi melibatkan banyak aspek yang membutuhkan manajemen yang tepat untuk memastikan bahwa proyek berjalan sesuai rencana. Dari sekian banyak aspek yang terkait dengan proyek konstruksi Dari sekian banyak aspek yang terkait dengan kegiatan proyek konstruksi, dampak bahaya dalam bentuk nyata dan tidak</p>

No.	Judul	Penulis	Metode	Hasil
				<p>nyata seperti cedera, terputusnya hubungan dengan dan kerusakan lingkungan dapat merugikan. Masalah utama yang terkait dengan K3 adalah ketidakpatuhan pekerja ketidakpatuhan pekerja dalam menerapkan K3. Menurut Undang-Undang Keselamatan Kerja No. 1 tahun 1970, kecelakaan kerja adalah kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang tidak terduga dan tidak dikehendaki yang dapat mengganggu proses pelaksanaan pekerjaan dan menimbulkan kerugian baik terhadap korban manusia maupun harta benda. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Mengidentifikasi bahaya, Mendapatkan hasil penilaian tingkat risiko dan Menentukan tindakan pengendalian risiko rencana pengendalian risiko pada pekerjaan <i>boredpile</i>. Identifikasi bahaya dilakukan berdasarkan pengamatan di lapangan. Setelah itu, menyusun <i>draft HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control)</i> untuk mengidentifikasi bahaya dan pengendalian risiko dan melakukan verifikasi dengan HSE yang menangani pekerjaan terkait. Setelah verifikasi dilakukan, langkah selanjutnya selanjutnya adalah melakukan penilaian risiko kepada pihak HSE. Dari hasil pelaksanaan pengendalian risiko pada pekerjaan <i>bored pile</i> untuk pondasi jembatan didapatkan bahwa terjadi perubahan tingkat risiko pada semua jenis pekerjaan, diantaranya tingkat risiko tinggi sudah tidak ada, tingkat risiko tinggi sudah tidak ada lagi, tingkat risiko sedang sebanyak 27 risiko (51,9%), dan tingkat risiko kecil sebanyak 25</p>

No.	Judul	Penulis	Metode	Hasil
15.	<i>Education and Implementation of Safety Result of Hazard Identification and Risk Control with JSA and HIRARC Methods</i>	(Rahmawati, et al., 2023)	HIRARC, JSA	<p>risiko (48,1%). kecil sebanyak 25 risiko (48,1%) yang diperoleh.</p> <p>Keselamatan dan Kesehatan Kerja merupakan suatu upaya dalam melindungi pekerja, orang lain, dan lingkungan di tempat kerja agar selamat dan sehat, serta memastikan sumber produksi dapat digunakan secara efektif dan efisien. PT. PLN UL PLTGU Tanjung Batu merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pembangkit tenaga listrik, gas, dan uap. Tujuan pengabdian masyarakat ini melakukan identifikasi bahaya dengan menggunakan metode JSA (<i>Job Safety Analysis</i>) dan HIRARC (<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control</i>) dan sosialisasi pengendalian terhadap bahaya yang ditemukan. Pada kegiatan pergantian <i>battery</i> di area <i>battery room peaking</i> ini penulis memilih untuk menggunakan metode JSA dan HIRARC dan pengumpulan data menggunakan metode wawancara dan observasi kepada para pekerja. Hasil dari kegiatan pergantian <i>battery</i> (ACCU) pada motor <i>control center</i> (MCC) dapat digunakan untuk perusahaan melakukan tindak lanjut atau perbaikan dalam setiap pekerjaan yang dilakukan maka risiko dan langkah pekerjaan yang ada pada proses kegiatan dapat diminimalisir dengan menggunakan Hirarki pengendalian kontrol yang berupa eliminasi, substitusi, rekayasa Engineering, administratif dan APD (Alat Pelindung Diri).</p>
16	<i>ANALISIS RISIKO KESELAMATAN DAN</i>	Chris Junaidi Irawan (2024)	HIRADC & JSA	Penelitian kali ini bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya

No.	Judul	Penulis	Metode	Hasil
	<i>KESEHATAN KERJA (K3) PEKERJA KARYATAMA DENGAN MENGGUNAKAN METODE HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROL (HIRADC) DAN JOB SAFETY ANALYSIS (JSA)</i>			pada para pekerja di PT. Karyatama Komposit Karbon pada saat aktivitas proses produksi dengan menggunakan metode HIRADC & JSA, penelitian kali ini dilakukan di PT. Karyatama Komposit Karbon. Dengan output usulan pengendalian bahaya untuk meminimalisir dampak paparan ketika terjadi kecelakaan kerja, dengan melalui 5 hirarki pengendalian dan kerangka JSA.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Kecelakaan kerja adalah peristiwa yang tidak diinginkan dan sering kali tak terduga yang bisa menyebabkan kerugian baik dalam hal waktu, harta, properti, atau bahkan nyawa dalam konteks proses kerja industri atau yang terkait dengannya. Konsekuensi dari kecelakaan ini dapat mengakibatkan kerugian, baik dalam bentuk materi maupun non-materi.

Menurut (Makadao et al., 2017) keselamatan kerja adalah perlindungan karyawan dari cedera yang disebabkan oleh kecelakaan yang berkaitan dengan pekerjaan. Keselamatan kerja berkaitan juga dengan mesin, pesawat, alat kerja, bahan dan proses pengolahan, landasan kerja dan lingkungan kerja serta cara-cara melakukan pekerjaan dan proses produksi.

2.2.2 Kecelakaan Kerja

Menurut Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, kecelakaan industri adalah suatu peristiwa yang tidak terduga dan tidak diinginkan yang mengganggu ketertiban kelancaran kegiatan serta dapat menimbulkan korban jiwa dan harta benda. Sedangkan menurut Undang-Undang Nomor 3 Tahun 1992 tentang Jaminan Sosial Tenaga Kerja, kecelakaan industri adalah kecelakaan yang terjadi di tempat kerja ketika seseorang meninggalkan rumah untuk bekerja dan kembali ke rumah melalui jalur biasa.

Kecelakaan kerja ada suatu kejadian yang terjadi secara tiba-tiba dan tidak diinginkan, yang dapat mengakibatkan cedera, kerusakan harta benda, hilangnya waktu, bahkan kematian, Salah satu teori untuk menjelaskan terjadinya kecelakaan industri dikemukakan oleh H.W

Heinrich yang dikenal dengan “Teori Domino Heinrich” Teori ini menjelaskan bahwa kecelakaan kerja terdiri lima faktor yang saling berhubungan, yaitu :

1. Kondisi Kerja
2. Kelalaian Pribadi
3. Perbuatan Berbahaya
4. Kecelakaan
5. Cedera

2.2.3 Bahaya

Menurut Heinrich (1959) bahaya adalah kondisi atau situasi yang berpotensi menyebabkan kecelakaan, kerusakan, atau kerugian. Bahaya sering kali merupakan faktor atau keadaan yang dapat menyebabkan kecelakaan di tempat kerja. Potensi bahaya (*hazard*) merupakan suatu situasi atau kondisi dalam suatu proses, peralatan, bahan, atau metode kerja yang secara alamiah atau intrinsik memiliki kemampuan untuk menyebabkan cedera, luka parah, bahkan kematian pada manusia, dan juga dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan dan lingkungan sekitarnya. Bahaya (*danger*) adalah suatu kondisi *hazard* yang terekspos atau terpapar pada lingkungan sekitar dan terdapat peluang besar terjadinya kecelakaan atau insiden (Susihono & Rini, 2013).

Sedangkan menurut (Harrianto et al., n.d. 2018) bahaya kerja adalah setiap keadaan dalam lingkungan kerja yang berpotensi untuk terjadinya penyakit atau gangguan kesehatan akibat kerja. Bahaya kerja terbagi menjadi 5 jenis bahaya yaitu terdiri dari:

1. Bahaya Kimiawi

Potensi risiko bahaya kimia mencakup tingkat kelebihan uap, gas, aerosol, serta partikel debu atau asap yang ada dalam lingkungan kerja.

2. Bahaya Fisik

Risiko bahaya fisik mencakup situasi di lingkungan kerja seperti kebisingan, getaran, kondisi suhu yang ekstrem (baik terlalu panas atau terlalu dingin), radiasi, serta tekanan udara.

3. Bahaya Biologis

Bahaya Ancaman biologis seperti serangan serangga, pertumbuhan jamur, kehadiran bakteri, virus, dan lain sebagainya adalah risiko biologis yang dapat dihadapi dalam lingkungan kerja. Ini terkait dengan pekerjaan yang melibatkan penanganan bahan

biologis dari tumbuhan atau hewan, pemrosesan makanan, pengangkutan limbah dalam kondisi sanitasi yang kurang baik, serta kurangnya kebersihan dalam lingkungan kerja.

4. Bahaya Ergonomis

Bahaya Risiko ergonomis, seperti desain alat kerja, mesin, dan kondisi kerja yang tidak memadai, pekerjaan mengangkat beban, jangkauan yang berlebihan, pencahayaan yang kurang memadai, getaran, serta gerakan yang berulang-ulang, baik dengan atau tanpa posisi kerja yang tidak nyaman, dapat menyebabkan terjadinya masalah muskuloskeletal pada pekerja.

5. Bahaya Psikologis

Ketidakkuratan dalam komunikasi, konflik antarpersonal, konflik yang bertentangan dengan tujuan perusahaan, penghambatan perkembangan pribadi, keterbatasan kekuasaan dan sumber daya untuk menyelesaikan masalah pekerjaan, beban kerja yang berlebihan atau sangat rendah, lembur atau bekerja pada *shift* malam, serta lingkungan kerja yang tidak memadai dapat menjadi risiko psikologis di lingkungan kerja.

2.2.4 Identifikasi Bahaya

Proses pemeriksaan di setiap wilayah kerja melibatkan identifikasi bahaya dengan maksud untuk mengenali semua risiko yang terkait dengan suatu tugas atau pekerjaan. Wilayah kerja ini mencakup mesin dan peralatan kerja, ruang laboratorium, kantor, gudang, dan transportasi. Sumber risiko dapat diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu manusia (*man*), metode (*method*), material, mesin (*machine*), dan lingkungan (*environment*).

1. *Man*

Manusia dapat menjadi sumber bahaya di tempat kerja pada saat melakukan aktivitasnya masing-masing misalnya, ketika pekerja sedang melakukan pengelasan, maka dalam proses pengelasan tersebut akan menimbulkan berbagai jenis bahaya (Ramli, 2010)

2. *Method*

Kegiatan produksi di tempat kerja menggunakan berbagai jenis proses yang bersifat fisik atau kimia. Proses produksi yang dilakukan di perusahaan merupakan serangkaian proses majemuk yang cukup rumit. Setiap proses produksi dapat menimbulkan berbagai

dampak (risiko bahaya) seperti paparan debu, asap, panas, bising dan lain sebagainya (Ramli, 2010).

3. Material

Material yang berupa bahan baku atau hasil produksi yang terdiri dari berbagai jenis bahaya sesuai dengan sifat dan karakteristiknya misalnya, material berupa bahan kimia yang memiliki dampak negatif seperti iritasi, keracunan, pencemaran lingkungan dan kebakaran (Ramli, 2010)

4. *Machine*

Peralatan kerja yang digunakan di lingkungan kerja, seperti mesin, peralatan berat, peralatan pengangkat, alat transportasi, tangga, dan lainnya, memiliki potensi menjadi sumber risiko bagi individu yang berinteraksi dengan mereka. Sebagai contoh, penggunaan tangga yang dalam kondisi buruk atau rusak dapat mengakibatkan risiko terjatuh dari ketinggian. (Ramli, 2010). 15 Mesin yang digunakan pada proses produksi di PT. Berkarya Abadi Selalu yaitu Exca, Dozer, dump truck

5. *Environment*

Lingkungan kerja dipertimbangkan dalam panduan kerja. Di tempat kerja, proses produksi dilaksanakan melalui sistem dan prosedur operasi yang diperlukan sesuai dengan jenis dan karakteristik aktivitas mereka. Meskipun sistem dan prosedur ini tidak secara langsung membawa risiko, mereka dapat menciptakan potensi untuk munculnya berbagai jenis bahaya. (Ramli, 2010).

Kecelakaan kerja yang tinggi di setiap bidang pekerjaan disebabkan oleh multifaktor. Salah satu penyebab kecelakaan kerja yaitu tidak diterapkannya analisa potensi bahaya dan penilaian risiko terhadap bahaya-bahaya yang ada sehingga tidak terdapat pencegahan yang memadai terhadap bahaya yang kemungkinan dapat terjadi di perusahaan

2.2.5 Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)

1. Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Berdasarkan AS/NZS 4630 (1999) Identifikasi risiko merupakan langkah untuk mengidentifikasi risiko yang akan dikelola. Menyusun proses sistematis dengan baik sangat penting digunakan pada identifikasi komprehensif. Potensi risiko yang tidak teridentifikasi pada tahap ini tidak akan masuk analisis lebih lanjut. Identifikasi bahaya

harus mencakup seluruh risiko terlepas masih atau tidak dalam kontrol organisasi. Identifikasi bahaya dilakukan bertujuan untuk mengetahui potensi bahaya dari suatu bahan, alat, atau sistem (*Department of Occupational Safety and Health*).

ISO 45001:2018, Organisasi perusahaan wajib, menerapkan prosedur mengenai identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), dan penetapan pengendalian (*determining control*).

OHSAS 18001 (2007) menyebutkan bahwa dalam mengidentifikasi bahaya, melakukan penilaian risiko, dan pengendalian risiko yang digunakan perlu memperhatikan hal – hal berikut ini.

Berikut ini merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam prosedur untuk mengidentifikasi bahaya dan menilai risiko.

- a. Aktivitas rutin dan tidak rutin,
- b. Aktivitas seluruh personil yang mempunyai akses ke tempat kerja (termasuk kontraktor dan tamu),
- c. Perilaku manusia, kemampuan dan faktor individu lainnya,
- d. Bahaya yang timbul dari luar tempat kerja yang berdampak pada kesehatan dan keselamatan personil di dalam kendali organisasi di lingkungan tempat kerja,
- e. Bahaya yang terjadi di sekitar tempat hasil aktivitas kerja yang terkait di dalam kendali organisasi,
- f. Prasarana, peralatan dan material di tempat kerja yang disediakan baik oleh organisasi atau pihak lain,
- g. Perubahan-perubahan atau usulan perubahan di dalam organisasi, aktivitas - aktivitas atau material,
- h. Modifikasi sistem manajemen K3, termasuk perubahan sementara, dan dampaknya kepada operasional, proses dan aktivitas,
- i. Adanya kewajiban perundangan yang relevan terkait dengan penilaian risiko dan penerapan pengendalian yang dibutuhkan,
- j. Rancangan area-area kerja, proses-proses, instalasi, mesin atau peralatan, prosedur operasional dan organisasi kerja termasuk adaptasinya kepada kemampuan manusia.

Metodologi organisasi dalam melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko harus memperhatikan hal - hal sebagai berikut.

- a. Ditetapkan dengan memperhatikan ruang lingkup, sifat, dan waktu untuk memastikan metode proaktif
 - b. Menyediakan identifikasi, prioritas dan dokumentasi risiko, dan penerapan pengendalian sesuai keperluan
2. Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Tujuan dari analisis yaitu memisahkan risiko kecil yang dapat diterima dari risiko utama dan menyediakan data untuk membantu dalam evaluasi serta pengendalian risiko. Analisis risiko berdasarkan pertimbangan sumber – sumber risiko, konsekuensi dari bahaya dan kemungkinan bahwa konsekuensi tersebut dapat diidentifikasi. Faktor yang memengaruhi konsekuensi dan kemungkinan dapat diidentifikasi. Analisis risiko menggunakan kombinasi estimasi dari konsekuensi dan kemungkinan dalam konteks ukuran kontrol yang sudah ada. (AS/NZS 4360, 1999).

Pedoman penilaian risiko berdasarkan Australian Standard/New Zealand *Standard for Risk Management* atau biasa disingkat menjadi (AS/NZS 4360, 1999) Pengukuran penilaian risiko terdapat dua parameter yang digunakan yaitu 21 konsekuensi (*consequences*) dan kemungkinan (*likelihood*). Berikut ini skala penilaian risiko dan keterangan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 2. 2 Skala *Consequence*

Level	Indeks	<i>Detail Description</i>
1	<i>Insignificant</i>	Tidak terjadi kecelakaan manusia dan menyebabkan kerugian kecil.
2	<i>Minor</i>	Kecelakaan menimbulkan luka ringan, dan menyebabkan kerugian kecil
3	<i>Moderate</i>	Kecelakaan diperlukan penanganan secara medis, dan menyebabkan kerugian yang besar
4	<i>Major</i>	Kecelakaan berat, kehilangan kemampuan produksi/operasi, menyebabkan kerugian yang besar

5	<i>Catastrophic</i>	Bahaya radiasi dengan efek penyebaran yang luas, menyebabkan kerugian yang sangat besar
---	---------------------	---

Sumber: *Australian/New Zealand Standard TM Risk management, n.d. 1999*

Tabel 2. 3 Skala *Likelihood*

Level	Indeks	Description
1	<i>Rare</i>	Jarang Terjadi
2	<i>Unlikely</i>	Kemungkinan terjadi rendah
3	<i>Possible</i>	<i>Moderate</i> , dapat terjadi suatu waktu
4	<i>Likely</i>	Kemungkinan dapat terjadi di semua situasi
5	<i>Almost Certain</i>	Pasti hampir terjadi disemua situasi

Sumber: *Australian/New Zealand Standard TM Risk management, n.d. 1999*

Tabel 2. 4 Skala *Risk Rating*

<i>Likelihood (L)</i>		<i>Consequences (S)</i>				
		<i>Insignifacant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Major</i>	<i>Catastrophic</i>
		1	2	3	4	5
<i>Almost Certain</i>	5	H	H	E	E	E
<i>Likely</i>	4	M	H	H	E	E
<i>Moderate</i>	3	L	M	H	E	E
<i>Unlikely</i>	2	L	L	M	H	E
<i>Rare</i>	1	L	L	M	H	H

Sumber: *Australian/New Zealand Standard TM Risk management, n.d. 1999*

Dengan:

E = Risiko sangat tinggi (*Extreme risk*), membutuhkan tindakan segera.

H = Risiko Tinggi (*High risk*), membutuhkan perencanaan untuk pelaksanaan tindakan manajemen yang spesifik.

M = Risiko sedang (*moderate risk*), dilakukan prosedur pemantauan dengan tanggung jawab manajemen.

L = Risiko rendah (low risk), dilakukan dengan prosedur rutin dan tidak memerlukan Tindakan yang spesifik.

Nilai tingkat risiko dapat didapatkan pada tabel matriks risiko berdasarkan peraturan (AS/NZS 4630 (1999) digunakan persamaan berikut:

$$\text{Tingkat Risiko (RR)} = (L) \times (C)$$

Keterangan:

RR = *Risk Rating* (tingkat risiko)

L = *Likelihood* (kemungkinan)

C = *Consequences* (keparahan)

Penerapan identifikasi bahaya dan penilaian risiko perlu dilakukan oleh organisasi untuk menentukan *control* yang diperlukan mengurangi risiko kecelakaan. Tujuan proses penilaian risiko secara keseluruhan adalah untuk mengenali dan memahami bahaya yang mungkin terjadi dalam kegiatan organisasi dan memastikan bahwa risiko terhadap orang – orang yang terjadi dari bahaya tersebut dinilai, diutamakan dan dikendalikan ke tingkat yang diterima. Berdasarkan standar (Roughton, 2003) sebagaimana memuat seluruh persyaratan dan pedoman yang menunjukkan cara pendaftaran serta pengimplementasiannya.

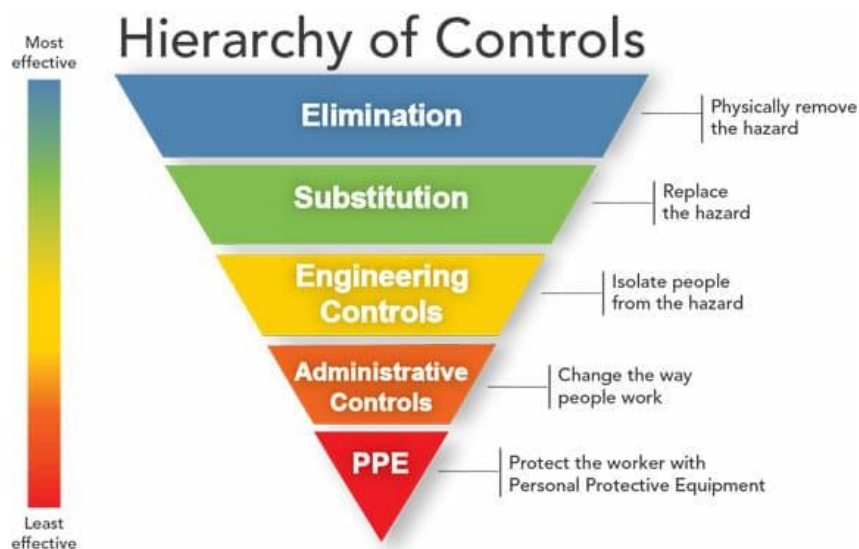
3. Pengendalian Bahaya (*Determining Control*)

Menurut ISO 45001:2018 menyebutkan bahwa setelah menyelesaikan penilaian risiko dan telah memperhitungkan kontrol yang ada, organisasi harus dapat menentukan apakah kontrol yang ada memadai atau perlu ditingkatkan, atau jika kontrol baru diperlukan. Jika kontrol baru atau ditinggalkan diperlukan, mereka harus diprioritaskan dan ditentukan sesuai dengan prinsip penghapusan bahaya yang praktis, diikuti pada gilirannya dengan pengurangan risiko (baik dengan mengurangi kemungkinan terjadinya atau potensi keparahan cedera atau bahaya), dengan adopsi alat pelindung diri (APD) sebagai upaya terakhir hierarki kontrol.

OHSAS 18002 (2008) menyebutkan bahwa setelah menyelesaikan penilaian risiko dan telah memperhitungkan kontrol yang ada, organisasi harus dapat menentukan apakah kontrol yang ada memadai atau perlu ditingkatkan, atau jika kontrol baru diperlukan. Jika kontrol baru atau ditingkatkan diperlukan, mereka 24 harus diprioritaskan dan ditentukan sesuai dengan prinsip penghapusan bahaya yang praktis, diikuti pada gilirannya dengan pengurangan risiko (baik dengan mengurangi

kemungkinan terjadinya atau potensi keparahan cedera atau bahaya), dengan adopsi alat pelindung diri (APD) sebagai upaya terakhir hierarki kontrol. Hierarki kontrol pengurangan risiko dapat di lihat dari sumber (Dzikruloh et al., 2023).

Berikut ini adalah hierarki dari pengendalian risiko dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. 1 *Hierarchy of Control*

1. Eliminasi (*Elimination*)

Merubah desain untuk menghilangkan bahaya seperti memperkenalkan alat pengangkat mekanis untuk menghilangkan bahaya penanganan manual.

2. Substitusi (*Substitution*)

Melakukan pergantian bahan yang kurang berbahaya atau mengurangi energi sistem seperti menurunkan arus listrik, tekanan, gaya, suhu, dan lain – lain.

3. Kontrol Teknik (*Engineering Control*)

Menerapkan pengendalian bahaya untuk melindungi tenaga kerja dari bahaya yang ada maupun *human error*. Beberapa pengendalian bahaya seperti pengecekan serta perawatan peralatan, menyediakan tempat penyimpanan peralatan dan material, memasang pengaman.

4. Kontrol Administrasi (*Administrative Control*)

Pengendalian bahaya berdasarkan peraturan maupun rencana kerja yang terkait dengan keselamatan dan kesehatan kerja seperti memberikan pelatihan,

melakukan inspeksi K3 secara berkala, mengawasi pelaksanaan pembangunan terkait pelaksanaan K3 di proyek.

5. Alat Pelindung Diri atau APD (*Personal Protective Equipment / PPE*)

Penggunaan APD merupakan pilihan terakhir pada hierarki pengendalian risiko untuk mengurangi kecelakaan kerja. Menggunakan *body hardness*, sarung tangan, helm proyek, kacamata pelindung merupakan bagian dari penerapan APD terkait K3.

2.2.6 *Job Safety Analysis (JSA)*

Setelah diketahui kegiatan atau item pekerjaan yang memiliki tingkat risiko tinggi kemudian, dilakukan Tindakan lebih lanjut dengan metode JSA. Tujuan dari metode tersebut adalah untuk meminimalisir kecelakaan kerja pada kegiatan atau pekerjaan yang memiliki tingkat risiko tinggi. Menurut (Roughton, 2003) *Job Safety Analysis* adalah sebuah analisis bahaya pada suatu pekerjaan dengan Teknik yang memfokuskan pada tugas pekerjaan sebagai cara untuk mengidentifikasi bahaya sebelum terjadi sebuah insiden atau kecelakaan kerja. Memfokuskan pada hubungan antar pekerja, tugas, alat, dan lingkungan kerjanya. Setelah dilakukan identifikasi bahaya yang tidak dapat dikendalikan, tentu akan diambil tindakan ataupun 25 Langkah – Langkah untuk menghilangkan atau mengurangi bahaya ke tingkat risiko yang dapat diterima oleh pekerja. Manfaat dan kelebihan metode JSA, yaitu memberikan pengertian yang sama kepada Masyarakat tentang mengerjakan pekerjaan dengan baik, elemen utama dalam daftar keselamatan, dan membantu penulisan dengan baik, elemen utama dalam daftar keselamatan, dan membantu penulisan terkait prosedur keselamatan (Friend & Kohn, n.d. 2007)

Terdapat beberapa tahapan prosedur JSA yang dapat dilaksanakan antara lain, yaitu memilih pekerjaan, membagi pekerjaan, identifikasi bahaya dan potensi kecelakaan kerja, serta pengembangan solusi. (Raudhatin Jannah et al., n.d. 2017) *Template* dari JSA (*Job Safety Analysis*) yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel dibawah.

Tabel 2. 5 *Job Safety Analysis*

Pekerjaan	:	
APD yang dibutuhkan	:	
Fasilitas / peralatan	:	

Kegiatan		Potensi Bahaya		Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan	
1.		1.1		1.1.1	
		1.2		1.2.1	
2.		2.1		2.1.1	
		2.2		2.2.1	

Pada tabel JSA di atas terdapat beberapa informasi yang disajikan, diantaranya yaitu nama pekerjaan, APD yang dibutuhkan, fasilitas atau peralatan yang digunakan, tahapan kegiatan atau pekerjaan, jenis potensi bahaya yang dapat terjadi pada aktivitas atau tahapan pekerjaan, serta terdapat tindakan atau prosedur keselamatan yang disarankan untuk meminimalisir risiko dari potensi bahaya yang terjadi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Subjek dan Objek Penelitian

Berikut merupakan subjek dan objek yang digunakan pada penelitian ini.

1. Subjek Penelitian

Adapun subjek penelitian kali ini yaitu PT. Karyatama komposit karbon yang terletak di Jl. Tanjungsari Kencuran Sukoharjo, Tanjungsari, Sukoharjo, Kidul, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Subjek Penelitian berperan untuk pengendalian serta identifikasi bahaya apa saja yang memungkinkan terjadi pada saat proses produksi berlangsung data didapatkan dari observasi langsung dan para pekerja yang berada di PT. Karyatama komposit Karbon

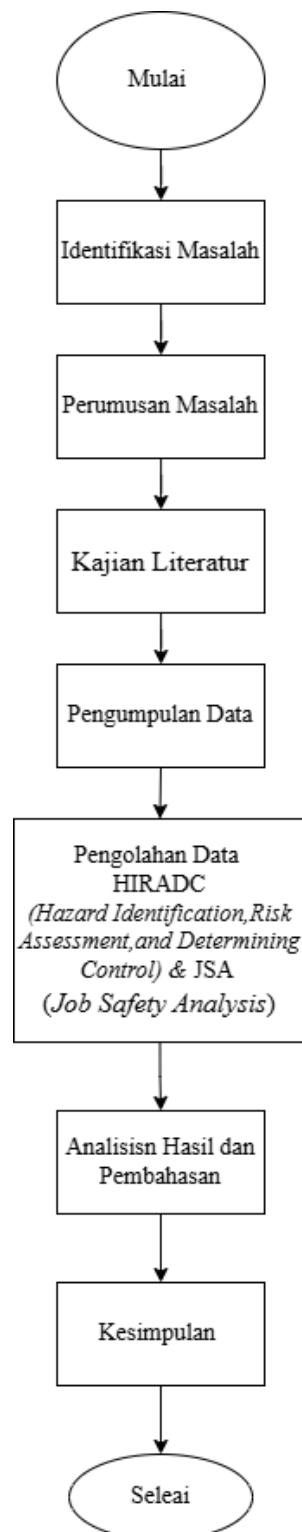
2. Objek Penelitian

Adapun objek penelitian ini ialah seluruh aktivitas proses produksi dari bahan baku menjadi produk jadi. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Karyatama Komposit Karbon. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis bahaya apa saja yang dapat terjadi diproses produksi, kemudian menentukan pengendalian apa saja di dilakukan untuk meminimalisir bahaya pada proses produksi di PT. Karyatama Komposit Karbon.

3.2 Pengumpulan data

Pada pengumpulan data, data yang dibutuhkan yaitu data primer. Data primer adalah data lapangan yang dikumpulkan secara langsung dari PT. Karyatama Komposit Karbon. Untuk memperoleh informasi diperlukan, penelitian ini memperoleh langsung data primer melalui observasi secara langsung dengan cara wawancara dengan para pekerja. Observasi juga dilakukan dengan mengamati tindakan K3 di lingkungan kerja dan proses produksi. Adapun data yang dibutuhkan ialah seluruh kegiatan proses produksi, bahaya apa saja yang dapat terjadi, dan bagaimana kondisi lingkungan kerja pada PT. Karyatama Komposit Karbon.

3.3 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berikut merupakan urutan Langkah-langkah pada penelitian ini:

1. Identifikasi Masalah

Tahap ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang dihadapi oleh perusahaan. Masalah-masalah tersebut bisa berkaitan dengan aspek keselamatan kerja, efisiensi produksi, atau kualitas produk yang dihasilkan. Data awal yang dikumpulkan melalui observasi dan wawancara dengan pihak-pihak yang terkait perusahaan.

2. Perumusan Masalah

Setelah masalah teridentifikasi, masalah tersebut dirumuskan dalam bentuk pertanyaan atau tujuan penelitian. Langkah ini membantu peneliti untuk memfokuskan arah penelitian agar lebih terstruktur dan terarah pada penyelesaian masalah yang relevan

3. Kajian Literatur

Pada tahap ini, dilakukan penelusuran literatur dari berbagai sumber seperti buku, jurnal ilmiah, dan standar industri. Kajian literatur bertujuan untuk memperoleh informasi terkait metode atau pendekatan yang relevan dengan topik penelitian, terdahulu yang sejenis.

4. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data peneliti menganalisis setiap tahapan dari proses produksi di PT. Karyatama Komposit Karbon. Ini termasuk pengamatan alur kerja, bahan-bahan yang digunakan, teknologi yang diterapkan, serta risiko yang mungkin muncul selama proses tersebut. Pemahaman yang lebih mendalam tentang proses produksi membantu dalam mengidentifikasi potensi bahaya secara lebih rinci.

5. Pengolahan Data (HIRADC & JSA)

Setelah memahami proses produksi pada saat pengumpulan data langkah berikutnya adalah pengolahan data mengidentifikasi bahaya yang mungkin muncul dilingkungan kerja. Bahaya ini bisa berupa bahaya fisik (seperti alat berat), bahaya kimia (seperti paparan bahan kimia berbahaya), bahaya ergonomis, dan lainnya. Semua potensi bahaya didokumentasi dan dipetakan secara sistematis.

6. Analisis Hasil dan Pembahasan

Adapun pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap hasil penelitian dari berbagai langkah yang telah dilaksanakan. Peneliti mengevaluasi efektivitas langkah-langkah pengendalian bahaya yang diusulkan dan dampaknya terhadap tingkat risiko di PT. Karyatama Komposit Karbon. Hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko

dibandingkan dengan standar industri yang berlaku untuk memastikan kesesuaian dengan regulasi keselamatan kerja. Selain itu, dampak dari penerapan langkah pengendalian bahaya terhadap pekerja dan proses produksi dibahas secara mendalam, untuk melihat apakah risiko berhasil dikurangi atau masih memerlukan modifikasi. Tantangan atau kendala yang muncul selama implementasi juga diidentifikasi dan dianalisis untuk mengantisipasi masalah di masa depan.

7. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini menyimpulkan beberapa temuan utama terkait bahaya yang signifikan di PT. Karyatama Karbon Komposit serta penilaian risiko yang mempengaruhi keselamatan dan operasional perusahaan. Langkah-Langkah pengendalian yang direkomendasikan terbukti memiliki tingkat efektivitas yang bervariasi. Peneliti juga memberikan saran untuk perbaikan jangka pendek dan jangka panjang, termasuk peningkatan pelatihan pekerja terkait keselamatan dan kesehatan kerja, pengguna alat pelindung diri (APD) yang lebih sesuai, serta pemantauan berkala terhadap implementasi pengendalian bahaya. Selain itu, disarankan adanya evaluasi berkelanjutan dan perubahan teknologi atau prosedur operasional untuk memengaruhi risiko lebih lanjut, sehingga lingkungan kerja menjadi lebih aman dan efisien.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data merupakan segala fakta dan angka yang dapat dijadikan bahan untuk menyusun informasi (Arikunto 2002). Data yang diteliti selanjutnya di kelompokkan berdasarkan sumbernya menjadi seperti berikut ini:

1. Data Primer Menurut Suharsimi (2013) “data primer adalah data yang dikumpulkan melalui pihak pertama, biasanya dapat melalui wawancara, jejak dan lain-lain” jadi dapat disimpulkan bahwa sumber data primer merupakan sumber data langsung yang memberikan data dari pihak pertama kepada pengumpul data biasanya dilakukan dengan cara melalui wawancara. Pada penelitian ini data primer yang digunakan yaitu:
 - a. Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengamati objek permasalahan secara langsung di lapangan. Pada penelitian ini dilakukan observasi dengan mengamati penerapan sistem keselamatan kerja yang ada pada pekerjaan di PT. Karyatama Komposit Karbon Yogyakarta.

- b. Wawancara

Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara berdialog antara peneliti dengan narasumber untuk mendapatkan informasi yang diperlukan. Wawancara yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan untuk melengkapi data primer yang diperoleh dari metode-metode sebelumnya yaitu observasi dan kuesioner. Sehingga data primer yang terkumpul pada penelitian ini dapat menjadi lebih akurat.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan di PT. Karyatama Komposit Karbon, tepatnya di Departemen Produksi dan Departemen SPV Produksi. Proses pengumpulan data berlangsung dari 1 Agustus hingga 1 September 2024 dengan pembagian waktu 50% secara *Online* dan 50% secara *offline*. Data dikumpulkan melalui wawancara dengan pembimbing lapangan (SPV Produksi), kepala departemen, satu karyawan departemen produksi, serta dua karyawan dari Departemen SPV Produksi. Selain itu, pengumpulan data juga dilakukan secara langsung di lapangan untuk memperoleh informasi terkait metode HIRADC, termasuk jenis

pekerjaan dan tingkat risiko pada setiap kegiatan, serta observasi untuk pengambilan data yang dibutuhkan pada metode HIRADC dan JSA.

4.1.1 Deskripsi Perusahaan

PT. Karyatama Komposit Karbon adalah perusahaan manufaktur komposit karbon asal Yogyakarta yang didirikan pada tahun 2017 oleh pencinta otomotif. Fokus perusahaan ini adalah pada desain dan pembuatan komposit serat karbon untuk berbagai komponen otomotif, seperti helm, *body drone*, rangka sepeda, dan produk massal lainnya. Melalui merek *MCI Carbon*, Karyatama telah mengembangkan produk komposit karbon berkualitas tinggi yang banyak diminati oleh penggemar otomotif. Perusahaan ini berkomitmen untuk menggunakan bahan berkualitas dan teknologi canggih untuk memastikan produk yang estetis dan fungsional. Produk mereka telah digunakan oleh berbagai kalangan, mulai dari pengguna sehari-hari hingga pembalap profesional. Karyatama juga memberikan layanan edukasi, pengemasan aman, dan garansi produk, serta terbuka terhadap masukan dari konsumen untuk terus memenuhi kebutuhan pasar yang berkembang.

4.1.2 Gambaran Kegiatan Proses Produksi

Berikut merupakan kegiatan proses produksi yang dilakukan pada PT. Karyatama.

1. Jam Kerja

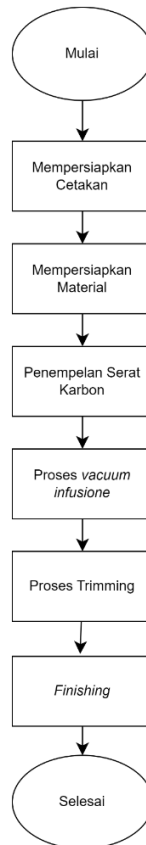
Jam kerja pada kegiatan proses produksi pada PT. Karyatama ialah bekerja selama 6 hari kerja dalam satu minggu yang dimulai pada hari Senin – Sabtu dan dengan waktu jam kerja selama 7,5 jam kerja dalam sehari, dimulai pukul 07:00 – 16:00 WIB, dengan waktu istirahat selama 1,5 jam sehari, dimulai dengan waktu 9:30 – 9:45 dengan waktu istirahat 15 menit, 12:00 – 13:00 dengan waktu istirahat 1 jam, dan 15:30 – 15:45 dengan waktu istirahat 15 menit.

Tabel 4. 1 Jam Kerja PT. Karyatama

Hari	Waktu	Lama Istirahat
Senin	07:00-16:00	1,5 Jam
Selasa	07:00-16:00	1,5 Jam
Rabu	07:00-16:00	1,5 Jam
Kamis	07:00-16:00	1,5 Jam
Jumat	07:00-16:00	1,5 Jam
Sabtu	07:00-16:00	1,5 Jam

4.1.3 Proses Produksi

Berikut merupakan kegiatan proses produksi yang dilakukan pada PT. Karyatama Komposit Karbon.



Gambar 4. 1 *Flowchart* Alur Proses Produksi

Berikut merupakan penjelasan dari diagram proses produksi diatas:

1. Mempersiapkan Cetakan (*prepare mold*)

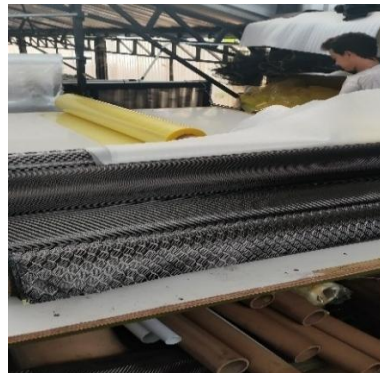
Proses ini dilakukan dengan mempersiapkan cetakan (*mold*) agar sesuai dengan pesanan pelanggan. Langkah ini sangat penting karena menentukan bentuk serta kualitas akhir dari produk yang dihasilkan.



Gambar 4. 2 Aktivitas (*Prepare Mold*)

2. Mempersiapkan Material

Proses ini dilakukan dengan mempersiapkan material yang dibutuhkan dalam proses produksi. Proses ini juga mencakup peletakan material pada cetakan yang telah disediakan.



Gambar 4. 3 Aktivitas Mempersiapkan Bahan

3. Penempelan serat karbon

Proses ini dilakukan dengan mengaplikasikan pada permukaan suatu bahan atau struktur untuk memperkuat bagian *part* dan mengurangi bobot komponen.



Gambar 4. 4 Aktivitas Penempelan Serat Karbon

4. Proses *Vacuum Infusione*

Pada proses ini dilakukan *Thermoforming Layering Material* yang merupakan teknik produksi yang melibatkan pemanasan material menjadi lunak sesuai dengan cetakan (*mold*) yang telah dipersiapkan, setelah itu Proses pelapisan resin dilakukan dengan mengaplikasikan cairan resin poliester pada permukaan material untuk memberikan perlindungan dan kekuatan.



Gambar 4. 5 Aktivitas Proses *Vacuum Infusione*

5. Proses *Trimming*

Proses ini dilakukan dengan memotong sisa dari material atau bagian berlebih dari hasil proses sebelumnya.



Gambar 4. 6 Aktivitas Proses *Trimming*

6. *Finishing*

Melepaskan produk dari cetakan dan melakukan pengamplasan bentuk untuk memastikan produk sudah sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Selain itu dilakukan *painting clear* untuk membuat produk mengkilap dan lebih tahan lama.



Gambar 4. 7 Aktivitas *Finishing*

4.2 Pengolahan Data

Dilakukan pengumpulan data dengan data identifikasi risiko, penilaian risiko, *Hazard Identification Risk Assesment Determing Control* (HIRADC) yang tujuannya adalah mengetahui besar tingkat risiko sebelum dilakukannya pengendalian dengan tujuan untuk dapat mengurangi terjadinya tingkat risiko dan memberikan *control* yang tepat untuk setiap pekerjaan lalu menyusun tabel *Job Safety Analysis* (JSA) pada pekerjaan yang memiliki risiko tinggi, dan menyusun tabel.

4.2.1 Identifikasi Risiko

Menurut Chuazini (2020), identifikasi risiko itu merupakan suatu proses analisis yang menemukan secara sistematis dan secara berkesinambungan (kerugian yang potensial) yang menantang perusahaan/lembaga ataupun aktivitas yang akan direncanakan ataupun yang sedang dilaksanakan ataupun dioperasikan. Identifikasi risiko dimulai dengan: 1. Pemahaman tentang apa sebenarnya yang disebut risiko. Risiko adalah tingkat ketidakpastian akan terjadinya sesuatu/tidak terwujudnya sesuatu tujuan, pada kurun/periode tertentu. 2. Mengenali jenis-jenis risiko yang mungkin dan umumnya dihadapi oleh setiap pelaku bisnis, meliputi pendefinisian risiko mana yang mungkin mempengaruhi proyek dan mendokumentasikan karakteristik dari setiap risiko.

Identifikasi risiko dilakukan dengan pengamatan langsung pada pekerjaan pemasangan *dry carbon*. Ada beberapa identifikasi risiko yang didapatkan yaitu tertimpa material, tergores, terkena bahan kimia, tergelincir, terkena paparan debu material dan bahaya lainnya. Maka diperoleh hasil rekapitulasi terhadap objek penelitian. Dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 2 Identifikasi Risiko

No.	Kegiatan	Bahaya	Risiko
1.	Mempersiapkan Cetakan	Tertimpa cetakan Tergores Material Tajam Cedera mekanis saat mengangkat/melepaskan produk	Luka, cedera Tergores, Luka, cedera Cedera,luka memar
2.	Mempersiapkan Bahan	Terkena bahan kimia Tergelincir akibat tumpahan bahan kimia	Iritasi kulit dan mata, gangguan pernapasan Luka, cedera, memar
3.	Penempelan serat karbon	Melakukan aktivitas berulang Tergores ujung material / cetakan Terkena bahan kimia (Lem) Terhirup serpihan serat karbon Tergores gunting pada tangan/jari Kelelahan fisik dan mental	Kelelahan Tergores, cedera, luka Luka iritasi Gangguan pernapasan Jari terpotong/goresan
4.	Proses <i>Vacuum Infusione</i>	Terpapar tumpahan resin Kegagalan mesin <i>vacuum</i>	Depresi, kurang fokus Iritasi kulit dan gangguan pernapasan Cedera panas, meledak
5.	Proses <i>Trimming</i>	Terkena paparan debu material	Gangguan pernapasan
6.	<i>Finishing</i>	Terkena alat pemotong Tergores oleh mesin Polish saat pendempulan Tergores saat pengamplasan	Jari terpotong/ goresan Cedera goresan Cedera Goresan

4.2.2 Penilaian Risiko

Setelah melakukan *Hazard Identification* (Identifikasi Bahaya), maka selanjutnya dilakukan *Risk Assesment* (Penilaian Risiko) yang bertujuan untuk mengevaluasi besarnya risiko serta skenario dampak yang akan ditimbulkannya. Penilaian risiko digunakan sebagai langkah untuk menentukan tingkat risiko (*Risk Rating*), dilakukan dengan berpedoman pada skala *Australian Standard/New Zealand Standard For Risk Management* (AS/NZS 4360:2004). Ada 2 parameter yang digunakan dalam penilaian risiko yaitu *likelihood* (kemungkinan) dan *severity/Consequence* (Keparahan).

Tahapan selanjutnya yaitu melakukan analisis risiko yang bertujuan menentukan tingkat risiko untuk menentukan dan menghitung nilai yang dihasilkan dari dua faktor yaitu tingkat risiko yang dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 4. 3 Nilai *Likelihood* dan Nilai *Qonsequence*

No.	Kegiatan	Bahaya	Penilaian Risiko		
			L	C	RR
1.	Mempersiapkan Cetakan	Tertimpa cetakan	2	2	L
		Cedera mekanisme saat mengangkat/melepaskan produk	2	2	L
2.	Mempersiapkan Bahan	Terkena bahan kimia	1	2	L
		Tergelincir akibat tumpahan bahan kimia	2	2	L
3.	Penempelan serat karbon	Melakukan aktivitas berulang	3	1	L
		Tergores ujung material/cetakan	3	2	M
		Terkena bahan kimia (Lem)	2	2	L
		Terhirup serpihan serat karbon	3	2	M
		Tergores gunting pada tangan/jari	3	2	M
		Kelelahan fisik dan mental	3	1	L
4.	Proses <i>Vacuum Infusione</i>	Terpapar bahan kimia resin	2	4	H
		Kegagalan mesin <i>vacuum</i>	1	4	H
5.	Proses <i>Trimming</i>	Terkena paparan debu material	3	2	M
		Terkena alat pemotong (gerinda tangan)	1	4	H
6/.	<i>Finishing</i>	Tergores oleh mesin polish saat pendempulan	2	2	L
		Tergores saat pengamplasan	3	1	L

4.2.3 Hazard Identification Risk Assesment (HIRADC)

HIRADC adalah salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam OHSAS 18001:2007 (klausal 4.3.1) dan ISO 14001:2004. OHSAS 18001:2007 juga mensyaratkan perusahaan untuk

meninjau ulang HIRADC minimal setahun sekali. HIRADC dapat dibagi menjadi beberapa bagian, seperti identifikasi bahaya (Hazards Identification), penilaian risiko (Risk Assessment) dan menentukan pengendalian risiko (Risk Control). Hasil dari HIRADC nantinya akan digunakan sebagai dasar utama dalam menyusun tujuan dan target K3 yaitu mencegah, mengurangi, bahkan meniadakan risiko kecelakaan kerja (zero accident) yang ingin dicapai oleh setiap perusahaan atau industri.

Setelah mengetahui kegiatan atau pekerjaan yang dilakukan pengendalian risiko pada tiap kegiatan atau pekerjaan dengan menyusun tabel HIRADC untuk menghitung tingkat nilai risiko sebelum pengendalian dan sesudah dilakukan pengendalian pada tiap pekerjaan. Dalam penyusunan HIRADC, penulis didampingi oleh expert HSE, yaitu Pak Rio selaku ketua departemen Health Safety Environment (HSE) di PT. Karyatam Komposit Karbon, yang turut berperan dalam memverifikasi dan memvalidasi pembuatan tabel HIRADC agar sesuai dengan kondisi nyata di lapangan serta standar penerapan K3 di perusahaan. Penyusunan pada tabel HIRADC dapat dilihat pada tabel 4. 4

No.	Kegiatan	Bahaya	Penilaian Risiko			Rekomendasi Pengendalian	Penilaian Risiko		
			L	C	RR		L	C	RR
1.	Mempersiapkan Cetakan	Tertimpa cetakan	2	2	L	Tambahkan prosedur pengamanan alat angkat sebelum digunakan. Gunakan alat bantu angkat seperti <i>suction cup filter</i> .	1	2	L
		Cedera mekanisme saat mengangkat/melepaskan produk	2	2	L	Lakukan pelatihan rutin tentang ergonomi dan teknik pengangkatan aman bagi pekerja.	1	2	L
2.	Mempersiapkan Bahan	Terkena bahan kimia	1	2	L	Sediakan area pencucian darurat (<i>emergency</i>	1	2	L

No.	Kegiatan	Bahaya	Penilaian Risiko			Rekomendasi Pengendalian	Penilaian Risiko		
			L	C	RR		L	C	RR
						eyewash) dan shower untuk kasus paparan bahan kimia. Gunakan sarung tangan tahan bahan kimia, goggles, dan masker.			
		Tergelincir akibat tumpahan bahan kimia	2	2	L	Pasang rambu peringatan di area penyimpanan bahan kimia dan sediakan bahan penyerap tumpahan dilokasi kerja.	1	2	L
3.	Penempelan serat karbon	Melakukan aktivitas berulang	3	1	L	Lakukan rotasi kerja untuk mengurangi beban fisik berulang dan lakukan pemeriksaan kesehatan ergonomis berkala. Pastikan adanya postur kerja ergonomis.	2	1	L
		Tergores ujung material/cetakan	3	2	M	Lakukan inspeksi rutin pada cetakan untuk memastikan tidak ada ujung tajam yang membahayakan.	2	2	L
		Terkena bahan kimia (Lem)	2	2	L	Sediakan pelatihan penggunaan bahan kimia dan tempatkan lem di area	1	2	L

No.	Kegiatan	Bahaya	Penilaian Risiko			Rekomendasi Pengendalian	Penilaian Risiko		
			L	C	RR		L	C	RR
						kerja dengan ventilasi khusus.			
		Terhirup serpihan serat karbon	3	2	M	Gunakan masker pernapasan dan sediakan sistem filtrasi udara di area kerja. Pastikan sistem filtrasi udara memiliki HEPA filter yang diganti secara berkala.	2	2	L
		Tergores gunting pada tangan/jari	3	2	M	Gunakan sarung tangan pelindung. Buat kebijakan penyimpanan alat tajam di tempat khusus setelah selesai digunakan untuk meminimalkan risiko kontak.	1	2	L
		Kelelahan fisik dan mental	3	1	L	Sediakan ruang istirahat yang nyaman dan dorong pekerja untuk menggunakan alat pelindung ergonomis seperti kursi pendukung.	2	1	L
4.	Proses <i>Vacuum Infusione</i>	Terpapar bahan kimia resin	2	4	H	Gunakan sarung tangan tahan bahan kimia. Tempatkan sistem peringatan kebocoran	1	3	M

No.	Kegiatan	Bahaya	Penilaian Risiko			Rekomendasi Pengendalian	Penilaian Risiko		
			L	C	RR		L	C	RR
						bahan kimia otomatis (detektor gas/serpihan resin).			
		Kegagalan mesin <i>vacuum</i>	1	4	H	Lakukan inspeksi berkala dengan daftar periksa (<i>checklist</i>) untuk memantau kondisi mesin <i>vacuum</i> dan sistem pendukungnya, serta gunakan alat pelindung panas (<i>vest</i>) saat bekerja di sekitar mesin.	2	3	M
5.	Proses <i>Trimming</i>	Terkena paparan debu material	3	2	M	Gunakan masker pernapasan dan tambahkan pelindung <i>enclosure</i> pada mesin pemotong untuk mengurangi penyebaran debu.	2	2	L
		Terkena alat pemotong (gerinda tangan)	1	4	H	Gunakan sarung tangan (anti potong) Pasang sensor keamanan pada alat pemotong (misalnya sensor deteksi tangan) untuk mencegah kecelakaan.	2	3	M

No.	Kegiatan	Bahaya	Penilaian Risiko			Rekomendasi Pengendalian	Penilaian Risiko		
			L	C	RR		L	C	RR
6/.	<i>Finishing</i>	Tergores oleh alat polish saat pendempulan	2	2	L	Gunakan APD lengkap dan pastikan pelatihan keselamatan khusus alat polish dilakukan dan operator memiliki sertifikasi kerja aman untuk alat tersebut.	1	2	L
		Tergores saat pengamplasan	3	1	L	Gunakan pelindung tangan dan masker. Sediakan area kerja terpisah untuk proses pengamplasan guna meminimalkan potensi kecelakaan dengan alat atau bahan lainnya.	1	1	L

Berdasarkan tabel hasil penilaian risiko diatas, diketahui bahwa terdapat kegiatan yang memiliki nilai kategori risiko yang tinggi yaitu pada kegiatan vacuum infusione, dan terkena alat pemotong (gerinda tangan) dimana kegiatan tersebut termasuk dalam kategori Risiko Tinggi. Bahaya tersebut yaitu terpapar bahan kimia resin dengan nilai *likelihood* sebesar 2 dan *consequences* sebesar 4.

Setelah adanya pengendalian yang diterapkan terbukti efektif dalam mengurangi sebagian besar risiko ke tingkat yang dapat di terima. Risiko Tinggi berhasil di eliminasi, dan banyak pekerjaan berhasil diturunkan ke kategori risiko rendah. Namun, risiko sedang seperti terkena bahan kimia resin tetap ada karena tingkat konsekuensi yang signifikan. Rekomendasi tambahan dapat mencakup lebih lanjut pada pengendalian teknis dan administratif untuk meningkatkan keselamatan.

4.2.4 Job Safety Analysis (JSA)

Job Safety Analysis (JSA) merupakan metode yang diterapkan untuk melakukan kajian risiko pada setiap tahapan pada aktivitas atau pekerjaan yang akan di lakukan. Metode JSA perlu di terapkan untuk mengidentifikasi bahaya dan dampaknya serta menentukan kontrol yang tepat digunakan mencegah terjadinya kejadian yang tidak diinginkan dalam pelaksanaan pekerjaan yang memiliki tingkat risiko ekstrem.

Berdasarkan risiko sebelumnya yang ada diatas, diketahui terdapat 3 pekerjaan yang memiliki tingkat risiko tinggi pada terpapar bahan kimia resin, kegagalan mesin dan terkena alat pemotong (gerinda tangan).

Sehingga pada JSA ini, setiap pekerjaan di didefinisikan dengan detail. Dikarenakan perusahaan belum menerapkan metode JSA maka tahapan aktivitas pekerjaan di definisikan melalui wawancara secara langsung dengan expert HSE, yaitu Pak Rio selaku ketua departemen *Health Safety Environment* (HSE) di PT. KARYATAMA KOMPOSIT KARBON. Berikut merupakan hasil *dari Job Safety Analysis* yang telah disusun:

Tabel 4. 4 Tabel JSA Proses Mempersiapkan Cetakan

Pekerjaan		:	Proses Mempersiapkan Cetakan		
APD yang dibutuhkan		:	Sarung tangan pelindung, Helm <i>Safety</i> , Sepatu <i>Safety</i> , Sabuk Penyangga punggung		
Fasilitas / peralatan		:	<i>Hoist, Trolley, Peralatan pengunci cetakan,</i>		
Kegiatan			Potensi Bahaya	Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan	
1.	Proses Mempersiapkan Cetakan	1.1	Tertimpa Cetakan	1.1.1	Gunakan sarung tangan pelindung, sepatu <i>safety</i> , pastikan cetakan stabil sebelum diangkat.
		1.2	Cedera mekanisme saat mengangkat atau melepaskan produk	1.2.1	Gunakan sabuk penyangga punggung, terapkan teknik pengangkatan yang benar.

Selanjutnya dilakukan JSA pada pekerjaan kedua, yaitu proses mempersiapkan bahan yang dapat dilihat pada tabel 4. dibawah ini.

Tabel 4. 5 JSA Proses Mempersiapkan bahan

Pekerjaan		:	Proses Mempersiapkan bahan			
APD yang dibutuhkan		:	Sarung tangan anti kimia, Masker Respirator, Kacamata pelindung, Pakaian pelindung tahan bahan kimia			
Fasilitas / peralatan		:	<i>Exhaust Fan</i>, Rak penyimpanan bahan kimia, peralatan penakar bahan kimia.			
Kegiatan			Potensi Bahaya		Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan	
1.	Proses Mempersiapkan Bahan	1.1	Terkena Bahan Kimia	1.1.1	Gunakan sarung tangan tahan bahan kimia dan masker respirator, menyediakan ventilasi yang baik.	
		1.2	Tergelincir akibat tumpahan bahan kimia	1.2.1	Segera bersihkan tumpahan, gunakan sepatu anti-slip, dan sediakan alas anti-slip	

Selanjutnya dilakukan JSA pada pekerjaan ketiga, yaitu proses penempelan serat karbon yang dapat dilihat pada tabel 4. dibawah ini.

Tabel 4. 6 JSA Proses Penempelan Serat Karbon

Pekerjaan		:	Proses Penempelan Serat Karbon			
APD yang dibutuhkan		:	Sarung tangan pelindung, masker respirator,			
Fasilitas / peralatan		:	Alat <i>press roller</i>, alat pemotong serat karbon,			
Kegiatan			Potensi Bahaya		Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan	
1.	Proses Serat Karbon	1.1	Melakukan aktivitas berulang	1.1.1	Lakukan rotasi kerja secara berkala untuk menghindari kelelahan, pastikan adanya postur kerja ergonomis	
		1.2	Tergores Ujung Material	1.2.1	Gunakan pelindung tangan dan pelindung tubuh	

	1.3	Terkena bahan Kimia		Gunakan masker sarung tangan, dan ventilasi yang baik
	1.4	Terhirup Serpihan Serat Karbon		Gunakan masker pernapasan dan sediakan sistem filtrasi udara di area kerja
	1.5	Tergores gunting pada tangan atau jari		Gunakan sarung tangan pelindung, pastikan pemotong tajam disimpan dengan aman setelah digunakan
	1.6	Kelelahan fisik dan mental		Terapkan waktu istirahat yang cukup dan rotasi pekerjaan, sediakan program dukungan psikologis jika diperlukan.

Selanjutnya dilakukan JSA pada pekerjaan keempat, yaitu proses *vacuum infusione* yang dapat dilihat pada tabel 4. dibawah ini.

Tabel 4. 7 JSA Proses *Vacuum Infusione*

Pekerjaan		Proses <i>Vacuum Infusione</i>		
APD yang dibutuhkan		Sarung Tangan pelindung, Masker respirator, Goggles, pakaian pelindung anti serat, pelindung wajah.		
Fasilitas / peralatan		Resin perekat, mesin <i>vacuum</i> infus, pompa <i>vacuum</i>, alat penekan, alat injeksi resin, <i>exhaust fan</i>.		
Kegiatan		Potensi Bahaya	Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan	
1.	Proses <i>Vacuum Infusione</i>	1.1 Terpapar bahan kimia resin	1.1.1	- Gunakan sarung tangan tahan kimia dan ventilasi yang baik. - Segera bersihkan tumpahan dengan alat yang tepat

	1.2	Kegagalan (ledakan) mesin <i>vacuum</i>	1.2.1	<ul style="list-style-type: none"> - Lakukan pemeriksaan mesin secara berkala. - Gunakan alat pelindung panas saat bekerja di sekitar mesin.
--	-----	---	-------	--

Selanjutnya dilakukan JSA pada pekerjaan kelima, yaitu proses *trimming* yang dapat dilihat pada tabel 4. dibawah ini.

Tabel 4. 8 JSA Proses *Trimming*

Pekerjaan		Proses <i>Trimming</i>			
APD yang dibutuhkan		Sarung tangan, masker respirator, kacamata pelindung, sepatu <i>safety</i>			
Fasilitas / peralatan		Mesin pemotong (gergaji listrik, pemotong manual), sistem penyedot debu, alat ukur presisi			
Kegiatan		Potensi Bahaya		Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan	
1.	Proses <i>Trimming</i>	1.1	Terkena paparan debu material	1.1.1	<ul style="list-style-type: none"> - Gunakan masker pernapasan dan pastikan ventilasi atau sistem penyedot debu di tempat kerja.
		1.2	Terkena alat pemotong	1.2.1	<ul style="list-style-type: none"> - Gunakan sarung tangan anti-potong. - Pastikan mesin pemotong dilengkapi dengan pengaman yang sesuai.

Selanjutnya dilakukan JSA pada pekerjaan keenam, yaitu proses *finishing* yang dapat dilihat pada tabel 4. dibawah ini.

Tabel 4. 9 JSA *Finishing*

Pekerjaan		<i>Finishing</i>			
APD yang dibutuhkan		Sarung tangan, masker debu, kacamata pelindung.			
Fasilitas / peralatan		Mesin pengamplas manual atau otomatis, alat polish , sistem penyedot debu.			

Kegiatan		Potensi Bahaya		Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan	
1.	<i>Finishing</i>	1.1	Tergores oleh alat polish saat pendempulan	1.1.1	Gunakan APD lengkap (sarung tangan, pelindung wajah) saat menggunakan polish
		1.2	Tergores saat pengamplasan	1.2.1	Gunakan pelindung tangan dan masker. Pastikan ada alat pengaman pada mesin pengamplas otomatis

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 HIRADC

5.1.1 Penilaian Risiko Sebelum Dilakukan Pengendalian

Penilaian risiko untuk menentukan tingkat risiko sebelum adanya pengendalian yang dilakukan. Penilaian risiko ditinjau dari dua parameter yaitu tingkat keparahan (*consequence*) dan tingkat kemungkinan (*likelihood*). Hasil dari tingkat risiko yang sudah didapatkan dievaluasi untuk menentukan kategori risiko. Berikut tingkat risiko pada pekerjaan pemasangan *dry carbon* sebelum dilakukannya pengendalian berikut tabel 5.1

Tabel 5. 1 Tingkat Risiko Pada tiap proses pemasangan *dry carbon* sebelum dilakukan Pengendalian

NO	Jenis Pekerjaan	Kategori Tingkat Risiko				Jumlah Bahaya
		Ekstrem	Tinggi	Sedang	Rendah	
1	Mempersiapkan Cetakan				2	2
2	Mempersiapkan Bahan				2	2
3	Penempelan Serat Karbon			3	3	6
4	Proses <i>Vacuum Infusione</i>		2			2
5	Proses <i>Trimming</i>		1	1		2
6	<i>Finishing</i>				2	2
	Total risiko bahaya	0	3	4	9	16

Berdasarkan dari Tabel HIRADC terdapat sebanyak 16 risiko bahaya. Hasil pada penilaian tingkat risiko pada pekerjaan pemasangan *dry carbon* sebelum dilakukan pengendalian didapatkan data berupa berikut

1. Mempersiapkan cetakan mempunyai 2 bahaya dengan tingkat risiko rendah sebanyak 1.
2. Mempersiapkan bahan mempunyai 2 bahaya dengan tingkat risiko rendah sebanyak 2.
3. Penempelan serat karbon mempunyai 6 bahaya dengan tingkat risiko rendah sebanyak 3 dan sedang sebanyak 3.
4. Proses *vacuum infusione* mempunyai 2 bahaya dengan tingkat risiko tinggi sebanyak 2.
5. Proses *trimming* mempunyai 2 bahaya dengan tingkat risiko sedang sebanyak 1 dan risiko tinggi sebanyak 1.
6. *finishing* mempunyai 2 bahaya dengan tingkat risiko rendah sebanyak 2.

Berdasarkan hasil terdapat data keseluruhan 16 bahaya dari 6 pekerjaan dari analisis HIRADC dijadikan ke dalam bentuk bilangan persentase maka didapatkan hasil data sebagai berikut

1. Risiko Rendah $= \frac{9 \text{ bahaya}}{16 \text{ total risiko bahaya}} \times 100\% = 56,25\%$
2. Risiko Sedang $= \frac{4 \text{ bahaya}}{16 \text{ total risiko bahaya}} \times 100\% = 25\%$
3. Risiko Tinggi $= \frac{3 \text{ bahaya}}{16 \text{ total risiko bahaya}} \times 100\% = 18,75\%$
4. Risiko Ekstrem $= \frac{0 \text{ bahaya}}{16 \text{ total risiko bahaya}} \times 100\% = 0 \%$

Hal ini bisa dikatakan sudah memperoleh data sebelum pengendalian dilakukan. Namun masih terdapat adanya risiko bahaya karena saat mengerjakan pekerjaan pemasangan *dry carbon* potensi risiko bahaya pasti ada dan dapat muncul ketika suatu waktu melakukan pekerjaan.

Pengendalian yang dilakukan seperti tangan terluka akibat alat dan material kerja yaitu bisa menggunakan sarung tangan yang layak pada semua aktivitas, pekerja menggunakan APD sesuai dengan peraturan pekerjaan secara lengkap dan benar, memberikan penyuluhan dan pelatihan K3 terhadap tenaga kerja saat dilakukannya aktivitas. Risiko bahaya pada semua kategori risiko perlu penanganan yang tepat setelah adanya pengendalian yang dilakukan. Hal ini terjadi karena risiko bahaya tinggi pada pekerja seperti terpapar bahan kimia resin dan terkena mesin pemotong meskipun sudah adanya pengendalian yang dilakukan yaitu mengenakan sarung tangan tahan bahan, masker respirator, kacamata pelindung, dan pelindung wajah masih tetap terjadi sewaktu-waktu saat bekerja.

5.1.2 Analisis Pengendalian Risiko yang Dilakukan

Setelah dilakukan penilaian dan analisis tingkat nilai risiko berdasarkan pendekatan dengan metode HIRADC, maka selanjutnya dilakukan pengendalian risiko dimana hal itu memiliki peran penting dalam meminimalisir dampak dari risiko bahaya yang dapat terjadi. Dalam menentukan upaya pengendalian risiko peneliti mempertimbangkan hierarki dasar pengendalian, yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif, dan alat pelindung diri (APD) dengan menyesuaikan kondisi di lapangan. Upaya pengendalian pada penelitian ini melalui proses penilaian serta tingkat nilai risiko didapatkan upaya pengendalian secara

menyeluruh yaitu dengan eliminasi, rekayasa teknik, administratif, dan alat pelindung diri (APD).

Pada penelitian ini upaya pengendalian yang dilakukan meliputi empat aspek, yaitu eliminasi, rekayasa teknik, administratif, dan alat pelindung diri (APD). Berikut merupakan pengendalian yang dilakukan pada tiap pekerjaan pada kegiatan *dry carbon* di PT. Karyatama:

1. Mempersiapkan Cetakan

Pada pekerjaan Mempersiapkan cetakan terdapat upaya pengendalian meliputi beberapa aspek, diantaranya yaitu :

a. Rekayasa Teknik

Upaya pengendalian yang dilakukan pada aspek ini, yaitu memasang alat bantu angkat seperti *suction cup filter* untuk meminimalkan kontak langsung dengan cetakan berat.

b. Alat Pelindung Diri (APD)

Upaya pengendalian yang dilakukan pada aspek ini, yaitu pekerja diwajibkan menggunakan sepatu *safety* dan sarung tangan pelindung saat bekerja.

2. Mempersiapkan Bahan

Pada pekerjaan mempersiapkan bahan terdapat upaya pengendalian meliputi beberapa aspek, diantaranya yaitu :

a. Rekayasa teknik

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu menambahkan ventilasi khusus dan drainase yang aman di area kerja

b. Administratif

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu pemasangan rambu dan prosedur evakuasi untuk menangani paparan bahan kimia

c. Alat Pelindung Diri (APD)

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu penggunaan *googles*, sarung tangan, dan masker respirator.

3. Penempelan Serat Karbon

Pada pekerjaan Penempelan Serat Karbon terdapat upaya pengendalian meliputi beberapa aspek, diantaranya yaitu :

a. Eliminasi

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu merancang proses otomatis untuk mengurangi aktivitas manual berulang.

b. Rekayasa teknik

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu menyediakan sistem filtrasi udara dengan HEPA filter untuk menyaring serpihan karbon.

c. Administratif

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu pelatihan pekerja tentang ergonomi kerja dan rotasi tugas untuk mengurangi kelelahan.

d. Alat Pelindung Diri (APD)

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu masker respirator, sarung tangan pelindung, dan pelindungan mata.

4. Proses *Vacuum Infusione*

Pada pekerjaan *Vacuum Infusione* terdapat upaya pengendalian meliputi beberapa aspek, diantaranya yaitu :

a. Eliminasi

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu mengganti resin berbahaya dengan resin yang tidak menghasilkan uap beracun.

b. Rekayasa teknik

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu memasang detektor kebocoran resin dan alarm peringatan otomatis

c. Administratif

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu inspeksi berkala mesin vakum dengan daftar periksa yang detail.

d. Alat Pelindung Diri (APD)

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu menggunakan sarung tangan bahan kimia dan pelindung panas untuk operator

5. Proses *Trimming*

Pada pekerjaan *Trimming* terdapat upaya pengendalian meliputi beberapa aspek, diantaranya yaitu :

a. Eliminasi

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu menggunakan mesin pemotong otomatis untuk mengurangi interaksi langsung dengan alat.

b. Rekayasa teknis

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu menambahkan *enclosure* pelindung pada mesin pemotong untuk mengurangi penyebaran debu dan risiko kontak langsung.

c. Administratif

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu memberikan pelatihan tentang menggunakan alat pemotong dengan aman dan rutin.

d. Alat Pelindung Diri (APD)

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu menggunakan masker respirator dan sarung tangan anti-pemotongan.

6. *Finishing*

Pada pekerjaan *Finishing* terdapat upaya pengendalian meliputi beberapa aspek, diantaranya yaitu:

a. Eliminasi

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu menghapus penggunaan alat dengan risiko tinggi saat tidak diperlukan.

b. Substitusi

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu menggunakan alat pengamplasan dengan pegangan ergonomis.

c. Rekayasa teknik

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu memisahkan *area finishing* untuk mengurangi interaksi dengan proses lain yang berisiko.

d. Administrasi

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu menyediakan pelatihan khusus tentang penggunaan mesin saat *finishing* dan prosedur keselamatan

e. Alat Pelindung Diri (APD)

Upaya pengendalian yang dilakukan aspek ini, yaitu penggunaan pelindung mata, sarung tangan, dan masker selama proses berlangsung.

5.1.3 Analisis Penilaian Risiko Sesudah Pengendalian

Pada tahapan ini diketahui berapa besar penurunan tingkat risiko terhadap potensi bahaya yang terjadi setelah dilakukan pengendalian risiko dengan pendekatan menggunakan metode

HIRADC. Hasil penilaian level risiko setelah dilakukan pengendalian dapat dilihat pada tabel 5.2 dibawah ini.

Tabel 5. 2 Jumlah Tingkat Risiko pada Tiap Proses Sesudah Pengendalian

NO	Jenis Pekerjaan	Kategori Tingkat Risiko				Jumlah Bahaya
		Ekstrem	Tinggi	Sedang	Rendah	
1	Mempersiapkan Cetakan				2	2
2	Mempersiapkan Bahan				2	2
3	Penempelan Serat Karbon				6	6
4	Proses <i>Vacuum Infusione</i>			2		2
5	Proses <i>Trimming</i>			1	1	2
6	<i>Finishing</i>				2	2
	Total	0	0	3	13	16

Setelah dilakukan pengendalian terhadap risiko bahaya, maka terjadi penurunan tingkat nilai risiko pada setiap proses atau pekerjaan. Berdasarkan pengendalian yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil diantaranya sebagai berikut :

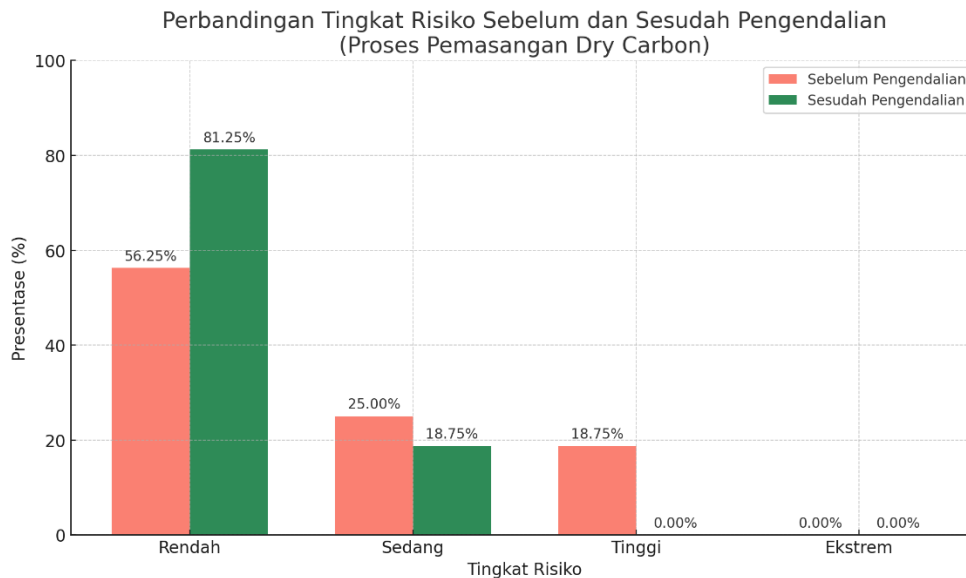
1. tidak terdapat pekerjaan dengan tingkat risiko ekstrem (*extreme risk*)
2. pekerjaan dengan tingkat risiko sedang (*moderate risk*), yaitu sebanyak 3 bahaya diantaranya yaitu pekerjaan proses *vacuum infusione* dan *trimming*
3. pekerjaan dengan tingkat risiko rendah (*low risk*), yaitu sebanyak 13 risiko bahaya diantaranya adalah bahaya tertimpa cetakan, cedera mekanisme pengangkatan produk, pada saat mempersiapkan cetakan. terkena bahan kimia, tergelincir akibat tumpahan bahan kimia, pada saat mempersiapkan bahan. Aktivitas berulang, tergores ujung material/cetakan, terkena bahan kimia lem/resin, terhirup serpihan serat karbon, tergores gunting pada tangan atau jari, kelelahan fisik dan mental, pada saat proses penempelan serat karbon. Terkena paparan debu material, pada saat proses *trimming*. Tergores oleh alat *polish* saat pendempulan, tergores saat pengamplasan, pada saat proses *finishing*.

Maka jumlah *presentase* yang didapatkan setelah pengendalian adalah sebagai berikut :

1. Risiko Rendah $= \frac{13 \text{ bahaya}}{16 \text{ total risiko bahaya}} \times 100\% = 81.25\%$
2. Risiko Sedang $= \frac{3 \text{ bahaya}}{16 \text{ total risiko bahaya}} \times 100\% = 18,75\%$

$$3. \text{ Risiko Tinggi} = \frac{0 \text{ bahaya}}{16 \text{ total risiko bahaya}} \times 100\% = 0\%$$

$$4. \text{ Risiko Ekstrem} = \frac{0 \text{ bahaya}}{16 \text{ total risiko bahaya}} \times 100\% = 0\%$$



Gambar 5. 1 Grafik Perbandingan Tingkat Nilai Risiko

Berdasarkan hasil grafik perbandingan di atas, dapat diketahui bahwa pengendalian yang diterapkan telah berhasil memindahkan mayoritas risiko pada masing-masing pekerjaan pada proses *dry carbon* dari kategori tinggi ke kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa strategi pengendalian yang telah didapatkan terhadap potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja merupakan tindakan penting dalam upaya memastikan keselamatan kerja.

5.1.4 JSA

Tahapan pada JSA penilaian risiko dari masing masing kegiatan pada proses pekerjaan pemasangan *dry carbon*, pada proses ini terdapat enam tahapan utama yaitu: mempersiapkan cetakan, mempersiapkan bahan, penempelan serat karbon, proses *Vacuum Infusione*, *Trimming*, dan *Finishing*. Berikut merupakan pembahasan terkait dengan *job safety analysis* (JSA) dari masing-masing tahapan pada proses pemasangan *dry carbon* di PT. Karyatama Komposit Karbon.

1. Proses Mempersiapkan Cetakan

Tahap ini penting untuk menghasilkan cetakan berkualitas yang menjadi dasar bentuk akhir dari produk serat karbon. Dimulai dengan amplas permukaan cetakan bila ditemukan bagian yang kasar. Lalu dilapisi lagi dengan wax sebagai lapisan pelepas tambahan. Ini dilakukan agar saat produk selesai bisa dilepas dari cetakan tanpa merusaknya. Cetakan harus bersih, halus, dan bebas cacat karena memengaruhi kualitas permukaan akhir produk karbon. Potensi bahaya dan pengendalian Cedera akibat tertimpa cetakan, gunakan pelindung tangan, sepatu *safety*, pastikan cetakan stabil sebelum diangkat. Cedera mekanisme saat mengangkat atau melepaskan produk, gunakan sabuk penyangga punggung terapkan teknik pengangkatan yang benar.

2. Proses Mempersiapkan Bahan

Pada tahap ini dilakukan pemotongan serat karbon sesuai pola atau dimensi cetakan. Bahan resin juga disiapkan dan dicampur sesuai perbandingan. Penggunaan resin dan serat karbon yang sesuai sangat penting karena akan menentukan kekuatan dan ketahanan *body kit*. Pola pemotongan karbon perlu diperhatikan agar orientasi serat mendukung kekuatan struktural komponen dan estetika pola seratnya rapi. Potensi bahaya dan pengendalian: iritasi kulit dari bahan kimia, gunakan APD (masker, sarung tangan). Reaksi panas berlebih, jangan mencampur resin dalam jumlah besar di satu wadah.

3. Proses Penempelan Serat Karbon

Pada tahapan ini serat karbon yang sudah dipotong ditempelkan pada cetakan, dan resin dioleskan ke permukaan serat karbon untuk memastikan seluruh serat terlapisi merata agar tidak ada gelembung udara dibawahnya. lalu dilakukan *epoxy application* dioleskan diatas serat karbon untuk memastikan semua serat tertutup dan terikat kuat, dan adanya proses pengeringan atau pengerasan selama beberapa jam sampai *epoxy* benar-benar mengeras. Lokasi harus bebas dari getaran atau gangguan selama proses ini. Potensi bahaya dan pengendalian: luka tersayat oleh permukaan cetakan yang tajam, gunakan sarung tangan pelindung dan pencahayaan yang memadai saat pemeriksaan. Terkena bahan kimia yang dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata, menggunakan sarung tangan tahan bahan kimia, googles, masker, dan pastikan ventilasi ruangan baik.

4. Proses *Vacuum Infusione*

Pada tahapan pekerjaan *vacuum infusione* terdapat 2 proses yang dilakukan, yaitu pertama adalah persiapan menyalakan pompa vakum untuk mengeluarkan udara dari dalam kantong dan memastikan tidak ada kebocoran udara dimana terdapat 1 potensi bahaya seperti kegagalan (ledakan) mesin *Vacuum Infusione* dikarenakan kebocoran udara yang menyebabkan kegagalan pemasangan yang tidak benar, maka tindakan pengendalian yang dilakukan adalah dengan lakukan periksa kebocoran sebelum memulai dan diwajibkan menggunakan APD pada saat melakukan pengecekan alat vakum. Proses kedua ialah menginfuskan resin pada serat karbon terdapat 1 potensi bahaya dengan risiko pekerja yaitu mengalami seperti terkena paparan resin yang berbahaya bagi kulit dan paru-paru, maka tindakan pengendalian yang dapat dilakukan ialah dengan memastikan untuk menggunakan sarung tangan tahan kimia dan ventilasi ruangan yang memadai dan segera bersihkan tumpahan dengan alat yang tepat.

5. Proses *Trimming*

Pada proses *trimming* terdapat 2 proses dilakukan, yaitu pertama adalah melakukan persiapan pemotongan dan pembentukan produk sesuai ukuran terdapat 1 potensi bahaya yang menyebabkan para pekerja seperti cedera tangan atau jari saat menggunakan alat pemotong tajam (grinder, gergaji atau pisau), maka tindakan pengendalian yang dapat dilakukan ialah menggunakan APD pada para pekerja yaitu sarung tangan anti-potong dan pastikan mesin pemotong dilengkapi dengan pengaman yang sesuai. Proses kedua ialah *Fine sending* dengan potensi bahaya seperti terpapar serpihan karbon atau debu yang berbahaya bagi paru-paru dan mata sehingga berisiko menyebabkan pekerja mengalami cedera yang serius dan membahayakan keselamatan, maka tindakan pengendalian yang dapat dilakukan ialah memastikan menggunakan APD seperti masker respirator, *goggles* dan pastikan ventilasi atau sistem penyedot debu di tempat kerja agar selalu bersih, penerapan ini untuk membantu menghindari cedera yang sering terjadi agar bisa diminimalisir dan lebih terjaga.

6. *Finishing*

Tahap akhir dari proses penempelan serat karbon yang meliputi pelepasan produk dari cetakan, pengamplasan permukaan untuk merapikan tepi, dan *clear coat* agar

hasil akhir lebih estetik dan tahan terhadap sinar UV serta kelembapan. Proses ini juga bisa mencakup pemolesan (*polishing*) untuk menghasilkan tampilan *glossy*.

Pada *finishing* ini ialah proses penyempurnaan akhir pada permukaan produk komposit setelah proses utama selesai. Tujuannya untuk memperbaiki penampilan *visual*, menghilangkan ketidaksempurnaan permukaan, serta memberikan perlindungan tambahan pada lapisan luar material, terutama dari faktor lingkungan seperti sinar matahari, kelembapan dan debu. Potensi bahaya dan pengendalian: cedera pada tangan atau jari risiko serpihan tajam, gunakan APD lengkap seperti sarung tangan, dan goggles pastikan alat dilengkapi pengaman.

Berdasarkan hasil dari tahapan JSA dapat disimpulkan bahwa adanya 3 jenis pekerjaan yang memiliki tingkat risiko tinggi yaitu pada proses *vacuum infusione* dan proses *trimming*. Pada proses *vacuum infusione* aktivitas yang memiliki tingkat risiko tinggi adalah terpapar bahan kimia resin dan kegagalan mesin pada saat proses *vacuum infusione* dengan usulan pengendalian yang diberikan yaitu gunakan sarung tangan tahan bahan kimia dan adanya *exhaust fan* dan juga secara umum mengenakan alat pelindung diri (APD) berupa masker dan sarung tangan. Dan pada proses *trimming* yang memiliki tingkat risiko tinggi adalah terkena alat pemotong gerinda tangan saat aktivitas *trimming* dilakukan dengan usulan pengendalian yang diberikan yaitu memastikan mesin pemotong dilengkapi pengaman yang sesuai untuk mencegah percikan dan potongan material terbang, dan penggunaan (APD) berupa sarung tangan anti-slip, pelindung pendengaran, sepatu *safety*.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Potensi bahaya yang terjadi proses produksi di PT. Karyatama Komposit Karbon, adalah paparan bahan kimia, debu serat karbon, dan risiko HIRADC didapatkan beberapa risiko bahaya yang dapat terjadi, yaitu tertimpa material cetakan, cedera mekanisme saat mengangkat/ melepaskan produk, terkena bahan kimia, tergelincir akibat tumpahan kimia, tergores ujung material/cetakan, terkena bahan kimia berbahaya (lem), terhirup serpihan serat karbon, tergores gunting pada tangan/jari, kelelahan fisik dan mental, terpapar bahan kimia, kegagalan mesin *vacuum*, terkena paparan debu material, terkena alat pemotong (gerinda tangan), tergores oleh mesin Polish saat pendempulan, tergores saat pengamplasan.
2. Pekerjaan yang memiliki nilai risiko tertinggi adalah pekerjaan pada proses *vacuum infusione* dengan persentase bahaya sebanyak 18,75% dengan bahaya terpapar bahan kimia resin dan kegagalan mesin *vacuum*. Nilai risiko sedang terdapat presentase bahaya sebanyak 25%, dan nilai risiko rendah terdapat presentase sebanyak 56.25%.
3. Usulan perbaikan pengendalian risiko adalah penggunaan APD, pelatihan keselamatan, dan perbaikan prosedur kerja. Adanya penerapan pengendalian dengan menggunakan metode HIRADC dan JSA terdapat 2 aktivitas kegiatan yang termasuk dalam kategori *high risk* seperti terpapar bahan kimia resin dan kegagalan mesin pada saat aktivitas *vacuum infusione*, dan terkena alat pemotong saat aktivitas *trimming* dilakukan. Untuk mengurangi nilai risiko di PT. Karyatama komposit karbon. Disarankan penerapan kontrol risiko secara menyeluruh menggunakan prinsip *hierarchy of control* yang mencakup:
 - Eliminasi: Otomatisasi sebagai proses manual untuk menghindari paparan langsung terhadap bahan kimia berbahaya dan potensi cedera akibat peralatan berat.
 - Rekayasa Teknik: Menambahkan sistem ventilasi dan penyedot debu (*exhaust* dan HEPA filter) serta pengaman pada mesin pemotong.

- Administratif: Pelatihan keselamatan kerja rutin, rotasi kerja untuk mencegah kelelahan, serta penerapan inspeksi ketat terhadap penggunaan APD
- Alat pelindung diri (APD): Penyediaan APD sesuai risiko spesifik seperti sarung tangan tahan bahan kimia, masker respirator, kacamata pelindung, dan sepatu safety dengan pengawasan pemakaian yang konsisten. Langkah-langkah ini terbukti efektif menurunkan risiko tinggi menjadi risiko sedang atau rendah, terutama pada proses *vacuum infusione* dan *trimming* yang sebelumnya termasuk kategori *high risk*.

6.2 Saran

Setelah mendapatkan hasil penelitian terdapat beberapa saran yang diberikan guna untuk melengkapi penelitian selanjutnya ataupun untuk memberikan masukan kepada PT. Karyatama Komposit Karbon yaitu sebagai berikut:

1. Mempertimbangkan saran usulan yang dibuat oleh peneliti untuk perusahaan agar dapat meminimalisir bahaya yang dapat terjadi suatu-waktu pada saat proses produksi.
2. Perlunya dilakukan inspeksi tegas terhadap penggunaan APD pada seluruh pekerja untuk memastikan keselamatan dan keamanan para pekerja selama proses kerja berlangsung.
3. Perusahaan diharapkan dapat menyiapkan terkait beberapa rekomendasi APD tambahan yang dapat digunakan untuk membantu meminimalisir potensi terjadinya kecelakaan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

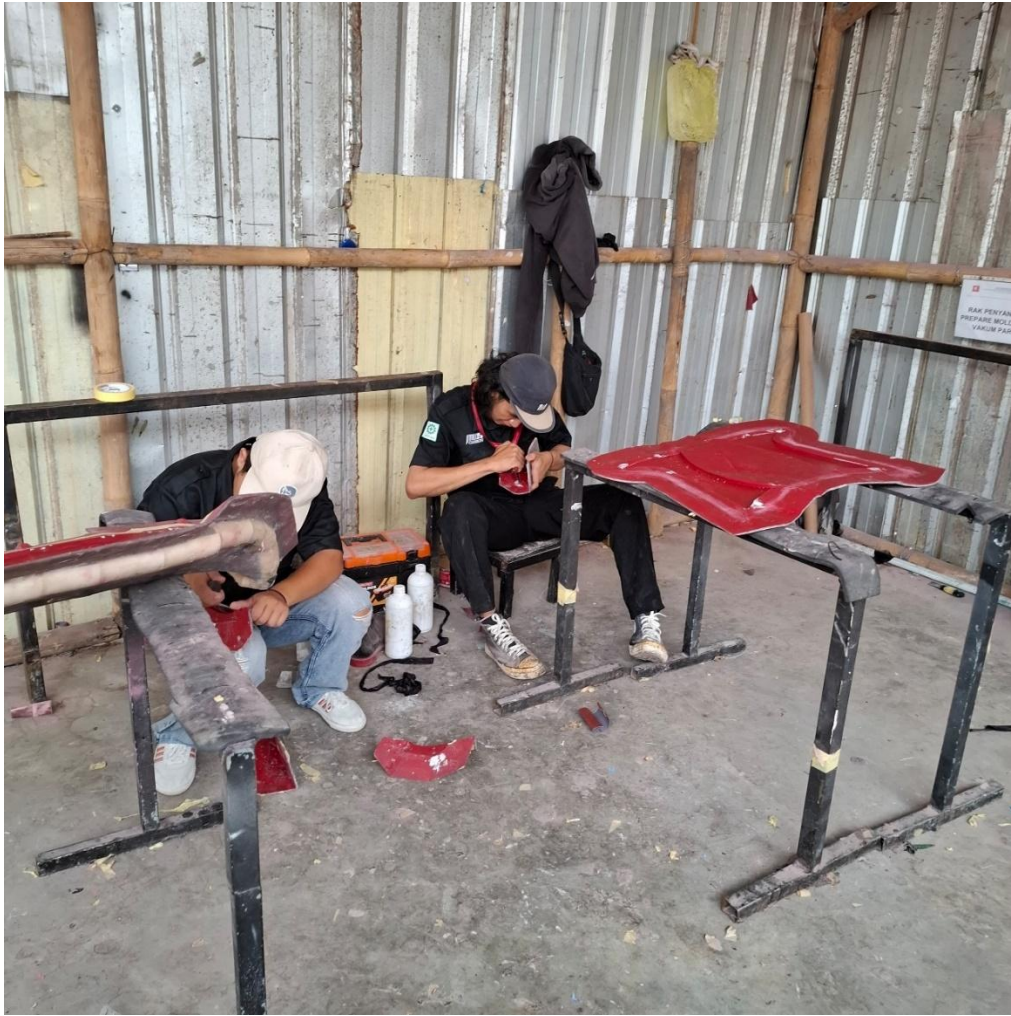
- Anggraini, W., Sari, R. E., Aswin, B., Rini, W. N., & Kusmawan, D. (2024). Analysis of the Risk of Work Accidents for Field Officers PT PLN West Tanjung Jabung Regency, Jambi Province using the Hiradc Method. *Formosa Journal of Science and Technology (FJST)*, 73-88.
- Arikunto, S. (2002). *Metodologi Penelitian Suatu Pendekatan Proposal*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Arikunto, Suharsimi. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Balili, S. S., & Yuamita, F. (2022). Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Bagian Mekanik Pada Proyek Pltu Ampana (2x3 Mw) Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 61-69.
- Chuzaini, A. 2020. Analisis Kinerja Biaya Dan Waktu Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Earned Value (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Rusunawa Medic Umm). Skripsi. Universitas Muhammadiyah Malang
- Ekayogiharso, Abdullah, S., & Ramli, S. (2023). Manajemen Pengendalia Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Untuk Mencegah Terjadinya Kecelakaan Kerja Saat Instalasi Lift Menggunakan Teknik JSA dan HIRADC di Gedung XYZ Jakarta Selatan. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*.
- Firdaus, A., & Yuamita, F. (2022). Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Proses Grading Tbs Kelapa Sawit di PT. Sawindo Kencana Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 155-162.
- Harahap, I. M., Firdasari, & Purwandito, M. (2022). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Melalui Metode HIRADC dan Metode JSA Pada Proyek Lanjutan Pembangunan Rumah Sakit Regional Langsa. *Menara : Jurnal Teknik Sipil*, 43-50.
- Kurniawan, A. Y., & Kurniawan, F. (2020). Risk Management Related to Identifying Work Accidents in Loading and Unloading Container Activities at The Berlian Terminal Tanjung Perak Surabaya with The Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) Method. *Neutron*, 26-32.
- Lestari, N. T. (2024). The Analysis of Risk Assessment on Fiber Optic Production Line Using The Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC). *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 314-318.
- Rahmawati, D., Febriyanto, K., Rahman, F. F., Kinanti, Z. P., Ramadani, M., Saputri, K. R., . . . Darjani, F. (2023). Education and Implementation of Safety Result of Hazard Identification and Risk Control with JSA and HIRARC Methods. *ABDIMAYUDA: Indonesia Journal of Community Empowerment for Health*, 43-49.
- Rotinsulu, F. N., Dundu, A. K., Malingkas, G. Y., Mondoringin, M. R., & Thambas, A. H. (2023). Risk Potential Analysis Using Hazard Identification Risk Assessment and Determine Control (HIRADC) and Job Safety Analysis (JSA) Methods. *Journal of Engineering, Social and Health*, 1133-1141.
- Samara, A. H. (2023). Analysis of Occupational Health and Safety Using HIRADC (Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control) Method.
- Saputro, T., & Lombardo, D. (2021). Metode Hazard Identification, Risk Assesment And Determining Control (HIRADC) Dalam Mengendalikan Risiko Di PT. Zae Elang Perkasa. *Jurnal Baut Dan Manufaktur*.

- Situmorang, H. N., Sitorus, H., Firdaus, & Ginting, L. M. (2023). The Analysis Of Occupational Health and Safety Risks in Engineering Workshop Using The Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) Method. *ACEIVE 2022: Proceedings of the 4th Annual Conference of Engineering and Implementation on Vocational Education*.
- Soesilo, R. (2023). JSA and HIRADC Analysis of Mold Replacement Process on Inject Stretch Blow Machine. *International Journal of Engineering, Science & Information Technology (IJESTY)*, 9-14.
- Susihono, W., & Rini, F. A. (2013). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Identifikasi Potensi Bahaya Kerja (Studi kasus di PT. LTX Kota Cilegon- Banten). *Spektrum Industri*, 117- 242.
- Tarigan, Z. J. (2005). Perancangan Penjualan Dan Perencanaan Produksi Yang Terintegrasi Dengan Menerapkan Teknologi Enterprise Resources Planning (Studi Kasus Pada Perusahaan Furniture, Consumer Good dan Elektronik). *Jurnal Teknik Industri*, 138-144.
- Wijaya, R. (2024). Risk Analysis in Concrete Structure Work Using The HIRADC Method on The Hermina Ciawi Hospital Project. *Calamity: A Journal of Disaster Technology and Engineering*, 105-113.
- Yuvendra, I., Sukwika, T., & Ramli, S. (2022). Occupational Risks of Firefighters in Jakarta: Job Safety Analysis Approach. *International journal of innovation in Engineering*, 60-65.

LAMPIRAN

1. Lampiran Mempersiapkan Cetakan (*prepare mold*)





2. Mempersiapkan Bahan (*prepare material*)



3. Lampiran Penempelan Serat Karbon



4. Lampiran Proses *Vacuum Infusione*



5. Lampiran Proses *Trimming*



6. Finishing



7. Penilaian Risiko

No.	Kegiatan	Bahaya	Penilaian Risiko		
			L	C	RR
1.	Mempersiapkan Cetakan	Tertimpa cetakan	2	2	L
		Cedera mekanisme saat mengangkat/melepaskan produk	2	2	L
2.	Mempersiapkan Bahan	Terkena bahan kimia	1	2	L
		Tergelincir akibat tumpahan bahan kimia	2	2	L
3.	Penempelan serat karbon	Melakukan aktivitas berulang	3	1	L
		Tergores ujung material/cetakan	3	2	M
		Terkena bahan kimia (Lem)	2	2	L
		Terhirup serpihan serat karbon	3	2	M
		Tergores gunting pada tangan/jari	3	2	M
		Kelelahan fisik dan mental	3	1	L
4.	Proses <i>Vacuum Infusione</i>	Terpapar bahan kimia resin	2	4	H
		Kegagalan mesin <i>vacuum</i>	1	4	H
5.	Proses <i>Trimming</i>	Terkena paparan debu material	3	2	M
		Terkena alat pemotong (gerinda tangan)	1	4	H
6/.	<i>Finishing</i>	Tergores oleh mesin polish saat pendempulan	2	2	L
		Tergores saat pengamplasan	3	1	L

8. Tabel HIRADC

No.	Kegiatan	Bahaya	Penilaian Risiko			Rekomendasi Pengendalian	Penilaian Risiko		
			L	C	RR		L	C	RR
1.	Mempersiapkan Cetakan	Tertimpa cetakan	2	2	L	Tambahkan prosedur pengamanan alat angkat sebelum digunakan. Gunakan alat bantu angkat seperti <i>suction cup filter</i> .	1	2	L
		Cedera mekanisme saat mengangkat/melepaskan produk	2	2	L	Lakukan pelatihan rutin tentang ergonomi dan teknik pengangkatan aman bagi pekerja.	1	2	L
2.	Mempersiapkan Bahan	Terkena bahan kimia	1	2	L	Sediakan area pencucian darurat (<i>emergency eyewash</i>) dan <i>shower</i> untuk kasus paparan bahan kimia. Gunakan sarung tangan tahan bahan kimia, <i>goggles</i> , dan masker.	1	2	L
		Tergelincir akibat tumpahan bahan kimia	2	2	L	Pasang rambu peringatan di area penyimpanan bahan kimia dan sediakan bahan penyerap tumpahan dilokasi kerja.	1	2	L
3.	Penempelan serat karbon	Melakukan aktivitas berulang	3	1	L	Lakukan rotasi kerja untuk mengurangi beban fisik berulang dan	2	1	L

No.	Kegiatan	Bahaya	Penilaian Risiko			Rekomendasi Pengendalian	Penilaian Risiko		
			L	C	RR		L	C	RR
						lakukan pemeriksaan kesehatan ergonomis berkala. Pastikan adanya postur kerja ergonomis.			
		Tergores ujung material/cetakan	3	2	M	Lakukan inspeksi rutin pada cetakan untuk memastikan tidak ada ujung tajam yang membahayakan.	2	2	L
		Terkena bahan kimia (Lem)	2	2	L	Sediakan pelatihan penggunaan bahan kimia dan tempatkan lem di area kerja dengan ventilasi khusus.	1	2	L
		Terhirup serpihan serat karbon	3	2	M	Gunakan masker pernapasan dan sediakan sistem filtrasi udara di area kerja. Pastikan sistem filtrasi udara memiliki HEPA filter yang diganti secara berkala.	2	2	L
		Tergores gunting pada tangan/jari	3	2	M	Gunakan sarung tangan pelindung. Buat kebijakan penyimpanan alat tajam di tempat khusus setelah selesai	1	2	L

No.	Kegiatan	Bahaya	Penilaian Risiko			Rekomendasi Pengendalian	Penilaian Risiko		
			L	C	RR		L	C	RR
						digunakan untuk meminimalkan risiko kontak.			
		Kelelahan fisik dan mental	3	1	L	Sediakan ruang istirahat yang nyaman dan dorong pekerja untuk menggunakan alat pelindung ergonomis seperti kursi pendukung.	2	1	L
4.	Proses <i>Vacuum Infusione</i>	Terpapar bahan kimia resin	2	4	H	Gunakan sarung tangan tahan bahan kimia. Tempatkan sistem peringatan kebocoran bahan kimia otomatis (detektor gas/serpihan resin).	1	3	M
		Kegagalan mesin <i>vacuum</i>	1	4	H	Lakukan inspeksi berkala dengan daftar periksa (<i>checklist</i>) untuk memantau kondisi mesin <i>vacuum</i> dan sistem pendukungnya, serta gunakan alat pelindung panas (<i>vest</i>) saat bekerja di sekitar mesin.	2	3	M
5.	Proses <i>Trimming</i>	Terkena paparan debu material	3	2	M	Gunakan masker	2	2	L

No.	Kegiatan	Bahaya	Penilaian Risiko			Rekomendasi Pengendalian	Penilaian Risiko		
			L	C	RR		L	C	RR
						pernapasan dan tambahkan pelindung <i>enclosure</i> pada mesin pemotong untuk mengurangi penyebaran debu.			
		Terkena alat pemotong (gerinda tangan)	1	4	H	Gunakan sarung tangan (anti potong) Pasang sensor keamanan pada alat pemotong (misalnya sensor deteksi tangan) untuk mencegah kecelakaan.	2	3	M
6/.	<i>Finishing</i>	Tergores oleh alat polish saat pendempulan	2	2	L	Gunakan APD lengkap dan pastikan pelatihan keselamatan khusus alat polish dilakukan dan operator memiliki sertifikasi kerja aman untuk alat tersebut.	1	2	L
		Tergores saat pengamplasan	3	1	L	Gunakan pelindung tangan dan masker. Sediakan area kerja terpisah untuk proses pengamplasan guna meminimalkan potensi	1	1	L

No.	Kegiatan	Bahaya	Penilaian Risiko			Rekomendasi Pengendalian	Penilaian Risiko		
			L	C	RR		L	C	RR
						kecelakaan dengan alat atau bahan lainnya.			

9. Tabel JSA Proses Mempersiapkan Cetakan

Pekerjaan	:	Proses Mempersiapkan Cetakan							
APD yang dibutuhkan	:	Sarung tangan pelindung, Helm Safety, Sepatu Safety, Sabuk Penyangga punggung							
Fasilitas / peralatan	:	Hoist, Trolley, Peralatan pengunci cetakan,							
Kegiatan		Potensi Bahaya			Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan				
1.	Proses Mempersiapkan Cetakan	1.1	Tertimpa Cetakan	1.1.1	Gunakan sarung tangan pelindung, sepatu safety, pastikan cetakan stabil sebelum diangkat.				
		1.2	Cidera mekanisme saat mengangkat atau melepaskan produk	1.2.1	Gunakan sabuk penyangga punggung, terapkan teknik pengangkatan yang benar.				

10. Tabel JSA Proses Mempersiapkan Bahan

Pekerjaan	:	Proses Mempersiapkan bahan							
APD yang dibutuhkan	:	Sarung tangan anti kimia, Masker Respirator, Kacamata pelindung, Pakaian pelindung tahan bahan kimia							
Fasilitas / peralatan	:	Exhaust Fan, Rak penyimpanan bahan kimia, peralatan penakar bahan kimia.							
Kegiatan		Potensi Bahaya			Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan				
1.	Proses Mempersiapkan Bahan	1.1	Terkena Bahan Kimia	1.1.1	Gunakan sarung tangan tahan bahan kimia dan masker respirator, menyediakan ventilasi yang baik.				
		1.2	Tergelincir akibat tumpahan bahan kimia	1.2.1	Segera bersihkan tumpahan, gunakan sepatu anti-slip, dan sediakan alas anti-slip				

11. Tabel JSA Proses Serat Karbon

Pekerjaan		:	Proses Penempelan Serat Karbon		
APD yang dibutuhkan		:	Sarung tangan pelindung, masker respirator,		
Fasilitas / peralatan		:	Alat press roller, alat pemotong serat karbon,		
Kegiatan			Potensi Bahaya	Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan	
1.	Proses Serat Karbon	1.1	Melakukan aktivitas berulang	1.1.1	Lakukan rotasi kerja secara berkala untuk menghindari kelelahan, pastikan adanya postur kerja ergonomis
		1.2	Tergores Ujung Material	1.2.1	Gunakan pelindung tangan dan pelindung tubuh
		1.3	Terkena bahan Kimia		Gunakan masker sarung tangan, dan ventilasi yang baik
		1.4	Terhirup Serpihan Serat Karbon		Gunakan masker pernapasan dan sediakan sistem filtrasi udara di area kerja
		1.5	Tergores gunting pada tangan atau jari		Gunakan sarung tangan pelindung, pastikan pemotong tajam disimpan dengan aman setelah digunakan
		1.6	Kelelahan fisik dan mental		Terapkan waktu istirahat yang cukup dan rotasi pekerjaan, sediakan program dukungan psikologis jika diperlukan.

12. Tabel JSA Proses *Vacuum Infusione*

Pekerjaan	:	Proses Vacuum Infusione			
APD yang dibutuhkan	:	Sarung Tangan pelindung, Masker respirator, Goggles, pakaian pelindung anti serat, pelindung wajah.			
Fasilitas / peralatan	:	Resin perekat, mesin vacuum infus, pompa vacuum, alat penekan, alat injeksi resin, exhaust fan.			
Kegiatan		Potensi Bahaya	Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan		
1.	Proses Vacuum Infusione	1.1	Terpapar bahan kimia resin	1.1.1	- Gunakan sarung tangan tahan kimia dan ventilasi yang baik. - Segera bersihkan tumpahan dengan alat yang tepat
		1.2	Kegagalan (ledakan) mesin vacuum	1.2.1	- Lakukan pemeriksaan mesin secara berkala. - Gunakan alat pelindung panas saat bekerja di sekitar mesin.

13. Tabel JSA Proses *Trimming*

Pekerjaan	:	Proses Trimming			
APD yang dibutuhkan	:	Sarung tangan, masker respirator, kacamata pelindung, sepatu safety			
Fasilitas / peralatan	:	Mesin pemotong (gergaji listrik, pemotong manual), sistem penyedot debu, alat ukur presisi			
Kegiatan		Potensi Bahaya	Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan		
1.	Proses Trimming	1.1	Terkena paparan debu material	1.1.1	- Gunakan masker pernapasan dan pastikan ventilasi atau sistem penyedot debu di tempat kerja.
		1.2	Terkena alat pemotong	1.2.1	- Gunakan sarung tangan anti-potong. - Pastikan mesin pemotong dilengkapi dengan pengaman yang sesuai.

14. Tabel JSA *Finishing*

Pekerjaan	:	Finishing			
APD yang dibutuhkan	:	Sarung tangan, masker debu, kacamata pelindung.			
Fasilitas / peralatan	:	Mesin pengamplas manual atau otomatis, mesin turner, sistem penyedot debu.			
Kegiatan		Potensi Bahaya		Tindakan / prosedur keselamatan yang disarankan	
1.	Finishing	1.1	Tergores oleh mesin turner saat pendempulan	1.1.1	Gunakan APD lengkap (sarung tangan, pelindung wajah) saat menggunakan turner
		1.2	Tergores saat pengamplasan	1.2.1	Gunakan pelindung tangan dan masker. Pastikan ada alat pengaman pada mesin pengamplas otomatis

15. Grafik Sebelum Pengendalian dan Sesudah Pengendalian

