

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Laboratorium Teknik Gigi

2.1.1 Definisi laboratorium teknik gigi

Laboratorium teknik gigi merupakan fasilitas kerja tempat teknisi gigi melaksanakan tugas profesi dalam bidang pembuatan alat kedokteran gigi. Berdasarkan fungsinya, laboratorium teknik gigi dibagi menjadi tiga jenis (Teknik Gigi, 2016):

1. Laboratorium Teknik Gigi Dasar: menangani pembuatan gigi tiruan lepasan dari akrilik, gigi tiruan cekat berbahan akrilik, serta alat orthodonti lepasan.
2. Laboratorium Teknik Gigi Menengah: mencakup semua pekerjaan di tingkat dasar, ditambah dengan pembuatan gigi tiruan kerangka logam, kombinasi logam, dan protesa maksilofasial.
3. Laboratorium Teknik Gigi Lanjutan: meliputi semua jenis pekerjaan di tingkat menengah, serta mencakup pembuatan gigi tiruan kombinasi dengan precision attachment, protesa maksilofasial lanjutan, gigi tiruan cekat berbahan porselen, hingga gigi tiruan berbasis implan.

2.2.2 Standar prosedur laboratorium teknik gigi per unit kompetensi

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 460 Tahun 2020 tentang Standar Profesi Tenaga Teknik Gigi, seorang teknisi gigi memiliki tanggung jawab profesional dalam melaksanakan beberapa tugas pokok, antara lain:

1. Membuat susunan organisasi laboratorium teknik gigi berdasarkan standar pelayanan di bidang keteknisian gigi.
2. Mengelola secara profesional laboratorium teknik gigi.
3. Melakukan penatalaksanaan bidang keteknisian gigi.
4. Menganalisa permasalahan di bidang teknik gigi.
5. Melakukan pelaporan kegiatan.

6. Melakukan evaluasi terhadap hasil kerja dan kinerja laboratorium teknik gigi (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020).

2.2 Definisi Teknisi Gigi

Teknisi gigi merupakan tenaga profesional yang memiliki keahlian khusus dalam membuat gigi tiruan, alat ortodonti, dan prostetik maksilofasial. Keahlian ini diperoleh melalui pendidikan formal sesuai standar kompetensi, dan dijalankan berdasarkan kode etik profesi. Dalam praktiknya, teknisi gigi bekerja sama dengan dokter gigi umum maupun dokter gigi spesialis (KMKRI, 2007).

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 372/Menkes/SK/III/2007 tentang Standar Profesi Teknisi Gigi, disebutkan bahwa teknisi gigi adalah tenaga kesehatan yang telah menyelesaikan pendidikan akademik dan profesi dalam bidang teknik gigi. Tupoksinya meliputi:

1. Membuat, memperbaiki, dan menyesuaikan alat-alat kedokteran gigi, seperti gigi tiruan lepasan, gigi tiruan cekat, alat ortodonti, dan protesa maksilofasial.
2. Memberikan pelayanan keteknisian gigi secara profesional berdasarkan resep dari dokter gigi.
3. Berperan sebagai bagian dari tim pelayanan kesehatan gigi, bekerja sama dengan dokter gigi maupun dokter gigi spesialis. (*Kemenkes RI, 2007*)

2.3 Kualitas Udara Dalam Ruangan

2.3.1 Pengertian kualitas udara dalam ruangan

Udara dalam ruangan dikatakan berkualitas baik apabila tidak mengandung zat pencemar yang bisa menyebabkan iritasi, rasa tidak nyaman, atau gangguan kesehatan bagi orang yang berada di dalamnya (Susanna, D., 2008). Secara umum, udara dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu udara luar ruangan (*outdoor air*) dan udara dalam ruangan (*indoor air*). Kualitas udara di dalam ruangan sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia, mengingat sekitar 90% aktivitas manusia dilakukan di dalam ruangan. Diperkirakan antara 400 hingga 500 juta orang, terutama di negara-negara berkembang, tengah menghadapi

permasalahan polusi udara dalam ruang tertutup. Udara dalam ruangan didefinisikan sebagai udara yang terdapat di dalam bangunan yang dihuni atau digunakan oleh individu dengan kondisi kesehatan yang beragam, setidaknya selama satu jam (Wulandari Evi, 2013). Adapun persyaratan kualitas udara dalam ruangan yang baik telah ditetapkan oleh berbagai organisasi dan regulasi, seperti WHO (*World Health Organization*), EPA (*Environmental Protection Agency - Amerika Serikat*), serta regulasi nasional seperti Permenkes RI No. 1077 Tahun 2011, mencakup beberapa parameter utama. Berikut adalah syarat-syarat umum kualitas udara dalam ruangan yang dianggap baik:

1. Konsentrasi CO₂ (Karbon Dioksida)
 - a. Standar ideal: < 1000 ppm
 - b. Jika melebihi: menandakan ventilasi buruk dan bisa menyebabkan kantuk, sakit kepala, atau konsentrasi menurun
2. Kadar PM2.5 dan PM10 (Partikulat halus)
 - a. PM2.5: < 35 µg/m³ (dalam 24 jam, menurut WHO 2021)
 - b. PM10: < 50 µg/m³
 - c. Partikel ini berasal dari asap, debu, pembakaran, dan dapat menyebabkan gangguan pernapasan jika terhirup terus-menerus.
3. Kelembaban Udara (Relative Humidity)
 - a. Ideal: 40% - 60%
 - b. Terlalu lembap → jamur tumbuh
 - c. Terlalu kering → iritasi saluran pernapasan
4. Suhu Ruangan
 - a. Ideal: 22°C - 26°C
 - b. Bergantung juga pada iklim dan aktivitas dalam ruangan. Suhu nyaman meningkatkan produktivitas dan kenyamanan.
5. Ventilasi / Pergantian Udara
 - a. Harus cukup untuk mengganti udara dalam ruangan secara berkala
 - b. Disarankan adanya sistem ventilasi alami (jendela) atau mekanik (exhaust fan, AC dengan filter)

6. Tidak Ada Polutan Berbahaya

- a. Formaldehida: < 0,1 ppm (digunakan pada bahan bangunan, furniture)
- b. VOC (Volatile Organic Compounds): seminimal mungkin
- c. CO (Karbon Monoksida): < 9 ppm (8 jam paparan)
- d. NO₂ , SO₂ , O₃ : harus dalam batas aman

7. Tidak Ada Bau Menyengat

- a. Bau bisa jadi tanda keberadaan VOC atau bahan kimia berbahaya.
- b. Bau juga memengaruhi kenyamanan dan persepsi kebersihan.

Untuk menjaga kesehatan para teknisi gigi, penting memastikan bahwa udara di dalam laboratorium teknik gigi tetap bersih dan bebas dari kontaminan. Udara di ruang kerja ini harus dijaga agar tidak tercemar oleh bahan-bahan yang dapat membahayakan.

Pencemaran udara sendiri merupakan kondisi di mana kualitas udara menurun karena adanya kontaminasi dari berbagai zat, baik yang bersifat tidak berbahaya maupun yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999, pencemaran udara didefinisikan sebagai masuknya zat, energi, atau unsur lain ke dalam udara ambien akibat aktivitas manusia, sehingga menyebabkan penurunan mutu udara dan mengganggu fungsinya sebagai udara bersih.

2.3.2 Sumber Pencemaran Udara Didalam Ruang

Berdasarkan penelitian dari The National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), terdapat lima sumber utama pencemaran udara di dalam ruangan (Prabowo Kuat, 2018), yaitu:

1. Pencemaran yang berasal dari peralatan dalam gedung seperti asap rokok, pestisida, dan bahan pembersih;
2. Pencemaran yang berasal dari luar gedung, misalnya emisi kendaraan bermotor atau asap dapur yang masuk akibat posisi ventilasi yang tidak tepat;
3. Pencemaran dari bahan bangunan seperti formaldehida, lem, asbes, dan fiberglass yang merupakan bagian dari konstruksi gedung;

4. Pencemaran biologis dari mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan protozoa yang dapat berkembang di saluran dan sistem pendingin udara;
5. Gangguan pada sistem ventilasi, yang mencakup kurangnya udara segar, sirkulasi udara yang tidak merata, dan perawatan sistem ventilasi yang buruk.

2.3.3 Pekerjaan yang Menghasilkan Debu Logam

Dalam laboratorium teknik gigi terdapat prosedur yang dapat menghasilkan debu akrilik, yaitu :

a. Grinding

Grinding adalah tahap kerja yang bertujuan untuk merapikan atau menghilangkan bekas goresan yang ditinggalkan dari proses sebelumnya.

b. Finishing

Finishing merupakan proses akhir untuk meratakan dan menghilangkan goresan yang muncul saat pembentukan kontur menggunakan alat pemotong (Nadiya, 2015). Tahapan ini umumnya dilakukan dengan cara mengebor logam agar memperoleh bentuk dan ketebalan sesuai kebutuhan. Aktivitas ini menghasilkan debu halus yang dapat mencemari udara di laboratorium teknik gigi dan berisiko terhirup oleh teknisi gigi (Tamalia Nesya, 2016).

2.4 Debu

2.4.1 Pengertian debu

Debu termasuk salah satu partikel halus yang biasa dikenal sebagai *Suspended Particulate Matter (SPM)*, yaitu partikel yang melayang di udara dengan ukuran antara 1 hingga 500 mikron. Partikel ini tersusun atas campuran kompleks berbagai senyawa organik dan anorganik seperti sulfat, nitrat, amonia, natrium klorida, karbon, debu mineral, serta uap air (Taringan Br Lidia, 2014).

Jika jumlah partikel debu di udara melebihi ambang normal, maka hal tersebut dapat memicu terjadinya pencemaran udara. Pencemaran udara sendiri didefinisikan sebagai keberadaan zat atau komponen lain di atmosfer yang mengubah komposisi udara alami (Atmaja & Ardianto, 2007). Debu merupakan

partikel padat yang dihasilkan dari proses alami maupun aktivitas mekanik seperti penggilingan, penghancuran, peledakan, pengayakan, atau pengeboran. Debu terbentuk sebagai hasil dari pemecahan suatu material, baik oleh aktivitas manusia maupun oleh proses alamiah (Taringan Br Lidia, 2014).

2.4.2 Jenis-Jenis Debu

Jenis debu yang terdapat di lingkungan kerja dapat diklasifikasikan berdasarkan asal dan ukuran partikelnya. Berdasarkan asalnya, debu dibagi menjadi dua, yaitu debu organik dan debu anorganik. Debu organik berasal dari bahan-bahan alami seperti serbuk kayu, kapas, atau partikel dari bahan tanaman. Debu ini banyak ditemukan dalam lingkungan kerja yang menggunakan material berbasis tumbuhan. Sementara itu, debu anorganik berasal dari bahan-bahan mineral atau logam, seperti silika, batu bara, serta logam berat seperti nikel, krom, dan kobalt, yang sering ditemukan dalam industri manufaktur dan laboratorium teknik gigi. Berdasarkan ukuran partikelnya, debu dibedakan menjadi debu respirabel dan debu non-respirabel.

Debu respirabel adalah partikel berukuran sangat kecil (kurang dari 10 mikrometer) yang mampu mencapai alveoli di paru-paru. Paparan jangka panjang terhadap jenis debu ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang serius, seperti pneumokoniosis. Sementara itu, debu non-respirabel terdiri dari partikel yang lebih besar, biasanya terperangkap di saluran pernapasan atas seperti hidung dan tenggorokan, yang dapat menyebabkan iritasi lokal pada saluran napas. Pemahaman terhadap klasifikasi ini sangat penting untuk menilai risiko kesehatan yang ditimbulkan oleh berbagai jenis debu di lingkungan kerja, khususnya di bidang teknik gigi yang rentan terhadap paparan partikel logam berbahaya (UMG, 2020).

2.4.3 Sumber Debu di Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja teknisi gigi memiliki banyak potensi sumber debu yang berasal dari aktivitas sehari-hari dalam proses pembuatan alat kedokteran gigi. Proses penggilingan dan pemolesan bahan logam atau akrilik dalam pembuatan gigi

tiruan menghasilkan partikel-partikel halus yang terlepas ke udara. Partikel-partikel ini, jika tidak dikendalikan, dapat terhirup oleh teknisi dan menyebabkan gangguan kesehatan. Selain itu, pengecoran logam yang melibatkan peleburan bahan logam seperti kobalt, kromium, dan nikel juga merupakan salah satu sumber utama debu logam di laboratorium teknik gigi. Proses pencampuran dan pengolahan bahan gips serta resin akrilik juga turut menyumbang partikel debu berbahaya ke udara.

Risiko ini semakin besar jika laboratorium tidak dilengkapi dengan sistem ventilasi yang baik, dan pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri (APD) seperti masker atau pelindung wajah. Kondisi ini menyebabkan partikel debu tetap berada di udara dalam waktu yang lama dan meningkatkan kemungkinan terhirup oleh teknisi gigi secara terus-menerus. Oleh karena itu, sangat penting untuk menerapkan pengendalian debu secara efektif demi mencegah dampak kesehatan jangka panjang pada teknisi gigi yang bekerja di laboratorium tersebut (Poltekkes Tanjungkarang, 2022).

2.5 Debu Logam

2.5.1 Definisi Logam

Logam merupakan substansi kimia opak mengkilap yang merupakan pengantar (konduktor) panas atau listrik yang baik serta bila dipoles, merupakan pemantul atau reflektor sinar yang baik. semua logam dan logam campur yang digunakan dalam kedokteran gigi adalah bahan padat seperti kristal, kecuali gallium dan merkuri yang berwujud cairan pada temperatur tubuh. Kebanyakan logam yang digunakan untuk restorasi gigi, gigi tiruan sebagian rangka logam, dan kawat ortodonti adalah logam campur, dengan perkecualian lempeng emas murni, titanium murni komersial, dan silver point endodontik (Harty & Ogston, 2000).

2.5.2 Jenis Logam yang Digunakan

Jenis logam yang umum digunakan adalah:

1. Titanium

Titanium dikenal sebagai logam paling biokompatibel dan menjadi bahan

utama untuk pembuatan implan gigi. Keunggulannya meliputi kemampuan osseointegrasi, ketahanan korosi, dan bobot yang ringan. Studi terkini menyatakan bahwa permukaan titanium yang dimodifikasi (seperti pelapisan nanostruktur kalsium) dapat mempercepat penyembuhan dan meningkatkan integrasi dengan tulang (Zhao et al., 2023; Lee et al., 2024).

2. Kobalt-Kromium(CoCr)

CoCr digunakan luas dalam kerangka gigi tiruan dan restorasi tetap karena ketahanannya terhadap korosi dan kekuatan mekanik yang baik. Teknologi manufaktur terbaru seperti Laser Powder Bed Fusion (LPBF) juga meningkatkan kualitas dan kepresision struktur CoCr (Martinez et al., 2024).

3. Nikel-Kromium(NiCr)

Paduan NiCr digunakan sebagai alternatif paduan emas, namun reaktivitas nikel menyebabkan risiko alergi. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pelapisan NiCr dengan perak dapat mengurangi pelepasan ion logam dan memperbaiki daya tahan terhadap korosi (Cheng et al., 2023).

4. Emas

Emas tetap digunakan secara terbatas dalam restorasi gigi karena daya tahan, kestabilan kimia, dan estetika. Meskipun mahal, logam ini masih digunakan di beberapa klinik khusus untuk mahkota atau jembatan gigi posterior (American Dental Association, 2023).

5. StainlessSteel

Stainless steel banyak digunakan dalam kedokteran gigi anak karena murah, kuat, dan mudah dibentuk. Inovasi seperti pewarnaan mahkota stainless steel dengan laser telah dikembangkan untuk meningkatkan estetika (Kumar et al., 2024).

6. Amalgam

Amalgam, campuran logam yang mengandung merkuri, semakin jarang digunakan. Uni Eropa secara resmi melarang penggunaan amalgam mulai 2025 karena pertimbangan lingkungan dan kesehatan, meskipun FDA masih menganggapnya aman pada kelompok tertentu (European Commission, 2023; U.S. FDA, 2022).

2.5.3 Macam – Macam Ukuran Partikel Debu

- a. Debu berukuran sekitar 5 mikron biasanya terperangkap di saluran pernapasan bagian atas dan dapat menyebabkan iritasi, yang sering kali ditandai dengan gejala seperti radang tenggorokan atau faringitis (Darmawan A, 2013).
- b. Debu dengan ukuran 2–3 mikron cenderung mengendap lebih dalam di saluran napas bagian tengah seperti bronkus dan bronkiolus, sehingga dapat memicu gangguan seperti bronkitis, reaksi alergi, batuk, produksi lendir berlebihan, dan bahkan asma (Darmawan A, 2013).
- c. Partikel debu berukuran 1–3 mikron umumnya menetap di alveoli paru, di mana pergerakannya menyerupai aliran udara yang stabil dan berkecepatan tetap (Anugrah Y, 2014).
- d. Debu berukuran 0,1–1 mikron sangat halus dan ringan, sehingga tidak menempel pada permukaan saluran napas, tetapi tetap melayang di udara mengikuti gerakan acak (*brownian motion*) dalam bentuk asap atau kabut halus (Anugrah Y, 2014).

2.5.4 Dampak Pencemaran Kualitas Udara Dalam Ruang

Kualitas udara dalam ruang kerja sangat berpengaruh terhadap kenyamanan lingkungan dan kesehatan para pekerja. Udara yang tercemar dapat menimbulkan berbagai keluhan kesehatan yang berdampak langsung pada organ-organ yang berinteraksi dengan udara. Menurut Prabowo Kuat (2018), efek pencemaran udara terhadap tubuh mencakup:

1. Iritasi pada membran mukosa, seperti mata perih, merah, berair, dan rasa tidak nyaman.
2. Gangguan pada tenggorokan, ditandai dengan rasa gatal, sakit saat menelan, dan batuk kering.
3. Efek neurotoksik, seperti sakit kepala, kelelahan, mudah marah, dan kesulitan dalam berkonsentrasi.
4. Masalah pernapasan, meliputi batuk, sesak napas, napas berbunyi, dan rasa berat di dada.

5. Keluhan kulit, seperti kulit kering atau terasa gatal.
6. Gangguan sistem pencernaan, misalnya diare.

2.5.5 Penyakit Akibat Kerja

Penyakit akibat kerja merupakan gangguan kesehatan yang timbul karena aktivitas kerja atau faktor lingkungan yang berkaitan langsung dengan pekerjaan (Badraningsih, 2015). Di tempat kerja, terdapat berbagai faktor penyebab umum terjadinya penyakit akibat kerja, yang dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Faktor fisik, seperti paparan kebisingan, radiasi, suhu ekstrem, tekanan udara, pencahayaan, dan getaran. Misalnya, intensitas cahaya yang tidak sesuai baik terlalu terang maupun terlalu redup—dapat menyebabkan kelelahan mata, yang ditandai dengan iritasi, penglihatan kabur, sakit kepala, hingga penurunan ketajaman visual.
2. Faktor kimia, meliputi bahan kimia dalam bentuk debu, uap, gas, larutan, maupun kabut yang dapat berdampak negatif pada kesehatan bila terhirup atau kontak langsung dengan tubuh.
3. Faktor biologis, termasuk mikroorganisme seperti bakteri, virus, dan jamur, yang dapat menyebabkan infeksi atau penyakit menular di lingkungan kerja.
4. Faktor ergonomis atau fisiologis, berkaitan dengan desain tempat kerja, posisi kerja, dan beban kerja yang tidak sesuai sehingga berisiko menimbulkan gangguan muskuloskeletal atau kelelahan.
5. Faktor psikososial, mencakup stres mental, pekerjaan monoton, dan tekanan kerja yang berlebihan yang dapat memengaruhi kesehatan mental dan kesejahteraan pekerja.

Salah satu penyakit akibat kerja yang sering terjadi adalah gangguan kesehatan akibat pencemaran udara, terutama oleh partikel debu yang berasal dari aktivitas industri atau proses alam. Jenis dan karakteristik partikel ini sangat bergantung pada jenis kegiatan industri dan sumber pencemar yang terlibat.

2.5.6 Jenis – Jenis Penyakit *Pneumoconiosis*

Paparan partikel debu dapat menyebabkan berbagai jenis gangguan pada sistem pernapasan, salah satunya adalah pneumokoniosis. Pneumokoniosis merupakan

penyakit paru-paru yang terjadi akibat terhirupnya partikel debu yang berbahaya dan dapat merusak jaringan paru (Goenharto, 2016). Jenis penyakit ini sangat beragam dan diklasifikasikan berdasarkan jenis partikel yang terhirup ke dalam paru-paru. Pneumokoniosis umumnya banyak ditemukan di daerah dengan aktivitas industri atau teknologi yang tinggi, di antaranya meliputi silikosis, asbestosis, bisinosis, antrakosis, dan berilirosis (Darmawan, 2013).

1. *Silikosis*

Silikosis disebabkan oleh paparan silika bebas (SiO_2). Tingkat keparahan gejala yang dialami oleh penderita tergantung dari jumlah dan lama paparan, serta respon tubuh masing-masing individu (Darmawan, 2013).

2. Asbestosis

Penyakit ini disebabkan oleh terhirupnya debu atau serat asbes dalam jangka panjang. Sedangkan bisinosis merupakan gangguan yang diakibatkan oleh paparan debu kapas, biasanya ditemukan pada pekerja industri tekstil. Gejala umum termasuk batuk, sesak napas, dan rasa tertekan di dada. Menurut SNI 19-0232-2005, batas maksimal debu kapas *respirable* yang diperbolehkan di tempat kerja adalah $0,2 \text{ mg/m}^3$ (Darmawan, 2013).

3. Antrakosis

Antrakosis adalah gangguan pada saluran pernapasan yang timbul akibat terpapar debu batubara. Penderitanya umumnya mengalami keluhan sesak napas, mirip seperti penderita silikosis atau jenis *pneumokoniosis* lainnya (Darmawan, 2013).

4. Berilirosis

Penyakit ini disebabkan oleh paparan debu logam berilium di udara. Uniknya, berilirosis hanya berkembang pada individu yang memiliki sensitivitas terhadap berilium, diperkirakan hanya sekitar 2% dari orang yang terpapar. Gejala biasanya baru muncul setelah 10 hingga 20 tahun setelah kontak awal (Darmawan, 2013).

5. Asma

Asma yang muncul karena paparan zat di tempat kerja merupakan salah satu jenis gangguan pernapasan akibat kerja. Kondisinya ditandai dengan gejala

mengi dan batuk, sebagai respons terhadap iritan di lingkungan kerja (Darmawan, 2013).

2.5.7 Dampak Paparan Debu Logam

Paparan logam berat seperti nikel, kromium, kobalt, dan barium yang terdapat dalam debu logam memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan manusia, khususnya teknisi gigi yang bekerja di laboratorium. Partikel logam ini tidak hanya bersifat iritan, tetapi juga memiliki sifat toksik yang dapat menyebabkan gangguan sistemik dan lokal pada tubuh.

a. Dampak pada Sistem Pernapasan

Paparan jangka panjang terhadap debu logam dapat menyebabkan kerusakan pada saluran pernapasan. Penelitian oleh Jiaxin Ding et al. (2023) menunjukkan bahwa partikel debu logam yang dihirup dapat menumpuk di alveolus paru-paru, memicu reaksi inflamasi kronis. Inflamasi ini dapat berkembang menjadi kondisi serius, seperti pneumokoniosis atau fibrosis paru-paru, akibat akumulasi partikel logam. Selain itu, debu logam juga dapat menyebabkan iritasi akut pada saluran pernapasan atas, seperti faring dan trachea, yang ditandai dengan gejala seperti batuk, sesak napas, dan nyeri dada. Menurut penelitian oleh Luigi Di Lorenzo et al. (2022), teknisi gigi yang terpapar debu logam dalam waktu lama memiliki risiko tinggi mengalami pneumokoniosis campuran, yang disebabkan oleh inhalasi partikel logam yang berukuran kecil.

b. Dampak Karsinogenik

Beberapa jenis logam dalam debu laboratorium, seperti nikel dan kromium, bersifat karsinogenik. Penelitian oleh Titiek Berniyanti et al. (2018) menemukan bahwa paparan kromium dapat memicu mutasi gen TP53, gen yang berperan penting dalam mengontrol pembelahan sel dan mencegah pertumbuhan tumor. Mutasi ini dapat meningkatkan risiko kanker, khususnya kanker paru-paru, jika teknisi terpapar secara berulang tanpa perlindungan yang memadai.

c. Dampak pada Kulit dan Sistem Saraf

Paparan langsung terhadap logam seperti kobalt dapat menyebabkan dermatitis kontak atau alergi kulit pada teknisi gigi. Gejala seperti ruam, gatal, dan iritasi kulit sering kali ditemukan pada pekerja yang bersentuhan langsung dengan material logam. Studi oleh Nadia Maharani (2022) menyebutkan bahwa partikel kecil debu akrilik dan logam juga dapat menyebabkan iritasi kulit, tergantung pada durasi paparan dan frekuensi kontak. Selain itu, logam berat seperti barium, kadmium dan nikel memiliki efek neurotoksik. Paparan kronis dapat mengganggu fungsi sistem saraf, yang ditandai dengan gejala seperti kelelahan, gangguan konsentrasi, hingga kerusakan saraf perifer dalam kasus yang berat.

d. Efek Sistemik Lainnya

Partikel debu logam yang masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi atau kontak langsung juga dapat berdampak pada organ lain. Misalnya, logam berat dapat memicu stres oksidatif, yaitu ketidakseimbangan antara radikal bebas dan antioksidan dalam tubuh, yang berkontribusi pada kerusakan jaringan. Penelitian oleh Wei Wang et al. (2020) menemukan bahwa partikel logam yang masuk ke tubuh dapat menyebabkan apoptosis (kematian sel) dan mengganggu mekanisme perbaikan jaringan secara normal.

Dampak biologis dari paparan logam tidak dapat diabaikan, terutama bagi teknisi gigi yang bekerja dalam kondisi yang tidak memadai dari segi keselamatan kerja. Perlindungan yang tepat, seperti penggunaan alat pelindung diri (APD), sistem ventilasi yang baik, dan edukasi mengenai risiko kesehatan, menjadi langkah penting untuk meminimalkan dampak negatif dari paparan logam di lingkungan kerja.

2.6 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah serangkaian aktivitas yang bertujuan menciptakan lingkungan kerja yang aman, bebas dari gangguan fisik maupun mental. Hal ini dilakukan melalui pembinaan, pelatihan, pengarahan, serta pengawasan terhadap pelaksanaan tugas pekerja, dengan dukungan dari instansi pemerintah maupun perusahaan sesuai ketentuan yang berlaku (Denik

Kun, 2017). Dalam dunia kerja, K3 menjadi aspek yang sangat penting karena kecelakaan atau gangguan kesehatan yang dialami pekerja dapat berdampak besar tidak hanya pada dirinya sendiri, tetapi juga pada keluarga dan lingkungan sekitarnya.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 50 Tahun 2012, sistem manajemen K3 bertujuan menjamin perlindungan terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja melalui tindakan preventif terhadap kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Oleh karena itu, penerapan prinsip K3 di lingkungan kerja, baik di sektor usaha maupun industri, harus selaras dengan tujuannya, yakni menjaga keselamatan dan menciptakan tenaga kerja yang sehat serta produktif. Salah satu aspek penting dalam upaya pencegahan risiko kerja adalah pemakaian alat pelindung diri (APD) secara tepat dan konsisten.

2.6.1 Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri (APD) merupakan perlengkapan yang digunakan untuk menjaga tubuh, baik sebagian maupun seluruhnya, dari potensi bahaya serta risiko kecelakaan saat bekerja. Berdasarkan definisi dari Occupational and Health Administration (OSHA).

APD adalah perlengkapan yang digunakan untuk melindungi pekerja dari cedera atau gangguan kesehatan akibat kontak langsung dengan bahaya di lingkungan kerja, seperti bahan kimia, biologis, radiasi, listrik, mekanik, dan lainnya. Beberapa jenis APD yang wajib digunakan oleh tenaga kerja ketika melakukan pekerjaan berisiko antara lain helm keselamatan, sepatu pelindung, sarung tangan, alat pelindung pernapasan, pakaian pelindung, serta sabuk pengaman (Uhud, Annastasyiatul; dkk., 2008).

Penggunaan APD di laboratorium teknik gigi bertujuan untuk memberikan perlindungan kepada teknisi dari potensi kecelakaan secara langsung serta merupakan bagian dari penerapan prinsip keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di lingkungan laboratorium. Dalam aktivitas pembuatan gigi tiruan lepasan, teknisi gigi kerap menggunakan bahan akrilik yang bisa menimbulkan gangguan kesehatan seperti iritasi pada mata dan kulit, serta gangguan saluran pernapasan,

termasuk risiko terkena pneumokoniosis. Oleh sebab itu, penting untuk menggunakan APD yang sesuai dengan risiko dari bahan tersebut, seperti masker, kacamata pelindung, jas laboratorium, dan sarung tangan. Sebagaimana diatur dalam Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, Pasal 12 menyebutkan bahwa setiap tenaga kerja memiliki hak dan kewajiban untuk menggunakan alat pelindung diri saat bekerja.

Dalam Pasal 14 disebutkan bahwa pemberi kerja wajib menyediakan alat pelindung diri (APD) secara gratis kepada pekerja yang berada di bawah tanggung jawabnya, serta kepada siapa pun yang memasuki area kerja. APD tersebut harus dilengkapi dengan petunjuk penggunaan yang sesuai. Risiko-risiko di tempat kerja yang dapat dikendalikan dengan penggunaan APD meliputi:

1. Risiko fisik seperti terjatuh, tergelincir, tertimpa benda, atau tersandung.
2. Paparan terhadap sinar dan gelombang elektromagnetik.
3. Kontak langsung dengan bahan kimia, baik dalam bentuk padat maupun cair.
4. Terpapar kebisingan yang berlebihan dan getaran.
5. Terhirupnya zat berbahaya seperti gas, uap, debu, kabut (mist), asap (fume), atau partikel cair.
6. Cedera akibat benda asing yang masuk ke tubuh, seperti kaki tertusuk atau terinjak benda tajam.

Bagian tubuh yang perlu dilindungi mencakup kepala, sistem pernapasan, alat pendengaran, penglihatan, kulit, kaki, serta seluruh tubuh secara umum (Uhud, Annastasyiatul; dkk., 2008).

2.6.2 Alat Pelindung Mata (kaca mata pengaman) dan Muka

1. Fungsi

Kacamata pelindung berfungsi untuk menjaga mata dari:

- a. Percikan bahan kimia yang bersifat korosif.
- b. Debu atau partikel udara yang dapat masuk ke mata.
- c. Benturan dari benda kecil yang terlontar.
- d. Paparan panas serta sinar terang.

- e. Uap atau gas kimia yang bisa menyebabkan iritasi pada mata.
- h. Radiasi elektromagnetik, baik yang bersifat mengion maupun tidak.
- i. Kontak langsung dengan benda keras atau tajam.

2. Jenis

- a. Kacamata pelindung (*Spectacles/Goggles*), biasa digunakan saat proses grinding.



Gambar 2.1 Kacamata pelindung (*Protective Goggles*) digunakan pada saat *grinding*

- b. Pelindung wajah (*face shield*)



Gambar 2.2 Pemakaian pelindung muka (*face shields*) yang digunakan pada saat *polishing* dan menggerinda logam

3. Syarat kacamata pelindung:



Gambar 2.3 Kaca mata pelindung (*Protective Goggles*) digunakan pada saat menggerinda logam

- a. Tahan terhadap percikan api.
- b. Kuat terhadap lemparan partikel kecil.
- c. Lensa tidak menyimpang (distorsi minimal).
- d. Dapat menahan radiasi gelombang tertentu.

4. Syarat pelindung wajah:

- a. Terbuat dari bahan tahan api.
- b. Materialnya dapat berupa kaca yang dilaminasi alumunium atau plastik seperti selulosa asetat, akrilik, dan polycarbonat.

5. Cara Menggunakan Kacamata dan Pelindung Wajah

- a. Pilih ukuran kacamata (kecil, sedang, besar).
- b. Posisikan di pangkal hidung, kaitkan pada telinga.
- c. Pastikan menutup rapat area mata.
- d. Untuk face shield, sesuaikan ukuran kepala, periksa bagian luar-dalam, pakai dan atur hingga seluruh wajah tertutup sempurna.

2. Jenis Respirator

- a. Tipe pemurni udara (air purifying respirator).
- b. Tipe pemasok udara/oksigen (air supplying respirator).



Gambar 2.4 Respirator-Disposable paper mask untuk melindungi dari pajanan debu yang tidak toksik/kadar toksitasnya rendah, digunakan pada saat prosesing akrilik, mixing bahan tanam, menggerinda akrilik.

3. Spesifikasi Respirator Pemurni Udara

- a. Memurnikan udara dengan sistem filtrasi atau adsorpsi.
- b. Jenis:
 - a) Respirator mekanik – menyaring debu, fume, kabut.
 - b) Respirator kombinasi – memakai filter + zat kimia (catridge/kanister).

4. Cara Pemakaian

- a. Pilih ukuran sesuai bentuk wajah.
- b. Periksa kelayakan dan kondisi komponen.
- c. Gunakan dengan benar, pastikan tidak bocor.
- d. Singkirkan rambut/janggut, pasang gigi palsu jika diperlukan.

5. Pemeliharaan

- a. Bersihkan setiap selesai digunakan.

- b. Simpan di tempat kering dan tertutup.
- c. Komponen seperti tabung, klep, dan regulator harus dicek berkala.

2.6.4 Pakaian pelindung

1. Fungsi

Melindungi tubuh dari bahan kimia, debu, api, panas, atau percikan zat berbahaya lainnya.



Gambar 2.5 Pemakaian respirator-pelindung pajanan debu yang tidak toksik/toksitasnya rendah.



A



B

Gambar 2.6 A. Pemakaian masker pada saat *packing* bahan akrilik, B. Pemakaian masker pada saat *mixing* bahan tanam.

2. Jenis

- a. Apron (melindungi dada sampai lutut).
- b. Overalls (menutupi seluruh tubuh).



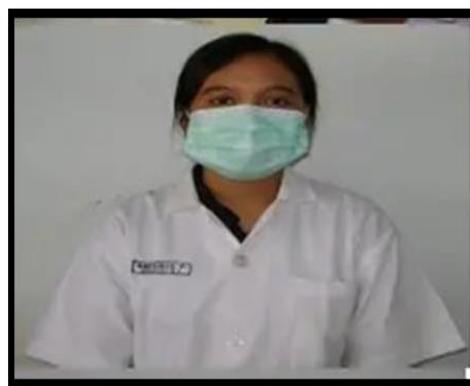
Gambar 2.7 Baju lab yang digunakan sebagai pakaian pelindung saat bekerja atau praktikum di Laboratorium teknik gigi.

3. Spesifikasi

- a. Dari kulit (untuk pengelasan).
- b. Untuk pemadam kebakaran.
- c. Anti radiasi.
- d. Terbuat dari plastik (untuk bahan kimia).

4. Cara Penggunaan

- a. Pilih berdasarkan potensi bahaya dan ukuran tubuh.
- b. Pastikan kondisi pakaian lengkap dan layak.
- c. Gerakkan tubuh untuk memastikan kenyamanan.



Gambar 2.8 Pemakaian baju lab pada saat praktikum.

5. Pemeliharaan

- a. Pakaian sekali pakai langsung dibuang ke tempat yang sesuai.
- b. Pakaian non-disposable harus dicuci, disetrika, dan disimpan rapi.

2.6.5 Pelindung Tangan

1. Fungsi

Melindungi tangan dari bahaya panas, dingin, bahan kimia, radiasi, atau infeksi.

2. Jenis

- a. Sarung tangan biasa.
- b. Sleeve (dari pergelangan sampai lengan).

3. Spesifikasi

Disesuaikan dengan bahan dan potensi risiko.

4. Cara Pemakaian

- a. Pilih jenis dan ukuran yang tepat.
- b. Pastikan manset pas dan menutup lengan baju.
- c. Jangan masukkan baju ke dalam sarung tangan jika tanpa manset.



Gambar 2.9 Disposable rubber gloves digunakan pada saat bekerja dengan bahan iritan.



Gambar 2.10 Pemakaian disposable rubber gloves digunakan pada saat bekerja dengan bahan iri

2.6.6 Pengukuran Kadar Debu di Dalam Ruangan

1. Fungsi

Mengetahui apakah konsentrasi debu di lingkungan kerja masih dalam batas aman.

2. Alat Ukur dan Cara Pemakaian

a. Thermohygrometer

a) Fungsi : Mengukur suhu ($^{\circ}\text{C}$) dan kelembapan (% RH) dalam ruangan.



Gambar 2.11 Alat *thermohygrometer*

- b) Cara Pakai : Letakkan alat di tengah ruangan pada ketinggian ± 1,5 m dari lantai. Biarkan selama beberapa menit hingga data stabil, kemudian baca hasil pengukuran pada layar digital.
- b. Anemometer
- a) Fungsi : Mengukur kecepatan aliran udara dalam m/s.



Gambar 2.12 Alat anemometer

- b) Cara Pakai : Pegang sensor alat sejajar arah aliran udara dari ventilasi atau exhaust fan. Catat angka tertinggi dari hembusan udara.
- c. High Volume Air Sampler (HVAS)
- a) Fungsi : Mengukur konsentrasi debu total, PM 2.5 dan PM 10 (partikel berukuran 2.5 µm dan 10 µm).
- b) Cara Pakai :
- 1) Pasang filter pada unit HVAS.
 - 2) Letakkan alat di lokasi representatif (dekat area kerja utama).
 - 3) Nyalakan selama 10–30 menit (dengan flowrate ±1 liter/menit).
 - 4) Timbang filter sebelum dan sesudah untuk mengetahui massa debu.



Gambar 2.13 Alat *high volume air sampler portable*

d. Aerosol Monitor

- a) Fungsi : Mengukur konsentrasi partikel udara real-time dalam mikron (1–10 μm).



Gambar 2.14 Alat aerosol monitor

b) Cara Pakai :

- 1) Nyalakan alat dan biarkan menyala ±15 menit.
- 2) Tempatkan alat 1–2 meter dari sumber debu atau aktivitas kerja seperti grinding.
- 3) Catat konsentrasi dalam satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada tampilan digital.

2.6.7 Ventilasi ruangan

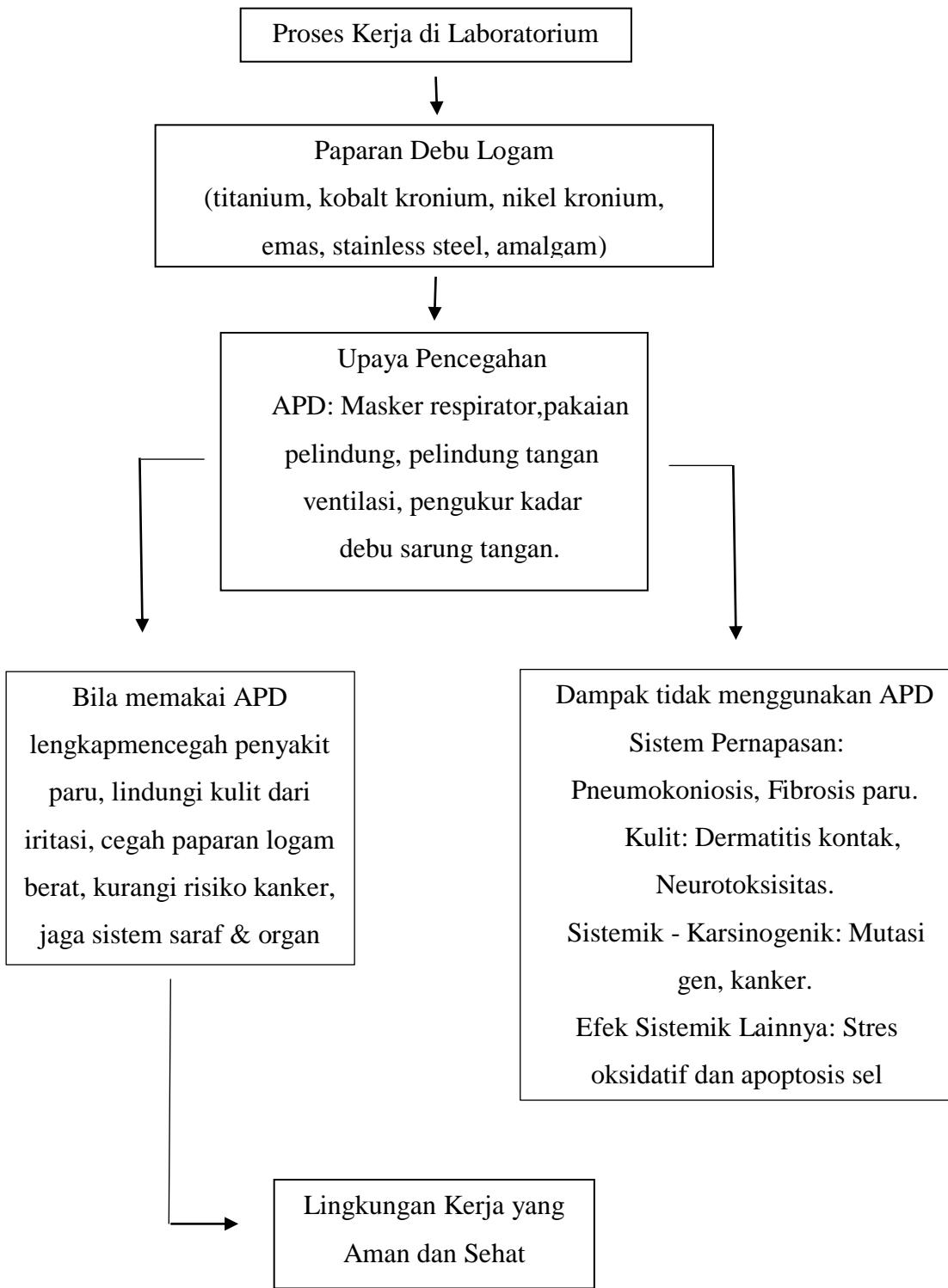
Menciptakan kenyamanan dalam suatu bangunan, diperlukan penerapan sistem ventilasi yang sesuai. Ventilasi yang baik juga mendukung efisiensi penggunaan energi, sehingga sangat dianjurkan. Ruangan yang memiliki sistem ventilasi yang buruk dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan. Pada laboratorium teknik gigi, penggunaan exhaust fan menjadi salah satu solusi efektif karena alat ini mampu menyedot udara kotor dari dalam ruangan dan mengalirkannya keluar melalui saluran ventilasi.

Langkah ini penting dilakukan karena udara dalam ruangan dapat tercemar oleh partikel berbahaya, seperti debu akrilik. Oleh sebab itu, diperlukan suplai udara bersih secara terus-menerus agar para pekerja tidak mengalami gangguan pernapasan maupun masalah kesehatan lainnya.



Gambar 2.15 ventilasi dengan *exhaust fan*

2.6.8 Diagram kerangka berpikir



Gambar 2.16 Bagan kerangka berfikir.