DAFTAR ISI

Halaman Judul ……..……..... i
Halaman Pengesahan ……... ii
Identitas Dan Uraian Umum ..…… iii
DAFTAR ISI..... 1
RINGKASAN PROPOSAL..... 2
BAB 1. PENDAHULUAN..... 3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA..... 6
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN..... 21
BAB 4. JADWAL PENELITIAN..... 26
BAB 5. RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)..... 27
DAFTAR PUSTAKA..... 28
LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN..... 34
LAMPIRAN 2. SURAT KESEDIAAN BERKOMITMEN..... 35

RINGKASAN PROPOSAL

Dalam beberapa tahun terakhir, perhatian terhadap deteksi dini gangguan metabolik pada populasi pekerja semakin meningkat. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa perubahan metabolik ringan, seperti peningkatan glukosa darah puasa, hipertrigliseridemia, rasio trigliserida terhadap HDL yang tinggi, obesitas sentral, maupun peningkatan indeks resistensi insulin telah ditemukan pada pekerja dengan stres kerja dan kelelahan kronis, bahkan sebelum memenuhi kriteria sindrom metabolik. Kondisi ini menunjukkan bahwa lingkungan kerja berpotensi menjadi salah satu determinan penting dalam perkembangan penyakit metabolik yang selama ini lebih banyak dikaitkan dengan faktor gaya hidup. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meneliti hubungan beban kerja subjektif dengan disfungsi metabolik dini pada Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng: peran mediasi kelelahan kerja. Temuan penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur di bidang penyakit akibat kerja, khususnya mengenai dampak pajanan terhadap hazard psikososial. Manfaat penelitian ini adalah: memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang kedokteran kerja, kesehatan kerja, ergonomi, dan kesehatan masyarakat, dengan desain analitik yang dapat digunakan untuk kebijakan berbasis data, Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan dan program kesehatan kerja, seperti pengaturan beban kerja, optimalisasi waktu istirahat, pelaksanaan skrining kesehatan berkala, serta pengembangan program promosi kesehatan bagi petugas kebersihan. Temuan penelitian juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan evaluasi dalam upaya meningkatkan produktivitas, keselamatan, dan kesejahteraan pekerja. Penelitian ini merupakan studi kuantitatif analitik dengan desain potong lintang (*cross-sectional*), dengan responden berjumlah 109 orang yang merupakan: petugas pelangi yang aktif bekerja minimal di wilayah Jakarta Barat, berusia ≥18 tahun, masa kerja minimal 6 bulan, dan bersedia menjalani pemeriksaan antropometri dan pemeriksaan laboratorium. Penelitian akan dilakukan di Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti. Seluruh responden akan menjalani pemeriksaan antropometri dan pemeriksaan laboratorium darah, yaitu trigliserida, HDL, LDL, kolesterol total dan gula darah puasa. Pengambilan data akan dilakukan pada bulan Agustus – September 2026. Penelitian ini terkait dengan *road map* kami yaitu terkait dengan kelelahan kerja (*work fatique*) (*road map* tahun 2034) dimana bila telah dapat dideteksi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kelelahan kerja, maka diharapkan (*road map* tahun 2039) pada masa yang akan datang tercapai perubahan perilaku positif pada masyarakat dan dalam melakukan pencegahan penyakit akibat kerja serta sejalan dengan *road map* penelitian fakultas yaitu *health behavior*. Adapun luaran yang direncanakan adalah 1 buah publikasi ilmiah di jurnal terindeks SINTA 2, 1 buah HKI dan bahan ajar yang akan menunjang proses pengajaran pada modul komprehensif.

Kata Kunci :
Gangguan metabolik, pekerja, kelelahan, beban kerja subjektif

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gangguan kesehatan akibat kerja masih menjadi salah satu tantangan utama dalam bidang kesehatan kerja di seluruh dunia. WHO menyatakan bahwa lingkungan kerja yang tidak sehat berkontribusi terhadap meningkatnya penyakit tidak menular (non-communicable diseases/NCDs), gangguan kesehatan mental, penurunan produktivitas, serta kematian dini pada populasi usia produktif. Selain paparan fisik, faktor psikososial di tempat kerja kini diakui sebagai determinan penting yang memengaruhi kesehatan pekerja dan menjadi bagian integral dari strategi promosi kesehatan di tempat kerja.[1]

Perubahan karakteristik pekerjaan pada era modern menyebabkan beban kerja tidak lagi hanya ditentukan oleh tuntutan fisik, tetapi juga oleh persepsi pekerja terhadap kompleksitas tugas, tekanan waktu, kebutuhan konsentrasi, tingkat usaha, serta stres yang dialami selama bekerja. Konsep tersebut dikenal sebagai beban kerja subjektif (subjective workload), yang umumnya diukur menggunakan NASA Task Load Index (NASA-TLX). Instrumen ini mengevaluasi enam dimensi, yaitu mental demand, physical demand, temporal demand, performance, effort, dan frustration level, sehingga mampu menggambarkan beban kerja secara lebih komprehensif dibandingkan pengukuran beban kerja fisik semata (Hart & Staveland, 1988).[2] Berbagai penelitian dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa tingginya beban kerja subjektif berhubungan dengan meningkatnya stres kerja, menurunnya performa, meningkatnya risiko kesalahan kerja, serta berbagai gangguan kesehatan pada pekerja.[3]

Salah satu konsekuensi yang paling sering muncul akibat tingginya beban kerja adalah kelelahan kerja (occupational fatigue). Kelelahan kerja merupakan kondisi multidimensional yang ditandai oleh menurunnya kapasitas fisik, mental, maupun emosional setelah terpapar tuntutan pekerjaan secara terus-menerus. Kelelahan tidak hanya berdampak terhadap penurunan produktivitas dan peningkatan risiko kecelakaan kerja, tetapi juga telah diidentifikasi sebagai faktor risiko berbagai penyakit kronis. Beberapa systematic review melaporkan bahwa kelelahan kronis berkaitan dengan gangguan tidur, peningkatan stres oksidatif, inflamasi sistemik derajat rendah, serta perubahan fungsi neuroendokrin yang dapat memengaruhi metabolisme glukosa maupun lipid (Afonso et al., 2017; Yoon et al., 2023). Oleh karena itu, kelelahan kerja saat ini dipandang tidak hanya sebagai luaran dari paparan kerja, tetapi juga sebagai mekanisme biologis yang menghubungkan faktor psikososial pekerjaan dengan penyakit metabolik.[4,5]

Secara fisiologis, paparan beban kerja subjektif yang tinggi dan berlangsung kronis dapat mengaktivasi poros hipotalamus–hipofisis–adrenal (hypothalamic–pituitary–adrenal axis) serta sistem saraf simpatis. Aktivasi yang berlangsung terus-menerus meningkatkan sekresi kortisol dan katekolamin sehingga memicu resistensi insulin, disfungsi endotel, peningkatan kadar trigliserida, penurunan kadar HDL, serta akumulasi lemak viseral. Perubahan tersebut merupakan tahap awal terjadinya disfungsi metabolik dini (early metabolik dysfunction) yang apabila tidak terdeteksi akan berkembang menjadi sindrom metabolik, diabetes melitus tipe 2, maupun penyakit kardiovaskular (Shokri et al., 2023; Saklayen, 2018).[6,7]

Dalam beberapa tahun terakhir, perhatian terhadap deteksi dini gangguan metabolik pada populasi pekerja semakin meningkat. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa perubahan metabolik ringan, seperti peningkatan glukosa darah puasa, hipertrigliseridemia, rasio trigliserida terhadap HDL yang tinggi, obesitas sentral, maupun peningkatan indeks resistensi insulin telah ditemukan pada pekerja dengan stres kerja dan kelelahan kronis, bahkan sebelum memenuhi kriteria sindrom metabolik. Kondisi ini menunjukkan bahwa lingkungan kerja berpotensi menjadi salah satu determinan penting dalam perkembangan penyakit metabolik yang selama ini lebih banyak dikaitkan dengan faktor gaya hidup.[8-10]

Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng merupakan petugas kebersihan perkotaan yang setiap hari melaksanakan pekerjaan dengan karakteristik beban kerja tinggi. Aktivitas mengangkut sampah, menyapu jalan, membersihkan saluran air, serta bekerja di lingkungan dengan paparan panas, debu, polusi udara,

kebisingan lalu lintas, dan kondisi cuaca yang berubah-ubah memerlukan tenaga fisik yang besar sekaligus konsentrasi yang tinggi. Selain itu, adanya target penyelesaian pekerjaan, keterbatasan waktu istirahat, serta tekanan operasional berpotensi meningkatkan persepsi beban kerja subjektif. Kombinasi faktor-faktor tersebut diperkirakan meningkatkan risiko terjadinya kelelahan kerja sekaligus perubahan metabolik pada pekerja.

Di Indonesia, penelitian mengenai petugas kebersihan masih didominasi oleh kajian tentang gangguan muskuloskeletal, fungsi paru, dermatitis akibat kerja, maupun kecelakaan kerja. Penelitian yang mengevaluasi dampak faktor psikososial terhadap kesehatan metabolik masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya menganalisis hubungan langsung antara beban kerja dengan kelelahan kerja atau hubungan antara stres kerja dengan sindrom metabolik secara terpisah. Hingga saat ini masih sedikit penelitian yang menguji peran mediasi kelelahan kerja dalam hubungan antara beban kerja subjektif dan disfungsi metabolik dini, khususnya pada pekerja kebersihan perkotaan di Indonesia. Kesenjangan pengetahuan ini penting karena identifikasi mekanisme hubungan tersebut dapat menjadi dasar dalam penyusunan intervensi kesehatan kerja yang lebih komprehensif, tidak hanya berfokus pada pengurangan beban kerja tetapi juga pada upaya pencegahan kelelahan kerja sebagai strategi untuk menurunkan risiko penyakit metabolik.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara beban kerja subjektif dan disfungsi metabolik dini pada Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng serta mengevaluasi peran mediasi kelelahan kerja dalam hubungan tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan bukti ilmiah mengenai mekanisme hubungan faktor psikososial kerja dengan gangguan metabolik pada pekerja sektor kebersihan, sekaligus menjadi dasar penyusunan program promotif dan preventif dalam bidang kedokteran kerja untuk mendukung terciptanya tenaga kerja yang sehat, produktif, dan berkelanjutan.

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Apakah terdapat hubungan antara beban kerja subjektif dengan disfungsi metabolik dini pada Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng?
2. Apakah terdapat hubungan antara beban kerja subjektif dengan kelelahan kerja pada Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng?
3. Apakah terdapat hubungan antara kelelahan kerja dengan disfungsi metabolik dini pada Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng?
4. Apakah kelelahan kerja berperan sebagai mediator dalam hubungan antara beban kerja subjektif dan disfungsi metabolik dini pada Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Menurunkan angka kejadian stress pada pekerja dengan mengetahui hubungan antara beban kerja subjektif dan disfungsi metabolik dini serta mengevaluasi peran mediasi kelelahan kerja pada Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng.

Tujuan Khusus

1. Mendeskripsikan karakteristik responden berdasarkan usia, jenis kelamin, masa kerja, status gizi, kebiasaan merokok, aktivitas fisik, durasi tidur, dan karakteristik pekerjaan.
2. Mengukur tingkat beban kerja subjektif pada Pasukan Pelangi menggunakan instrumen NASA Task Load Index (NASA-TLX).

3. Menilai kondisi disfungsi metabolik dini berdasarkan indikator metabolik yang ditetapkan dalam penelitian.
4. Menganalisis hubungan antara beban kerja subjektif dengan kelelahan kerja.
5. Menganalisis hubungan antara beban kerja subjektif dengan disfungsi metabolik dini.
6. Menganalisis hubungan antara kelelahan kerja dengan disfungsi metabolik dini.
7. Menganalisis pengaruh langsung beban kerja subjektif terhadap disfungsi metabolik dini setelah mengendalikan faktor perancu.
8. Menganalisis peran mediasi kelelahan kerja dalam hubungan antara beban kerja subjektif dan disfungsi metabolik dini. →analisa statistiknya apa? Jawab: sudah ditambahkan di metode (analisis)

1.4. Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada analisis hubungan antara beban kerja subjektif, kelelahan kerja, dan disfungsi metabolik dini pada Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng. Beban kerja subjektif diukur menggunakan *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA-TLX), sedangkan kelelahan kerja diukur menggunakan *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC*) Questionnaire*. Disfungsi metabolik dini dinilai berdasarkan hasil pemeriksaan glukosa darah puasa, kadar trigliserida, kadar *high-density lipoprotein* (HDL), *Low-density lipoprotein* (LDL), kolesterol total serta indikator metabolik yang telah ditetapkan dalam penelitian.

1.5. Kaitan Penelitian dengan Road Map Penelitian Pribadi dan Road Map Penelitian Fakultas

Penelitian ini terkait dengan *road map* kami yaitu terkait dengan kelelahan kerja (work fatique) (*road map* tahun 2034) dimana bila telah dapat dideteksi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kelelahan kerja, maka diharapkan (*road map* tahun 2039) pada masa yang akan datang tercapai perubahan perilaku positif pada masyarakat dan dalam melakukan pencegahan penyakit akibat kerja serta sejalan dengan *road map* penelitian fakultas yaitu *health behavior*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beban Kerja Subjektif

2.1.1 Konsep Beban Kerja

Beban kerja (*workload*) merupakan salah satu konsep fundamental dalam ilmu ergonomi dan kedokteran kerja karena berhubungan erat dengan kemampuan pekerja dalam menyelesaikan tugas secara efektif tanpa menimbulkan gangguan kesehatan. Secara umum, beban kerja didefinisikan sebagai keseluruhan tuntutan yang harus dipenuhi oleh seorang pekerja selama melaksanakan pekerjaannya, baik berupa tuntutan fisik, mental, maupun psikososial. Beban kerja timbul akibat interaksi antara karakteristik pekerjaan, lingkungan kerja, organisasi kerja, serta kapasitas individu dalam menghadapi tuntutan tersebut. Apabila tuntutan pekerjaan melebihi kapasitas adaptasi pekerja, maka akan terjadi ketidakseimbangan yang dapat menimbulkan kelelahan, penurunan produktivitas, meningkatnya risiko kecelakaan kerja, hingga berkembangnya berbagai penyakit akibat kerja.[11,12]

Dalam perspektif ergonomi modern, beban kerja tidak lagi dipandang hanya sebagai besarnya aktivitas fisik yang dilakukan pekerja, tetapi juga sebagai hasil interaksi antara tuntutan pekerjaan dan persepsi individu terhadap tuntutan tersebut. Dua pekerja yang melakukan pekerjaan yang sama dapat memiliki persepsi beban kerja yang berbeda karena dipengaruhi oleh usia, pengalaman kerja, tingkat kebugaran, motivasi, kemampuan kognitif, kondisi psikologis, maupun dukungan organisasi. Oleh karena itu, pengukuran beban kerja tidak cukup hanya menggunakan indikator objektif seperti denyut nadi, konsumsi oksigen, atau pengeluaran energi, tetapi juga perlu mempertimbangkan persepsi pekerja terhadap pekerjaannya.[13]

Secara umum, beban kerja dapat dibedakan menjadi tiga komponen utama, yaitu beban kerja fisik, beban kerja mental, dan beban kerja subjektif. Beban kerja fisik berkaitan dengan aktivitas otot dan energi yang dikeluarkan selama bekerja, sedangkan beban kerja mental menggambarkan tuntutan proses kognitif seperti perhatian, konsentrasi, pengambilan keputusan, pemecahan masalah, dan memori. Sementara itu, beban kerja subjektif merupakan persepsi individu terhadap keseluruhan tuntutan pekerjaan yang dirasakan selama melaksanakan tugas. Konsep ini berkembang karena semakin banyak penelitian yang menunjukkan bahwa respons fisiologis maupun psikologis pekerja tidak selalu sejalan dengan besarnya beban kerja fisik yang diukur secara objektif.[14]

Perkembangan dunia kerja dalam beberapa dekade terakhir menyebabkan peningkatan perhatian terhadap faktor psikososial sebagai determinan kesehatan pekerja. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menegaskan bahwa faktor psikososial di tempat kerja merupakan salah satu determinan penting yang memengaruhi kesehatan fisik maupun mental pekerja. Lingkungan kerja dengan tuntutan pekerjaan yang tinggi, tekanan waktu, rendahnya kontrol terhadap pekerjaan, konflik peran, maupun kurangnya dukungan sosial terbukti meningkatkan risiko stres kerja, kelelahan kronis, gangguan muskuloskeletal, penyakit kardiovaskular, serta gangguan metabolik.[15] Oleh karena itu, konsep beban kerja modern mencakup dimensi yang lebih luas dibandingkan sekadar tuntutan fisik.

Pada pekerja sektor pelayanan publik, termasuk petugas kebersihan perkotaan, beban kerja merupakan kombinasi antara aktivitas fisik yang berat dan tuntutan psikososial. Aktivitas menyapu jalan, mengangkut sampah, membersihkan saluran air, serta bekerja di bawah paparan panas, debu, polusi udara, dan kebisingan membutuhkan pengeluaran energi yang besar. Di sisi lain, pekerja juga dituntut untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai target waktu, mempertahankan kualitas pelayanan,

serta menghadapi berbagai kondisi lingkungan yang tidak selalu dapat diprediksi. Kombinasi tuntutan tersebut menyebabkan persepsi beban kerja menjadi lebih kompleks dibandingkan sekadar intensitas aktivitas fisik.[15]

Selain karakteristik pekerjaan, kapasitas adaptasi individu juga berperan penting dalam menentukan besarnya beban kerja yang dirasakan. Menurut teori ergonomi, keseimbangan antara tuntutan pekerjaan (*job demands*) dan kapasitas pekerja (*worker capacity*) merupakan prinsip utama dalam menjaga kesehatan kerja. Apabila kapasitas individu mampu memenuhi tuntutan pekerjaan, maka pekerja akan berada pada kondisi adaptif sehingga produktivitas dapat dipertahankan. Sebaliknya, apabila tuntutan pekerjaan melampaui kapasitas individu dalam jangka waktu yang lama, maka akan terjadi kelebihan beban (*work overload*) yang meningkatkan risiko kelelahan kerja, penurunan performa, gangguan kesehatan, hingga kecelakaan kerja.[16]

Pendekatan ergonomi modern juga menekankan bahwa persepsi pekerja terhadap beban kerja merupakan indikator penting dalam mengevaluasi kondisi kerja. Persepsi tersebut mencerminkan bagaimana pekerja menilai tuntutan fisik, mental, tekanan waktu, tingkat usaha, keberhasilan menyelesaikan tugas, dan tingkat frustrasi yang dialami selama bekerja. Oleh karena itu, penilaian beban kerja subjektif semakin banyak digunakan dalam penelitian kesehatan kerja karena mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai interaksi antara tuntutan pekerjaan dan respons individu dibandingkan pengukuran fisiologis semata.[15]

2.1.2 Konsep Beban Kerja Subjektif

Beban kerja subjektif (*subjective workload*) didefinisikan sebagai persepsi individu terhadap besarnya tuntutan pekerjaan yang dirasakan selama melaksanakan suatu tugas. Konsep ini menekankan bahwa beban kerja bukan hanya ditentukan oleh karakteristik pekerjaan, tetapi juga oleh bagaimana individu menginterpretasikan dan merespons tuntutan tersebut berdasarkan kapasitas fisik, kemampuan kognitif, pengalaman, motivasi, serta kondisi psikologis yang dimilikinya.[2]

Berbeda dengan pengukuran beban kerja objektif yang mengandalkan indikator fisiologis, seperti denyut jantung, konsumsi oksigen, atau pengeluaran energi, beban kerja subjektif mengevaluasi pengalaman pekerja secara menyeluruh selama bekerja. Pendekatan ini berkembang seiring meningkatnya kesadaran bahwa respons fisiologis tidak selalu mampu menggambarkan kompleksitas tuntutan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang melibatkan aktivitas mental, pengambilan keputusan, tekanan waktu, maupun interaksi sosial. Oleh karena itu, persepsi individu menjadi komponen penting dalam memahami dampak pekerjaan terhadap kesehatan pekerja.[2]

Dalam ilmu ergonomi kognitif, beban kerja subjektif dipandang sebagai hasil interaksi dinamis antara *task demands, environmental demands,* dan *individual resources*. Tuntutan pekerjaan yang sama dapat menghasilkan tingkat beban kerja subjektif yang berbeda pada setiap individu, tergantung pada kemampuan adaptasi, pengalaman kerja, tingkat pendidikan, kondisi kesehatan, kualitas tidur, maupun dukungan organisasi yang diterima pekerja. Hal ini menjelaskan mengapa dua pekerja dengan jenis pekerjaan yang identik dapat menunjukkan tingkat kelelahan dan performa yang berbeda.[17]

Konsep beban kerja subjektif semakin mendapat perhatian dalam bidang kedokteran kerja karena berbagai penelitian menunjukkan bahwa persepsi beban kerja memiliki hubungan yang lebih kuat dengan stres kerja, kelelahan kronis, burnout, penurunan produktivitas, serta gangguan

kesehatan dibandingkan indikator fisiologis saja.[18] Beban kerja subjektif yang tinggi juga dikaitkan dengan peningkatan aktivasi sistem saraf simpatis dan poros hipotalamus–hipofisis–adrenal yang berperan dalam peningkatan kadar kortisol, inflamasi sistemik derajat rendah, resistensi insulin, serta peningkatan risiko penyakit kardiometabolik.[19]

Berdasarkan perkembangan konsep tersebut, penilaian beban kerja subjektif saat ini telah menjadi salah satu komponen penting dalam evaluasi risiko ergonomi dan psikososial di tempat kerja. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi dini terhadap pekerja yang berisiko mengalami kelelahan kerja maupun gangguan kesehatan akibat ketidakseimbangan antara tuntutan pekerjaan dan kapasitas individu. Dalam konteks penelitian ini, beban kerja subjektif dipilih sebagai variabel utama karena mampu menggambarkan pengalaman kerja Pasukan Pelangi secara lebih komprehensif, baik dari aspek fisik, mental, maupun psikososial.[19]

2.1.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja Subjektif

Beban kerja subjektif merupakan hasil interaksi yang kompleks antara tuntutan pekerjaan dengan kapasitas individu dalam menyelesaikan pekerjaannya. Berbeda dengan beban kerja objektif yang hanya dipengaruhi oleh karakteristik tugas, beban kerja subjektif dipengaruhi oleh berbagai faktor yang berasal dari pekerjaan, individu, organisasi, maupun lingkungan kerja. Oleh karena itu, persepsi terhadap beban kerja dapat berbeda pada setiap pekerja meskipun mereka melakukan jenis pekerjaan yang sama.[20]

A. Faktor Individu

Karakteristik individu merupakan determinan utama dalam pembentukan persepsi terhadap beban kerja. Faktor-faktor seperti usia, jenis kelamin, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, status kesehatan, status gizi, kapasitas aerobik, kualitas tidur, kondisi psikologis, dan motivasi kerja berperan dalam menentukan kemampuan pekerja menghadapi tuntutan pekerjaan.[21]

Seiring bertambahnya usia, terjadi penurunan kapasitas fisiologis, termasuk kekuatan otot, kapasitas kardiorespirasi, kecepatan reaksi, serta kemampuan pemulihan setelah bekerja. Kondisi tersebut menyebabkan pekerja yang lebih tua cenderung memiliki persepsi beban kerja yang lebih tinggi dibandingkan pekerja yang lebih muda ketika menghadapi tuntutan pekerjaan yang sama.[21]
Kualitas tidur juga merupakan faktor penting yang memengaruhi persepsi beban kerja. Kurangnya durasi maupun kualitas tidur menyebabkan penurunan fungsi kognitif, konsentrasi, kewaspadaan, serta kemampuan mengambil keputusan sehingga meningkatkan persepsi terhadap tuntutan pekerjaan. Penelitian menunjukkan bahwa pekerja dengan gangguan tidur memiliki skor NASA-TLX yang lebih tinggi dibandingkan pekerja dengan kualitas tidur yang baik.[22]

Selain itu, kondisi psikologis seperti stres, kecemasan, maupun burnout dapat memperbesar persepsi terhadap beban kerja melalui penurunan kemampuan adaptasi individu terhadap tuntutan pekerjaan. Sebaliknya, pekerja dengan motivasi intrinsik yang tinggi, efikasi diri yang baik, dan strategi koping yang adaptif cenderung memiliki persepsi beban kerja yang lebih rendah meskipun menghadapi tuntutan pekerjaan yang sama.[23]

B. Faktor Pekerjaan

Karakteristik pekerjaan merupakan faktor utama yang menentukan besarnya beban kerja subjektif. Kompleksitas tugas, variasi pekerjaan, tuntutan fisik, tuntutan mental, tekanan waktu, durasi kerja,

pekerjaan berulang, target produktivitas, serta kebutuhan pengambilan keputusan merupakan komponen yang secara langsung meningkatkan persepsi beban kerja.[24]

Model *Job Demand–Resources* (JD-R) menjelaskan bahwa setiap pekerjaan memiliki dua komponen utama, yaitu *job demands* dan *job resources*. *Job demands* merupakan seluruh aspek pekerjaan yang membutuhkan usaha fisik maupun psikologis secara terus-menerus, seperti beban kerja tinggi, tekanan waktu, konflik peran, maupun tuntutan emosional. Sebaliknya, *job resources* merupakan sumber daya yang membantu pekerja menyelesaikan pekerjaannya, seperti dukungan atasan, otonomi kerja, kesempatan pengembangan diri, dan lingkungan kerja yang kondusif.[24]

Menurut model JD-R, meningkatnya *job demands* tanpa diimbangi oleh *job resources* yang memadai akan menyebabkan peningkatan stres kerja, kelelahan, penurunan motivasi, serta gangguan kesehatan. Model ini telah banyak digunakan sebagai dasar konseptual dalam penelitian kesehatan kerja karena mampu menjelaskan hubungan antara faktor psikososial pekerjaan dan berbagai luaran kesehatan, termasuk burnout, gangguan mental, penyakit kardiovaskular, dan gangguan metabolik.
Pada petugas kebersihan perkotaan seperti Pasukan Pelangi, *job demands* tidak hanya berupa aktivitas fisik yang berat, tetapi juga mencakup tekanan waktu, pekerjaan yang monoton dan berulang, kebutuhan menyelesaikan area kerja yang luas, serta paparan lingkungan kerja yang kurang mendukung. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan persepsi beban kerja meskipun intensitas aktivitas fisik relatif seragam.[24]

C. Faktor Organisasi

Organisasi kerja memiliki peran penting dalam membentuk persepsi beban kerja pekerja. Sistem kerja bergilir (*shift work*), durasi kerja yang panjang, lembur, jumlah tenaga kerja yang tidak mencukupi, pembagian tugas yang tidak seimbang, kurangnya dukungan supervisor, komunikasi yang buruk, maupun ketidakjelasan peran dapat meningkatkan persepsi beban kerja secara signifikan.[25]

WHO menempatkan faktor organisasi sebagai salah satu determinan utama kesehatan pekerja karena memengaruhi tingkat stres, kepuasan kerja, serta keseimbangan antara pekerjaan dan kehidupan pribadi (*work-life balance*). Organisasi yang mampu menyediakan lingkungan kerja yang suportif, kesempatan berpartisipasi dalam pengambilan keputusan, serta penghargaan terhadap pekerja terbukti dapat menurunkan persepsi beban kerja dan meningkatkan kesejahteraan pekerja.[26]

D. Faktor Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja juga memberikan kontribusi terhadap terbentuknya beban kerja subjektif. Paparan panas, kelembapan tinggi, kebisingan, getaran, debu, pencahayaan yang kurang memadai, kualitas udara yang buruk, maupun kondisi cuaca ekstrem dapat meningkatkan tuntutan fisiologis selama bekerja sehingga memperbesar persepsi beban kerja.[27]

Pada pekerja lapangan, terutama petugas kebersihan perkotaan, kombinasi paparan lingkungan dan aktivitas fisik menyebabkan peningkatan respons kardiovaskular, suhu tubuh, kehilangan cairan, serta kelelahan otot. Selain meningkatkan beban kerja fisik, kondisi tersebut juga meningkatkan persepsi terhadap kesulitan pekerjaan sehingga memperbesar beban kerja subjektif.[27]

2.1.4 Dampak Beban Kerja Subjektif terhadap Kesehatan

Beban kerja subjektif yang tinggi telah diidentifikasi sebagai salah satu faktor risiko penting terhadap berbagai gangguan kesehatan, baik fisik maupun psikologis. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa persepsi terhadap tingginya tuntutan pekerjaan berkaitan dengan peningkatan stres kerja, gangguan tidur, burnout, depresi, penurunan produktivitas, meningkatnya risiko kecelakaan kerja, hingga meningkatnya angka absensi pekerja.[28]

Dari aspek fisiologis, paparan beban kerja subjektif yang berlangsung terus-menerus mengaktivasi sistem respons stres melalui poros hipotalamus–hipofisis–adrenal (*hypothalamic–pituitary–adrenal axis*) dan sistem saraf simpatis. Aktivasi tersebut meningkatkan sekresi hormon kortisol, adrenalin, dan noradrenalin yang pada awalnya bersifat adaptif untuk mempertahankan kemampuan tubuh menghadapi stres. Namun, apabila aktivasi berlangsung kronis, akan terjadi gangguan regulasi metabolisme glukosa, peningkatan lipolisis, akumulasi lemak viseral, inflamasi derajat rendah, disfungsi endotel, serta resistensi insulin.[29]

Konsep *allostatic load* menjelaskan bahwa paparan stres kronis menyebabkan akumulasi beban fisiologis akibat aktivasi sistem neuroendokrin secara berulang. Kondisi ini mempercepat penurunan fungsi biologis tubuh dan meningkatkan risiko berkembangnya hipertensi, diabetes melitus tipe 2, sindrom metabolik, penyakit jantung koroner, maupun gangguan kesehatan mental. Dengan demikian, beban kerja subjektif tidak hanya memengaruhi kesehatan psikologis pekerja, tetapi juga berpotensi menimbulkan gangguan metabolik melalui mekanisme biologis yang kompleks.[30]

Selain berdampak langsung terhadap kesehatan metabolik, tingginya beban kerja subjektif juga berkontribusi terhadap munculnya kelelahan kerja. Kelelahan merupakan respons adaptif terhadap tuntutan pekerjaan yang berlangsung terus-menerus dan menjadi salah satu mekanisme yang menjembatani hubungan antara paparan psikososial di tempat kerja dengan munculnya gangguan metabolik.[30] Oleh karena itu, dalam penelitian ini kelelahan kerja diposisikan sebagai variabel mediator yang menjelaskan bagaimana beban kerja subjektif dapat memengaruhi disfungsi metabolik dini pada Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng.

2.1.5 *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA-TLX)

A. Sejarah dan Konsep NASA-TLX

National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) merupakan salah satu instrumen yang paling luas digunakan untuk mengukur beban kerja subjektif (*subjective workload*). Instrumen ini dikembangkan oleh Hart dan Staveland pada akhir tahun 1980-an di *Ames Research Center, National Aeronautics and Space Administration* (NASA), Amerika Serikat. Awalnya, NASA-TLX dirancang untuk mengevaluasi beban kerja pilot, operator sistem penerbangan, dan personel yang bekerja pada lingkungan dengan tuntutan kognitif tinggi. Seiring perkembangan ilmu ergonomi, instrumen ini telah diadaptasi dan divalidasi pada berbagai jenis pekerjaan, termasuk tenaga kesehatan, pekerja industri, operator alat berat, pengemudi, petugas pemadam kebakaran, pekerja manufaktur, hingga pekerja kebersihan.[2,31]

Pengembangan NASA-TLX didasarkan pada konsep bahwa beban kerja merupakan konstruksi multidimensional yang tidak dapat dijelaskan hanya melalui satu indikator fisiologis maupun psikologis. Hart dan Staveland berpendapat bahwa persepsi seseorang terhadap beban kerja dipengaruhi oleh kombinasi berbagai tuntutan pekerjaan yang saling berinteraksi. Oleh karena itu, NASA-TLX dirancang untuk mengevaluasi pengalaman pekerja secara menyeluruh melalui beberapa

dimensi yang merepresentasikan tuntutan pekerjaan dan respons individu terhadap tuntutan tersebut.[31]

Berbeda dengan pengukuran beban kerja objektif yang mengandalkan parameter fisiologis seperti denyut jantung, konsumsi oksigen, atau pengeluaran energi, NASA-TLX mengukur persepsi individu terhadap pengalaman bekerja. Pendekatan ini dianggap lebih mampu menggambarkan kompleksitas pekerjaan modern yang tidak hanya melibatkan aktivitas fisik, tetapi juga tuntutan mental, tekanan waktu, usaha, dan respons emosional. Oleh karena itu, NASA-TLX menjadi salah satu instrumen yang direkomendasikan dalam penelitian ergonomi, keselamatan kerja, dan kesehatan kerja untuk mengevaluasi dampak pekerjaan terhadap pekerja.[2]

B. Dimensi NASA-TLX[2]

NASA-TLX terdiri atas enam dimensi utama yang menggambarkan komponen beban kerja subjektif, yaitu:

1. ***Mental Demand***
   Mental demand menggambarkan besarnya aktivitas mental dan kognitif yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan. Dimensi ini meliputi kebutuhan untuk berpikir, mengingat, menghitung, memperhatikan, membuat keputusan, memecahkan masalah, dan mempertahankan konsentrasi selama bekerja. Semakin tinggi tuntutan kognitif suatu pekerjaan, semakin tinggi pula skor mental demand yang diberikan oleh pekerja.
2. ***Physical Demand***
   Physical demand menggambarkan besarnya aktivitas fisik yang diperlukan selama bekerja. Penilaian mencakup penggunaan tenaga otot, berjalan, mengangkat beban, mendorong, menarik, membungkuk, maupun aktivitas fisik lainnya. Pada pekerjaan lapangan seperti petugas kebersihan, dimensi ini umumnya memberikan kontribusi yang besar terhadap total skor NASA-TLX.
3. ***Temporal Demand***
   Temporal demand menggambarkan tekanan waktu (*time pressure*) yang dirasakan pekerja selama menyelesaikan tugas. Dimensi ini menilai apakah pekerjaan harus dilakukan dengan cepat, apakah pekerja memiliki waktu yang cukup untuk menyelesaikan tugas, serta sejauh mana tekanan waktu memengaruhi proses kerja.
4. ***Performance***
   Dimensi *performance* mengevaluasi persepsi pekerja terhadap keberhasilan dalam menyelesaikan tugas yang diberikan. Berbeda dengan dimensi lainnya, skor performa mencerminkan tingkat kepuasan individu terhadap hasil pekerjaannya. Persepsi bahwa pekerjaan dapat diselesaikan dengan baik umumnya berkaitan dengan skor beban kerja yang lebih rendah.
5. ***Effort***
   Effort menggambarkan besarnya usaha fisik maupun mental yang harus dikeluarkan untuk mencapai tingkat performa tertentu. Pekerja dapat saja memiliki tuntutan pekerjaan yang relatif rendah, namun tetap memberikan skor effort yang tinggi apabila merasa harus mengeluarkan tenaga dan konsentrasi yang besar untuk mempertahankan performanya.
6. ***Frustration Level***
   Frustration level menggambarkan respons emosional pekerja selama bekerja, seperti perasaan stres, cemas, tertekan, kesal, tidak puas, atau putus asa. Sebaliknya, pekerja yang merasa nyaman, percaya diri, dan rileks akan memberikan skor frustration yang rendah.

Dimensi ini menjadi salah satu keunggulan NASA-TLX karena mampu menangkap aspek psikologis yang sering kali tidak dapat diukur melalui parameter fisiologis.

Keenam dimensi tersebut menggambarkan bahwa beban kerja merupakan pengalaman multidimensional yang dipengaruhi oleh interaksi antara tuntutan pekerjaan dan persepsi individu. Oleh karena itu, NASA-TLX dinilai lebih komprehensif dibandingkan dengan metode pengukuran yang hanya mengevaluasi aktivitas fisik atau mental secara terpisah.

C. Metode Penilaian NASA-TLX

NASA-TLX menggunakan pendekatan *multidimensional rating scale*. Pada versi klasik, responden terlebih dahulu melakukan pembobotan (*pairwise comparison*) terhadap enam dimensi untuk menentukan dimensi yang dianggap paling berkontribusi terhadap beban kerja. Selanjutnya, setiap dimensi dinilai menggunakan skala visual analog 0–100. Nilai akhir diperoleh dari hasil perkalian antara bobot dan skor masing-masing dimensi, kemudian dibagi dengan jumlah bobot sehingga menghasilkan skor total NASA-TLX dengan rentang 0–100.[2]

Dalam perkembangannya, banyak penelitian menggunakan *Raw* NASA-TLX (RTLX), yaitu tanpa proses pembobotan. Pada metode ini, skor total diperoleh dengan menghitung rata-rata enam dimensi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa hasil *Raw* NASA-TLX memiliki korelasi yang sangat tinggi dengan metode berbobot, tetapi lebih mudah digunakan, membutuhkan waktu lebih singkat, dan memiliki reliabilitas yang baik. Oleh karena itu, *Raw* NASA-TLX semakin banyak digunakan dalam penelitian epidemiologi kerja dan ergonomi lapangan.[36]

Secara umum, semakin tinggi skor NASA-TLX menunjukkan semakin tinggi persepsi beban kerja subjektif. Meskipun belum terdapat titik potong (*cut-off*) universal, beberapa penelitian mengelompokkan skor <30 sebagai beban kerja rendah, 30–49 sebagai beban kerja sedang, 50–79 sebagai beban kerja tinggi, dan ≥80 sebagai beban kerja sangat tinggi. Namun, interpretasi hasil sebaiknya mempertimbangkan karakteristik pekerjaan dan populasi yang diteliti.[6,37]

D. Validitas dan Reliabilitas NASA-TLX

NASA-TLX telah melalui proses validasi pada berbagai negara, bahasa, dan jenis pekerjaan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa instrumen ini memiliki validitas konstruk yang baik dalam mengukur persepsi beban kerja serta memiliki konsistensi internal yang tinggi, dengan nilai *Cronbach's alpha* yang umumnya berada di atas 0,80. Selain itu, NASA-TLX memiliki sensitivitas yang baik dalam membedakan tingkat beban kerja pada pekerjaan dengan karakteristik yang berbeda.[31,36]

Instrumen ini juga telah diterapkan pada berbagai kelompok pekerja, termasuk tenaga kesehatan, operator industri, pengemudi kendaraan, pekerja konstruksi, operator pembangkit listrik, petugas pemadam kebakaran, pekerja manufaktur, hingga pekerja kebersihan. Konsistensi hasil pada berbagai populasi tersebut menunjukkan bahwa NASA-TLX merupakan instrumen yang fleksibel dan dapat digunakan untuk mengevaluasi beban kerja pada berbagai konteks pekerjaan (37).

E. Kelebihan dan Keterbatasan NASA-TLX

NASA-TLX memiliki beberapa kelebihan dibandingkan instrumen pengukuran beban kerja lainnya. Instrumen ini mudah digunakan, membutuhkan waktu pengisian yang relatif singkat, tidak memerlukan alat khusus, serta mampu mengevaluasi aspek fisik, mental, temporal, emosional, dan persepsi performa secara simultan. Selain itu, NASA-TLX memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap

perubahan karakteristik pekerjaan sehingga banyak digunakan dalam penelitian ergonomi dan kesehatan kerja.[31,34]

Namun demikian, NASA-TLX juga memiliki beberapa keterbatasan. Instrumen ini bergantung pada persepsi responden sehingga hasilnya dapat dipengaruhi oleh kondisi psikologis, pengalaman, motivasi, maupun budaya individu. Selain itu, NASA-TLX tidak secara langsung mengukur respons fisiologis terhadap pekerjaan sehingga penggunaannya sebaiknya dikombinasikan dengan indikator objektif apabila diperlukan. Meskipun demikian, hingga saat ini NASA-TLX tetap menjadi *gold standard* dalam pengukuran beban kerja subjektif karena telah digunakan secara luas dan memiliki dasar ilmiah yang kuat.[2,37]

F. Alasan Pemilihan NASA-TLX dalam Penelitian Ini

Penelitian ini menggunakan NASA-TLX karena instrumen tersebut mampu mengevaluasi persepsi beban kerja secara komprehensif melalui enam dimensi utama yang mencerminkan tuntutan fisik, mental, tekanan waktu, usaha, performa, dan frustrasi. Karakteristik pekerjaan Pasukan Pelangi tidak hanya melibatkan aktivitas fisik yang tinggi, tetapi juga tekanan waktu, kondisi lingkungan yang berat, serta tuntutan untuk mempertahankan kualitas pelayanan publik. Oleh karena itu, penggunaan NASA-TLX dinilai lebih sesuai dibandingkan pengukuran beban kerja yang hanya berfokus pada aspek fisiologis atau pengeluaran energi.

Selain memiliki validitas dan reliabilitas yang baik, NASA-TLX telah banyak digunakan dalam penelitian ergonomi dan kesehatan kerja sehingga memungkinkan hasil penelitian ini dibandingkan dengan penelitian lain di tingkat nasional maupun internasional. Penggunaan instrumen ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai persepsi beban kerja subjektif pada Pasukan Pelangi serta menjelaskan hubungannya dengan kelelahan kerja dan disfungsi metabolik dini.

2.1.6 Penelitian Terdahulu tentang Beban Kerja Subjektif

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa beban kerja subjektif merupakan determinan penting yang berhubungan dengan kesehatan dan keselamatan kerja. NASA-TLX telah banyak digunakan untuk mengevaluasi persepsi beban kerja pada berbagai kelompok pekerja karena mampu mengukur tuntutan pekerjaan secara multidimensional melalui enam dimensi, yaitu *mental demand*, *physical demand*, *temporal demand*, *performance*, *effort*, dan *frustration level* (37).[37]

Penelitian oleh Primasari. dkk. melaporkan bahwa tingginya beban kerja fisik dan psikologis berhubungan secara signifikan dengan meningkatnya kelelahan kerja pada petugas pelayanan rumah sakit. Semakin tinggi skor beban kerja, semakin tinggi pula tingkat kelelahan yang dialami pekerja. Hasil tersebut menunjukkan bahwa persepsi terhadap beban kerja memiliki pengaruh penting terhadap kondisi kesehatan pekerja.[38]

Penelitian lain pada pekerja sektor minyak dan gas menemukan bahwa beban kerja mental yang tinggi berkaitan dengan kualitas tidur yang buruk dan meningkatnya kelelahan kerja. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa faktor psikososial di tempat kerja berkontribusi terhadap penurunan kapasitas kerja dan kesejahteraan pekerja.[39]

Pada operator instalasi pengolahan air, penggunaan NASA-TLX menunjukkan bahwa beban kerja mental memiliki hubungan yang bermakna dengan kelelahan kerja. Penelitian tersebut

menyimpulkan bahwa peningkatan tuntutan pekerjaan tanpa pengelolaan yang baik dapat menurunkan performa dan meningkatkan risiko gangguan kesehatan akibat kerja.[40]

Selain itu, beberapa tinjauan sistematis menunjukkan bahwa dimensi *physical demand*, *effort*, dan *temporal demand* merupakan komponen NASA-TLX yang paling sering berkontribusi terhadap meningkatnya kelelahan, gangguan muskuloskeletal, penurunan kualitas hidup, dan stres kerja pada pekerja dengan aktivitas fisik tinggi.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada hubungan antara beban kerja subjektif dan kelelahan kerja atau produktivitas. Penelitian yang mengevaluasi hubungan antara beban kerja subjektif, kelelahan kerja, dan disfungsi metabolik dini masih sangat terbatas, terutama pada pekerja sektor kebersihan perkotaan. Selain itu, belum banyak penelitian yang menguji peran mediasi kelelahan kerja dalam hubungan antara beban kerja subjektif dan gangguan metabolik. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat mengisi kesenjangan tersebut dengan menganalisis mekanisme hubungan antara beban kerja subjektif, kelelahan kerja, dan disfungsi metabolik dini pada Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng

Harap diterangkan bagaimana hubungan antara beban kerja subjektif dengan kelelahan kerja.

Hubungan Beban Kerja Subjektif dengan Kelelahan Kerja

Beban kerja subjektif merupakan persepsi individu terhadap besarnya tuntutan pekerjaan yang harus dipenuhi dibandingkan dengan kapasitas fisik, mental, dan emosional yang dimilikinya. Beban kerja subjektif tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik pekerjaan, tetapi juga oleh kemampuan individu, pengalaman, kondisi kesehatan, motivasi, serta lingkungan kerja. Oleh karena itu, dua pekerja yang melakukan tugas yang sama dapat memiliki persepsi beban kerja yang berbeda. NASA Task Load Index (NASA-TLX) merupakan instrumen yang paling banyak digunakan untuk mengukur beban kerja subjektif karena mampu mengevaluasi enam dimensi utama, yaitu *mental demand*, *physical demand*, *temporal demand*, *performance*, *effort*, dan *frustration level*. Skor NASA-TLX yang semakin tinggi menunjukkan semakin besar beban kerja yang dirasakan oleh pekerja.[41,42]

Menurut Model Job Demands–Resources (JD-R), tingginya tuntutan pekerjaan (*job demands*) mengharuskan pekerja mengeluarkan energi fisik maupun psikologis secara terus-menerus. Apabila tuntutan tersebut berlangsung dalam jangka waktu lama dan tidak diimbangi dengan sumber daya kerja (*job resources*) yang memadai, maka akan terjadi proses pengurasan energi (*energy depletion*) yang dapat menyebabkan kelelahan kerja. Dengan demikian, semakin tinggi persepsi seseorang terhadap beban kerjanya, semakin besar pula kemungkinan terjadinya kelelahan kerja.[43]

Hubungan tersebut juga dapat dijelaskan melalui teori Allostatic Load. Paparan stres kerja yang berlangsung terus-menerus akibat tingginya persepsi beban kerja akan mengaktifkan sistem saraf simpatis dan sumbu hypothalamic–pituitary–adrenal (HPA) , sehingga meningkatkan sekresi hormon stres seperti kortisol dan katekolamin. Aktivasi yang berlangsung kronis menyebabkan akumulasi *allostatic load*, yaitu kondisi ketika mekanisme adaptasi tubuh menjadi tidak efektif sehingga mengakibatkan penurunan kapasitas pemulihan, gangguan fungsi fisiologis, penurunan konsentrasi, serta munculnya kelelahan fisik maupun mental.[43–45]

Pada penelitian ini, beban kerja subjektif diukur menggunakan NASA-TLX, sedangkan kelelahan kerja diukur menggunakan Industrial Fatigue Research Committee (IFRC). Individu dengan skor NASA-TLX yang tinggi diperkirakan akan memiliki tingkat kelelahan kerja yang lebih tinggi karena meningkatnya tuntutan mental, fisik, tekanan waktu, usaha, serta frustrasi selama bekerja. Hubungan tersebut juga telah dilaporkan pada berbagai kelompok pekerja, termasuk tenaga kesehatan, di mana peningkatan skor NASA-TLX berkaitan dengan meningkatnya tingkat kelelahan dan penurunan performa kerja.[46,47]

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengasumsikan bahwa beban kerja subjektif berhubungan positif dengan kelelahan kerja, sehingga semakin tinggi persepsi beban kerja yang dirasakan pekerja, semakin tinggi pula tingkat kelelahan kerja yang dialaminya.

Harap diterangkan bagaimana hubungan antara beban kerja subjektif dengan disfungsi metabolik dini.

Hubungan Beban Kerja Subjektif dengan Disfungsi Metabolik Dini

Beban kerja subjektif merupakan persepsi individu terhadap besarnya tuntutan pekerjaan dibandingkan dengan kemampuan yang dimilikinya untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Beban kerja subjektif yang tinggi mencerminkan tingginya tuntutan mental dan fisik, tekanan waktu, usaha, serta frustrasi selama bekerja, sebagaimana diukur menggunakan NASA Task Load Index (NASA-TLX). Kondisi tersebut dapat memicu respons stres yang berlangsung terus-menerus apabila individu tidak memiliki kapasitas adaptasi atau sumber daya yang memadai untuk mengatasinya. Beban kerja subjektif yang tinggi tidak hanya berdampak pada kesehatan psikologis, tetapi juga berpotensi menimbulkan perubahan fisiologis yang berkontribusi terhadap gangguan metabolik. [48,49]

Menurut Model Job Demands–Resources (JD-R), tingginya tuntutan pekerjaan (job demands) meningkatkan kebutuhan energi fisik dan mental pada pekerja. Paparan tuntutan kerja yang berlangsung kronis menyebabkan stres kerja berkepanjangan sehingga mengaktifkan sistem saraf simpatis dan sumsum tulang–hipotalamus–pituitari–adrenal (HPA) axis. Aktivasi HPA axis meningkatkan sekresi kortisol dan katekolamin yang pada awalnya berfungsi untuk mempertahankan homeostasis tubuh. Namun, apabila berlangsung terus-menerus, mekanisme tersebut berkembang menjadi allostatic load, yaitu akumulasi beban fisiologis akibat paparan stres kronis. Kondisi ini berkontribusi terhadap peningkatan glukoneogenesis, lipolisis, penumpukan lemak viseral, inflamasi kronis derajat rendah, serta penurunan sensitivitas insulin yang merupakan tahap awal terjadinya disfungsi metabolik.[50,51]

Disfungsi metabolik dini dapat dideteksi menggunakan Triglyceride–Glucose (TyG) Index, yang dihitung berdasarkan kadar trigliserida dan glukosa saat puasa. TyG Index telah banyak digunakan sebagai penanda sederhana dan reliabel untuk mendeteksi resistensi insulin, bahkan sebelum berkembang menjadi diabetes melitus tipe 2 atau sindrom metabolik. Peningkatan kadar kortisol akibat stres kronis meningkatkan produksi glukosa di hati, menurunkan sensitivitas insulin pada jaringan perifer, serta meningkatkan pelepasan asam lemak bebas yang pada akhirnya

menyebabkan peningkatan kadar glukosa puasa dan trigliserida. Perubahan tersebut akan meningkatkan nilai TyG Index sebagai indikator disfungsi metabolik dini. [50,51]

Selain melalui mekanisme neuroendokrin, beban kerja subjektif yang tinggi juga dapat memengaruhi perilaku kesehatan. Individu dengan persepsi beban kerja yang tinggi cenderung mengalami gangguan tidur, penurunan aktivitas fisik, peningkatan konsumsi makanan tinggi kalori, dan peningkatan perilaku sedentari. Kombinasi perubahan perilaku tersebut memperburuk resistensi insulin dan metabolisme lipid sehingga meningkatkan risiko terjadinya disfungsi metabolik.[52]

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengasumsikan bahwa semakin tinggi beban kerja subjektif yang dirasakan pekerja, semakin besar aktivasi respons stres fisiologis dan perubahan perilaku kesehatan yang pada akhirnya meningkatkan risiko terjadinya disfungsi metabolik dini, yang dalam penelitian ini diukur menggunakan TyG Index.

Harap diterangkan bagaimana hubungan antara kelelahan kerja dengan disfungsi metabolik dini.

Hubungan Kelelahan Kerja dengan Disfungsi Metabolik Dini

Kelelahan kerja merupakan kondisi menurunnya kapasitas fisik, mental, dan emosional akibat akumulasi tuntutan pekerjaan yang melebihi kemampuan pemulihan tubuh. Kelelahan kerja tidak hanya berdampak pada penurunan produktivitas, konsentrasi, dan keselamatan kerja, tetapi juga dapat menyebabkan perubahan fisiologis yang meningkatkan risiko gangguan metabolik. Kondisi kelelahan yang berlangsung kronis mencerminkan ketidakseimbangan antara beban kerja dan kapasitas pemulihan tubuh, sehingga memicu respons stres yang persisten.[53]

Secara fisiologis, kelelahan kerja kronis berhubungan dengan aktivasi sistem saraf simpatis dan sumsum hipotalamus–pituitary–adrenal (HPA) yang berlangsung terus-menerus. Aktivasi tersebut meningkatkan sekresi kortisol dan katekolamin sehingga menyebabkan peningkatan glukoneogenesis, gangguan metabolisme lipid, peningkatan kadar asam lemak bebas, serta penurunan sensitivitas insulin. Apabila proses ini berlangsung dalam jangka panjang, akan terjadi allostatic load, yaitu akumulasi beban fisiologis akibat paparan stres kronis yang berkontribusi terhadap disfungsi metabolik dini.[54,55]

Selain melalui mekanisme neuroendokrin, kelelahan kerja juga memengaruhi perilaku kesehatan yang berkaitan dengan metabolisme. Pekerja yang mengalami kelelahan cenderung mengalami gangguan tidur, penurunan aktivitas fisik, peningkatan konsumsi makanan tinggi kalori, serta berkurangnya kemampuan pemulihan setelah bekerja. Perubahan perilaku tersebut memperburuk resistensi insulin dan metabolisme lipid sehingga meningkatkan risiko terjadinya gangguan metabolik.[53,56]

Pada penelitian ini, disfungsi metabolik dini dinilai menggunakan Triglyceride–Glucose (TyG) Index, yang merupakan indikator tidak langsung resistensi insulin berdasarkan kadar trigliserida dan glukosa puasa. Aktivasi HPA axis yang berkepanjangan pada individu yang mengalami kelelahan kerja dapat meningkatkan kadar glukosa puasa dan trigliserida melalui

peningkatan produksi glukosa hati, penurunan sensitivitas insulin, serta peningkatan lipolisis. Akibatnya, nilai TyG Index meningkat dan mencerminkan terjadinya disfungsi metabolik dini sebelum manifestasi klinis diabetes melitus atau sindrom metabolik muncul.[54,57]

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengasumsikan bahwa semakin tinggi tingkat kelelahan kerja yang dialami pekerja, semakin besar risiko terjadinya disfungsi metabolik dini. Oleh karena itu, kelelahan kerja diposisikan sebagai variabel mediator yang menjelaskan mekanisme bagaimana beban kerja subjektif dapat memengaruhi terjadinya disfungsi metabolik dini

Harap diterangkan bagaimana peran mediasi kelelahan kerja dalam hubungan antara beban kerja subjektif dan disfungsi metabolik dini

Peran Mediasi Kelelahan Kerja dalam Hubungan antara Beban Kerja Subjektif dan Disfungsi Metabolik Dini

Secara teoritis, hubungan antara beban kerja subjektif dan disfungsi metabolik dini tidak selalu terjadi secara langsung, tetapi dapat berlangsung melalui mekanisme fisiologis dan psikologis, salah satunya kelelahan kerja. Menurut Job Demands–Resources (JD-R) Model, tingginya tuntutan pekerjaan (job demands) yang dipersepsikan pekerja akan meningkatkan penggunaan energi fisik dan mental secara berkelanjutan. Apabila tuntutan tersebut melebihi kapasitas adaptasi individu dan tidak diimbangi dengan sumber daya kerja (job resources) yang memadai, maka akan terjadi akumulasi kelelahan kerja.[58,59]

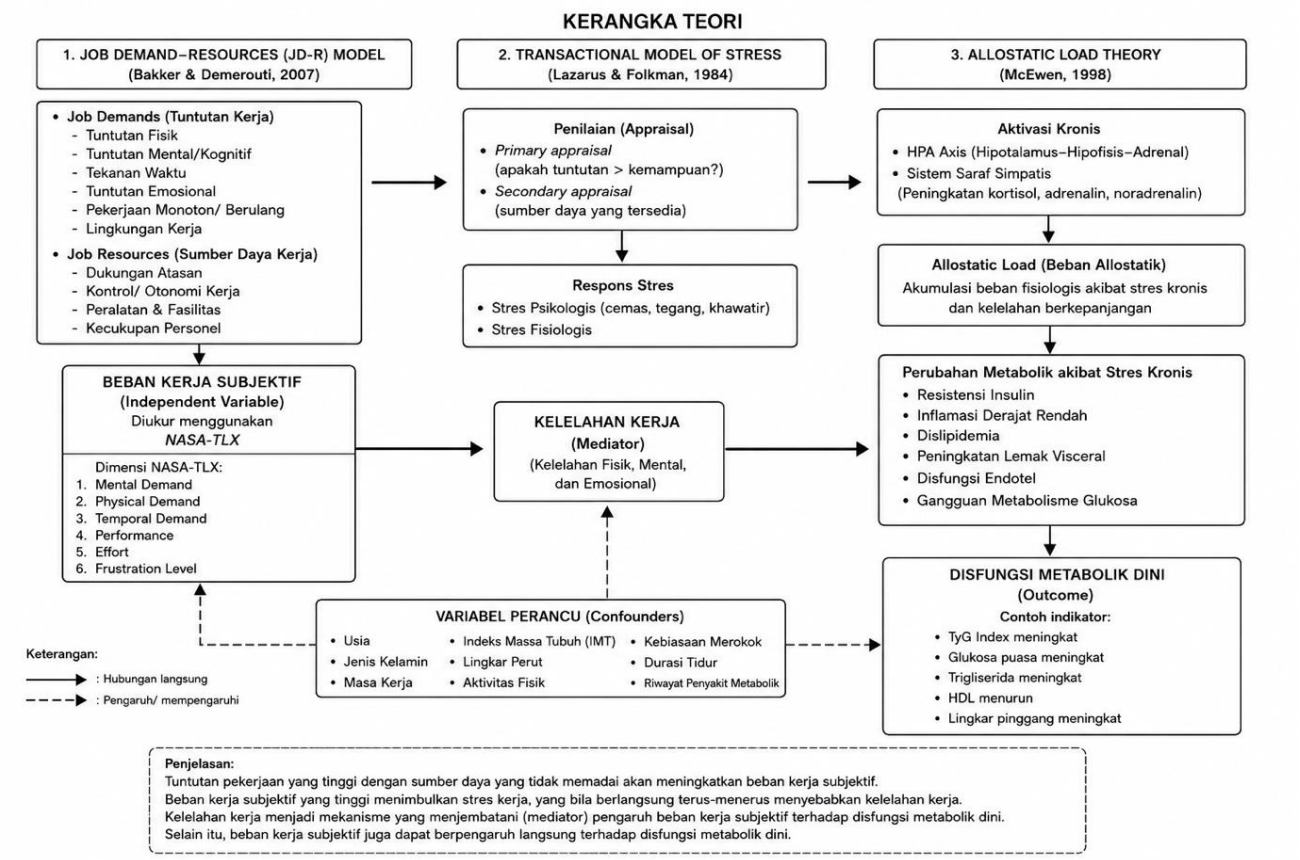
Kelelahan kerja selanjutnya memicu aktivasi sistem saraf simpatis dan sumsum hipotalamus–pituitary–adrenal (HPA) secara persisten. Aktivasi kronis ini meningkatkan sekresi kortisol dan katekolamin sehingga menyebabkan peningkatan glukoneogenesis, lipolisis, inflamasi kronis derajat rendah, serta penurunan sensitivitas insulin. Selain itu, individu yang mengalami kelelahan kerja cenderung mengalami gangguan tidur, penurunan aktivitas fisik, perubahan pola makan, dan berkurangnya kemampuan untuk pulih setelah bekerja. Kombinasi mekanisme biologis dan perubahan perilaku tersebut berkontribusi terhadap peningkatan kadar glukosa puasa dan trigliserida yang selanjutnya meningkatkan Triglyceride–Glucose (TyG) Index sebagai indikator disfungsi metabolik dini.[54,56,60]

Dengan demikian, kelelahan kerja diperkirakan berperan sebagai variabel mediator yang menjelaskan mekanisme bagaimana beban kerja subjektif memengaruhi disfungsi metabolik dini. Dalam model ini, beban kerja subjektif yang tinggi terlebih dahulu meningkatkan tingkat kelelahan kerja, kemudian kelelahan kerja memicu perubahan neuroendokrin dan metabolik yang meningkatkan risiko resistensi insulin. Oleh karena itu, pengaruh beban kerja subjektif terhadap disfungsi metabolik dini diperkirakan terdiri atas pengaruh langsung (direct effect) dan pengaruh tidak langsung (indirect effect) melalui kelelahan kerja.[58,60,61]

Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa beban kerja yang tinggi berkaitan dengan meningkatnya kelelahan kerja, sedangkan kelelahan kerja kronis berhubungan dengan berbagai gangguan metabolik, termasuk resistensi insulin, sindrom metabolik, dan diabetes melitus tipe 2. Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus mengevaluasi peran mediasi kelelahan kerja dalam hubungan antara beban kerja subjektif dan disfungsi metabolik dini menggunakan TyG Index pada pekerja sektor kebersihan di Indonesia masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menguji apakah kelelahan kerja secara signifikan memediasi hubungan tersebut

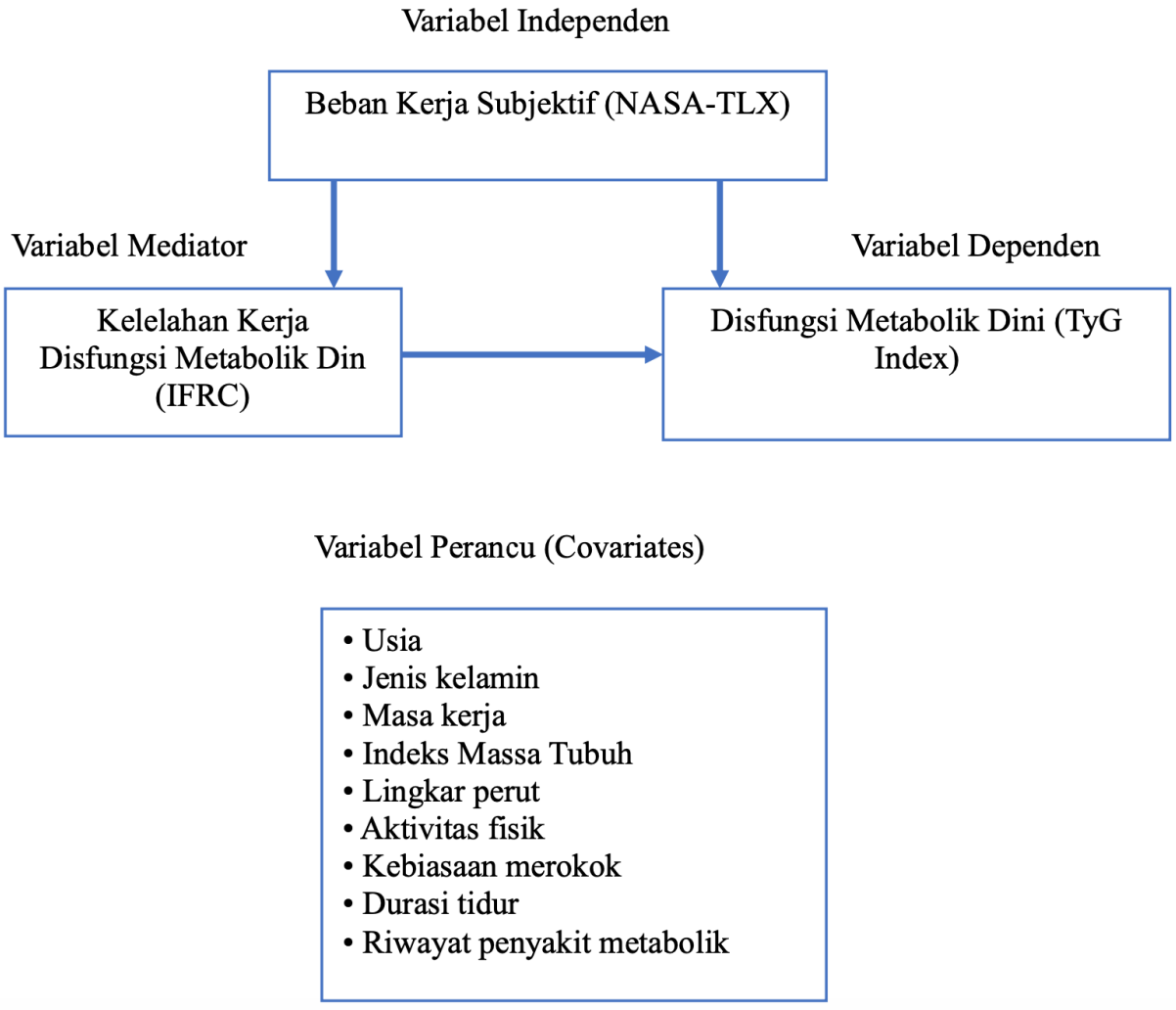
menggunakan PROCESS Macro Model 4 dengan pendekatan bootstrap, sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai mekanisme terjadinya disfungsi metabolik dini pada pekerja.[57,61]

2.2 Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

2.3 Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

Kerangka konsep kurang sesuai tidak sesuai tujuan khusus. Tolong disesuaikan dgn tujuan penelitian. Jawab: sudah diperbaiki

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan pada Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng, Jakarta Barat di Fakultas kedokteran Universitas Trisakti. Pengambilan data direncanakan pada bulan Agustus sampai September 2026.

3.2. Metode Penelitian

3.2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain potong lintang (*cross-sectional*). Penelitian bertujuan menganalisis hubungan antara beban kerja subjektif dan disfungsi metabolik dini serta mengevaluasi peran mediasi kelelahan kerja pada Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng.

3.2.2 Populasi Penelitian

Populasi Target
Seluruh petugas kebersihan (Pasukan Pelangi) di wilayah Kecamatan Cengkareng.

Populasi Terjangkau
Seluruh Pasukan Pelangi Kecamatan Cengkareng yang aktif bekerja selama periode penelitian.

3.2.3 Sampel Penelitian

Kriteria Inklusi

1. Pasukan Pelangi yang aktif bekerja minimal 6 bulan.
2. Berusia ≥18 tahun.
3. Bersedia mengikuti penelitian dan menandatangani informed consent.
4. Bersedia menjalani pemeriksaan antropometri dan pemeriksaan laboratorium.

Kriteria Eksklusi

1. Sedang hamil.
2. Memiliki riwayat penyakit endokrin berat yang diketahui memengaruhi metabolisme (misalnya *Cushing syndrome* atau hipertiroid yang tidak terkontrol).
3. Mengonsumsi kortikosteroid sistemik jangka panjang.
4. Tidak menyelesaikan seluruh rangkaian pemeriksaan.

3.2.4 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan *consecutive sampling*, yaitu seluruh subjek yang memenuhi kriteria inklusi direkrut secara berurutan hingga jumlah sampel terpenuhi.

3.2.5 Besar Sampel

Besar sampel dihitung menggunakan analisis power untuk uji regresi linear berganda dengan bantuan perangkat lunak G*Power versi 3.1. Perhitungan dilakukan dengan mempertimbangkan:

- $\alpha = 0,05$
- Power = 80%
- Effect size sedang ($f^2 = 0,15$)

Dengan mempertimbangkan kemungkinan Drop out sebesar 10%, Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh kebutuhan sampel minimal sebanyak **109 responden**.

3.2.6 Instrumen Penelitian

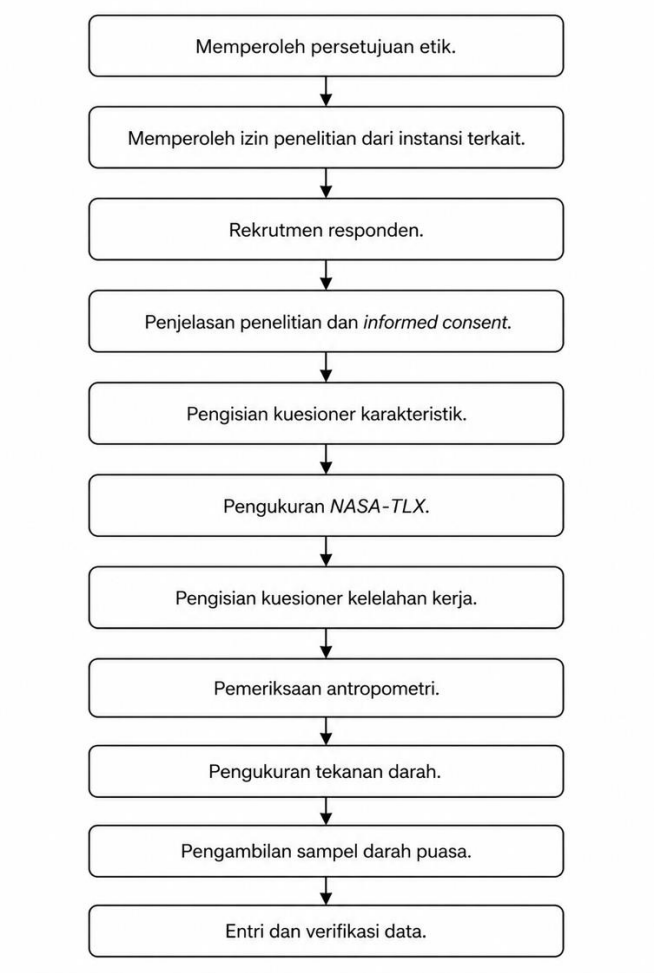
Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas instrumen pengumpulan data primer dan alat pemeriksaan klinis. Data karakteristik responden diperoleh menggunakan kuesioner yang mencakup informasi mengenai usia, jenis kelamin, masa kerja, riwayat merokok, aktivitas fisik, durasi tidur, serta karakteristik lain yang berkaitan dengan penelitian. Beban kerja subjektif diukur menggunakan *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index* (NASA-TLX), sedangkan kelelahan kerja dinilai menggunakan *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC) *Questionnaire* yang telah banyak digunakan dalam penelitian kesehatan kerja.

Pemeriksaan status antropometri dilakukan menggunakan timbangan digital untuk mengukur berat badan, mikrotoise untuk mengukur tinggi badan, serta pita ukur untuk mengukur lingkar perut. Pengukuran tekanan darah dilakukan menggunakan tensimeter digital yang telah dikalibrasi. Selain itu, untuk menilai kondisi metabolik responden dilakukan pemeriksaan laboratorium terhadap sampel darah puasa yang meliputi kadar glukosa darah puasa, kadar trigliserida, kadar *Low-density lipoprotein* (LDL), kadar *high-density lipoprotein* (HDL) dan kolesterol total. Hasil pemeriksaan laboratorium tersebut selanjutnya digunakan untuk menilai disfungsi metabolik dini sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan dalam penelitian.

3.2.7 Etika Penelitian

Penelitian akan memperoleh persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti sebelum pengambilan data. Seluruh responden akan diberikan penjelasan mengenai tujuan penelitian, manfaat, risiko, kerahasiaan data, serta hak untuk mengundurkan diri kapan saja tanpa konsekuensi apa pun. Seluruh data akan dijaga kerahasiaannya dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian.

3.2.8 Alur Penelitian



Gambar 3. Alur penelitian

3.3. Metode Analisis

Data yang telah dikumpulkan akan dilakukan proses pemeriksaan (*editing*), pengkodean (*coding*), entri, dan pembersihan data (*data cleaning*) sebelum dianalisis menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 29.0.

Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan karakteristik responden dan distribusi setiap variabel penelitian. Variabel numerik yang berdistribusi normal disajikan dalam bentuk rerata dan simpangan baku (*mean* ± *standard deviation*), sedangkan variabel numerik yang tidak berdistribusi normal disajikan dalam bentuk median dan rentang interkuartil (*interquartile range* [IQR]). Variabel kategorik disajikan dalam bentuk frekuensi dan persentase.

Analisis bivariat dilakukan untuk menilai hubungan antara variabel independen, mediator, dependen, dan variabel perancu. Sebelum dilakukan analisis, distribusi data numerik akan diuji menggunakan uji Shapiro–Wilk. Hubungan antara beban kerja subjektif (skor NASA-TLX) dengan

kelelahan kerja (skor IFRC) dianalisis menggunakan uji korelasi Pearson apabila kedua variabel berdistribusi normal atau uji korelasi Spearman apabila salah satu atau kedua variabel tidak berdistribusi normal.

Hubungan antara beban kerja subjektif dengan indikator disfungsi metabolik dini, seperti kadar glukosa darah puasa, trigliserida, kadar high-density lipoprotein (HDL), maupun Triglyceride-Glucose (TyG) Index, juga dianalisis menggunakan uji korelasi Pearson atau Spearman sesuai distribusi data. Hubungan antara kelelahan kerja dan indikator disfungsi metabolik dini dianalisis menggunakan metode yang sama.

Apabila beban kerja subjektif, kelelahan kerja, atau disfungsi metabolik dini dikategorikan menjadi dua kelompok, maka perbedaan rerata antar kelompok dianalisis menggunakan independent t-test apabila data berdistribusi normal atau uji Mann–Whitney U apabila data tidak berdistribusi normal. Hubungan antara variabel kategorik, seperti jenis kelamin, status merokok, atau kategori beban kerja dengan kategori disfungsi metabolik dini, dianalisis menggunakan uji Chi-square. Apabila terdapat sel dengan expected count kurang dari lima, maka digunakan uji Fisher's Exact. Saran dituliskan analisa apa dgn uji apa untuk memperjelas. Jawaban: sudah diperjelas

Analisis multivariat dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara beban kerja subjektif dan disfungsi metabolik dini setelah mengendalikan variabel perancu. Pemilihan model analisis disesuaikan dengan bentuk variabel dependen, yaitu regresi linear apabila variabel dependen berupa data numerik atau regresi logistik apabila variabel dependen berupa data kategorik. Variabel yang memiliki nilai $p < 0{,}25$ pada analisis bivariat atau yang secara teoritis berpotensi menjadi faktor perancu akan dipertimbangkan untuk dimasukkan ke dalam model multivariat.

Selanjutnya, analisis mediasi dilakukan menggunakan PROCESS Macro for SPSS versi 4.2 Model 4 (Hayes) dengan pendekatan regresi ordinary least squares (OLS) dan bootstrapping sebanyak 5.000 replikasi. Analisis ini digunakan untuk mengestimasi pengaruh langsung (direct effect), pengaruh tidak langsung (indirect effect), dan pengaruh total (total effect) beban kerja subjektif terhadap disfungsi metabolik dini melalui kelelahan kerja. Efek mediasi dinyatakan signifikan apabila 95% bias-corrected bootstrap confidence interval (BCa CI) untuk efek tidak langsung tidak melintasi angka nol.

Tabel 1. Analisis Statistik

Tujuan Penelitian	Variabel	Uji Statistik
Mendeskripsikan karakteristik responden	Semua variabel	Univariat (rerata±SD/median/IQR, n, %)
Hubungan beban kerja subjektif dengan kelelahan kerja	NASA-TLX vs IFRC	Pearson / Spearman
Hubungan beban kerja subjektif dengan TyG Index	NASA-TLX vs TyG	Pearson / Spearman
Hubungan kelelahan kerja dengan TyG Index	IFRC vs TyG	Pearson / Spearman
Hubungan variabel kategorik	Misal jenis kelamin vs disfungsi metabolik	Chi-square / Fisher's Exact
Analisis faktor yang berhubungan dengan disfungsi metabolik	Variabel independen + kovariat	Regresi linear berganda*

Analisis mediasi	NASA-TLX → IFRC → TyG	PROCESS Macro Hayes Model 4 (Bootstrapping 5.000)

3.4. Indikator Capaian Penelitian

ASPEK		CHECKLIST
SKALA UNGGULAN	Skala Internasioal	
	Skala Nasional	V
	Skala Lokal	
TOPIK/TEMA RISET	Top Down	V
	Semi Top Down	
	Bottom Up	
SKEMA PENDANAAN	Block Grant	V
	Kompetitif	
PELAKSANA RISET	Pusat Penelitian	
	Individu	
	Riset Group	V
SUMBER DANA	Dana Desentralisasi	
	DP2M (30%)	
	Mandiri PT	V
	Kerjasama Luar negeri	
	Sumber Lain-lain	
KEY PERFORMANCE INDICATOR	Jurnal	V
	HKI	V
	Teknologi Tepat Guna	
	S3	
	Seminar	
	Publikasi Internasional	
	Buku Ajar	
	Lain_lain (BUNGA RAMPAI)	
MANAGEMEN PENGELOLAAN	LEMLIT	
	Fakultas	V
	Pusat Penelitian/Studi/Pengkajian	
BUKU PANDUAN	Buku Panduan Penelitian Usakti	V
	Buku Panduan Skim DP2M	
ALOKASI DANA DESENTRALISASI	0-50%	
	50-75%	V
	75-100%	

BAB 4. JADWAL PENELITIAN

RENCANA PELAKSANAAN

Jadwal yang direncanakan

No	Kegiatan	2025						2026		
		7	8	9	10	11	12	1	2	3
1	Penyusunan proposal									
2	Permohonan Ethical Clearance									
3	Persiapan pelaksanaan									
4	Pengambilan data di lokasi terpilih									
5	Analisis data									
6	Penyusunan laporan penelitian									
7	Laporan akhir									
8	Penyusunan Publikasi									
9	Monev laporan penelitian									

BAB 5. RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

No	Komponen	Total
I.	**Biaya Langsung**	
A	Tenaga Ahli dan Tenaga Penunjang	13,985,000
B.1	Biaya bahan habis, peralatan, sewa peralatan	80,176,000
B.2	Perjalanan dan transport lokal	1,600,000
	Sub Total	95,761,000
II.	**Biaya Tidak Langsung**	
A	Laporan, Seminar, dan Publikasi	1,700,000
B	Forum Group Disscusion	-
	Sub Total	1,700,000
	TOTAL	**97,461,000**

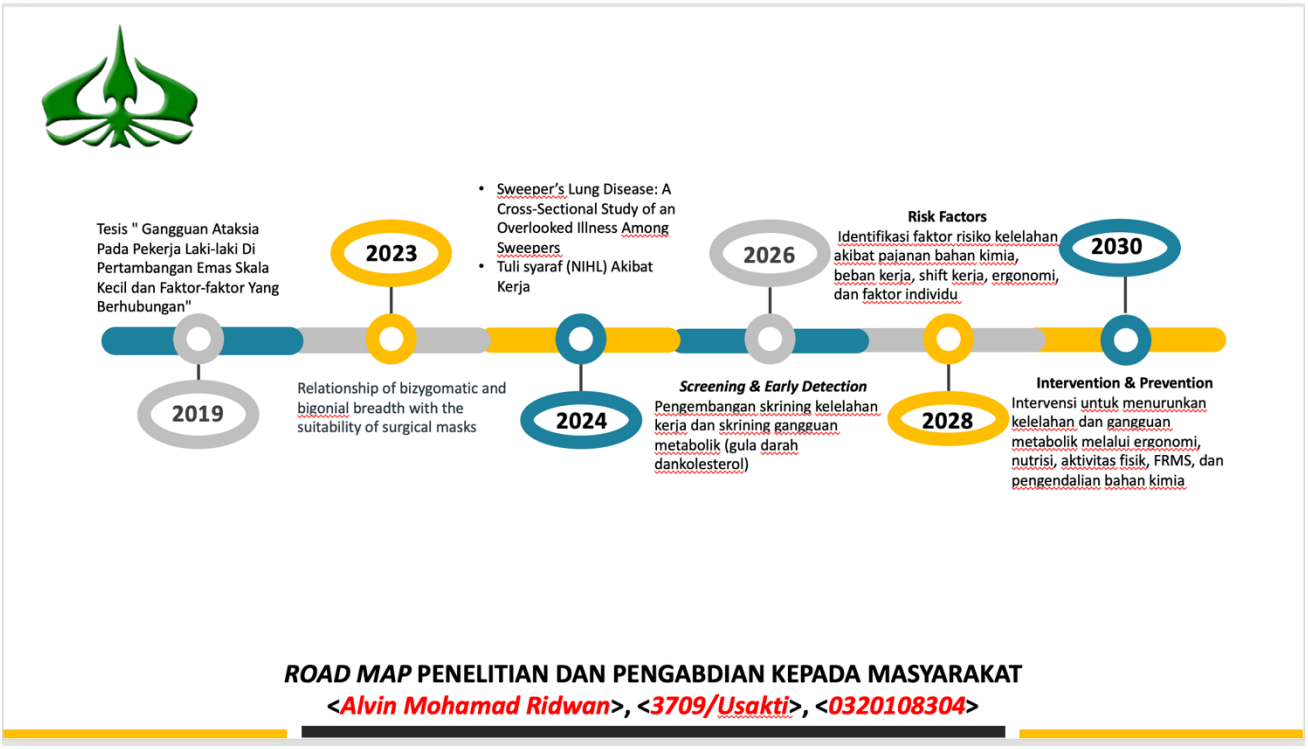
DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. WHO global strategy on health, environment and climate change. Geneva: WHO; 2020.
2. Hart SG, Staveland LE. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In Advances in psychology 1988 Jan 1 (Vol. 52, pp. 139-183). North-holland.
3. Magnavita N, Garbarino S. Sleep, health and wellness at work: a scoping review. International journal of environmental research and public health. 2017 Nov;14(11):1347.
4. Afonso P, Fonseca M, Pires JF. Impact of working hours on sleep and mental health. Occupational medicine. 2017 Jul 1;67(5):377-82
5. Yoon JH, Park NH, Kang YE, Ahn YC, Lee EJ, Son CG. The demographic features of fatigue in the general population worldwide: a systematic review and meta-analysis. Frontiers in public health. 2023 Jul 28;11:1192121.
6. Shokri Varniab Z, Saeedi Moghaddam S, Pourabhari Langroudi A, Shati M, Koolaji S, Ghanbari A, Mehdipour P, Barakati SH, Moghadam M, Shobeiri P, Esfahani Z. The levels and trends of metabolik risk factors in the elderly population at the national and sub-national scale in Iran from 1990 to 2016. Journal of Diabetes & Metabolik Disorders. 2023 Dec;22(2):1645-55.
7. Saklayen MG. The global epidemic of the metabolik syndrome. Current hypertension reports. 2018 Feb;20(2):12.
8. Masenga SK, Kabwe LS, Chakulya M, Kirabo A. Mechanisms of oxidative stress in metabolik syndrome. International journal of molecular sciences. 2023 Apr 26;24(9):7898.
9. Kivimäki M, Steptoe A. Effects of stress on the development and progression of cardiovascular disease. Nature Reviews Cardiology. 2018 Apr;15(4):215-29.
10. Kuo WC, Bratzke LC, Oakley LD, Kuo F, Wang H, Brown RL. The association between psychological stress and metabolik syndrome: A systematic review and meta-analysis. Obesity Reviews. 2019 Nov;20(11):1651-64.
11. International Labour Organization. Safety and health at the heart of the future of work. Geneva: ILO; 2019.
12. World Health Organization. WHO Guidelines on Mental Health at Work. Geneva: WHO; 2022.
13. Denning M, Goh ET, Tan B, Kanneganti A, Almonte M, Scott A, Martin G, Clarke J, Sounderajah V, Markar S, Przybylowicz J. Determinants of burnout and other aspects of psychological well-being in healthcare workers during the Covid-19 pandemic: A multinational cross-sectional study. Plos one. 2021 Apr 16;16(4):e0238666.
14. Mouloua M, Hancock PA, editors. Human performance in automated and autonomous systems, two-volume set. CRC Press; 2019 Dec 17.
15. World Health Organization. Healthy workplaces: a model for action. Geneva: WHO; 2022 update.
16. International Labour Organization. World Employment and Social Outlook 2023. Geneva: ILO; 2023.
17. Rubio S, Díaz E, Martín J, Puente JM. Evaluation of subjective mental workload: A comparison of SWAT, NASA-TLX and workload profile methods. *Appl Psychol*. 2004;53:61–86.
18. Magnavita N, Marcatto F, Meraglia I, Viti G. Relationships between individual attitudes and occupational stress. A cross-sectional study. AIMS Public Health. 2025 May 26;12(2):557.
19. Magnavita N, Chirico F, Garbarino S, Ciprani F. Stress, sleep, and cardiovascular risk in police officers: A scoping review. Journal of Health and Social Sciences. 2024;9(1):9-23
20. World Health Organization. WHO guidelines on mental health at work. Geneva: WHO; 2022.
21. International Labour Organization. Working conditions in a changing world. Geneva: ILO; 2019.
22. Magnavita N. Quality of work organization and workers' health from a gender perspective. G Ital Psicol Med Lav. 2025;5(3):210-9.
23. Bakker AB, Demerouti E, Sanz-Vergel A. Job demands–resources theory: Ten years later. Annual review of organizational psychology and organizational behavior. 2023 Jan 23;10(1):25-53.

24. Bakker AB, Demerouti E. The Job Demands–Resources model: state of the art. *J Occup Health Psychol*. 2018;23:273–285.
25. International Labour Organization. World Employment and Social Outlook 2023. Geneva: ILO; 2023.
26. World Health Organization. Healthy workplaces: a model for action. Geneva: WHO.
27. van Selm L, Williams S, de'Donato F, Briones-Vozmediano E, Stratil J, Sroczynski G, Tonne C, De Sario M, Requena-Méndez A. Occupational heat stress among migrant and ethnic minority outdoor workers: a scoping review. Current Environmental Health Reports. 2025 Mar 24;12(1):16.
28. Peters SE, Dennerlein JT, Wagner GR, Sorensen G. Work and worker health in the post-pandemic world: a public health perspective. The Lancet Public Health. 2022 Feb 1;7(2):e188-94.
29. Kivimäki M, Steptoe A. Effects of stress on cardiometabolik disease. *Nat Rev Cardiol*. 2018;15:215–229.
30. Kivimäki M, Bartolomucci A, Kawachi I. The multiple roles of life stress in metabolik disorders. Nature Reviews Endocrinology. 2023 Jan;19(1):10-27
31. Grier RA. How high is high? A meta-analysis of NASA-TLX global workload scores. *Proc Hum Factors Ergon Soc Annu Meet*. 2015;59:1727–31.
32. Sahabuddin S, Jumady E, Fajriah Y. Qualitative Study on the Effect of Workload and Motivation on Performance with Supervision and SOP as Mediator Variables. Golden Ratio of Human Resource Management. 2025 Feb 28;5(1):241-50.
33. Yuan Z, Wang J, Feng F, Jin M, Xie W, He H, Teng M. The levels and related factors of mental workload among nurses: A systematic review and meta-analysis. International Journal of Nursing Practice. 2023 Oct;29(5):e13148.
34. Longo L, Wickens CD, Hancock G, Hancock PA. Human mental workload: A survey and a novel inclusive definition. Frontiers in psychology. 2022 Jun 2;13:883321.
35. Rubio S, Díaz E, Martín J, Puente JM. Evaluation of subjective mental workload: A comparison of SWAT, NASA-TLX and Workload Profile methods. *Appl Psychol*. 2004;53:61–86.
36. Longo L, Leva MC, editors. Human Mental Workload: Models and Applications: 4th International Symposium, H-WORKLOAD 2020, Granada, Spain, December 3–5, 2020, Proceedings. Springer Nature; 2020 Nov 23.
37. Mazur LM, Adams R, Mosaly PR, Nuamah J, Adapa K, Marks LB. Effect of simulation-based training and neurofeedback interventions on radiation technologists' workload, situation awareness, and performance. Practical Radiation Oncology. 2021 Mar 1;11(2):e124-33.
38. Primasari IA, Bariyah C. Pendekatan Subjektif dalam Penilaian Beban Kerja Laboran Menggunakan Metode NASA TLX untuk Evaluasi Kinerja Tenaga Pendidik. Jur. Penel. Inov. 28 September 2024;4(4):1943-54.
39. Kusmawan D, Izhar MD, Aswin B. Assessing the relationship between mental workload and work fatigue among oil and gas workers in PT X, Jambi Province, Indonesia: PLS-SEM analysis. Journal of Public Health Research. 2024 Oct;13(4):22799036241287660.
40. Utiarahman R, Jusuf H, Maksum TS. Analysis of Work Shifts and Mental Workload with Work Fatigue in Water Treatment Plant Operators at Perumdam Muara Tirta Gorontalo City Using NASA-TLX and SOFI Methods. IJHESS. 2025Apr.24;7(2):754~760.
41. Hertzum M. Reference values and subscale patterns for the Task Load Index (TLX): a meta-analytic review. *Ergonomics*. 2021;64(7):869–878.
42. Hernandez R, Roll SC, Jin H, Schneider S, Pyatak EA. Validation of the National Aeronautics and Space Administration Task Load Index adapted for the whole-day repeated measures context. *Ergonomics*. 2022;65(7):960–975.
43. D'Amico D, Amestoy ME, Fiocco AJ. The association between allostatic load and cognitive function: a systematic and meta-analytic review. *Psychoneuroendocrinology*. 2020;121:104849.

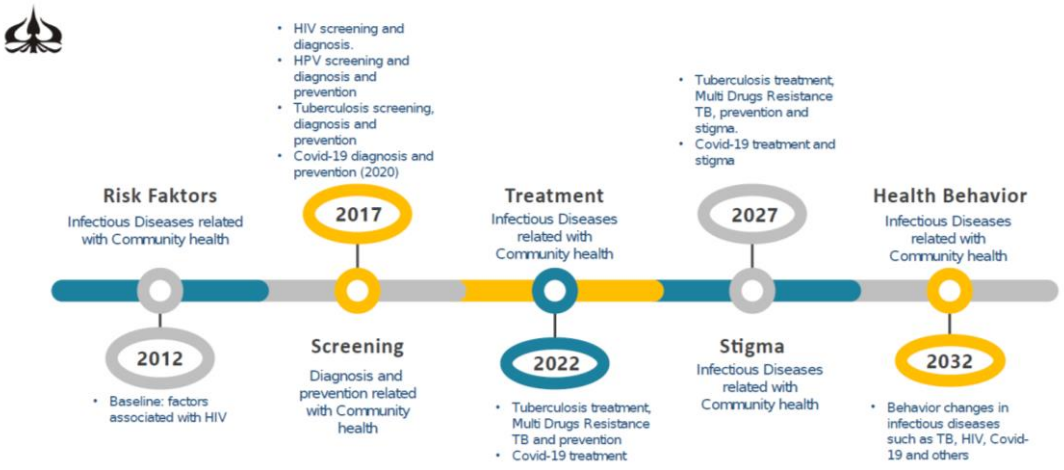
44. Parker HW, Abreu AM, Sullivan MC, Vadiveloo M. Allostatic load and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Am J Prev Med*. 2022;63(1):131–140.
45. Corrigan SL, Roberts S, Warmington SA, Drain JR, Main LC. Monitoring stress and allostatic load in first responders and tactical operators using heart rate variability: a systematic review. *BMC Public Health*. 2021;21:1701.
46. Burg ML, et al. NASA-TLX assessment of workload in resident physicians and faculty surgeons covering trauma, surgical intensive care unit, and emergency general surgery services. *Am J Surg*. 2021;222(6):1158–1162.
47. Hertzum M. How demanding is healthcare work? A meta-analytic review of TLX scores. *Stud Health Technol Inform*. 2021;281:514–518
48. Hertzum M. Reference values and subscale patterns for the Task Load Index (TLX): a meta-analytic review. *Ergonomics*. 2021;64(7):869–878.
49. Guidi J, Lucente M, Sonino N, Fava GA. Allostatic load and its impact on health: a systematic review. *Psychother Psychosom*. 2021;90(1):11–27.
50. Sooriyaarachchi P, Jayawardena R, Pavey T, King N. Shift work and the risk for metabolic syndrome among healthcare workers: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2022;23(10):e13489.
51. Wang Y, Yu L, Gao Y, Jiang L, Yuan L, Wang P, et al. Association between shift work or long working hours with metabolic syndrome: a systematic review and dose-response meta-analysis of observational studies. *Chronobiol Int*. 2021;38(3):318–333.
52. Abu Hanifah MS, Ismail N. Fatigue and its associated risk factors among shift workers: a systematic review. *Hum Factors Man*. 2021;31(2):208–222.
53. Gheshlagh RG, et al. A systematic review and revised meta-analysis of the Effort-Reward Imbalance model of workplace stress and hypothalamic-pituitary-adrenal axis measures of stress. *Psychosom Med*. 2023;85(6):529–540.
54. Costa G, et al. Shift Work and Metabolic Syndrome Updates: A Systematic Review. *Healthcare (Basel)*. 2023;11:1883.
55. Wang Y, Yu L, Gao Y, Jiang L, Yuan L, Wang P, et al. Association between shift work or long working hours with metabolic syndrome: a systematic review and dose-response meta-analysis of observational studies. *Chronobiol Int*. 2021;38(3):318–333.
56. Li W, Yi G, Chen Z, Dai X, Wu J, Peng Y, et al. Is job strain associated with a higher risk of type 2 diabetes mellitus? A systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Scand J Work Environ Health*. 2021;47(4):249–257.
57. Bakker AB, Demerouti E. Job Demands–Resources Theory: Taking Stock and Looking Forward. *J Occup Health Psychol*. 2023;28(3):273–285.
58. Lesener T, Gusy B, Wolter C. The Job Demands-Resources model: A meta-analytic review of longitudinal studies. *Work Stress*. 2019;33(1):76–103.
59. Guidi J, Lucente M, Sonino N, Fava GA. Allostatic load and its impact on health: a systematic review. *Psychother Psychosom*. 2021;90(1):11–27.
60. Wang Y, Yu L, Gao Y, Jiang L, Yuan L, Wang P, et al. Association between shift work or long working hours with metabolic syndrome: a systematic review and dose-response meta-analysis of observational studies. *Chronobiol Int*. 2021;38(3):318–333.
61. Hayes AF. *Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis: A Regression-Based Approach*. 3rd ed. New York: Guilford Press; 2022.

LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN → 5 tahun sebelum dan 5 th setelah 2026, tolong diperbaiki, dan gunakan template yg disarankan untuk Dr Hindi Jawab: sudah direvisi



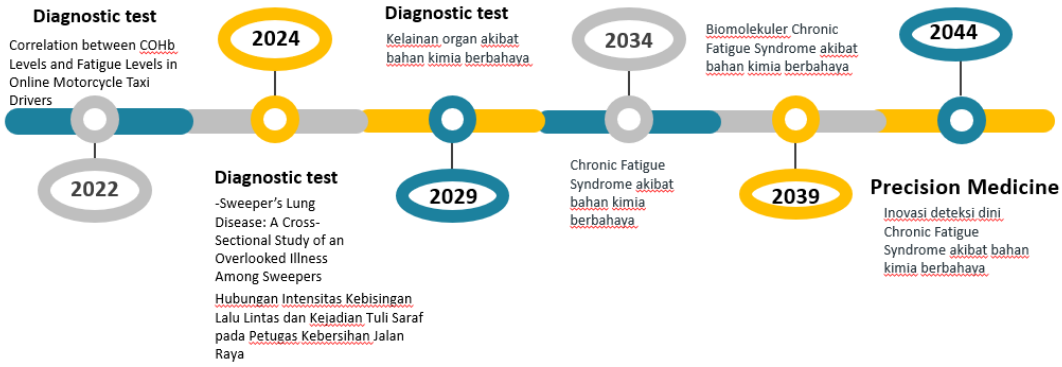
***ROAD MAP* PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

<*Alvin Mohamad Ridwan*>, <*3709/Usakti*>, <*0320108304*>



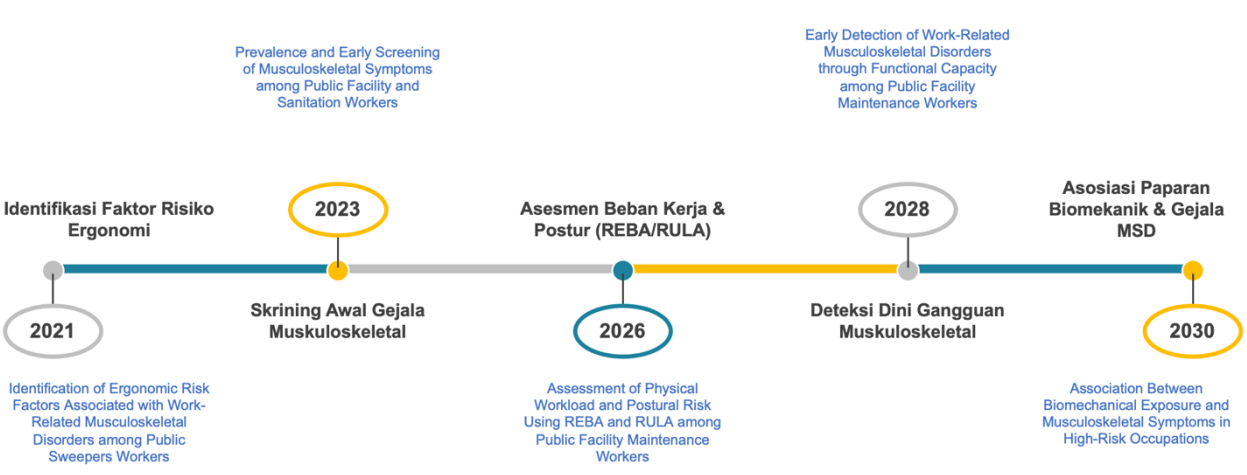
***ROAD MAP* PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

<*dr. Nany Hairunisa, MCHSc*>, <*3676*>, <*0314087302*>



***ROAD MAP* PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

<*Ade Dwi Lestari*>, <*3827/Usakti*>, <*0312128204*>



ROADMAP PENELITIAN

Hindiyati Nuriah, 3975, FK Universitas Trisakti

LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN

LAMPIRAN 2. SURAT KESEDIAAN BERKOMITMEN