

DISERTASI

**MODEL DINAMIS PENGENDALIAN KEJADIAN PENYAKIT AKIBAT
KERJA PADA PERUSAHAAN MIE INSTANT DI MAKASSAR**

*Dynamic Model of Controlling Occupational Diseases at an Instant
Noodle Company in Makassar*



**JANUAR ARIYANTO
K013171008**

**PROGRAM STUDI DOKTOR
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**MODEL DINAMIS PENGENDALIAN KEJADIAN PENYAKIT
AKIBAT KERJA PADA PERUSAHAAN MIE INSTANT DI
MAKASSAR**

*Dynamic Model of Controlling Occupational Diseases at an
Instant Noodle Company in Makassar*

DISERTASI

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar doktor program
studi ilmu kesehatan masyarakat**

Disusun dan diajukan oleh

JANUAR ARIYANTO

K013171008

**PROGRAM STUDI DOKTOR
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

DISERTASI

MODEL DINAMIS PENGENDALIAN KEJADIAN PENYAKIT AKIBAT KERJA PADA PERUSAHAAN MIE INSTANT DI MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

JANUAR ARIYANTO
Nomor Pokok K013171008

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Disertasi
pada tanggal 31 Januari 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasehat



Prof. Sukri Palutturi, SKM.,M.Kes.,M.Sc.PH,Ph.D.
Promotor



Prof. Dr. dr. Syamsiar S. Russeng, MS.
Ko-Promotor



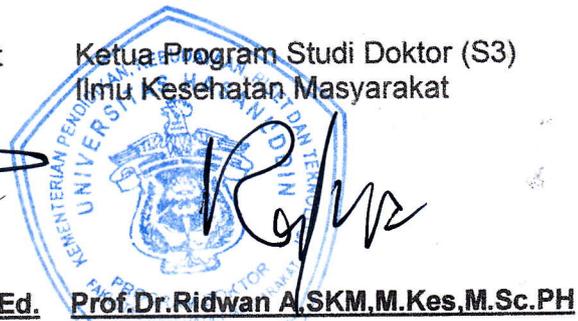
Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel.,M.Kes
Ko-Promotor

Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Hasanuddin,



Dr. Aminuddin Syam, SKM, M. Kes, M. Med. Ed.

Ketua Program Studi Doktor (S3)
Ilmu Kesehatan Masyarakat



Prof. Dr. Ridwan A, SKM, M. Kes, M. Sc. PH

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Januar Ariyanto
NIM : K013171008
Program Studi : Doktor Ilmu Kesehatan Masyarakat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan disertasi yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dengan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika pedoman penulisan disertasi.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan disertasi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Januari 2022

Yang Menyatakan,



Januar Ariyanto

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas berkat dan rahmat-Nya serta salawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan disertasi dengan judul “Model Dinamis Pengendalian Kejadian Penyakit Akibat Kerja Pada Perusahaan Mie Instant Di Makassar”.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan disertasi ini tidak terlepas dari keterlibatan berbagai pihak yang telah memberikan masukan yang sangat berarti. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat Prof. Sukri Palutturi, S.KM., M.Kes., M.Sc.PH., Ph.D selaku Promotor, Prof. Dr. dr. Syamsiar S Russeng, MS., dan Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel.,M.Kes selaku Kopromotor, yang masing-masing telah meluangkan waktu dan memberikan bimbingan serta arahan dengan penuh kesabaran, perhatian dan keikhlasan sehingga disertasi ini dapat terselesaikan mulai dari pengembangan topik penelitian hingga penulisan.

Penulis juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A., selaku Rektor Universitas Hasanuddin, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti Pendidikan di Universitas Hasanuddin.

2. Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan kepada penulis melanjutkan studi pada Sekolah Pascasarjana.
3. Dr. Aminuddin Syam, S.KM., M.Kes., M.Med.Ed., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan kepada penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Doktor Kesehatan Masyarakat.
4. Prof. Dr. Ridwan A, S.KM., M.Kes., M.Sc.PH., selaku Ketua Program Studi S3 Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan kepada penulis melanjutkan studi program Pascasarjana di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh staf pengajar S3 Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bekal ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis.
6. Management Perusahaan Mie Instant di Makassar yang telah memberikan izin untuk meneliti di perusahaannya.
7. Rekan-rekan mahasiswa Pascasarjana S3 Ilmu Kesehatan Masyarakat angkatan 2017, atas segala kerjasama dan partisipasi yang diberikan serta memberikan dorongan moril, kritik, dan saran yang bermanfaat bagi penulis.

8. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam kelancaran penulisan ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada kedua orang tua tercinta, Ibunda Jumilah dan Ayahanda (Alm) Budi Riyanto yang telah melahirkan, membesarkan, dan mendidik saya sejak kecil dengan penuh kasih sayang hingga saya mampu mencapai keadaan seperti ini. Ucapan terima kasih yang tulus kepada Dr. dr. Warsinggih, Sp.B., KBD., dan Dr. drg. Andi Marhamah, M.Kes., yang telah senantiasa memberikan semangat motivasi dan doa dalam melaksanakan dan melanjutkan studi saya.

Rasa bangga dan terima kasih yang tidak terhingga kepada mereka yang amat saya sayangi, Istri tercinta drg. Dyna Puspasari, Sp.KG., dan anakku tersayang Yusuf Abhimanyu, atas segala pengertian, kesabaran, dukungan doa dan cinta kasih yang tidak ternilai. Kepada Bapak dan Ibu mertua, Drs. Annas Sappari dan Dra. Siti Sundari, yang selalu memberikan doa dan dukungan moril dalam menjalankan studi. Kepada Saudara saya Tunjung Pratomo, S.Kep., dan Risky Yulianto serta saudari saya Fajar Ariyanti, terima kasih atas segala dukungan kalian.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa disertasi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga diharapkan saran yang membangun untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan bermanfaat.

Makassar, Januari 2022

Penulis

ABSTRAK

JANUAR ARIYANTO. *Model Dinamis Pengendalian Kejadian Penyakit Akibat Kerja Pada Perusahaan Mie Instant Di Makassar* (Dibimbing oleh **Sukri Palutturi, Syamsiar S Russeng dan Agus Bintara Birawida**)

Pekerjaan yang layak erat hubungannya dengan masalah kesehatan pada setiap tenaga kerja dan kesehatan sering kali dipertaruhkan tenaga kerja untuk memenuhi tuntutan produktivitas di tempat kerja. Untuk terus meningkatkan produktivitas ditempat kerja salah satu upaya yang harus dilakukan yaitu melakukan pengendalian terhadap penyakit akibat kerja. Terdapat beberapa faktor yang berasal dari proses produksi diketahui menyebabkan terjadinya penyakit akibat kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model dinamis pengendalian kejadian penyakit akibat kerja di perusahaan mie instant di Makassar.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (R&D) melalui pendekatan sistem dinamis. Kemudian menggunakan *Interpretative Structural Modeling* (ISM) untuk memperoleh skenario pengendalian yang tepat pada penurunan kejadian penyakit akibat kerja.

Elemen kunci pada model pengendalian penyakit akibat kerja di perusahaan mie instant di makassar berdasarkan hasil interpretasi interpretative structural modeling adalah postur kerja, beban angkat, debu, ventilasi dan lama kerja. Skenario pengendalian yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan system dinamis pada model pengendalian kejadian penyakit akibat kerja di perusahaan mie instant di makassar ada empat, yaitu: Skenario *Do Nothing*, Skenario *Musculoskeletal disorders* (postur kerja, beban angkat dan lama kerja), Skenario infeksi saluran pernafasan atas (debu, ventilasi dan lama kerja) dan skenario gabungan (musculoskeletal disorders dan infeksi saluran pernafasan atas. Skenario yang paling efektif digunakan untuk menurunkan kejadian penyakit akibat kerja pada perusahaan mie instant di makassar adalah skenario gabungan. Dengan skenario gabungan, kejadian penyakit akibat kerja dapat diturunkan dengan rata-rata 46,71% pertahun. Model pengendalian penyakit akibat kerja ini merupakan yang pertama khususnya pada perusahaan mie instant.

Kata Kunci : Model Pengendalian Penyakit Akibat Kerja, *Musculoskeletal Disorders*, Infeksi Saluran Pernafasan Atas, Model dinamis, *Interpretive Structural Modeling*.



ABSTRACT

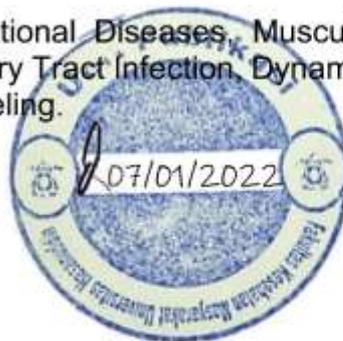
JANUAR ARIYANTO. *Dynamic Model of Controlling Occupational Diseases at an Instant Noodle Company in Makassar (Supervised by Sukri Palutturi, Syamsiar S Russeng and Agus Bintara Birawida)*

Decent work is closely related to health problems in every workforce. Health is often at stake for the force to meet the demands of productivity in the workplace. To maintaining productivity in the workplace, one of the efforts that must be done is to control occupational diseases. Several factors are originating from the production process, which is known to cause occupational diseases. This study aims to determine a dynamic model of managing the incidence of occupational diseases in an instant noodle company in Makassar.

This study uses research and development (R&D) methods through a dynamic systems approach. Then use Interpretative Structural Modeling (ISM) to obtain the right control scenario for reducing the incidence of occupational diseases.

The key elements of the work-related disease control model at an instant noodle company in Makassar based on interpretative structural modeling are work posture, lifting load, dust, ventilation and working time. There are four control scenarios carried out using a dynamic system approach to the control model of occupational diseases at an instant noodle company in Makassar, namely: Do Nothing Scenario, Musculoskeletal Disorders Scenario (work posture, lifting load and length of work), Upper respiratory tract infection scenarios (dust, ventilation and length of work) and combined scenarios (musculoskeletal disorders and upper respiratory tract infections). The most effective scenario used to reduce the incidence of occupational diseases in instant noodle companies in Makassar is the combined scenario. With the combined scenario, the incidence of occupational diseases can decrease by an average of 46.71% per year. This work-related disease control model is the first, especially in instant noodle companies.

Keywords : Control Model of Occupational Diseases, Musculoskeletal Disorders, Upper Respiratory Tract Infection, Dynamic Model, Interpretive Structural Modeling.



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	10
C. Tujuan Penelitian	11
D. Manfaat Penelitian	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	14
A. Tinjauan Umum Penyakit Akibat Kerja	14
B. Tinjauan Umum Pengendalian Penyakit Akibat Kerja	23
C. Tinjauan Umum Musculoskeletal Disorders	27
D. Tinjauan Umum Infeksi Saluran Pernafasan Akut	41
E. Tinjauan Umum Permodelan Dinamis.....	51
F. Tinjauan Umum Penelitian Terkait	72
G. Kerangka Teori Penelitian	89
H. Kerangka Konsep Penelitian	90
BAB III METODE PENELITIAN.....	91
A. Jenis dan Desain Penelitian	91
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	94

C. Populasi dan Sampel	96
D. Metode Pengumpulan Data	96
E. Penyajian Data.....	99
F. Instrumen Penelitian	100
G. Alur Penelitian	101
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	102
A. Hasil Penelitian	102
B. Pembahasan	149
C. Novelty	169
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	173
A. Kesimpulan	173
B. Saran.....	175
C. Keterbatasan Penelitian	175
DAFTAR PUSTAKA.....	vi
LAMPIRAN	xvi

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
2.1.	Perkiraan Morbiditas Penyakit Akibat Kerja di Amerika Serikat	20
2.2.	Jumlah Kompensasi Tenaga Kerja Indonesia Tahun 2015-2017	21
2.3	Tingkat Pencahayaan Berdasarkan Jenis Pekerjaan	48
2.4	Kandungan Debu Maksimal di Udara (Pengukuran 8 Jam)	50
2.5	Tinjauan Penelitian Terkait	70
4.1	Jenis penggunaan lahan pada usaha dan/atau kegiatan Perusahaan Mie Instant di Makassar	99
4.2	Bahan baku yang digunakan dalam memproduksi instant Noodle dan produk cup oleh Perusahaan Mie Instant di Makassar	101
4.3	Data Permintaan Pasar Perusahaan Mie Instant di Makassar	107
4.4	Jenis Peralatan Produksi pada Perusahaan Mie Instant di Makassar	107
4.5	Kondisi Lingkungan Kerja Perusahaan Mie Instant di Makassar	108
4.6	Variabel yang mengalami perlakuan pada skenario II menggunakan pendekatan sistem dinamis	140
4.7	Variabel yang mengalami perlakuan pada skenario III menggunakan pendekatan sistem dinamis	142
4.8	Variabel yang mengalami perlakuan pada skenario IV menggunakan pendekatan sistem dinamis	145

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
2.1.	Persentase Organisasi yang Melaporkan Topik K3 yang Tercakup dalam Global Reporting Initiative Tahun 2016	17
2.2.	Diagram Pendekatan Metode Sistem Dinamik	59
2.3	Kerangka Teori Kejadian Penyakit Akibat Kerja	87
2.4	Kerangka Konsep Penelitian	88
2.5	Bagan Alur Penelitian	98
4.1	Bagan Alir Produksi Mie Instan Pada Perusahaan Mie Instan Di Makassar	106
4.2	Matriks Driver Power (Dp) Dan Dependence (D) Untuk Elemen Kendala Pada Model Pengendalian Penyakit Akibat Kerja di Perusahaan Mie Instan Di Makassar	110
4.3	Diagram Hierarki Dari Elemen Kendala Dalam Pengembangan Model Pengendalian Kejadian Penyakit Akibat Kerja Pada Perusahaan Mie Instan di Makassar	112
4.4	Sub Model Kebutuhan Tenaga Kerja Berdasarkan Permintaan Pasar Pada Perusahaan Mie Instan di Makassar	116
4.5	Kebutuhan Tenaga Kerja Berdasarkan Permintaan Pasar pada Perusahaan Mie Instan di Makassar	117
4.6	Hasil Prediksi Permintaan Pasar Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis Selama 30 Tahun (2020-2050)	119
4.7	Hasil Prediksi Kebutuhan Tenaga kerja Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis Selama 30 Tahun (2020-2050)	120
4.8	Sub Model Kejadian Musculoskeletal Disorders pada Perusahaan Mie Instan di Makassar	122
4.9	Kejadian Musculoskeletal Disorders pada Perusahaan Mie Instan di Makassar	123
4.10	Hasil Prediksi Kejadian Musculoskeletal Disorders Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis Selama 30 Tahun (2020-2050)	125
4.11	Sub Model Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Atas pada Perusahaan Mie Instan di Makassar	127
4.12	Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Atas pada Perusahaan Mie Instan di Makassar	128
4.13	Hasil Prediksi Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Atas Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis Selama 30 Tahun (2020-2050)	130

4.14	Model Pengendalian Kejadian Penyakit Akibat Kerja pada Perusahaan Mie Instant di Makassar	132
4.15	Kejadian Penyakit Akibat Kerja pada Perusahaan Mie Instant di Makassar	133
4.16	Hasil Prediksi Kejadian Penyakit Akibat Kerja Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis Selama 30 Tahun (2020-2050)	135
4.17	Hasil Skenario I (Do Nothing) Model Pengendalian Penyakit Akibat Kerja pada Perusahaan Mie Instant di Makassar	137
4.18	Hasil Skenario II (Musculoskeletal Disorders) Model Pengendalian Penyakit Akibat Kerja pada Perusahaan Mie Instant di Makassar	139
4.19	Hasil Skenario III (Infeksi Saluran Pernafasan Atas) Model Pengendalian Penyakit Akibat Kerja pada Perusahaan Mie Instant di Makassar	142
4.20	Hasil Skenario IV (Infeksi Saluran Pernafasan Atas) Model Pengendalian Penyakit Akibat Kerja pada Perusahaan Mie Instant di Makassar	144

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 Kuesioner Kualitatif (ISM)
2. Lampiran 2 Kuesioner Kuantitatif
3. Lampiran 3 Hasil Interpretasi ISM
4. Lampiran 4 Prediksi Kebutuhan karyawan berdasarkan permintaan pasar
5. Lampiran 5 Prediksi Kejadian Musculoskeletal Disorders
6. Lampiran 6 Prediksi Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Atas
7. Lampiran 7 Prediksi Kejadian Penyakit Akibat Kerja
8. Lampiran 8 Hasil Skenario Model Pengendalian Penyakit Akibat Kerja
9. Lampiran 9 Izin Penelitian
10. Lampiran 10 Dokumentasi Penelitian

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tujuan pembangunan berkelanjutan atau dikenal sebagai Sustainable Development Goals (SDGs) terdiri dari 17 tujuan dengan 169 capaian yang telah ditentukan oleh Perserikatan Bangsa-bangsa (PBB) sebagai agenda dunia dalam hal pembangunan untuk kemaslahatan manusia dan planet bumi (United Nations, 2015). Salah satu tujuan yang terdapat dalam SDGs pada poin 8 adalah pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi yang dijadikan dasar International Labour Organization (ILO) untuk meningkatkan peran aktif dalam keikutsertaan pembangunan agar tercapai tujuan pekerjaan yang layak untuk semua (International Labour Organization, 2019).

Jauh sebelum terbentuknya gagasan tentang pekerjaan yang layak pada SDGs, ILO telah memiliki konsep tentang pekerjaan yang layak yang tertuang dalam empat pilar pekerjaan yang layak yaitu pekerjaan penuh dan strategis, hak di tempat kerja, perlindungan sosial dan promosi dialog sosial (International Labour Organization, 1999). Yang mana dari implementasi empat pilar pekerjaan yang layak memiliki tujuan utama untuk pemerataan pekerjaan yang layak bagi semua. Tentunya untuk mendapatkan pemerataan pekerjaan yang layak perlu diterapkan program kesehatan dan keselamatan kerja yang tepat untuk

masing-masing tempat kerja yang memiliki risiko bahaya berbeda (Gutberlet and Uddin, 2017).

Pekerjaan yang layak erat hubungannya dengan masalah kesehatan pada setiap tenaga kerja, sesuai dengan konstitusi Negara Indonesia Undang-Undang Dasar 1945 yang menyatakan bahwa setiap orang berhak hidup sejahtera lahir dan batin, bertempat tinggal, dan mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat, serta berhak memperoleh layanan kesehatan (Pemerintah Republik Indonesia, 1945). Konstitusi organisasi kesehatan dunia (WHO) menyebutkan bahwa “health is one of the fundamental right of every human being” (World Health Organization, 2014), yang berarti kesehatan adalah salah satu hak yang bersifat dasar bagi setiap manusia.

Kesehatan sering kali dipertaruhkan tenaga kerja untuk memenuhi tuntutan produktivitas di tempat kerja. Dampak kesehatan sering kali terkait dengan adanya sistem kerja yang diberlakukan oleh manajemen, yang mengakibatkan gangguan kesehatan (Knutsson, 2003). Penyakit akibat kerja menurut Keputusan Peraturan presiden Nomor 7 tahun 2019 memiliki definisi penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan atau lingkungan kerja (Pemerintah Republik Indonesia, 2019). Kebutuhan tenaga kerja dalam pemenuhan sumber daya manusia berkaitan dengan sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja yang mana bertujuan untuk terus mempertahankan produktivitas tenaga kerja (Hartono; et al., 2016)

Menurut perkiraan terbaru yang dikeluarkan oleh Organisasi Perburuhan Internasional (ILO), 2,78 juta tenaga kerja meninggal setiap tahun karena kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (International Labour Organization, 2018). Sekitar 2,4 juta (86,3 persen) dari kematian ini dikarenakan penyakit akibat kerja, sementara lebih dari 380.000 (13,7 persen) dikarenakan kecelakaan kerja. Penelitian tentang Perkiraan global kecelakaan kerja dan penyakit terkait kerja tahun 2017 menyebutkan bahwa terdapat peningkatan lebih dari 400.000 kejadian (Hämäläinen et al., 2017). Rentan data jumlah hari yang hilang akibat kecelakaan dan penyakit akibat kerja pada sektor industry yang tercatat oleh ILO selama 9 tahun (2011-2019) terakhir menunjukkan bahwa terjadi total 86316874,45 hari yang hilang akibat kecelakaan dan penyakit akibat kerja dengan. Data menyebutkan bahwa hari yang hilang terbanyak terdapat pada tahun 2017 dengan jumlah 15444688,05 hari pada sector industry (International Labour Organization, 2020).

Rentannya tenaga kerja pada sector industry terkena dampak kesehatan dari pekerjaan atau bahkan kecelakaan dikarenakan dalam lingkungan kerja di industry memiliki beragam bahaya sesuai dengan barang atau jasa yang dihasilkan (Hanvold et al., 2019). Menurut ILO jumlah kasus kecelakaan dan penyakit akibat kerja pada 9 tahun (2011-2019) terakhir terjadi sebanyak 791807 kejadian pada sector industry (International Labor Organization, 2020). Pada rentan tahun tersebut

tercatat pada tahun 2018 jumlah kecelakaan dan penyakit akibat kerja terbanyak dengan jumlah 94846.

Setiap tahun, ada hampir seribu kali lebih banyak kecelakaan kerja non-fatal dibandingkan kecelakaan kerja fatal. Kecelakaan nonfatal diperkirakan dialami 374 juta tenaga kerja setiap tahun, dan banyak dari kecelakaan ini memiliki konsekuensi yang serius terhadap kapasitas penghasilan para tenaga kerja (Takala et al., 2014). Jumlah kasus penyakit akibat kerja yang dilaporkan oleh Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI tahun 2011 – 2014 (tahun 2011 = 57.929; tahun 2012 = 60.322; tahun 2013 = 97.144; tahun 2014 = 40.697) (Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI, 2015). Sepanjang tahun 2015-2017 berdasarkan data yang diperoleh dari Laporan Tahun 2017 Badan Penyelenggara Jaminan Kesehatan Tenaga Kerja menyebutkan bahwa total klaim kompensasi kecelakaan dan penyakit akibat kerja sebanyak 106.914 (Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Ketenagakerjaan, 2017). Hal tersebut menunjukkan bahwa masih perlunya pengendalian bahaya ditempat kerja untuk mengurangi potensi bahaya yang dapat mengakibatkan kecelakaan atau penyakit akibat kerja.

Setiap pekerjaan selalu memiliki potensi risiko bahaya dalam bentuk penyakit akibat kerja dan kecelakaan kerja. Besarnya potensi penyakit dan kecelakaan akibat kerja tersebut tergantung dari jenis produksi, teknologi yang dipakai, bahan yang digunakan, tata ruang dan lingkungan bangunan serta kualitas manajemen dan tenaga pelaksana

dalam pekerjaan tersebut (Suma'mur, 2009). Berdasarkan hal tersebut maka pada proses produksi perlu diketahui jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk melakukan produksi yang menghasilkan barang ataupun jasa. Kontrol pada produksi dan keputusan manajemen yang dibuat oleh perusahaan termasuk pemenuhan pesanan (menentukan kemampuan untuk memenuhi pesanan pelanggan berdasarkan kecukupan persediaan), kebutuhan tenaga kerja dan penjadwalan produksi (tingkat produksi ditentukan berdasarkan perkiraan permintaan pesanan dan kondisi dari perusahaan)(Sterman, 2000).

Infeksi saluran pernafasan akut merupakan jenis penyakit akibat kerja yang disebabkan oleh debu akibat proses produksi yang terdapat di lingkungan kerja. Pengelompokan ISPA sebagai penyakit akibat kerja disebutkan pada Perpres Nomor 7 Tahun 2019 Lampiran II/a/11 kelainan saluran pernafasan atas yang disebabkan oleh sensitisasi atau iritasi zat yang ada dalam proses pekerjaan (Pemerintah Republik Indonesia, 2019). Sedangkan *Musculoskeletal Disorders* atau gangguan otot rangka adalah jenis penyakit akibat kerja yang disebabkan oleh beberapa faktor penyebab antara lain penyebab utama, sekunder dan kombinasi. Keputusan terkait MSDs sebagai penyakit akibat kerja disebutkan pada Perpres Nomor 7 Tahun 2019 Lampiran II/c.

Penyakit gangguan saluran pernapasan menempati tiga besar penyakit akibat kerja yang berdampak fatal setelah penyakit peredaran darah dan neoplasma ganas (Hämäläinen et al., 2017). Analisis ekonomi

berdasarkan menunjukkan bahwa biaya penyakit saluran pernafasan akibat pekerjaan mencapai sekitar US\$ 7 miliar setiap tahun, perhitungan ini tidak termasuk pneumokoniosis dan penyakit paru-paru ganas (Sigsgaard et al., 2010).

Gangguan MSDs adalah penyebab kecacatan kedua yang paling umum di seluruh dunia, diukur berdasarkan tahun hidup dengan kecacatan (YLD), dengan nyeri punggung bawah menjadi kondisi yang paling sering (Storheim and Zwart, 2014). Perkiraan biaya total kasus MSDs ini relatif terhadap produktivitas tenaga kerja adalah US\$ 171,7 juta, mewakili sekitar 0,2% dari Produk Domestik Bruto Kolombia untuk tahun 2005 (Piedrahita, 2006).

Berbagai kemungkinan paparan bahaya yang terdapat di lingkungan kerja dapat di minimalisir dengan penerapan manajemen waktu kerja yang baik. Berdasarkan pasal 77 UU Ketenagakerjaan No. 13 tahun 2003, peraturan jam kerja adalah 7 jam sehari atau setara 40 jam seminggu untuk 6 hari kerja dalam waktu seminggu atau 8 jam sehari setara 40 jam seminggu untuk 5 hari kerja dalam seminggu (Pemerintah Republik Indonesia, 2003). Perusahaan juga boleh meminta karyawan untuk melakukan lembur apabila memang diperlukan, asalkan waktu kerjanya sesuai dengan kebijakan yang diatur dalam pasal 78 UU Ketenagakerjaan No. 13 tahun 2003 yaitu waktu lembur hanya boleh dilakukan maksimam 3 jam dalam sehari, waktu lembur hanya boleh dilakukan maksimal 14 jam dalam seminggu dan tenaga kerja yang

lembur berhak mendapatkan upah lembur (Pemerintah Republik Indonesia, 2003).

Oleh karena itu untuk mencapai tujuan dari penerapan kesehatan dan keselamatan kerja yaitu peningkatan produksi dan produktivitas kerja (Kemenaker RI, 2009), maka perlu diberlakukan suatu sistem dengan konsep sehat yang dapat memberikan dampak positif bagi kesehatan dan tetap menjaga produktivitas kerja. Terdapat beberapa langkah untuk mengendalikan kejadian penyakit akibat kerja di tempat kerja. Yaitu mengganti bahan atau proses yang tidak terlalu berbahaya dari bahaya utama, menerapkan kontrol teknik untuk memisahkan pekerja dari bahaya yang tersisa, menggunakan kontrol administratif untuk meminimalkan kontak yang tidak dapat dikendalikan oleh teknik dan sebagai garis pertahanan terakhir, menggunakan alat pelindung diri (Rosenstock et al., 2006).

Menurut *Occupational Safety and Health Administration* langkah yang dapat dilakukan untuk melakukan pengendalian adalah manajemen leadership, partisipasi tenaga kerja, identifikasi dan penilaian bahaya, pencegahan dan pengendalian bahaya, pendidikan dan pelatihan, evaluasi dan peningkatan program, komunikasi dan koordinasi dengan penyedia tenaga kerja (Occupational Safety and Health Administration, 2016).

Model dinamis adalah perumusan matematika dari proses-proses fisika, kimia, biologi suatu fenomena yang terjadi, sehingga jika

dimasukkan data-data penunjang, kemudian dihitung dengan metode perhitungan tertentu, akan dapat dihasilkan gambaran proses secara keseluruhan (Jayadinata, 2012). Modeling diartikan sebagai ilustrasi penggambaran, penyederhanaan, miniatur, visualising, atau prediksi innovative. Permodelan dipergunakan untuk menjelaskan fenomena fisik, kimia, dan biologi yang terjadi dalam proses tersebut.

Permodelan merupakan salah satu cara untuk merepresentasikan persoalan kompleks ke dalam bentuk matematika. Model matematika merupakan abstraksi, penyederhanaan, dan konstruksi matematika terkait bagian dari kenyataan dan didesain untuk tujuan khusus. Dengan demikian, model harus merepresentasi situasi dari permasalahan yang diteliti (Ndi, 2018).

Untuk melakukan pengendalian penyakit akibat kerja dengan pendekatan sistem dinamis, dibutuhkan skenario dalam model yang akan dibangun. Skenario yang akan dilakukan pada model bertujuan untuk mengetahui fenomena yang terdapat pada sistem yang dinamis secara perhitungan matematika. Skenario tersebut terdiri dari skenario pesimis (tanpa melakukan intervensi), moderat (intervensi minimal) dan optimis (intervensi total sesuai tujuan) (Matthies et al., 2001).

Ragamnya variabel penyebab terjadinya penyakit akibat kerja di tempat kerja memunculkan banyaknya pilihan intervensi skenario yang akan dilakukan. Untuk menarik kesimpulan dari situasi yang kompleks dan menyusun tindakan yang tepat untuk memecahkan masalah maka

rekomendasi yang tepat adalah *Interpretative Structural Modeling (ISM)* (Darmawan, 2017). ISM telah digunakan untuk di seluruh dunia oleh banyak organisasi bergengsi, termasuk National Aeronautics and Space Administration (NASA) (Attri et al., 2013).

Memahami proses di balik ISM akan membantu pembuat keputusan (decision maker) untuk menyederhanakan proses dan memperoleh lebih banyak sinergi dengan sistem. Gambaran ringkas tentang penggunaan metodologi ISM: (a) ISM dimulai dengan isu atau masalah dengan elemen-elemen yang teridentifikasi; (b) pasangan elemen dibandingkan secara grafis atau dalam matriks, menggunakan tanda panah (arrow) untuk menunjukkan bahwa “elemen ini memberikan kontribusi lebih dari elemen itu (*this element contributes more than that element*)” dan menggambar representasi grafis dalam wujud digraph (Flowers, 2018).

Perusahaan Mie Instant Di Makassar adalah perusahaan yang bergerak pada bidang usaha industri makanan. Industri ini memiliki kapasitas produksi yang tinggi hingga mencapai ± 47.853 ton/tahun untuk produk Instant Noodle, ± 245 ton/tahun untuk jenis cup dan produksi EPS 1.603 ton/tahun. Berdasarkan data dan pengamatan langsung di perusahaan pada proses produksi terdapat bahan baku yang berbentuk bubuk dan terdapat aktifitas *manual handling*. Data Kesehatan kerja perusahaan pada awal tahun 2019 menyebutkan bahwa terdapat sebanyak 54 peningkatan kejadian ISPA dan 21 MSDs.

Berdasarkan teori, penelitian terkait dan peraturan-peraturan yang dipaparkan diatas tentang faktor risiko penyakit akibat kerja dan juga adanya peningkatan pelaporan kejadian penyakit akibat kerja di Indonesia khususnya di Perusahaan Mie Instant Di Makassar, maka dapat disimpulkan bahwa diperlukan suatu model yang bukan hanya dapat mengestimasi jumlah kejadian penyakit akibat kerja tetapi dengan permodelan tersebut dapat ditentukan langkah yang terbaik dalam penerapan program untuk mengurangi kejadian penyakit akibat kerja di Perusahaan Mie Instant Di Makassar secara berkesinambungan serta memberikan solusi terhadap kejadian penyakit akibat kerja.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan elemen kunci pada pengendalian PAK?
2. Bagaimana memprediksi kebutuhan tenaga kerja berdasarkan permintaan pasar, kejadian musculoskeletal disorders, kejadian infeksi saluran pernafasan atas dan total kejadian penyakit akibat kerja dengan menggunakan pendekatan sistem dinamis selama 30 tahun (2020-2050)?
3. Bagaimana efektifitas skenario model kejadian penyakit akibat kerja terhadap perubahan kejadian penyakit akibat kerja di Perusahaan Mie Instant Di Makassar?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk Menemukan faktor yang berhubungan dengan kejadian penyakit akibat kerja pada Perusahaan Mie Instant di Makassar yang akan digunakan untuk membangun model dinamis yang mampu memprediksi kejadian penyakit akibat kerja pada 30 tahun kedepan (2020-2050) sehingga mampu mendapatkan strategi pengendalian faktor risiko untuk menekan peningkatan kejadian penyakit akibat kerja

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk menentukan elemen kunci pada pengendalian penyakit akibat kerja menggunakan *Interpretative Structural Modeling*.
- b. Untuk memprediksi kebutuhan tenaga kerja berdasarkan permintaan pasar dengan menggunakan pendekatan sistem dinamis selama 30 tahun (2020-2050).
- c. Untuk memprediksi kejadian musculoskeletal disorders dengan menggunakan pendekatan sistem dinamis selama 30 tahun (2020-2050).
- d. Untuk memprediksi kejadian infeksi saluran pernafasan atas dengan menggunakan pendekatan sistem dinamis selama 30 tahun (2020-2050).

- e. Untuk memprediksi kejadian penyakit akibat kerja dengan menggunakan pendekatan sistem dinamis selama 30 tahun (2020-2050).
- f. Untuk menciptakan model kejadian penyakit akibat kerja Pada Perusahaan Mie Instant Di Makassar Selama 30 tahun (2020-2050) untuk memprediksi kejadian penyakit akibat kerja.
- g. untuk memodifikasi model dengan perlakuan berupa skenario pada model dinamis kejadian penyakit akibat kerja pada perusahaan mie instant di makassar selama 30 tahun (2020-2050)

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Pemerintah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan khususnya terkait pengendalian penyakit akibat kerja di Perusahaan Mie Instant Di Makassar dan Dinas Ketenagakerjaan Kota Makassar.

2. Bagi Institusi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan menambah ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang simulasi dengan menggunakan permodelan dinamis menggunakan software Powersim Studio.

3. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini merupakan wahana untuk mengembangkan ilmu dan pengetahuan serta mengabdikan pengalaman dan keterampilan di lokasi penelitian.

4. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi ide dan gagasan serta titik tolak dalam meningkatkan partisipasi terutama dalam pengendalian penyakit akibat kerja dilingkungan perusahaan/industri.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Penyakit Akibat Kerja

1. Definisi Penyakit Akibat Kerja

Penyakit Akibat Kerja (PAK), menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 tentang Penyakit Akibat Kerja, adalah penyakit yang disebabkan pekerjaan atau lingkungan kerja. Penyakit akibat kerja terjadi sebagai pajanan faktor fisik, kimia, biologi, ataupun psikologi di tempat kerja (Pemerintah Republik Indonesia, 2019). Pendapat lain menyebutkan bahwa penyakit akibat kerja adalah setiap penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan atau lingkungan kerja. Penyakit ini artefisial oleh karena timbulnya di sebabkan oleh adanya pekerjaan. kepadanya sering diberikan nama penyakit buatan manusia (Manmade disease) (Suma'mur, 1985).

Penyakit akibat kerja adalah penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan. Ditinjau dari definisinya penyakit pada tenaga kerja dapat dikategorikan menjadi tiga, yaitu: 1) Penyakit umum (general diseases), 2) Penyakit akibat hubungan kerja (Work related disease/ Disease affecting Working Populations), dan 3) Penyakit akibat kerja (Occupational Disease) (Sujoso, 2012).

Terdapat tiga istilah yang digunakan untuk mendefinisikan penyakit akibat kerja yaitu penyakit yang timbul karena hubungan kerja, penyakit yang disebabkan karena pekerjaan atau lingkungan

kerja, dan penyakit akibat kerja. Ketiga istilah tersebut mempunyai pengertian yang sama dan masing-masing memiliki dasar hukum dan perundang-undangan yang menjadi landasannya. Penyakit akibat kerja yaitu penyakit yang penyebabnya adalah pekerjaan dan atau lingkungan kerja (Suma'mur, 2009).

Terdapat beberapa jenis penyakit akibat kerja menurut *International Labour Organization* (ILO), antara lain adalah sebagai berikut (International Labour Organization, 2009) :

a. Penyakit akibat kerja (*occupational disease*)

Penyakit yang mempunyai penyebab yang spesifik atau asosiasi yang kuat dengan pekerjaan, yang pada umumnya terdiri dari satu agen penyebab yang sudah diakui.

b. Penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan (*work related disease*)

Penyakit yang mempunyai beberapa agen penyebab, dimana faktor pada pekerjaan memegang peranan bersama dengan faktor risiko lainnya dalam berkembangnya penyakit yang mempunyai etiologi yang kompleks.

c. Penyakit yang mengenai populasi kerja (*disease affecting working populations*)

Penyakit yang terjadi pada populasi tenaga kerja tanpa adanya agen penyebab di tempat tenaga kerja. Namun dapat diperberat oleh kondisi pekerjaan yang buruk untuk kesehatan.

Penyakit akibat kerja dapat termasuk masalah kesehatan akut, kambuh, dan kronis yang disebabkan atau diperburuk oleh kondisi atau pelaksanaan pekerjaan. Ini termasuk gangguan muskuloskeletal, penyakit kulit dan saluran pernapasan, kanker ganas, penyakit yang disebabkan gangguan fisik (misal, hilang pendengaran karena suara bising, penyakit yang disebabkan getaran), dan penyakit mental (misal, kecemasan, gangguan stres pasca-trauma) (Global Reporting Initiative, 2018)

Banyak kasus penyakit akibat kerja dengan latensi Panjang tidak terdeteksi; jika terdeteksi, mungkin tidak selalu dikarenakan paparan dengan satu pemberi kerja (Global Reporting Initiative, 2018). Sebagai contoh, seorang tenaga kerja mungkin terpapar pada asbestos ketika bekerja untuk berbagai tempat kerja selama beberapa waktu, atau mungkin menderita penyakit dengan latensi panjang yang kemudian menjadi fatal bertahun-tahun kemudian setelah tenaga kerja meninggalkan organisasi. Untuk alasan ini, data mengenai penyakit akibat kerja akan dilengkapi dengan informasi tentang bahaya terkait pekerjaan.

Adapun perhitungan terkait identifikasi tingkat penyakit akibat kerja (*Occupational Disease Rate/ODR*) yang dialami selama periode pelaporan adalah :

$$ODR = \frac{\text{Total of Occupational Disease Case}}{\text{Total Hours Worked}} \times 200.000$$

Formula diatas digunakan dalam melaporkan angka penyakit. Istilah *total of occupational disease case* digunakan untuk menjelaskan ruang lingkup penyakit / penyakit / patologi yang dilaporkan termasuk penyakit yang “dikenali”, penyakit yang “dilaporkan”, dan penyakit yang “dideklarasikan”, dan penyakit akibat kerja “yang dicurigai” (Center for Safety & Health Sustainability, 2017).

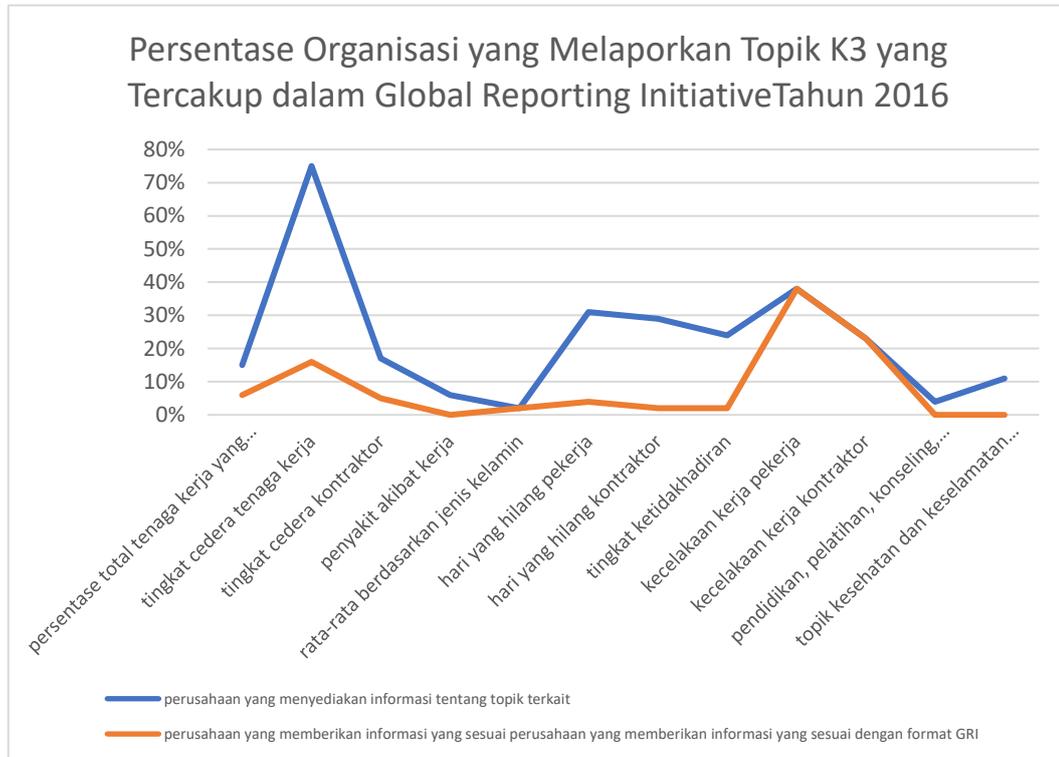
2. Dampak Penyakit Akibat Kerja Bagi Industri

a. Kehilangan Jam Kerja

Upaya penerapan keselamatan kerja adalah suatu usaha pengendalian bahaya supaya tidak menyebabkan kecelakaan atau penyakit akibat kerja yang dapat menimbulkan kerugian dan memberikan jaminan tenaga kerja dan sistem kerja aman (Sujoso, 2012). Hasil dari kecelakaan atau penyakit akibat kerja adalah berupa kerugian. Salah satu kerugian yang timbul sebagai akibat terjadinya kecelakaan atau penyakit akibat kerja adalah hilangnya jam kerja tenaga kerja.

Lost day/lost time adalah waktu/hari tidak dapat bekerja (dan dengan demikian 'hilang') sebagai akibat dari seorang tenaga kerja tidak dapat melakukan pekerjaan mereka akibat dari penyakit atau kecelakaan kerja (Global Reporting Initiative, 2016). Tingkat keparahan penyakit akibat kerja yang dialami tenaga kerja akan menentukan banyaknya hari kerja yang hilang. Tenaga kerja yang mengalami penyakit akibat kerja akan menyebabkan jam kerjanya

berkurang dan hal ini tidak dapat digantikan oleh kompensasi tenaga kerja.



Gambar 2.1 Persentase Organisasi yang Melaporkan Topik K3 yang Tercakup dalam Global Reporting Initiative Tahun 2016

Sumber: (Center for Safety & Health Sustainability, 2013)

Berdasarkan laporan yang dikeluarkan oleh (Center for Safety & Health Sustainability, gambar diatas menunjukkan bahwa masih terdapat presentase yang besar untuk hilangnya jam kerja yang diakibatkan oleh kecelakaan atau penyakit akibat kerja dengan presentase lebih dari 20% dari masing2 perusahaan yang melaporkan. *Absenteeism* atau tidak masuknya tenaga kerja memiliki presentase lebih sedikit dari hilangnya jam kerja tenaga

kerja yang dilaporkan (Center for Safety & Health Sustainability, 2013).

Cedera atau penyakit akibat kerja yang menghasilkan waktu yang hilang (berdasarkan klaim kompensasi tenaga kerja yang diterima) disebabkan karena tenaga kerja tidak dapat bekerja untuk hari (atau shift) yang dijadwalkan penuh selain hari (atau shift) di mana cedera atau kesakitan akibat penyakit akibat kerja terjadi di mana pekerjaan itu (Center for Safety & Health Sustainability, 2017). Adapun perhitungan terkait hilangnya jam/hari kerja akibat penyakit akibat kerja adalah sebagai berikut :

$$\text{Lost Day Rate} = \frac{\text{Total of Lost Days}}{\text{Total Hours Worked}} \times 200.000$$

Identifikasi tingkat hari hilang (LDR) yang dialami selama periode pelaporan. Dalam menghitung 'hari yang hilang' menunjukkan: Apakah 'hari' berarti 'hari kalender' atau 'hari kerja yang dijadwalkan'. Pada titik mana penghitungan 'hari yang hilang' dimulai (misalnya, hari setelah kecelakaan atau 3 hari setelah kecelakaan) Laporkan informasi ini secara terpisah untuk total tenaga kerja (yaitu, total tenaga kerja ditambah tenaga kerja yang diawasi) dan kontraktor independen yang bekerja di lokasi kepada siapa organisasi bertanggung jawab atas keselamatan umum lingkungan kerja (Center for Safety & Health Sustainability, 2017).

b. Besarnya Biaya Layanan Kesehatan Kerja

Pengetahuan terkait biaya yang muncul akibat dari kecelakaan dan penyakit akibat kerja di Amerika Serikat meluas. Berbagai informasi terkait besarnya biaya layanan kesehatan kerja yang dikeluarkan industri untuk tenaga kerja. Urutan industri dengan pengeluaran biaya layanan Kesehatan terbesar per tenaga kerja antara lain; 1) Transportasi, 2) Pengolahan makanan dan minuman, 3) Rumah sakit 4) Kendaraan bermotor (manufacturing). Peringkat besarnya biaya yang dikeluarkan oleh industri memberikan informasi yang relevan tentang total beban bahaya penyakit akibat kerja (Leigh et al., 2004).

Sekitar 6500 kematian terkait pekerjaan yang diakibatkan karena cedera, 13.2 juta, cedera nonfatal, 60.300 kematian karena penyakit kerja, dan 862.200 penyakit akibat kerja diperkirakan terjadi setiap tahun pada angkatan kerja sipil Amerika. Total biaya langsung yang dikeluarkan untuk layanan Kesehatan kerja sebesar (\$ 65 miliar) ditambah biaya tidak langsung (\$ 106 miliar) diperkirakan mencapai \$ 171 miliar. Biaya yang muncul akibat cedera menelan biaya \$ 145 miliar dan penyakit akibat kerja \$ 26 miliar. Perkiraan ini cenderung rendah, karena mereka mengabaikan biaya yang terkait dengan keluhan rasa sakit serta biaya perawatan di rumah yang disediakan oleh anggota keluarga, dan karena jumlah cedera dan penyakit akibat kerja kemungkinan besar tidak dihitung (Leigh et al., 1997).

Tabel 2.1 Perkiraan Morbiditas Penyakit Akibat Kerja di Amerika Serikat

	Attributable Proportion-Based Data		
	Estimated Annual No. of New Cases in United States	Percentage Attributed to Occupation	Estimated No. of Occupational Illnesses Attributed to Occupation
Cancer	1.113.100	6-10	66.790-111.130
Coronary heart disease	730.000	5-10	36.500-73.000
Cerebrovascular disease	101.000-144.000	5-10	5050-14.400
Chronic obstructive pulmonary disease	1.500.000	10	150.000
Subtotal			258.340-348.710
Total			817.015-907.385

Sumber: Di adaptasi dari berbagai sumber (American Heart Association, 1998; Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 1994; M. Fahs et al., 1989; US Bureau of Labour Statistics, 1994))

Dari table diatas menunjukkan perkiraan penyakit akibat kerja yang mudah dikenali pada Survei Tahunan (US Bureau of Labour Statistics, 1994) 457.400 penyakit akibat kerja, program Pengawasan Timbal Darah Orang Dewasa (Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 1994) 14.250 tenaga kerja dengan kadar timbal darah tinggi, dan tenaga kerja sektor publik 92.010 penyakit akibat kerja. Jumlah kasus penyakit akibat kerja di antara tenaga kerja pemerintah federal dan nonfederal diperoleh dengan menerapkan tingkat penyakit akibat kerja sebesar 50 per 10.000 tenaga kerja penuh waktu pada 18.644.000 tenaga kerja federal,

negara bagian, dan lokal yang dipekerjakan pada tahun 1992. Tarif ini diturunkan dari federal dan data negara bagian (Roche, 1993).

Tabel 2.2 Jumlah Kompensasi Tenaga Kerja Indonesia Tahun 2015-2017

Tahun	Jumlah Kompensasi Tenaga Kerja		Total
	Kecelakaan Kerja	Penyakit Akibat kerja	
2015	89.297	25	89.322
2016	102.916	13	102.929
2017	128.454	37	128.491
2018	122.623	43	122.666
2019	157.745	52	157.797
2020	155.768	62	155.830

Sumber: (Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Ketenagakerjaan, 2020, 2017)

Biaya yang terkait dengan penyakit akibat kerja sangat besar. Data yang tersedia hanya menunjukkan sebagian kecil dari total biaya ekonomi yang merupakan perkiraan komprehensif biaya penyakit akibat kerja di Negara Bagian New York (M. C. Fahs et al., 1989). Pada study ini menyajikan model yang mencoba untuk memanfaatkan informasi terbatas yang terkandung dalam berbagai perkiraan sekunder yang diterbitkan dari kejadian penyakit akibat kerja, pengeluaran perawatan kesehatan, dan data keluar rumah sakit primer di New York State.

Biaya tahunan yang merupakan dampak dari cedera dan penyakit akibat kerja diperkirakan sekitar \$ 4,62 miliar rata-rata untuk periode 2005-2007. Dari jumlah ini, sekitar \$ 1,78 miliar dialokasikan untuk biaya keuangan dan \$ 2,84 miliar untuk biaya

manusia. Biaya rata-rata per kasus berjumlah \$ 38.355 (Lebeau et al., 2014).

B. Tinjauan Umum Pengendalian Penyakit Akibat Kerja

Strategi untuk mengendalikan cedera dan penyakit akibat kerja, yang dikembangkan oleh ahli higiene industri dan lainnya selama beberapa dekade di negara industri, dapat diterapkan sepenuhnya di negara berkembang. Strategi tersebut mencakup hierarki pengendalian dalam urutan preferensi yang menurun berikut ini (Rosenstock et al., 2006):

- a. Mengganti bahan atau proses yang tidak terlalu berbahaya dari bahaya utama;
- b. Menerapkan kontrol teknik untuk memisahkan pekerja dari bahaya yang tersisa;
- c. Menggunakan kontrol administratif untuk meminimalkan kontak yang tidak dapat dikendalikan oleh teknik;
- d. Sebagai garis pertahanan terakhir, menggunakan alat pelindung diri.

Yang berbeda di negara berkembang adalah konteks di mana paradigma tersebut harus diterapkan pada dunia pekerjaan. Kendala pilihan yang sangat terbatas, dan kurangnya pengetahuan tentang bahaya yang terdapat di tempat kerja serta faktor ekonomi dan politik dapat menghalangi pengendalian yang diinginkan. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah konteks tempat kerja yang berbeda mungkin

menuntut perhatian lebih pada masalah dan kekhawatiran tertentu yang tidak akan relevan di negara-negara industri (Rosenstock et al., 2006).

Berdasarkan *Occupational Safety and Health Administration* Langkah yang dapat dilakukan untuk melakukan pengendalian terhadap dampak kecelakaan dan penyakit akibat kerja seperti: meningkatnya biaya layanan kesehatan kerja; *time lost*; kerugian atau bahaya terhadap material, mesin produksi dan property adalah dengan melakukan tahapan berikut (Occupational Safety and Health Administration, 2016):

a. Manajemen leadership

Manajemen berupaya untuk menyediakan kepemimpinan, visi, dan sumber daya yang dibutuhkan untuk melaksanakan program keselamatan dan kesehatan kerja yang efektif.

b. Partisipasi tenaga kerja

Agar program keselamatan dan kesehatan efektif, dibutuhkan partisipasi yang berarti dari tenaga kerja dan perwakilan mereka. Tenaga kerja mendapatkan banyak keuntungan dari program yang berhasil, dan paling banyak kerugian jika program gagal. Mereka juga mengetahui paling banyak tentang potensi bahaya yang terkait dengan pekerjaan mereka.

c. Identifikasi dan penilaian bahaya

Salah satu "akar penyebab" dari cedera, penyakit, dan insiden di tempat kerja adalah kegagalan untuk mengidentifikasi atau mengenali bahaya yang ada, atau yang bisa diantisipasi. Elemen

penting dari program keselamatan dan kesehatan kerja yang efektif adalah proses yang proaktif dan berkelanjutan untuk mengidentifikasi dan menilai bahaya tersebut.

d. Pencegahan dan pengendalian bahaya

Pengendalian yang efektif melindungi pekerja dari bahaya di tempat kerja; membantu menghindari cedera, penyakit, dan insiden; meminimalkan atau menghilangkan risiko keselamatan dan kesehatan; dan membantu pengusaha menyediakan pekerja dengan kondisi kerja yang aman dan sehat.

e. Pendidikan dan pelatihan.

Pendidikan dan pelatihan adalah alat penting untuk memberi tahu pekerja dan manajer tentang bahaya dan pengendalian di tempat kerja sehingga mereka dapat bekerja lebih aman dan lebih produktif. Peran lain dari pendidikan dan pelatihan adalah untuk memberikan pekerja dan manajer pemahaman yang lebih baik tentang program keselamatan dan kesehatan itu sendiri, sehingga mereka dapat berkontribusi pada pengembangan program dan pelaksanaannya.

f. Evaluasi dan peningkatan program

Setelah program keselamatan dan kesehatan ditetapkan, program tersebut harus dievaluasi terlebih dahulu untuk memverifikasi bahwa program tersebut dilaksanakan sebagaimana mestinya. Setelah itu, pengusaha harus secara berkala, dan setidaknya setiap tahun, mundur dan menilai apa yang berhasil dan apa yang tidak, dan

apakah program tersebut berada di jalur yang tepat untuk mencapai tujuannya. Kapan pun penilaian ini mengidentifikasi peluang untuk meningkatkan program, pemberi kerja, manajer, dan supervisor — dalam koordinasi dengan pekerja — harus membuat penyesuaian dan memantau seberapa baik kinerja program sebagai hasilnya.

g. Komunikasi dan koordinasi dengan penyedia tenaga kerja.

Kondisi ekonomi saat ini menunjukkan semakin banyak pekerja yang ditugaskan oleh agen ketenagakerjaan untuk bekerja di tempat kerja "host" tertentu di bawah arahan dan kendali tempat kerja. Contoh pekerja musiman, seperti pengemudi pengiriman dan pekerja gudang, yang membantu memenuhi kebutuhan staf sementara, serta pekerja kantor dan produksi yang dapat ditempatkan dalam penugasan jangka pendek dan jangka panjang. Dalam situasi ini, penting bagi agen ketenagakerjaan dan pemberi kerja tuan rumah untuk berkomunikasi dan berkoordinasi untuk menyediakan dan memelihara lingkungan kerja yang aman bagi pekerjanya.

Pengendalian penyakit akibat kerja dan dampak yang ditimbulkan dikembangkan untuk mengevaluasi dampak insiden, paparan zat dan beban fisik dari suatu pekerjaan dalam bentuk model dinamis. Untuk studi kelayakan, sejumlah agen, penyakit dan jabatan pekerjaan di industri konstruksi dipilih, berdasarkan pentingnya jumlah beban penyakit akibat kerja dan ketersediaan data. Studi tersebut menunjukkan bahwa dimungkinkan untuk mengevaluasi berbagai eksposur dan

penyakit dalam satu model (Haag et al., 2010): penilaian dampak kesehatan terintegrasi menggunakan data sekunder, perbandingan eksposur/penyakit yang berbeda pada tingkat pekerjaan berbeda sesuai data yang diperoleh, penetapan prioritas dan intervensi, perspektif model untuk pengendalian.

C. Tinjauan Umum Musculoskeletal Disorders

1. Definisi *Musculoskeletal Disorders*

Menurut WHO, 2010 Musculoskeletal Disorders kadang-kadang dikenal sebagai cedera yang berulang-ulang atau trauma akibat gangguan tekanan yang kumulatif dan merupakan suatu bentuk fisik cedera yang dapat dibahas dalam konteks penyakit akibat kerja. Seperti halnya sebuah penyakit, MSDs tidak secara langsung nampak dengan jelas mempengaruhi tenaga kerja karena membutuhkan waktu sehari-hari, berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun setelah terpapar oleh faktor risiko MSDs (Burton, 2010).

Faktor risiko MSDs adalah beban yang berlebihan, postur yang janggal dan aktivitas yang berulang-ulang. Semua faktor tersebut sangat sering ditemukan di lapangan pekerjaan dengan komponen fisik yang besar, terutama tenaga kerja yang telah banyak melakukan pekerjaan berulang-ulang. Salah satu pekerjaan yang termasuk dalam risiko MSDs yaitu pekerjaan dengan waktu yang lama di depan komputer. Di negara maju, perempuan lebih banyak mengalami kejadian MSDs dibandingkan dengan laki-laki berkaitan dengan

postur janggal dan gerakan yang berulang-ulang dan risiko perempuan terkena MSDs dua kali lebih besar dibandingkan dengan laki-laki (Burton, 2010).

Walaupun banyak definisi berkaitan dengan Musculoskeletal Disorders, namun istilah yang umum digunakan adalah sebagai berikut (Cohen et al., 1997):

- a. Cidera pada otot, nervus, tendon, ligamen, persendian, tulang rawan ataupun tulang belakang.
- b. Cidera yang bukan merupakan tipe khas dari kegiatan seketika atau yang berlangsung lama tapi merupakan akumulasi dari reflek otot atau cidera yang berangsur-angsur atau kronik.
- c. Mendiagnosa cidera dengan catatan kesehatan, pemeriksaan fisik atau pemeriksaan kesehatan yang lain yang dapat mencakup tentang kekerasan dari lembut dan berulang-ulang dari melemahkan atau kronik.
- d. Cidera dengan beberapa perbedaan (seperti carpal tunnel syndrome) seperti halnya yang menggambarkan, terutama letak dari rasa nyeri.

MSDs (Musculoskeletal Disorders) atau RSI (Repetitive Strain Injuries) adalah istilah yang digunakan para ahli ergonomi untuk menggambarkan berbagai bentuk nyeri, cedera, atau kelainan pada sistem otot-rangka, meliputi pada jaringan syaraf, tendon, ligamen, otot atau sendi. Keluhan ini dapat terjadi pada berbagai bagian tubuh

apakah leher, pergelangan tangan, bahu, dan punggung. Bentuk-bentuk MSDs atau RSI yang umum dikenal adalah : low back pain yakni keluhan pada pinggang belakang dan carpal tunnel syndrome atau keluhan pada pergelangan tangan (Ergoinstitute, 2008).

Musculoskeletal Disorders mempengaruhi otot, nervus, tendon, persendian, tulang rawan, dan tulang belakang. Termasuk beberapa penyakit seperti low back pain, shoulder disorders, tendonitis, dan carpal tunnel syndrome. Pekerjaan fisik yang berlebihan, membutuhkan kekuatan otot yang ekstrim, pengulangan, postur tubuh yang kurang baik, atau pergerakan yang cepat menjadi faktor resiko dari cedera ini (Stanton et al., 2005).

Keluhan muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian otot-otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kesakitan pada sendi, ligamen, dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan keluhan musculoskeletal disorders (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Grandjean, 1990; Lemasters, 1996 dalam (Tarwaka, 2004)). Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

a. Keluhan sementara (reversibel), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan

tersebut akan segera hilang apabila pembebanan segera dihentikan.

- b. Keluhan menetap (persistent), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pembebanan kerja telah dihentikan namun rasa sakit pada otot terus berlanjut.

Studi tentang MSDs pada berbagai jenis industri telah banyak dilakukan dan hasil studi menunjukkan bahwa bagian otot yang sering dikeluhkan adalah otot rangka (skeletal) yang meliputi otot leher, bahu, lengan, tangan, jari, punggung, pinggang, dan otot-otot bagian bawah. Diantara keluhan otot skeletal tersebut, yang banyak dialami oleh tenaga kerja adalah otot bagian pinggang (low back pain=LBP). Laporan dari the Bureau of Labour Statistic (LBS) Departemen Tenaga Kerja Amerika Serikat yang dipublikasi pada tahun 1982 menunjukkan bahwa hampir 20% dari semua kasus sakit akibat kerja dan 25% biaya kompensasi yang dikeluarkan sehubungan dengan adanya keluhan/sakit pinggang. Besarnya biaya kompensasi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan secara pasti belum diketahui. Namun demikian, hasil estimasi yang dipublikasi oleh NIOSH menunjukkan bahwa biaya kompensasi untuk keluhan otot skeletal sudah mencapai 13 milyar US dolar setiap tahun. Biaya tersebut merupakan yang terbesar bila dibandingkan dengan biaya kompensasi untuk keluhan/sakit akibat kerja lainnya (NIOSH, 1996 dalam (Tarwaka, 2004)). Sementara itu National Safety Council

melaporkan bahwa sakit akibat kerja yang frekuensi kejadiannya paling tinggi adalah sakit punggung, yaitu 22% dari 1.700.000 kasus (Waters, et al, 1996 dalam (Tarwaka, 2004))

Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban kerja yang terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang. Sebaliknya keluhan otot kemungkinan tidak terjadi apabila kontraksi otot hanya berkisar antara 15-20% dari kekuatan otot maksimum. Namun apabila kekuatan otot melebihi 20%, maka peredaran darah ke otot berkurang menurut tingkat kontraksi yang dipengaruhi oleh besarnya tenaga yang diperlukan. Suplai oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat terhambat dan sebagai akibatnya terjadi penimbunan asam laktat yang menyebabkan timbulnya rasa nyeri otot (Suma'mur, 1982; Grandjean, 1993 dalam (Tarwaka, 2004)).

2. Faktor Penyebab Terjadinya *Musculoskeletal Disorders*

Peter Vi, 2000 dalam Tarwaka, 2004 menjelaskan bahwa, terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal.

a. Peregangan otot yang berlebihan

Peregangan otot yang berlebihan (*over exertion*) pada umumnya sering dikeluhkan oleh tenaga kerja dimana aktivitas menuntut pengerahan tenaga yang besar seperti aktivitas mengangkat, mendorong, menarik, dan menahan beban yang

berat. Peregangan otot yang berlebihan ini terjadi karena pengerahan tenaga yang diperlukan melampaui kekuatan optimum otot. Apabila hal serupa sering dilakukan, maka dapat mempertinggi risiko terjadinya keluhan otot bahkan dapat menyebabkan terjadinya cedera otot skeletal.

b. Aktivitas berulang

Aktivitas berulang adalah pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus seperti pekerjaan mencangkul, membelah kayu besar, angkat-angkut dan sebagainya. Keluhan otot terjadi karena otot menerima tekanan akibat beban kerja secara terus menerus tanpa memperoleh kesempatan untuk relaksasi.

c. Sikap kerja tidak alamiah

Sikap kerja tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian-bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat dan sebagainya. Semakin jauh posisi bagian tubuh dari pusat gravitasi tubuh, maka semakin tinggi pula risiko terjadinya keluhan otot skeletal. Sikap kerja tidak alamiah ini pada umumnya karena karakteristik tuntutan tugas, alat kerja dan stasiun kerja tidak sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan tenaga kerja (Grandjean, 1993; McCnville, 1996; Waters & Anderson, 1996 & Manuaba, 2000 dalam (Tarwaka, 2004)).

Di Indonesia, sikap kerja tidak alamiah ini lebih banyak disebabkan oleh adanya ketidaksesuaian antara dimensi alat dan stasiun kerja dengan ukuran tubuh tenaga kerja. Sebagai negara berkembang, sampai saat ini Indonesia masih tergantung pada perkembangan teknologi negara-negara maju, khususnya dalam pengadaan peralatan industri. Mengingat bahwa dimensi peralatan tersebut didesain tidak berdasarkan ukuran tubuh orang Indonesia, maka pada saat tenaga kerja Indonesia harus mengoperasikan peralatan tersebut, terjadilah sikap kerja tidak alamiah. Sebagai contoh, pengoperasian mesin-mesin produksi di suatu pabrik yang diimpor dari Amerika dan Eropa akan menjadi masalah bagi sebagian besar tenaga kerja kita. Hal tersebut disebabkan negara pengekspor di dalam mendesain mesin-mesin tersebut hanya berdasarkan pada antropometri dari populasi tenaga kerja negara yang bersangkutan, yang pada kenyataannya ukuran tubuhnya lebih besar dari tenaga kerja kita. Sudah dapat dipastikan, bahwa kondisi tersebut akan menyebabkan sikap paksa pada waktu tenaga kerja mengoperasikan mesin. Apabila hal ini terjadi dalam kurun waktu yang lama, maka akan terjadi akumulasi keluhan yang pada akhirnya dapat menyebabkan cedera otot.

d. Faktor penyebab sekunder

1) Tekanan

Terjadinya tekanan langsung pada jaringan otot yang lunak. Sebagai contoh, pada saat tangan harus memegang alat, maka jaringan otot tangan yang lunak akan menerima tekanan langsung dari pegangan alat, dan apabila hal ini sering terjadi, dapat menyebabkan rasa nyeri otot yang menetap.

2) Getaran

Getaran dengan frekuensi tinggi akan menyebabkan kontraksi otot bertambah. Kontraksi statis ini menyebabkan peredaran darah tidak lancar, penimbunan asam laktat meningkat dan akhirnya timbul rasa nyeri otot (Suma'mur, 1982 dalam (Tarwaka, 2004)).

3) Mikrolimat

Paparan suhu dingin yang berlebihan dapat menurunkan kelincahan, kepekaan dan kekuatan tenaga kerja sehingga gerakan tenaga kerja menjadi lamban, sulit bergerak yang disertai dengan menurunnya kekuatan otot (Astrand & Rodhl, 1977; Pulat, 1992; Wilson & Corlett, 1992 dalam (Tarwaka, 2004)). Demikian juga dengan paparan udara yang panas. Beda suhu lingkungan dengan suhu tubuh yang terlampau besar menyebabkan sebagian energi yang ada dalam tubuh akan termanfaatkan oleh tubuh untuk meradaptasi dengan lingkungan tersebut. Apabila hal ini tidak diimbangi dengan pasokan energi yang cukup, maka akan terjadi kekurangan suplai energi ke otot.

Sebagai akibatnya, peredaran darah kurang lancar, suplai oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat terhambat dan terjadipenimbunan asam laktat yang dapat menimbulkan rasa nyeri otot (Suma'mur, 1982; Grandjean, 1993 dalam (Tarwaka, 2004)).

e. Penyebab kombinasi

Risiko terjadinya keluhan otot skeletal akan semakin meningkat apabila dalammelakukan tugasnya, tenaga kerja dihadapkan pada beberapa faktor risiko dalam waktu yang bersamaan, misalnya tenaga kerja harus melakukan aktivitas angkat-angkut dibawah tekanan panas matahari seperti yang dilakukan oleh para tenaga kerja bangunan. Disamping lima faktor penyebab terjadinya keluhan otot tersebut di atas, beberapa ahli menjelaskan bahwa faktor individu seperti umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok, aktivitas fisik, kekuatan fisik dan ukuran tubuh juga dapat menjadi penyebab keluhan otot skeletal.

1) Umur

Chaffin (1979) dan Guo et al. (1995) dalam Tarwaka, 2004 menyatakan bahwa pada umumnya keluhan otot skeletal mulai dirasakan pada usia kerja, yaitu 25-65 tahun. Keluhan pertama biasa dirasakan pada umur 35 tahun dan tingkat keluhan akan terus meningkat sejalan dengan bertambahnya umur. Hal ini terjadi karena pada umur setengah baya, kekuatan dan

ketahanan otot mulai menurun sehingga risiko terjadinya keluhan otot meningkat. Sebagai contoh, Betti'e, et al (1989) dalam Tarwaka, 2004 telah melakukan studi tentang kekuatan statik untuk pria dan wanita dengan usia antara 20 sampai dengan di atas 60 tahun. Penelitian difokuskan untuk otot lengan, punggung dan kaki.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan otot maksimal terjadi pada saat umur antara 20-29 tahun, selanjutnya terus terjadi penurunan sejalan dengan bertambahnya umur. Pada saat umur mencapai 60 tahun, rerata kekuatan otot menurun sampai 20%. Pada saat kekuatan otot mulai menurun maka risiko terjadinya keluhan otot akan meningkat. Riihimaki et al (1989) dalam Tarwaka 2004 bahwa umur mempunyai hubungan yang sangat kuat dengan keluhan otot, terutama untuk otot leher dan bahu, bahkan ada beberapa ahli lainnya menyebutkan bahwa umur merupakan penyebab utama terjadinya keluhan otot.

2) Jenis kelamin

Walaupun masih ada perbedaan pendapat dari beberapa ahli tentang pengaruh jenis kelamin terhadap resiko keluhan otot skeletal, namun beberapa hasil penelitian secara signifikan menunjukkan bahwa jenis kelamin sangat mempengaruhi tingkat risiko keluhan otot. Hal ini terjadi karenasecara fisiologis,

kemampuan otot wanita memang lebih rendah dari pada pria. Astrand & Rodahl (1977) dalam Tarwaka, 2004 menjelaskan bahwa kekuatan otot wanita hanya sekitar dua sepertiga dari kekuatan otot pria, sehingga daya tahan otot wanita kurang lebih hanya 60% dari kekuatan otot pria, khususnya otot lengan, punggung dan kaki. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Chiang et al. (1994), Hales et al. (1994) dan Johanson (1994) dalam Tarwaka, 2004 yang menyatakan bahwa perbandingan keluhan otot antara pria dan wanita adalah 1:3. Dari uraian tersebut di atas, maka jenis kelamin perlu dipertimbangkan dalam mendesain beban tugas.

3) Kebiasaan merokok

Sama halnya dengan faktor jenis kelamin, pengaruh kebiasaan merokok terhadap risiko keluhan otot juga masih diperdebatkan oleh para ahli, namun demikian, beberapa penelitian telah membuktikan bahwa meningkatnya keluhan otot sangat erat hubungannya dengan lama dan kebiasaan merokok. Semakin lama dan semakin tinggi frekuensi merokok, semakin tinggi pula tingkat keluhan otot yang dirasakan. Boshuizen et al. (1993) dalam Tarwaka 2004 menemukan hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dengan keluhan otot pinggang, khususnya untuk pekerjaan yang memerlukan pengerahan otot. Hal ini sebenarnya berkaitan erat dengan

kondisi kesegaran seseorang. Keiasaan merokok akan bisa menurunkan kapasitas paru-paru, sehingga kemampuan untuk mengkonsumsi oksigen menurun dan sebagai akibatnya, tingkat kesegaran tubuh menurun. Apabila yang bersangkutan harus melakukan tugas yang menuntut pengerahan tenaga, maka akan mudah lelah karena kandungan oksigen dalam darah rendah, pembakaran karbohidrat terhambat, terjadi tumpukan asam laktat dan akhirnya timbul rasa nyeri otot.

4) Kesegaran jasmani

Pada umumnya, keluhan otot jarang ditemukan pada seseorang dalam aktivitas kesehariannya mempunyai cukup waktu untuk istirahat. Sebaliknya, bagi yang kesehariannya melakukan pekerjaan yang memerlukan pengerahan tenaga yang besar, disisi lain tidak mempunyai waktu yang cukup untuk istirahat, hampir dapat dipastikan akan terjadi keluhan otot. Tingkat keluhan otot juga sangat dipengaruhi oleh tingkat kesegaran tubuh. Laporan NIOSH yang dikutip dari hasilpenelitian cady et al. (1979) menyatakan bahwa tingkat kesegaran tubuh yang rendah, maka risiko terjadinya keluhan adalah 7,1%, tingkat kesegaran tubuh yang sedang adalah 3,2% dan tingkat kesegaran tubuh tinggi adalah 0,8%. Hal ini juga diperkuat dengan laporan Betti'e et al. (1989) dalam Tarwaka, 2004 yang menyatakan bahwa hasil penelitian terhadap para

penerbang menunjukkan bahwa kelompok penerbang dengan tingkat kebugaran tubuh yang tinggi mempunyai risiko yang sangat kecil terhadap risiko cedera otot. Dari uraian sebelumnya dapat digarisbawahi bahwa, tingkat kebugaran tubuh yang rendah akan mempertinggi risiko terjadinya keluhan otot. Keluhan otot akan meningkat sejalan dengan bertambahnya aktivitas fisik.

5) Kekuatan fisik

Sama halnya dengan beberapa faktor yang lainnya, hubungan antara kekuatan fisik dengan risiko keluhan otot skeletal juga masih diperdebatkan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan, namun penelitian lainnya menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kekuatan fisik dengan keluhan otot skeletal. Chaffin dan Park (1973) yang dilaporkan oleh NIOSH dalam Tarwaka, 2004 menemukan adanya peningkatan keluhan punggung yang tajam pada tenaga kerja yang melakukan tugas menuntut kekuatan melebihi batas kekuatan otot tenaga kerja. Bagi tenaga kerja yang kekuatan ototnya rendah, risiko terjadinya keluhan tiga kali lipat dari tenaga kerja yang mempunyai kekuatan tinggi. Sementara itu, Betti'e et al. (1990) dalam Tarwaka, 2004 menemukan bahwa tenaga kerja yang sudah mempunyai

keluhan pinggang mampu melakukan pekerjaan seperti tenaga kerja lainnya yang belum memiliki keluhan pinggang.

Terlepas dari perbedaan kedua hasil penelitian di atas, secara fisiologis ada yang dilahirkan dengan struktur otot yang mempunyai kekuatan fisik lebih kuat dibandingkan dengan yang lainnya. Dalam kondisi kekuatan yang berbeda ini, apabila harus melakukan pekerjaan yang memerlukan pengerahan otot, jelas yang mempunyai kekuatan rendah akan lebih rentan terhadap risiko cedera otot. Namun untuk pekerjaan-pekerjaan yang tidak memerlukan pengerahan tenaga, maka faktor kekuatan fisik kurang relevan terhadap risiko keluhan otot skeletal.

6) Ukuran tubuh (antropometri)

Walaupun pengaruhnya relatif kecil, berat badan, tinggi badan dan massa tubuh merupakan faktor yang menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal. Vessy et al. (1994) dalam Tarwaka, 2004 menyatakan bahwa wanita gemuk mempunyai risiko dua kali lipat dibandingkan wanita kurus. Hal ini diperkuat oleh Werner et al. (1994) dalam Tarwaka, 2004 yang menyatakan bahwa bagi pasien yang gemuk (obesitas dengan masa tubuh >29) mempunyai risiko 2,5 lebih tinggi dibandingkan dengan yang kurus (masa tubuh <20), khususnya untuk otot kaki. Temuan lain menyatakan bahwa pada tubuh yang tinggi umumnya sering menderita keluhan sakit punggung, tetapi tidak

mempunyai pengaruh terhadap keluhan pada leher, bahu dan pergelangan tangan.

Apabila dicermati, keluhan otot skeletal yang terkait dengan ukuran tubuh lebih disebabkan oleh kondisi keseimbangan struktur rangka di dalam menerima beban, baik beban berat tubuh maupun beban tambahan lainnya. Sebagai contoh, tubuh yang tinggi pada umumnya mempunyai bentuk tulang yang langsing sehingga secara biomekanik rentan terhadap beban tekanan dan rentan terhadap tekukan, oleh karena itu mempunyai risiko yang lebih tinggi terhadap terjadinya keluhan otot skeletal.

D. Tinjauan Umum Infeksi Saluran Pernafasan Akut

1. Definisi Infeksi Saluran Pernafasan Akut

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) adalah penyakit saluran pernapasan atas atau bawah, biasanya menular, yang dapat menimbulkan berbagai spektrum penyakit yang berkisar dari penyakit tanpa gejala atau infeksi ringan sampai penyakit yang parah dan mematikan, tergantung pada patogen penyebabnya, faktor lingkungan, dan faktor pejamu. Pedoman WHO mendefinisikan ISPA sebagai penyakit saluran pernapasan akut yang disebabkan oleh agen infeksius yang ditularkan dari manusia ke manusia, dimana timbulnya gejala berlangsung cepat, yaitu dalam beberapa jam sampai beberapa hari. Gejalanya meliputi demam, batuk, nyeri

tenggorokan, pilek, sesak napas dan mengi atau kesulitan bernapas (World Health Organization, 2007).

ISPA merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas penyakit menular di dunia. Hampir empat juta orang meninggal akibat ISPA setiap tahun, dimana 98% diantaranya disebabkan oleh infeksi saluran pernapasan bawah. Tingkat mortalitas sangat tinggi pada bayi, anak-anak, dan orang lanjut usia, terutama di negara-negara dengan pendapatan per kapita rendah dan menengah. ISPA merupakan salah satu penyebab utama konsultasi atau rawat inap di fasilitas pelayanan kesehatan terutama pada bagian perawatan anak (WHO, 2007).

Bakteri merupakan penyebab utama infeksi saluran pernapasan bawah, dan bakteri jenis *Streptococcus pneumoniae* merupakan penyebab paling umum pneumonia yang didapat dari luar rumah sakit yang disebabkan oleh bakteri. Patogen yang paling sering menyebabkan ISPA adalah virus, atau infeksi gabungan virus bakteri (World Health Organization, 2007). Etiologi ISPA terdiri dari berbagai jenis bakteri, virus dan jamur. ISPA merupakan jenis penyakit yang dapat menimbulkan komplikasi penyakit lainnya (Lubis, 1989).

ISPA sering disalah artikan sebagai infeksi saluran pernapasan atas. Sebenarnya ISPA merupakan singkatan dari Infeksi Saluran Pernapasan Akut (Sofia, 2013). ISPA meliputi saluran pernapasan bagian atas dan saluran pernapasan bagian bawah. ISPA adalah

infeksi saluran pernapasan yang berlangsung sampai 14 hari. Saluran pernapasan adalah organ mulai dari hidung sampai gelembung paru, beserta organ-organ disekitarnya seperti : sinus, ruang telinga tengah dan selaput paru. Dalam saluran pernapasan mulai dari hidung hingga bronkus terdapat membran mukosa bersilia (silia = rambut-rambut halus). Udara yang masuk melalui rongga hidung disaring, dihangatkan dan dilembabkan. Partikel debu yang kasar dapat disaring oleh rambut yang terdapat dalam hidung, sedangkan partikel debu yang halus akan terperangkap dalam lapisan mukosa. Gerakan silia mendorong lapisan mukosa ke belakang ke rongga hidung dan ke arah atas menuju faring.

2. Faktor Risiko Infeksi Saluran Pernafasan Akut

a. Karakteristik Pekerja

1) Umur

ISPA diketahui dapat menyerang segala jenis umur. ISPA akan sangat berisiko pada bayi berumur kurang dari 1 tahun, kemudian risiko tersebut akan menurun pada kelompok umur 15-24 tahun. Setelah itu, risiko ISPA akan terus meningkat ketika berumur 24 tahun. Semakin tua umur seseorang maka risiko untuk terkena ISPA juga akan semakin meningkat (Nelson dan Williams, 2007 dalam (Halim, 2012)).

Umur merupakan salah satu karakteristik yang mempunyai risiko tinggi terhadap gangguan paru-paru terutama

yang berumur 40 tahun ke atas, dimana kualitas paru dapat memburuk dengan cepat. Faktor umur berperan penting dengan kejadian penyakit dan gangguan kesehatan. Berbagai macam perubahan biologis dapat terjadi seiring bertambahnya usia seseorang dan juga akan berpengaruh kemampuan seseorang dalam bekerja. Umur seseorang berhubungan dengan potensi kemungkinan untuk terpapar terhadap suatu sumber infeksi, tingkat imunitas, dan aktivitas fisiologis berbagai jaringan yang mempengaruhi perjalanan penyakit seseorang (Fitriyani, 2011).

2) Jenis kelamin

Jenis kelamin berdasarkan suatu studi menyatakan bahwa jenis kelamin berhubungan signifikan dengan kejadian ISPA ($p=0,032$ dan $95\%CI=1,25-19,72$), dimana tenaga kerja laki-laki berisiko 4,97 kali untuk menderita ISPA dibandingkan dengan tenaga kerja perempuan (Halim, 2012). Hasil tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Ganyarut pada tahun 2010 (dalam (Halim, 2012)) di dua pabrik garmen di Provinsi Ubon Ratchathani, Thailand . Pada penelitiannya, jenis kelamin perempuan berhubungan signifikan dengan gejala infeksi saluran pernapasan seperti kesulitan bernapas dan mengi (Nelson dan Williams, 2007 dalam (Halim, 2012))

3) Indeks masa tubuh

Keadaan gizi yang buruk muncul sebagai faktor resiko yang penting untuk terjadinya penyakit infeksi. Dalam keadaan gizi yang baik, tubuh mempunyai cukup kemampuan untuk mempertahankan diri terhadap infeksi. Jika keadaan gizi menjadi buruk maka reaksi kekebalan tubuh akan menurun yang berarti kemampuan tubuh mempertahankan diri terhadap serangan infeksi menjadi turun. Oleh karena itu, setiap bentuk gangguan gizi sekalipun dengan gejala defisiensi yang ringan merupakan pertanda awal dari terganggunya kekebalan tubuh terhadap penyakit infeksi (Rasmaliah, 2004).

4) Lama kerja

Semakin lama seseorang dalam bekerja maka semakin banyak dia telah terpapar bahaya yang ditimbulkan oleh lingkungan kerja tersebut (Suma'mur, 2009). Lama kerja dapat diartikan sebagai jangka waktu seseorang bekerja, dihitung dari mulai bekerja sampai kurun waktu yang ditentukan; misalnya dalam satu minggu, satu bulan atau satu tahun. Sebuah gangguan manifestasi klinik dari penurunan fungsi pernapasan akan permanen setelah terpajan faktor risiko (debu) kurang lebih 10-20 tahun bekerja. Kontak yang lama dengan lingkungan yang mengandung gas atau partikel debu kerja, akan mengakibatkan kerja yang berat pada organ saluran pernapasan, sehingga

dapat menimbulkan berbagai penyakit paru dan penyakit saluran pernapasan lainnya (Harrianto, 2012).

5) Kebiasaan merokok

Pengertian konsumsi rokok menurut WHO adalah jumlah rokok yang dikonsumsi pada periode tertentu (World Health Organization, 2001). Kebiasaan merokok dapat diartikan sebagai kebiasaan seseorang dalam mengkonsumsi rokok. Kebiasaan merokok merupakan faktor risiko yang dapat menyebabkan kejadian ISPA karena adanya kandungan polutan pencemar yang dapat mengkontaminasi udara akibat asap rokok, seperti CO. Hasil penelitian yang dilakukan terhadap tenaga kerja mebe menghasilkan hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok pada tenaga kerja mebel terhadap kejadian ISPA ($p=0,000$ dan $p=0,0001$) (Yusnabeti et al., 2013). Kebiasaan merokok juga berhubungan secara signifikan dengan ISPA ($p=0,000$) pada tenaga kerja industri kasur kapuk (Naini, 2009).

b. Karakteristik lingkungan kerja

1) Suhu

Persyaratan kesehatan untuk ruang kerja industri yang nyaman di tempat kerja adalah suhu yang tidak dingin dan tidak menimbulkan kepanasan bagi tenaga kerja yaitu berkisar antara $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan tinggi langit-langit dari

lantai minimal 2,5 m. Bila suhu udara $> 30^{\circ}\text{C}$ perlu menggunakan alat penata udara seperti air conditioner (AC), kipas angin dan lain-lain. Bila suhu udara luar $< 18^{\circ}\text{C}$ perlu menggunakan alat pemanas ruangan (Menteri Kesehatan R.I, 2016) suhu udara dapat diukur dengan thermometer. Kelembaban udara diukur dengan menggunakan *hygrometer*.

2) Kelembapan

Kelembaban udara tergantung berapa banyak uap air yang terkandung di udara. Satuan dari kelembaban adalah persen (%). Kelembaban merupakan presentase kandungan uap air pada atmosfer. Jumlah uap air yang terdapat di udara bervariasi tergantung cuaca dan suhu (Fardiaz, 1992 dalam (Husin, 2015)). Saat udara dipenuhi uap air dapat dikatakan bahwa udara berada dalam kondisi jenuh dalam arti kelembaban tinggi dan segala sesuatu menjadi basah (Menteri Kesehatan R.I, 2016).

Kelembaban dan suhu merupakan pemicu pertumbuhan jamur dan bakteri. Pada umumnya kondisi optimal perkembangbiakan mikroorganisme adalah pada kondisi kelembaban tinggi. Kelembaban yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme dan pelepasan formaldehid dari material bangunan (Suma'mur, 1985). Persyaratan kesehatan

untuk kelembaban di lingkungan industri adalah berkisar antara 65% 65%-95 %. Bila kelembaban udara ruang kerja >95 % perlu menggunakan alat dehumidifier dan bila kelembaban udara ruang kerja <65% perlu menggunakan humidifier, misalnya mesin pembentuk aerosol yang digunakan untuk menormalkan kelembaban udara (Menteri Kesehatan R.I, 2016)

3) Pencahayaan

Pencahayaan adalah faktor keselamatan dalam lingkungan fisik tenaga kerja. Intensitas pencahayaan yang sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan dapat menghasilkan produksi maksimum dan inefisiensi minimum serta membantu mengurangi kecelakaan kerja. Pencahayaan terdiri dari dua jenis yaitu pencahayaan alami dan buatan. Pencahayaan alami didapatkan dari sinar matahari yang mengandung sinar ultraviolet. Pencahayaan buatan berupa lampu-lampu yang digunakan untuk penerangan. Pencahayaan alami dibutuhkan untuk mematikan mikroorganisme yang berdampak buruk bagi kesehatan. Pencahayaan alami juga dibutuhkan untuk mengurangi kelembaban, karena kelembaban yang terlalu tinggi dapat menyebabkan banyaknya mikroorganisme yang tumbuh, yang dapat menjadi agent penyakit.

Pencahayaan buatan dan pencahayaan alami dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan pada suatu pabrik. Pencahayaan industri bertujuan untuk menyediakan suatu lingkungan kerja yang aman dan memberikan penglihatan yang baik dalam kegiatan industri. Pada industri tekstil standar pencahayaan yang digunakan adalah 1000 lux. Industri batik tergolong pada industri tekstil. Hal ini disebabkan karena jenis pekerjaan yang dilakukan oleh industri batik, seperti pemilihan warna dan pemrosesan tekstil.

Tabel 2.3 Tingkat Pencahayaan Berdasarkan Jenis Pekerjaan

Jenis Kegiatan	Tingkat Pencahayaan Minimal (lux)	Keterangan
Pekerjaan kasar dan tidak terus menerus	100	Ruang penyimpanan dan ruang peralatan/instalasi yang memerlukan pekerjaan yang kontinyu
Pekerjaan kasar dan terus menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar
Pekerjaan rutin	300	Ruang administrasi, pekerjaan mesin dan perakitan/penyusunan
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin kantor pekerja memeriksa atau pekerja dengan mesin
Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, pemrosesan tekstil, pekerjaan mesin halus dan perakitan halus
Pekerjaan amat halus	1500 tidak menimbulkan bayangan	Mengukir dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin dan peralatan yang sangat halus
Pekerjaan terinci	3000 tidak menimbulkan bayangan	Pemeriksaan pekerjaan, perakitan sangat halus

Sumber: (Menteri Kesehatan R.I, 2016)

4) Ventilasi.

Untuk memungkinkan pergantian udara secara lancar diperlukan ventilasi atau penghawaan minimal 15% dari luas lantai dengan menerapkan ventilasi silang. Untuk ruangan yang menggunakan menggunakan air conditioner (secara periodic harus dibersihkan, dimatikan, dan diupayakan mendapat pergantian udara secara alamiah dengan cara membuka seluruh pintu dan jendela atau dengan kipas angin.

Dalam lingkungan industri, sistem ventilasi atau penghawaan dibangun berdasarkan kepentingan ruang yaitu sebagai ruang produksi atau administrasi. Sebagai ruang produksi, sistem ventilasi umumnya terbuka atau setengah terbuka, dan banyak dilengkapi dengan exhauster yang berfungsi sebagai penyedot udara sehingga pergantian udara menjadi lebih lancar. Untuk ruang kerja yang tidak ber-AC harus memiliki lubang ventilasi minimal 15% dari luas lantai dengan menerapkan sistem ventilasi silang (Menteri Kesehatan R.I, 2016)

5) Debu

Kandungan debu maksimal di dalam udara ruangan dalam pengukuran rata-rata 8 jam adalah sebagai berikut :

Tabel 2.4 Kandungan Debu Maksimal di Udara (Pengukuran 8 Jam)

Jenis Debu	Konsentrasi Maksimal
Debu total	10 mg/m ³
Asbes bebas	5 serat/ml udara dengan Panjang serat 5μ (Mikron)
Silicat total	50 mg/m ³

Sumber : (Menteri Kesehatan R.I, 2016)

Dengan adanya Peraturan Menteri Kesehatan No 70 Tahun 2016 tersebut, maka dianjurkan dalam setiap lingkungan tempat kerja baik itu berupa perkantoran ataupun industri memiliki manajemen untuk menjaga kondisi lingkungan kerja berada dibawah batas minimal yang telah ditentukan untuk setiap hazard bahaya yang disebutkan. Adapun tatalaksana dalam mengurangi kandungan debu yang terdapat di area lingkungan kerja meliputi pengaturan ventilasi sebagai sirkulasi udara pada tempat kerja.

E. Tinjauan Umum Permodelan Dinamis

1. Model

Model adalah perumusan matematika dari proses-proses fisika/kimia/biologi suatu fenomena alam, sehingga jika dimasukkan data- data penunjang, kemudian dihitung dengan metode perhitungan tertentu, akan dapat dihasilkan gambaran proses secara keseluruhan. Modeling diartikan sebagai ilustrasi penggambaran, penyederhanaan, miniatur, visualising, atau kreasi prediksi innovative. Permodelan dipergunakan untuk menjelaskan fenomena fisik, kimia, dan biologi yang terjadi dalam proses tersebut.

Beberapa keuntungan dari pemodelan ini adalah yang pertama dapat digunakan sebagai sarana simulasi, sehingga dengan model kita dapat memprediksi, memperkirakan, dan mempelajari berbagai kemungkinan yang dapat terjadi jika berbagai skenario diaplikasikan dalam model. Kedua, hanya dengan data yang tersedia kita mampu mengetahui tingkat keparahan suatu kasus hingga sampai 100 tahun mendatang. Dan yang terakhir adalah sangat efisien dan efektif dalam hal pengeluaran dana untuk operasional saat ini dan mendatang.

Sebelum menyusun model yang harus diperhatikan antara lain:

- a. Model adalah representasi dari sebuah teori, sehingga jika teori yang digunakan benar maka model juga seharusnya menghasilkan keluaran yang benar, dan sebaliknya.
- b. Asumsi dan penyederhanaan yang dibuat ketika menyusun model harus mengikuti aturan/teori yang berlaku, setiap asumsi yang dibuat harus didokumentasikan / dicatat dengan baik.
- c. Untuk menghitung model matematika biasanya digunakan pendekatan metode numerik, sehingga harus didefinisikan dengan baik kemungkinan kesalahan perhitungan dari metode numerik yang dipilih/digunakan (Mallongi, 2012).

2. Membangun Model

Suatu model dikatakan sah bila model tersebut sesuai dengan kenyataan empirik yang ada. Hal ini dapat dicapai apabila pemodelan tersebut sesuai dengan metode ilmiah. Sesuai dengan karakteristik

sistem dinamis, setidaknya-tidaknya diperlukan suatu pengungkapan kerangka sentral struktur pembuatan keputusan yang esensial. Untuk itu harus dapat dibuat pendekatan tentang kebijakan pengendalian (controlling policy) pada setiap titik keputusan yang penting dalam sistem. Pemahaman kebijakan dapat dikerjakan dengan sempurna jika peneliti:

- a. Memiliki suatu konsep yang memadai dan tepat tentang apakah suatu keputusan itu dan pentingnya suatu kebijakan yang dapat menjelaskan proses keputusan;
- b. Memiliki suatu struktur yang memadai yang menghubungkan status (keadaan) sistem terhadap kebijakan, keputusan-keputusan dan tindakan;
- c. Disadari bahwa proses tersebut mengalami gangguan (noise) dan tidak akan mendapatkan dan memerlukan pengungkapan (representasi) pembuatan keputusan (decision making) yang sangat teliti;
- d. Memanfaatkan sebaik-baiknya keunggulan dan kelebihan pengalaman dan informasi deskriptif yang luas yang boleh jadi mengandung 98% informasi yang esensial dalam pembuatan keputusan. Dua persen sisanya berasal dari data statistik dan numerik yang formal;
- e. Menyadari bahwa suatu pernyataan kuantitatif kebijakan yang formal tidaklah membawa implikasi adanya suatu ketelitian yang mutlak. Kita

dapat membuat pernyataan kuantitatif formal yang berhubungan dengan setiap pernyataan yang dapat diungkapkan melalui suatu bahasa yang dimengerti.

- f. Ketelitian deskriptif yang relatif sedikit tidak menghambat pengkuantifikasian ide-ide tentang suatu kebijakan keputusan (decision policy). Pemberian suatu bilangan/angka tidaklah menaikkan tingkat akurasi/ketepatan pernyataan yang sebenarnya. Pendapat umum yang mengatakan bahwa seseorang tidak dapat mengkuantifikasikan suatu aturan keputusan (decision rule). (Aziz S, 2008).

Model yang memenuhi syarat dan mampu dijadikan sarana analisis untuk merumuskan kebijakan haruslah merupakan suatu wahana untuk menemukan jalan dan cara intervensi yang efektif dalam suatu sistem (fenomena). Melalui jalan dan cara intervensi inilah perilaku sistem yang diinginkan dapat diperoleh dan perilaku sistem yang tidak diinginkan dapat dihindari. Dengan demikian model yang dibentuk untuk tujuan seperti di atas haruslah memenuhi syarat-syarat yaitu, a). adanya elemen-elemen yang dinamis. Elemen-elemen ini merupakan efek dari suatu intervensi (kebijakan) yang digambarkan dalam bentuk perilaku dan merupakan suatu kejadian berikutnya, b). mampu mensimulasikan bermacam intervensi dan dapat memunculkan perilaku sistem karena adanya intervensi tersebut; c). memungkinkan mensimulasikan suatu intervensi yang efeknya dapat berbeda secara dramatik dalam jangka

pendek dan jangka panjang (kompleksitas dinamik); d). perilaku sistem di atas dapat merupakan perilaku yang pernah dialami dan teramati (historis) ataupun perilaku yang belum pernah teramati (pernah dialami tetapi tidak teramati atau belum pernah dialami tetapi kemungkinan besar terjadi); dan e). mampu menjelaskan mengapa suatu perilaku tertentu (transisi yang sukar misalnya) dapat terjadi. (Aziz S, 2008)

Burger dalam Aziz (2008) menambahkan bahwa dalam hubungannya dengan validitas model, suatu model haruslah sesuai dengan realitas empirik yang ada. Model merupakan hasil dari suatu upaya untuk membuat tiruan kenyataan tersebut dan upaya pemodelan haruslah memenuhi dan sesuai dengan metode ilmiah.

3. Sistem Sebagai *Black Box*

Kompleksitas dari kehidupan nyata adalah bahwa kita memiliki atau sedikit memiliki pengetahuan yang lengkap dari pekerjaan dalam sebuah sistem, bahkan kita belum mampu untuk mengidentifikasi komponen fisiknya. Seringkali alasan utama dari kurangnya pengetahuan ini adakah bahwa perilaku sistem dipengaruhi oleh beragam aspek. Jelas bahwa bagaimana otak manusia berfungsi hanya mengerti sebagian dari kondisi nyata. Jadi tidak ada pengertian penuh tentang bagaimana orang bisa belajar. Secara bersamaan, perkembangan besar yang dilakukan dalam meteorologi, secara cuaca hanya dimengerti sebagian. Sebagai hasilnya, prediksi cuaca terkadang salah. Komputer atau mesin yang lain telah gagal dalam banyak sekali

alasan. Ini mungkin tidak praktis untuk tetap menelusuri sebab individual. Jadi hanya rekaman kumpulan saja yang dikumpulkan. (Ristono, 2011).

Dari masing-masing contoh, bagian dalam sistem pada dasarnya adalah kosong, yang kita ketahui adalah input dan output dari sistem. Untuk para pengamat, ini seperti sebuah kotak hitam dengan banyak kabel ke dalam dan keluar kotak, tapi tidak ada cara untuk mengetahui apa yang terjadi didalamnya. Jika tujuan kita adalah untuk memprediksi output dari sistem seperti ini dalam merespon beragam input, yang kita perlukan hanyalah menemukan bentuk dari hubungan fungsional antara input dan output. (Ristono, 2011)

Dalam beberapa situasi lain, proses transformasi mungkin dapat diketahui dengan jelas. Bagaimanapun juga, daripada mewakili proses tersebut kedalam bentuk yang sangat detail dan lengkap, maka mungkin akan sangat sempurna bila hanya memandang proses tersebut sebagai sebuah pekerjaan black box dan secara sederhana mengekspresikan beragam aktifitas proses transformasi oleh sebuah hubungan fungsional tunggal. Pendekatan ini secara bertahap digunakan sebagai sebuah substitusi untuk proses transformasi dari sebuah sub-sistem yang menerima input dari lingkungan dan memberikan output ke komponen lain dari sistem. (Ristono, 2011)

4. Sistem Dinamik

Sistem dinamik didefinisikan sebagai sebuah bidang untuk memahami bagaimana sesuatu berubah menurut waktu (Forester, 1999 dalam (Purnomo and Zacharias, 2005)) Sistem dinamik merupakan metoda yang dapat menggambarkan proses, perilaku, dan kompleksitas dalam sistem. (Hartrisari, 2007) Metodologi sistem dinamik ini telah dan sedang dikembangkan sejak diperkenalkan pertama kali oleh Jay W. Forester pada tahun 1950-an sebagai suatu metoda pemecahan masalah-masalah kompleks yang timbul karena ketergantungan sebab akibat dari berbagai macam variabel di dalam sistem.

Sistem awal untuk memulai berpikir sistemik adalah adanya kesadaran untuk mengapresiasi dan memikirkan suatu kejadian sebagai sebuah sistem (*systemic approach*). Kejadian apapun baik fisik maupun non fisik dilakukan sebagai unjuk kerja atau dapat berkaitan dengan unjuk kerja dari keseluruhan interaksi antar unsur sistem dalam batas lingkungan tertentu. Sejak tahun 1970-an, peneliti telah menggunakan pemodelan Sistem Dinamis untuk lebih memahami beberapa masalah kesehatan, serta untuk memahami penderita penyakit kronis menggunakan metode epidemiologi konvensional. Beberapa contoh yang signifikan termasuk studi masalah kesehatan seperti Penyakit Kardiovaskular, Kanker Serviks, Klamidia, Kokain, Demam Berdarah, Diabetes, Infeksi pneumokokus yang resistan terhadap obat, Heroin, HIV / AIDS dan lain-lain. (Jones et al., 2006).

Sistem dinamik dititikberatkan pada penentuan kebijakan dan bagaimana kebijakan tersebut menentukan tingkah laku masalah-masalah yang dapat dimodelkan dengan menggunakan sistem dinamik. Dalam metodologi sistem dinamik yang dimodelkan adalah struktur informasi sistem yang didalamnya terdapat sumber informasi dan jaringan aliran informasi yang saling terhubung.

Metodologi Sistem Dinamis yang berulang, berkembang untuk memperkaya wawasan dan untuk perubahan kondisi ataupun tujuan (Homer, 1996, dalam Jones et al, 2006). Hal ini memungkinkan pemangku kepentingan untuk menggabungkan pengetahuan mereka dari situasi yang sedang bermasalah menjadi hipotesis dinamis dan kemudian menggunakan simulasi komputer, untuk membandingkan berbagai skenario untuk menavigasi perubahan.

Model dinamik merupakan suatu metode pendekatan eksperimental yang mendasari kenyataan-kenyataan yang ada dalam suatu sistem untuk mengamati tingkah laku sistem tersebut (Richardson dan Pugh, 1986 dalam (Nuroniah, 2003)). Tujuan metodologi sistem dinamik berdasarkan filosofi sebab akibat adalah mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang cara kerja suatu sistem. Tahapan dalam pendekatan sistem dinamik adalah :

- a. Identifikasi dan definisi masalah
- b. Konseptualisasi sistem

1) Menyusun hipotesis dasar teori yang terlibat dalam proses termaksud

2) Mengevaluasi dasar teori termaksud

c. Formulasi model

1) Menyusun algoritma solusi numerik

2) Melakukan perhitungan menggunakan komputer

d. Simulasi model

Simulasi adalah aktifitas untuk menarik kesimpulan tentang perilaku sistem dengan mempelajari perilaku model dalam beberapa hal yang memiliki kesamaan dengan sistem sebenarnya (Gotfried, 1984 dalam Nuroniah, 2003). Simulasi adalah peniruan perilaku suatu gejala atau proses yang bertujuan untuk memahami gejala atau proses tersebut, membuat analisis dan peramalan perilaku gejala atau proses tersebut di masa depan. Simulasi dilakukan dengan tahapan yaitu penyusunan konsep, pembuatan model, simulasi dan validasi hasil simulasi. Keuntungan penggunaan simulasi antara lain dapat memberikan jawaban apabila model analitik yang digunakan tidak memberikan solusi optimal. Model disimulasi lebih realistis terhadap sistem nyata karena memerlukan asumsi yang lebih sedikit (Siagan, 1987, dalam Nuroniah, 2003).

Analisis tingkah laku model dapat dilakukan dengan menggunakan simulasi komputer. Simulasi merupakan penyelesaian

persamaan matematis secara bertahap dari suatu sistem untuk mengetahui perubahan yang terjadi, sehingga dapat dipelajari perilaku sistem tersebut. Metode simulasi mempunyai keunggulan yaitu pada kemampuannya memberikan informasi secara cepat. (Buntuan, 2010).

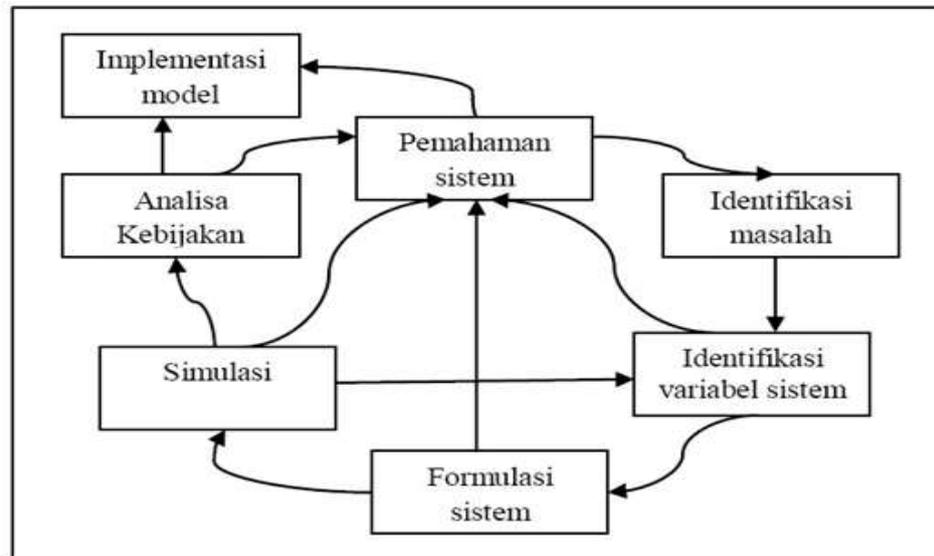
e. Analisa kebijakan

f. Implementasi kebijakan

Tahapan dalam pendekatan sistem dinamik ini diawali dan diakhiri dengan pemahaman sistem dan permasalahannya sehingga membentuk suatu lingkaran tertutup. Diagram pendekatan metoda sistem dinamik dapat dilihat pada gambar 3. Dalam konteks sistem dinamik terdapat tiga komponen utama, yaitu:

- 1) Pengambilan keputusan, adalah suatu usaha untuk menyelesaikan masalah dan melakukan sesuatu.
- 2) Analisis sistem umpan balik, berhubungan dengan penggunaan informasi secara tepat untuk mengambil keputusan tersebut.

- 3) Simulasi, memberikan representasi kepada para pengambil keputusan terhadap hasil dari keputusan di masa mendatang.



Gambar 2.2 Diagram Pendekatan Metode Sistem Dinamik

Sumber : (Widayani, 1999 dalam (Utami, 2006))

Dalam penyusunan suatu model dinamik terdapat tiga bentuk alternatif yang dapat digunakan yaitu verbal, visual, dan model matematis. Model verbal adalah model sistem yang dinyatakan dalam bentuk kata-kata. Model visual dinyatakan dalam bentuk diagram dan menunjukkan hubungan sebab akibat banyak variabel secara sederhana dan jelas. Model visual juga dapat direpresentasikan ke dalam bentuk model matematis yang merupakan perhitungan-perhitungan terhadap suatu sistem. Semua bentuk perhitungannya bersifat ekuivalen, dimana setiap bentuk berperan sebagai alat bantu yang dapat dimengerti.

Simulasi yang menggunakan model dinamik dapat memberikan penjelasan tentang proses yang terjadi dalam sistem dan prediksi

hasil dari berbagai scenario (Hartrisari, 2007). Berdasarkan hasil simulasi model tersebut diperoleh solusi untuk menunjang pengambilan keputusan sehingga simulasi model dinamik ini dapat digunakan sebagai alat untuk melakukan pendugaan.

Di dalam sistem dinamis lingkaran umpan balik menyatakan hubungan sebab akibat dari variabel-variabel yang diamati. Hubungan ditandai dengan tanda dan arah. Arah panah (\rightarrow) menunjukkan variabel sebab, sedangkan tanda (+) atau (-) menunjukkan pengaruh pada variabel akibat. Berdasarkan tanda dan arah panah, maka terdapat dua macam lingkaran umpan balik yaitu lingkaran umpan balik positif untuk sistem umpan balik positif dan lingkaran balik negatif untuk sistem umpan balik negatif. Sistem pada lingkaran umpan balik positif bersifat divergen yaitu adanya suatu proses pertumbuhan yang berkesinambungan yang akan menghasilkan pertumbuhan eksponensial. Sistem pada lingkaran umpan balik negatif berusaha mencapai suatu tujuan. Keluaran (output) akan mempengaruhi kembali masukan (input) jika tujuan belum tercapai. Hasil kerja pada sistem umpan balik negatif meliputi penyesuaian dan keseimbangan. (Aziz S, 2008).

Dengan demikian metode sistem dinamis mensyaratkan bahwa suatu model haruslah mempunyai banyak titik kontak (points of contact) dengan kenyataan (reality) dan membandingkan secara berulang kali dengan dunia nyata (real world) melalui titik-titik kontak

tersebut dan hendaknya membuat model menjadi semakin robust. Kemudian barulah model itu dapat dijadikan sebagai suatu dasar untuk memahami dunia nyata dan untuk merancang kebijakan-kebijakan yang dapat mengubah dunia nyata tersebut (Aziz S, 2008).

Penggunaan model simulasi sistem dinamis dikarenakan sistem dinamis memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode peramalan konvensional yaitu model sistem dinamis dapat memberikan perkiraan yang lebih handal dari pada model statistik serta model sistem dinamis menyediakan cara untuk memahami penyebab perilaku industri, mendeteksi terhadap perubahan dini dalam struktur dan penentuan faktor-faktor yang meramalkan perilaku secara signifikan dan sensitif. Model sistem dinamis memungkinkan penentuan skenario yang masuk akal sebagai masukan untuk keputusan dan kebijakan (Axella and Suryani, 2012).

Model sistem dinamik dapat dinyatakan dan dipecahkan secara numerik dalam sebuah bahasa pemrograman. Perangkat lunak khusus untuk sistem dinamik telah banyak tersedia seperti *Dynamo*, *Simile*, *Stella*, *Powersim*, *Vensim*, *I-think* dan lain-lain. Pemilihan *Stella* sebagai software untuk simulasi model adalah karena kemudahan dan ketersediaan pada saat penelitian. Pemodelan dinamik terdiri dari variabel-variabel yang saling berhubungan. Dalam *Stella* yaitu perangkat lunak yang digunakan untuk simulasi terdapat variabel-variabel yaitu *Stock*, *Flow*, *Converter*, dan *Connector*.

Pada model yang telah dibuat, data kuantitatif dimasukan dengan meng- klik variabel-variabel yang tersedia seperti *Stock, Flow, Converter dan Connector*. Kemudian nilai atau formula matematika di inputkan ke dalam variabel-variabel tersebut untuk mengkalkulasi model.

5. *Black Box Testing*

Black Box Testing berfokus pada spesifikasi fungsional dari perangkat lunak. Tester dapat mendefinisikan kumpulan kondisi input dan melakukan pengetesan pada spesifikasi fungsional program. Black Box Testing cenderung untuk menemukan hal-hal berikut:

- a. Fungsi yang tidak benar atau tidak ada.
- b. Kesalahan antarmuka (interface errors).
- c. Kesalahan pada struktur data dan akses basis data.
- d. Kesalahan performansi (performance errors).
- e. Kesalahan inisialisasi dan terminasi.

Pengujian didesain untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

- a. Bagaimana fungsi-fungsi diuji agar dapat dinyatakan valid?
- b. Input seperti apa yang dapat menjadi bahan kasus uji yang baik?
- c. Apakah sistem sensitif pada input-input tertentu?
- d. Bagaimana sekumpulan data dapat diisolasi?
- e. Berapa banyak rata-rata data dan jumlah data yang dapat ditangani sistem?

- f. Efek apa yang dapat membuat kombinasi data ditangani spesifik pada operasi sistem?

Saat ini terdapat banyak metoda atau teknik untuk melaksanakan Black Box Testing, antara lain:

- a. *Equivalence Partitioning*
- b. *Boundary Value Analysis/Limit Testing*
- c. *Comparison Testing*
- d. *Sample Testing*
- e. *Robustness Testing*
- f. *Behavior Testing*
- g. *Requirement Testing*
- h. *Performance Testing*
- i. Uji Ketahanan (*Endurance Testing*)
- j. Uji Sebab-Akibat (*Cause-Effect Relationship Testing*)

6. Analisis Simulasi

Pydich and Rubinfield, (1991 dalam Nurmalina, 2007) menyatakan bahwa tujuan simulasi adalah untuk melakukan pengujian dan evaluasi terhadap model, mengevaluasi kebijakan-kebijakan pada masa lampau, membuat peramalan untuk masa yang akan datang. Simulasi diperlukan untuk mempelajari dampak perubahan peubah-peubah eksogen terhadap peubah-peubah endogen dalam model.

7. Validasi Model

Validasi bertujuan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil simulasi dengan gejala atau proses yang ditirukan. Model dapat dinyatakan baik jika kesalahan atau simpangan hasil simulasi terhadap gejala atau proses yang terjadi di dunia nyata relatif kecil. Hasil simulasi yang sudah divalidasi tersebut digunakan untuk memahami perilaku gejala atau proses serta kecenderungan di masa depan, yang dapat dijadikan sebagai dasar bagi pengambil keputusan untuk merumuskan suatu kebijakan di masa mendatang.

Suatu model dikatakan valid jika struktur dasarnya dan polanya dapat menggambarkan perilaku sistem nyata, atau dapat mewakili dengan cukup akurat, data yang dikumpulkan sehubungan dengan sistem nyata atau asumsi yang dibuat berdasarkan referensi sesuai cara sistem nyata bekerja. Walaupun validasi suatu sistem sangat dibatasi oleh mental model dari pemodel, namun demikian untuk memenuhi kaidah keilmuan, pada suatu sistem dinamik tetap tetap harus dilakukan uji validasi. Dalam pengujian validasi suatu model, saat ini terdapat beberapa teknik.

Validitas model memiliki 2 aspek, yakni (1) pengecekan validitas internal dan (2) menetapkan validitas eksternal. Pemeriksaan validitas internal sering disebut verifikasi, sementara penetapan validitas eksternal disebut validasi. (Ristono, 2011)

a. Validasi Internal

Apakah model itu secara matematis benar dan konsisten secara logika? ini berarti bahwa kita harus memverifikasi dengan cermat semua persamaan matematika yang merepresentasikan hubungan yang telah diasumsikan sebelumnya. Metode terbaik untuk menguji kebenaran secara matematis dan konsisten secara logika adalah dengan memeriksa secara numeric hasil dari persamaan matematisnya secara manual untuk tiap rentang input yang cukup luas. Hal ini juga akan melibatkan verifikasi terhadap tiap persamaan apakah konsisten secara dimensi atau tidak. (Ristono, 2011)

b. Validasi Eksternal

Apakah model sudah cukup untuk menjadi contoh yang valid dari kenyataan yang sesungguhnya? Apakah ya atau tidak mendekati suatu perkiraan? Merupakan pernyataan yang besar mengenai penilaian. Jawabannya berdasarkan dari pembentukan model dan tujuan penggunaan dari solusinya.

Validitas eksternal sering diasumsikan sebagai makna bahwa model itu dimungkinkan secara akurat dapat menyerupai kenyataan. Walaupun begitu, analisis perlu memastikan tanggapan dari model terhadap perubahan masukan, apakah seperti yang diharapkan atau tidak. Sistem yang kompleks sering menyebabkan perilaku yang tidak mudah dimengerti. Validitas suatu model selalu dipertanyakan kecuali jika penjelasan yang menyakinkan dapat ditemukan atas perilaku tersebut. Analisis paling tidak harus

memeriksa ulang bahwa hasil tidak dapat lepas dari kesalahan pada rumusan matematis atau logika internal dari model. (Ristono, 2011)

Salah satu teknik yang dapat digunakan adalah uji keyakinan yang dipaparkan oleh R.G Coyle dalam *Sistem Dinamika Modeling: A Practical Approach* (1996):

- a. Causal Loop diagram harus berhubungan dengan permasalahan,
- b. Persamaan harus disesuaikan dengan causal loop diagram khususnya tanda + atau – harus konsisten diantara persamaan dengan causal loop.
- c. Dimensi dalam model harus valid,
- d. Model tidak menghasilkan nilai yang tidak masuk akal, seperti stok negatif,
- e. Perilaku model harus masuk akal, artinya apabila ada sesuatu yang seharusnya terjadi, maka harus sesuai dengan apa yang diharapkan dari model tersebut,
- f. Massa model harus balance, artinya total kuantitas yang telah masuk dan keluar dari proses sistem tetap dapat dijelaskan.
- g. Pemodelan Kebijakan menggunakan Sistem Dinamis

Model yang memenuhi syarat dan mampu dijadikan sarana analisis untuk merumuskan (merancang) kebijakan haruslah merupakan suatu wahana untuk menemukan jalan dan cara intervensi yang efektif dalam suatu sistem (fenomena). Melalui jalan dan cara intervensi inilah

perilaku sistem yang diinginkan dapat diperoleh (perilaku sistem yang tidak diinginkan dapat dihindari).

Dengan demikian, model yang dibentuk untuk tujuan seperti di atas haruslah memenuhi syarat-syarat berikut:

- a. Karena efek suatu intervensi (kebijakan), dalam bentuk perilaku, merupakan suatu kejadian berikutnya, maka untuk melacaknya unsur (elemen) waktu perlu ada (dinamik);
- b. Mampu mensimulasikan bermacam intervensi dan dapat memunculkan perilaku sistem karena adanya intervensi tersebut;
- c. Memungkinkan mensimulasikan suatu intervensi yang efeknya dapat berbeda secara dramatik dalam jangka pendek dan jangka panjang (kompleksitas dinamik);
- d. Perilaku sistem di atas dapat merupakan perilaku yang pernah dialami dan teramati (historis) ataupun perilaku yang belum pernah teramati (pernah dialami tetapi tidak teramati atau belum pernah dialami tetapi kemungkinan besar terjadi); dan
- e. Mampu menjelaskan mengapa suatu perilaku tertentu (transisi yang sukar misalnya) dapat terjadi.
- f. Dalam hubungannya dengan kesahihan (validity) model, suatu model haruslah sesuai (cocok) dengan kenyataan (realitas) empirik yang ada.
- g. Model merupakan hasil dari suatu upaya untuk membuat tiruan kenyataan tersebut (Burger dalam (Aziz S, 2008))

- h. Upaya pemodelan haruslah memenuhi (sesuai dengan) metode ilmiah.
- i. Metode ini menyaratkan bahwa suatu model haruslah mempunyai banyak titik kontak (*points of contact*) dengan kenyataan (*reality*) dan perbandingan yang berulang kali dengan dunia nyata (*real world*) melalui titik-titik kontak tersebut haruslah membuat model menjadi *robust*.

Adapun prinsip-prinsip untuk membuat model dinamik dengan ciri-ciri seperti yang diuraikan di atas menurut Sterman (1981) adalah sebagai berikut:

- a. Keadaan yang diinginkan dan keadaan yang sebenarnya terjadi harus dibedakan di dalam model;
- b. Adanya struktur stok dan aliran dalam kehidupan nyata harus dapat direpresentasikan di dalam model;
- c. Aliran-aliran yang berbeda secara konseptual, di dalam model harus dibedakan;
- d. Hanya informasi yang benar-benar tersedia bagi aktor-aktor di dalam sistem yang harus digunakan dalam pemodelan keputusannya;
- e. Struktur kaidah pembuatan keputusan di dalam model haruslah sesuai (cocok) dengan praktek-praktek manajerial; dan
- f. Model haruslah robust dalam kondisi-kondisi ekstrim.

Simulasi dan Variabel dalam kaitannya dengan Intervensi Kebijakan Perilaku model sistem dinamis ditentukan oleh keunikan dari

struktur model, yang dapat dipahami dari hasil simulasi model. Dengan simulasi akan didapatkan perilaku dari suatu gejala atau proses yang terjadi dalam sistem, sehingga dapat dilakukan analisis dan peramalan perilaku gejala atau proses tersebut di masa depan.

F. Tinjauan Umum Penelitian Terkait

Tabel 2.5 Tinjauan Penelitian Terkait

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Tujuan	Hasil
1	Zhang and Rantane (2020)	<i>Improving the law on the prevention and control of occupational diseases in China: an employer-supporting management perspective</i>	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas penerapan peraturan untuk tenaga kerja yang sehat untuk mengejar strategi China Sehat 2030 dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan PBB. Undang-Undang Republik Rakyat Tiongkok tentang Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Akibat Kerja (Undang-Undang OD Tiongkok), yang telah diubah empat kali sejak diterapkan pada tahun 2002, merupakan inti dan landasan dari keseluruhan sistem peraturan untuk kesehatan kerja.	Selain membahas reformasi kelembagaan baru, yang relevan dengan sistem peraturan China untuk penyakit akibat kerja (OD) karena dampaknya yang nyata pada reformasi sistem perawatan kesehatan, kami menyajikan bukti lebih lanjut, terutama yang diambil dari penelitian meja dan lapangan. Studi kami berfokus pada hambatan yang dihadapi pemberi kerja dalam mematuhi Hukum PO China dan mengeksplorasi sistem manajemen yang diinisiasi oleh pemberi kerja yang dioptimalkan, yang memerlukan amandemen lebih lanjut terhadap Undang-Undang OD China, karena Dewan Negara China telah memprioritaskan masalah ini sebagai tantangan utama.
2	Lu et al. (2019)	<i>A Comparative Study on the Prediction of Occupational Diseases in China with Hybrid Algorithm Combing Models</i>	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkiraan kejadian penyakit akibat kerja yang akurat dapat memberikan informasi penting untuk pencegahan dan pengendalian. Oleh karena itu, dalam studi ini, lima model combing algoritme hibrid dinilai	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model GM-ANN memberikan prediksi paling tepat di antara semua model dengan mean absolute persentase error (MAPE) terendah sebesar 3,49% dan root-mean-squared error (RMSE) sebesar 1076,60. Oleh karena itu, model GM-ANN

			tentang efektivitas dan penerapannya untuk memprediksi kejadian penyakit akibat kerja di Cina.	dapat digunakan untuk prediksi tepat penyakit akibat kerja di Cina, yang dapat memberikan informasi berharga untuk pencegahan dan pengendalian penyakit akibat kerja di masa depan.
3	Bidassie (2015)	<i>A Predictive Model of Occupational and Lifestyle Risk Factors and Pain Management Strategies for Participants in a Wellness Program Diagnosed with Chronic Low Back Pain</i>	Tujuan dari studi ini adalah untuk memahami faktor risiko pekerjaan dan gaya hidup yang terkait dengan Nyeri Punggung Bawah Kronis dengan fokus pada pencegahan insiden terkait di tempat kerja.	Model menentukan enam faktor risiko (nyeri punggung yang terus-menerus, nyeri leher yang sedang berlangsung, mengetahui cara mengobati nyeri punggung di rumah, insomnia kronis, nyeri tubuh, dan terpeleset, tersandung, dan / atau jatuh) dengan hubungan paling signifikan dengan Rendah Kronis Sakit punggung
4	Sugak (2018)	<i>Occupational Risks Management as a Basis of Industrial Injuries and Occupational Disease Prevention</i>	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi parameter yang dapat diukur atau diperkirakan, yang diperlukan untuk penerapan proses manajemen keselamatan kerja.	Diperoleh hasil bahwa penetapan karakteristik kualitatif dari penilaian risiko kerja, metode peralihannya dari parameter verbal menjadi parameter kuantitatif, serta dalam menentukan batasan antara risiko yang dapat diterima dan yang tidak dapat diterima disajikan
5	Peng et al. (2018)	<i>Prevalence and characteristics of COPD among pneumoconiosis patients at an occupational disease</i>	Penelitian yang dilakukan di Provinsi Hunan di China dari 1 Desember 2015 hingga 1 Desember 2016 bertujuan untuk mengetahui apakah Pneumokoniosis mungkin memainkan peran penting dalam perkembangan penyakit paru	Prevalensi PPOK pada sampel pasien pneumokoniosis kami adalah 18,65% (119/638). Pada penderita pneumokoniosis dengan dan tanpa riwayat merokok, prevalensi PPOK sebesar 19,32 dan 16,77%. Dibandingkan dengan pasien non-PPOK, pasien PPOK berusia lebih

		<i>prevention institute: A cross-sectional study</i>	obstruktif kronik (PPOK), dan komplikasi PPOK dapat menimbulkan beban penyakit yang berat.	tua, waktu pajanan lebih lama, indeks massa tubuh (BMI) lebih rendah, indeks merokok lebih tinggi, dan fungsi paru lebih buruk (semua $p < 0,05$). Untuk lima gejala pernapasan (batuk, dahak, mengi, dispnea, dan dada sesak), hanya adanya mengi dan skor keparahan untuk mengi atau dispnea yang menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok PPOK dan non-PPOK ($p < 0,01$). Analisis regresi logistik multivariat menunjukkan bahwa kategori pneumokoniosis lanjut, usia lebih tua dan adanya gejala mengi merupakan faktor risiko yang signifikan untuk perkembangan PPOK pada pasien pneumokoniosis
6	Dauner et al. (2019)	<i>Determinants of workplace health program participation among non, low, and incentive achieving participants</i>	Pada penelitian ini mempelajari program tempat kerja sehat yang telah diterapkan secara konsisten sejak 2012 di universitas negeri selama 4 tahun di Minnesota di salah. Program tempat kerja sehat menampilkan penyaringan, intervensi, dan komponen pencegahan primer yang menangani kondisi kronis serta berbagai faktor penentu perilaku kesehatan. Program tempat kerja sehat meliputi penilaian risiko kesehatan dan skrining	Hasil penelitian dari 319 karyawan, terdapat dua kelompok yang tidak berpartisipasi. Karyawan tanpa asuransi yang disponsori oleh atasan, mereka memiliki persepsi partisipasi negatif, dan laki-laki yang menjadi peserta lebih cenderung “tidak pernah” mendapat insentif; mereka yang belum pernah mendapatkan insentif adalah calon peserta penelitian yang akan datang. Meningkatnya kepercayaan diri terkait dengan pencapaian insentif; stres dikaitkan dengan partisipasi yang rendah.

			biometrik setiap tahun, program pendidikan dan perubahan perilaku khusus untuk berbagai faktor dan kondisi risiko, penggunaan keanggotaan fitness, latihan mandiri, dan pembinaan kesehatan. Desain penelitian cross sectional menggunakan Qualtrics Software yang didistribusikan secara online dengan 319 partisipan	Tidak ada faktor interpersonal, organisasi, atau komunitas yang signifikan. Ketika menyusun insentif, tempat kerja sehat harus mempertimbangkan faktor penentu partisipasi, terutama terkait dengan adanya insentif yang diberikan pada pekerja.
7	Zhu et al. (2019)	<i>Healthy workplaces, active employees: A systematic literature review on impacts of workplace environments on employees' physical activity and sedentary behavior</i>	Mengikuti item pelaporan untuk ulasan sistematis dan pedoman meta analisis, 87 artikel yang relevan (2000-2017) diidentifikasi dan ditinjau.	Hasilnya mengungkapkan bukti yang mendukung dampak lingkungan pada aktivitas fisik dan pekerjaan yang menetap karyawan dari tiga skala spasial. Pada skala workstation, meja duduk, meja treadmill, dan meja tinggi stasioner ditemukan untuk mengurangi pekerjaan atau kegiatan menetap atau monoton dan meningkatkan berdiri. Skala bangunan kerja relatif tidak diketahui, dan dilaporkan berkorelasi termasuk desain tangga, desain bangunan keseluruhan menggabungkan beberapa strategi ramah PA, dan fasilitas PA spesifik (mis., Fasilitas olahraga)
8	Bize and Plotnikoff (2009)	<i>The relationship between a short measure of health status and physical</i>	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara tingkat aktivitas fisik dan kualitas kesehatan di antara sampel 573	Studi ini menyimpulkan bahwa pengeluaran energi yang lebih tinggi melalui aktivitas fisik di antara populasi tempat kerja orang dewasa secara positif

		<i>activity in a workplace population</i>	karyawan berusia 20-68 yang mengambil bagian dalam intervensi tempat kerja untuk meningkatkan aktivitas fisik. Langkah-langkah yang digunakan termasuk Health-Related Quality of Life (menggunakan satu item) dan aktifitas fisik (yaitu Godin Leisure-Time Questionnaire).	terkait dengan peningkatan status kesehatan, dan juga menunjukkan bahwa item HRQL ukuran tunggal cocok untuk studi berbasis komunitas dan populasi, mengurangi beban respons dan biaya penelitian.
9	Kirwan et al. (2016)	<i>An Evaluation of BMI and The Healthy Working Lives Initiative on Workplace Physical Activity Levels (the Neuro FAST study)</i>	Tingkat aktivitas fisik (PA) yang dilakukan oleh pekerja di tempat kerja dinilai selama tujuh hari berturut-turut dan dibandingkan untuk menetapkan apakah tempat kerja yang sehat (Healthy Working Lives/HWL) yang diterapkan secara positif memengaruhi perilaku pekerja PA.	Hasil. Subyek dengan berat badan normal mengambil lebih banyak kaji per hari daripada subyek dengan berat badan berlebih atau obesitas. Akibatnya, subyek dengan berat badan berlebih mengeluarkan lebih banyak energi. Selain itu, ditemukan perbedaan yang signifikan secara statistik dalam jam kerja antara kelompok-kelompok BMI. Namun, tidak ada perbedaan signifikan yang diamati pada level PA antara tempat kerja dengan dan tanpa inisiatif HWL sebagaimana dinilai dengan akselometri (langkah dan tingkat aktivitas). Juga tidak ada perbedaan statistik berdasarkan usia, BMI, jenis kelamin atau tempat kerja untuk total jumlah jam kerja atau jam tidur. Karena itu, inisiatif HWL dianggap tidak efektif dalam kaitannya dengan meningkatkan level PA di tempat kerja yang dievaluasi. BMI kelebihan berat badan dikaitkan dengan

				jam kerja yang lebih lama dengan tingkat aktivitas dan BMI terkait terbalik.
10	Takala et al. (2014)	<i>Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012</i>	Artikel ini mengulas indikator, tren, dan solusi serta strategi terkini untuk mengatasi masalah utama global dan negara dalam keselamatan dan kesehatan di tempat kerja. Artikel ini didasarkan pada Kuliah Penghargaan Yant dari American Industrial Hygiene Association (AIHA) pada Kongres 2013. Kami meninjau angka pekerjaan, tingkat kematian, beban penyakit dan cedera akibat kerja, kecelakaan yang dilaporkan, survei tentang penyakit dan cedera akibat kerja yang dilaporkan sendiri, pecahan yang dapat diatribusikan, perkiraan biaya ekonomi nasional dari cedera terkait pekerjaan dan kesehatan yang buruk, dan informasi terbaru tentang permasalahan dari makalah, dokumen, dan sumber data elektronik yang diterbitkan organisasi internasional dan regional, khususnya Organisasi Perburuhan Internasional (ILO), Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), dan Uni Eropa (UE), lembaga, lembaga, dan situs publik	Secara global ada 2,3 juta kematian setiap tahun karena alasan yang dikaitkan dengan pekerjaan. Komponen terbesar terkait dengan penyakit terkait pekerjaan, 2,0 juta. Biaya ekonomi dari cedera dan penyakit terkait pekerjaan bervariasi antara 1,8 dan 6,0% dari PDB menurut perkiraan negara, rata-rata 4% menurut ILO. Langkah-langkah hukum dan penegakan hukum yang mendukung perusahaan dan organisasi itu sendiri perlu dilengkapi dengan justifikasi ekonomi dan argumen yang meyakinkan untuk mengurangi pemotongan sudut dalam manajemen risiko, dan untuk menghindari cacat jangka pendek dan jangka panjang, pensiun dini, dan penutupan perusahaan karena salah urus dan kehidupan kerja yang buruk dan tidak berkelanjutan

11	Linaker and Smedley (2002)	<i>Respiratory illness in agricultural workers</i>	<p>Penelitian ini bertujuan menjelaskan penyakit pernapasan akibat kerja utama dalam pertanian dan meringkas literatur terkini tentang epidemiologi dan pencegahan. Penyakit yang paling penting adalah rinitis dan asma, yang meskipun umum, biasanya tidak berakibat fatal.</p>	<p>Beberapa kondisi non-alergi, mis. Sindrom seperti asma dan sindrom debu beracun organik, belum sepenuhnya dipahami, tetapi tampaknya umum di antara pekerja pertanian. Penyakit pernapasan yang paling serius adalah pneumonitis hipersensitivitas dan infeksi pernapasan, tetapi ini jarang terjadi. Yang terpenting, penyakit pernapasan dapat dicegah dengan mengendalikan paparan berbahaya terhadap debu organik, gas beracun dan bahan kimia di peternakan melalui perbaikan dalam teknik pemeliharaan hewan, ventilasi akomodasi hewan, pengeringan dan penyimpanan bahan pakan ternak, tanaman dan produk lainnya secara hati-hati, dan penggunaan alat pelindung diri.</p>
12	Leigh (2011)	<i>Economic burden of occupational injury and illness in the United States</i>	<p>Tujuan penelitian ini adalah memberikan perkiraan biaya nasional cedera dan penyakit akibat kerja di antara warga sipil di Amerika Serikat untuk tahun 2007 dengan perkiraan insiden cedera fatal dan nonfatal dan penyakit nonfatal dan prevalensi penyakit fatal serta keduanya biaya medis dan tidak langsung (produktivitas)</p>	<p>Jumlah cedera fatal dan nonfatal pada tahun 2007 diperkirakan lebih dari 5.600 dan hampir 8.559.000, masing-masing, dengan biaya \$ 6 miliar dan \$ 186 miliar. Jumlah penyakit fatal dan nonfatal diperkirakan masing-masing lebih dari 53.000 dan hampir 427.000, dengan perkiraan biaya \$ 46 miliar dan \$ 12 miliar. Untuk gabungan cedera dan penyakit, perkiraan biaya medis adalah \$ 67 miliar (27% dari total), dan biaya tidak langsung</p>

				hampir \$ 183 miliar (73%). Cedera terdiri 77 persen dari total, dan penyakit menyumbang 23 persen. Total perkiraan biaya adalah sekitar \$ 250 miliar, dibandingkan dengan biaya yang disesuaikan dengan inflasi sebesar \$ 217 miliar untuk tahun 1992
13	Darr and Johns (2008)	<i>Work Strain, Health, and Absenteeism: A Meta-Analysis</i>	Penelitian ini bertujuan membuktikan hubungan antara ketidakhadiran dan ketegangan kerja. Sebuah teori yang berfokus pada meta-analisis dari 275 efek dari 153 studi mengungkapkan hubungan positif namun kecil antara ketidakhadiran dan ketegangan kerja, penyakit psikologis, dan penyakit fisik	Hasil pemodelan persamaan struktural menunjukkan bahwa hubungan ketiadaan regangan dapat dimediasi oleh gejala psikologis dan fisik. Sedikit dukungan yang diterima untuk perbedaan kemauan yang konon antara frekuensi ketidakhadiran dan waktu yang hilang, pengukuran ketidakhadiran berdasarkan penyakit. Di antara moderator yang diperiksa, pengukuran umum, sumber varian tengah semester dan stabil, dan tahun publikasi mendapat dukungan
14	Poole and Basu (2017)	<i>Systematic Review: Occupational illness in the waste and recycling sector</i>	Penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan literatur untuk mengidentifikasi bahaya terhadap kesehatan, efek biologis dan penyakit akibat kerja bagi pekerja di sektor pengolahan limbah dengan tinjauan sistematis dari literatur yang diterbitkan dan dua database Inggris.	Hasil Tingkat kematian, cedera non-fatal dan penyakit terkait pekerjaan yang dilaporkan sendiri ditemukan lebih tinggi di sektor limbah dan daur ulang daripada di industri Inggris secara keseluruhan. Ada peningkatan prevalensi keluhan pernapasan, gastro-intestinal dan kulit pada pekerja yang terpapar kompos dibandingkan dengan kontrol. Mereka juga dapat meningkatkan risiko alveolitis alergi

				ekstrinsik, aspergillosis bronkopulmoner alergi, asma akibat kerja, dan kelainan fungsi paru-paru. Pekerja yang terlibat dengan daur ulang baterai dan kabel mungkin berisiko mengalami keracunan timbal dan terpapar logam berat lainnya. Ada laporan kasus keracunan merkuri dari daur ulang lampu fluorescent. Kasus asma akibat kerja telah dilaporkan terkait dengan daur ulang kayu dan kertas. Daur ulang limbah elektronik dapat menyebabkan paparan logam berat dan polutan organik, seperti polibrominasi difenil eter, dioksin, dan hidrokarbon poliaromatik, yang telah dikaitkan dengan kerusakan DNA dan hasil buruk pada neonatal
15	Juwita and Is (2015)	Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Terjadinya Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Pada Pekerja Panglong Kayu Kabupaten Aceh Jaya Tahun 2014	Penelitian ini bertujuan untuk melihat hubungan antara lingkungan kerja, Alat Pelindung Diri (Masker) dan lama bekerja dengan kejadian penyakit infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) dengan menggunakan metode survey yang bersifat analitik dengan desain Cross-Sectional	Hasil Penelitian menunjukkan ada hubungan antara lingkungan kerja dengan kejadian penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Pvalue (0,001) < (0,05). Tidak ada hubungan antara pemakaian masker dengan kejadian penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Pvalue (0,066) > (0,05). Ada hubungan antara lama bekerja dengan kejadian penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Pvalue (0,003) < (0,05).

16	Putra and Afriani (2018)	Kajian Hubungan Masa Kerja, Pengetahuan, Kebiasaan Merokok, Dan Penggunaan Masker Dengan Gejala Penyakit Ispa Pada Pekerja Pabrik Batu Bata Manggis Gantiang Bukittinggi	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan faktor masa kerja, pengetahuan, kebiasaan merokok, dan penggunaan masker terhadap gejala ISPA pada pekerja batu bata di Kelurahan Manggis Gantiang, Bukittinggi. Hubungan ini dilihat dengan pendekatan desain cross sectional dan analisis chi-square. Deteksi penyakit ISPA dilakukan pengukuran dengan menggunakan peak flow meter dan kuisisioner gejala ISPA.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 46 responden pekerja pabrik batu bata dengan pengecekan peek flow meter diketahui 35 orang (76.08%) yang memiliki gejala berat sementara dengan penilaian kuisisioner terdapat 27 orang (58.7%), yang memiliki pengetahuan rendah tentang dampak bakaran sebanyak 24 orang (52.2%), yang menggunakan masker saat bekerja sebanyak 26 orang (56.5%), yang sudah lama bekerja 27 orang (58.7%), dan yang memiliki kebiasaan merokok 36 orang (78.3%). Hasil uji statistik hubungan gejala ISPA dengan pengetahuan memiliki nilai $p=0.041$, $OR=4.333$ ($CI= 1.235-15.206$), terhadap penggunaan masker dengan $p=0.002$, $OR= 9.800$ ($CI=2.500 - 38.411$), terhadap masa kerja dengan $p=0.026$, $OR= 0.204$ ($CI= 0.057 - 0.726$), dan terhadap merokok dengan $p=0.031$, $OR= 9.000$ ($CI= 1.031-78.574$).
17	Punnett and Wegman (2004)	<i>Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate</i>	Penelitian ini membahas kontroversi dengan mengacu pada laporan utama yang baru-baru ini ditugaskan oleh Kongres AS dari National Research Council (NRC) dan Institute of Medicine (IOM) (2001). Bukti epidemiologi yang tersedia cukup besar, tetapi akan mendapatkan	eskipun ukuran obyektif mungkin sangat berguna dalam menegakkan diagnosis yang lebih aman, tindakan subjektif dapat menangkap dampak pasien dengan lebih baik. Teknik pemeriksaan masih belum ada yang dapat menjadi "standar emas" untuk banyak gejala yang umumnya dilaporkan dalam penelitian di tempat

			keuntungan dari lebih banyak data longitudinal untuk mengevaluasi kesenjangan pengetahuan dengan lebih baik tentang latensi efek, riwayat alam, prognosis, dan potensi bias seleksi dalam bentuk efek pekerja yang sehat	kerja. Terakhir, penilaian keterpaparan terlalu sering dibatasi pada indikator kasar, seperti jabatan. Laporan diri pekerja, pengamatan investigator, dan pengukuran langsung masing-masing menambah pemahaman tetapi kurangnya metrik eksposur standar membatasi kemampuan untuk membandingkan temuan di antara studi.
18	Da Costa and Vieira (2010)	<i>Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of recent longitudinal studies</i>	Tujuan Tinjauan sistematis ini dirancang dan dilakukan dalam upaya untuk mengevaluasi bukti yang saat ini tersedia untuk banyak faktor risiko yang disarankan untuk gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan. Metode Untuk mengidentifikasi literatur terkait, kami mencari empat database elektronik (Cinahl, Embase, Medline, dan The Cochrane Library). Strategi pencarian menggabungkan istilah untuk gangguan muskuloskeletal, pekerjaan, dan faktor risiko. Hanya studi kasus-kontrol atau kohort yang dimasukkan	Faktor risiko yang diidentifikasi untuk perkembangan gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan dibagi dan diatur menurut bagian tubuh yang terkena, jenis faktor risiko (biomekanik, psikososial, atau individu) dan tingkat bukti (bukti yang kuat, masuk akal, atau tidak memadai). Kesimpulan Faktor risiko dengan setidaknya bukti yang masuk akal dari hubungan kausal untuk perkembangan gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan meliputi: pekerjaan fisik yang berat, merokok, indeks massa tubuh tinggi, tuntutan pekerjaan psikososial yang tinggi, dan adanya komorbiditas. Faktor risiko biomekanik yang paling sering dilaporkan dengan setidaknya bukti yang masuk akal untuk menyebabkan WMSD termasuk pengulangan yang berlebihan, postur tubuh yang canggung, dan angkat berat.

19	Silverstein and Clark (2004)	<i>Interventions to reduce work-related musculoskeletal disorders</i>	Penelitian ini menggunakan strategi pencarian literatur yang sistematis, kami mengidentifikasi 20 studi terkontrol secara acak, 17 studi kuasi-eksperimental dengan kelompok kontrol, dan 36 studi kasus pelaporan makalah dengan dalam peer- meninjau literatur antara 1999-2003.	Bukti terus berkembang yang menunjukkan kombinasi tindakan yang tampaknya memiliki efek terbesar dalam mengurangi WMSD, meskipun kontrol teknik dan administratif individu juga dapat memiliki efek positif.
20	Mehta et al. (2012)	<i>Occupational exposure to dusts, gases, and fumes and incidence of chronic obstructive pulmonary disease in the swiss cohort study on air pollution and lung and heart diseases in adults</i>	Pada studi ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara eksposur pekerjaan dan kejadian PPOK di Swiss Cohort Study on Air Pollution and Lung and Heart Diseases in Adults (SAPALDIA)	Rasio prebronkodilator volume ekspirasi paksa dalam 1 detik melebihi kapasitas vital paksa (FEV1 / FVC) diukur pada 4.267 peserta SAPALDIA nonastmatik berusia 18-62 tahun pada awal tahun 1991 dan pada tindak lanjut pada tahun 2001-2003. PPOK ditentukan oleh kriteria Inisiatif Global untuk Penyakit Paru Obstruktif Kronik (EMAS) (FEV1 / FVC <0,70) dan persamaan referensi Quanjer (FEV1 / FVC <batas bawah normal [LLN]), dan dikategorikan berdasarkan tingkat keparahan ($\geq 80\%$ dan <80% memprediksi FEV1 untuk tahap I dan tahap II +, masing-masing)
21	Djaali (2019)	Analisis Keluhan Musculoskeletal Disorders (Msd) Pada Karyawan PT. Control	Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat faktor yang berhubungan dengan kejadian MSDs. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif menggunakan desain kroseksional,	Pengukuran MSDs dilakukan menggunakan metode Rapid Office Strain Assesment (ROSA). Hasil studi ini menunjukkan sebanyak 65,5% karyawan mengalami keluhan MSDs. Hasil Uji Chi

		Sistem Arena Para Nusa	dengan melibatkan 84 karyawan pada PT. Control Sistem Arena Para Nusa Jakarta.	Square menunjukkan faktor ergonomi ($p_v=0,008$) dan kebiasaan olahraga ($p_v=0,002$) merupakan faktor yang berhubungan dengan terjadinya keluhan MSDs.
22	Ghiffari et al. (2016)	Model Sistem Dinamis Penilaian Kinerja Agroindustri Tembakau	Tujuan penelitian yang dilakukan adalah membangun model sistem dinamis penilaian kinerja untuk mendapatkan skenario kebijakan terbaik di PT. GMIT Jember.	Interaksi antara konsentrasi enzim dan lama hidrolisis terhadap tepung glukomanan yang dihasilkan berpengaruh nyata terhadap rendemen dengan nilai berkisar antara 1,74%-2,12%, kecerahan (lightness) berkisar antara 56,19-60,28, WHC berkisar antara 771,47-1621,07%, sedangkan berpengaruh tidak nyata terhadap OHC dengan nilai berkisar antara 733,20-788,20%, kadar air berkisar antara 9,57-12,78%, kadar abu berkisar antara 3,05-3,23%, kadar protein berkisar antara 8,26-8,57%, kadar glukomanan berkisar antara 52,06-56,17%, dan viskositas berkisar antara 107,34-127,59 mp.
23	Winanda et al. (2017)	Model Prediksi Kelelahan Pekerja Konstruksi di Lokasi Proyek	Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh analisis mengenai prediksi kelelahan pekerja konstruksi berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhinya sehingga diharapkan pengembangan model yang disusun dapat menunjang pelaksanaan K3 dalam industri	Hasil simulasi model menunjukkan hubungan antar komponen dalam sistem melalui diagram kausatik telah terverifikasi dan tervalidasi secara struktur terhadap pembebanan yang dilakukan dengan hasil perbedaan tingkat kelelahan sebesar 37% (dalam batas 30-40%) sehingga model dapat digunakan untuk memprediksi tingkat kelelahan pekerja melalui formulasi

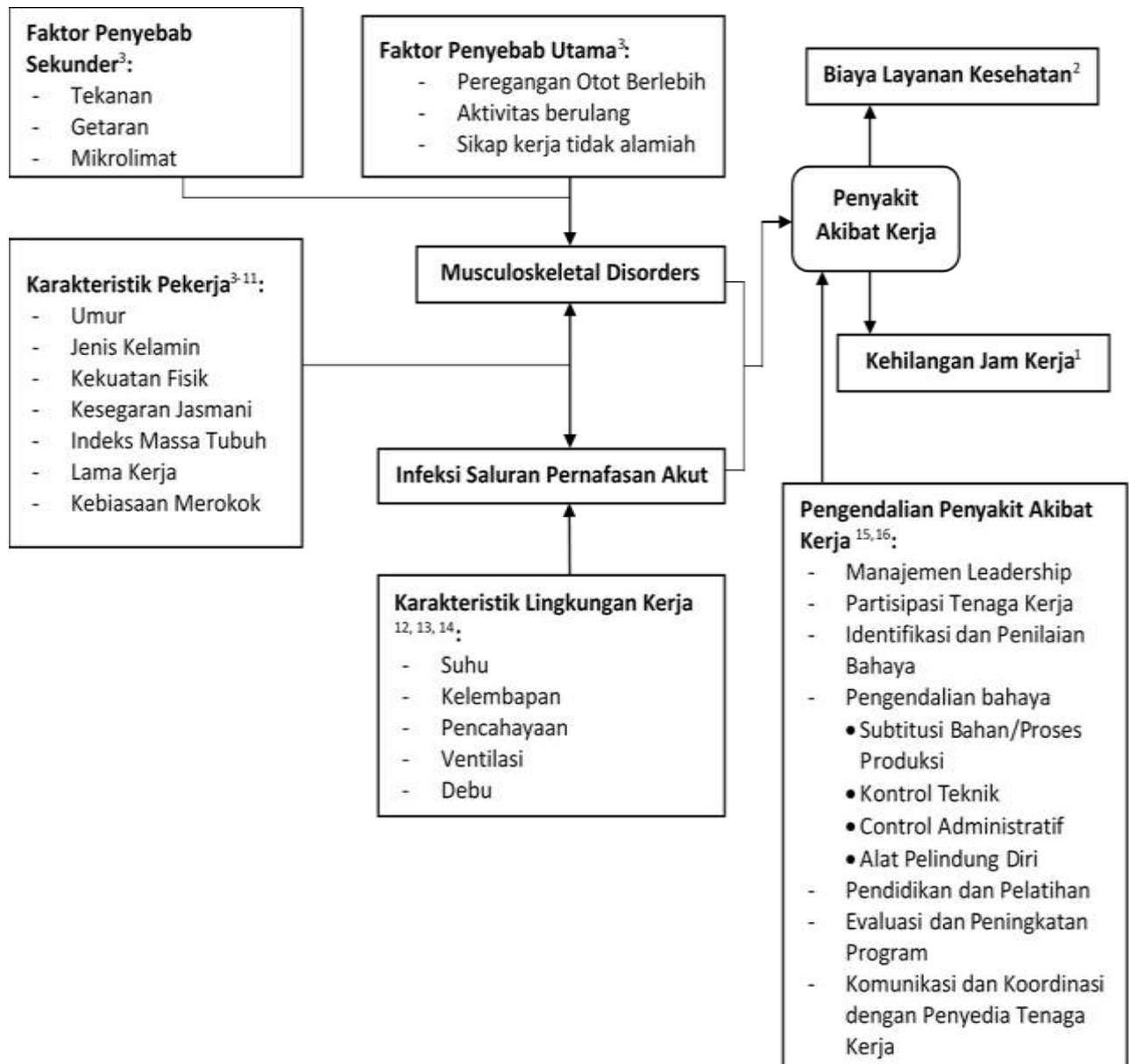
			konstruksi melalui manajemen kelelahan pekerja konstruksi.	yang dirumuskan. Skenariosasi pada model menunjukkan bahwa semakin kompleks variabel yang berpengaruh dalam sistem maka diperoleh perubahan yang signifikan terhadap tingkat kelelahan pekerja konstruksi.
24	Ansori et al. (2016)	Model Prediksi Prilaku Kerja Aman Industri Kreatif Batik Tulis Sumenep	Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap perilaku kerja aman menggunakan analisis regresi linier berganda. Faktor-faktor yang berpengaruh tersebut akan dijadikan variabel pada model prediksi kinerja prilakuaman IKM Batik Sumenep	Berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda menghasilkan bahwa prediksi prilaku kerja aman dipengaruhi oleh faktor pengetahuan dan alat pelindung diri dengan representasi model yang mampu digambarkan sebesar 15,9%.
25	Nuswantoro and Efranto (2011)	Pengaruh Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Dengan Menggunakan Structural Equation Model	Tujuan pada penelitian ini tidak hanya sekedar mengetahui apa yang terjadi, bagaimana terjadinya, tetapi juga ingin mengetahui mengapa terjadi pengaruh keselamatan dan Kesehatan kerja terhadap produktivitas kerja karyawan menggunakan SEM	Program Keselamatan Kerja mempunyai pengaruh negatif dan signifikan terhadap Faktor Kecelakaan Kerja, Program Kesehatan Kerja mempunyai pengaruh negatif dan signifikan terhadap Faktor Penyakit Akibat Kerja, Faktor Kecelakaan Kerja mempunyai pengaruh negatif dan signifikan Faktor Produktivitas, Pengaruh tidak langsung antara Program Keselamatan Kerja terhadap Faktor Produktivitas melalui Faktor Kecelakaan Kerja, Pengaruh tidak langsung antara Program Kesehatan Kerja terhadap Faktor

				Produktivitas melalui Faktor Penyakit Akibat Kerja.
26	Mallapiang et al. (2018)	Gambaran Kecelakaan Kerja, Penyakit Akibat Kerja Dan Postur Janggal Pada Pekerja Armada Mobil Sampah Tangkasaki' Di Kota Makassar	Tujuan penelitian ini untuk mengetahui gambaran kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja dan postur janggal pada pekerja armada mobil sampah TANGKASAKI' (Truk Angkutan Sampah Kita) di kota Makassar. Metode penelitian ini merupakan penelitian Survey bersifat-Deksriptif dengan populasi adalah seluruh pekerja pengangkut sampah di kecamatan Tamalate Makassar sebanyak 30 orang dengan sampel 24 orang yang ditentukan secara purposive sam-pling	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecelakaan kerja tertinggi yang dialami oleh pekerja yaitu tertusuk dan tergores sebanyak 22 responden (43.1%) dan penyakit akibat kerja berupa penyakit kulit sebanyak 9 responden (22.5%). Sedangkan postur janggal dialami oleh pekerja pengangkut sampah karena posisi membungkuk, mengangkat, menarik, menggapai dan melempar sampah ke dalam truk secara berulang-ulang, sehingga mengalami keluhan nyeri punggung sebanyak 18 responden (30.5%).
27	Hasugian (2017)	Perilaku Pencegahan Penyakit Akibat Kerja Tenaga Kerja Indonesia di Kansashi, Zambia: Analisis Kualitatif	Tujuan penelitian kualitatif ini adalah menggali informasi perihal perilaku pencegahan PAK yang dilakukan para pekerja selama berada di Afrika dari perspektif pekerja. Dengan memahami perilaku pekerja diharapkan gap yang terjadi dapat dikendalikan. Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi perusahaan, pemegang kebijakan, dan bidang Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) untuk mendapatkan strategi pencegahan	Perilaku pencegahan terhadap PAK di Zambia oleh pekerja Indonesia sudah mengikuti prosedur yang ditetapkan, namun belum berjalan 100%. Kelalaian, kecerobohan atau kurang sadar, pengabaian atau tidak patuh terhadap safety dari individu (informan), ditemukannya pimpinan yang kurang perhatian, ketidakpuasan pelayanan petugas kesehatan, keterlambatan laporan sakit dari para pekerja merupakan perilaku yang harus diperbaiki untuk meningkatkan

			PAK khususnya bagi pekerja Indonesia yang bekerja di Afrika.	kesehatan kerja yang mendukung pencegahan PAK.
28	Abtahi et al. (2018)	<i>National and subnational mortality and disability-adjusted life years (DALYs) attributable to 17 occupational risk factors in Iran, 1990-2015</i>	Penelitian ini memperkirakan usia-jenis kelamin tertentu dan kematian penyebab-spesifik, tahun-tahun kehidupan yang hilang karena kematian dini (YLLs), tahun hidup dengan kecacatan (YLDs) dan tahun hidup yang disesuaikan dengan kecacatan (DALYs) yang disebabkan oleh 17 risiko pekerjaan individu di Iran di tingkat nasional dan subnasional pada 1990-2015 berdasarkan Global Burden of Disease Study 2015 (GBD 2015	Dari tahun 1990 hingga 2015, peningkatan total DALY yang disebabkan karsinogen akibat kerja (112%) lebih tinggi dibandingkan dengan risiko pekerjaan lainnya. Selama masa studi, perubahan risiko menghapus tingkat DALY dan eksposur risiko menyebabkan penurunan total DALY yang disebabkan risiko pekerjaan masing-masing sebesar 14% dan 30%. Berdasarkan koefisien Gini, ketimpangan spasial di tingkat DALY yang diakibatkan oleh risiko pekerjaan di tingkat provinsi menurun selama 1990-2015.
29	Bosman et al. (2018)	<i>Prediction models to identify workers at risk of sick leave due to low-back pain in the dutch construction industry</i>	Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan model prediksi berdasarkan variabel yang diukur dalam pemeriksaan kesehatan kerja untuk mengidentifikasi pekerja yang terdaftar tidak sakit yang berisiko cuti sakit akibat nyeri punggung bawah (LBP) non-spesifik. Metode Penelitian kohort ini terdiri dari pekerja konstruksi manual (N = 22.648) dan non-manual (N = 9.735) yang mengikuti pemeriksaan kesehatan kerja antara tahun 2010 dan 2013.	Selama tindak lanjut, 178 (0,79%) pekerja manual dan 17 (0,17%) pekerja konstruksi non-manual melaporkan cuti sakit LBP. Seleksi mundur menghasilkan model dengan nyeri / kaku di punggung, gangguan / cedera muskuloskeletal yang didiagnosis dokter, tuntutan fisik postural, perasaan sehat, vitalitas, dan pengaturan kerja sebagai variabel prediktor. R-square Nagelkerke adalah 3,6%; kalibrasi memadai, tetapi diskriminasi buruk (AUC = 0,692; 95% CI 0,568-0,815).

30	Totok Gunawan, dan Pramono Hadi (2015)	Model Pengendalian Kesehatan Tenaga Kerja Pada Kegiatan Pengecoran Logam Tradisional Studi Kasus Di Kawasan Industri Batur Klaten, Jawa Tengah	Penelitian yang dilakukan di PT. Bonjor Klaten bertujuan mengetahui sebaran debu logam di dalam ruang pengecoran yang berpengaruh terhadap kesehatan tenaga kerja	Hasil yang didapat bahwa dalam kegiatan dapur kupola di ruang pengecoran menghasilkan partikel zat kimia yang berasal dari cerobong asap dan saluran keluaran dapur kupola yang tersebar semakin lama terpapar maka dapat memberikan dampak timbulnya penyakit paruparu dan kulit. Model pengendalian tenaga kerja yang ada di PT. Bonjor berupa temuan penelitian antara lain: simulasi digital mengenai sebaran pola arah dan jatuhnya partikel zat kimia silikon dan mangan yang tersebar di dalam ruang pengecoran logam, perencanaan SOP kegiatan persiapan bahan baku, pengisian dan pengoperasian dapur kupola berdasarkan hazard dalam lingkungan tempat kerja, dalam upaya pengendalian pencemaran debu logam dengan menggunakan alat pelindung diri dan pengawasan terhadap lingkungan tempat kerja, dan penerapan peraturan perundang-undangan keselamatan dan kesehatan kerja yang berkaitan perizinan perusahaan dan penerapan SMK3 di dalam perusahaan PT. Bonjor dalam upaya pengendalian kesehatan tenaga kerja pengecoran secara tradisional.
----	--	---	---	---

G. Kerangka Teori Penelitian

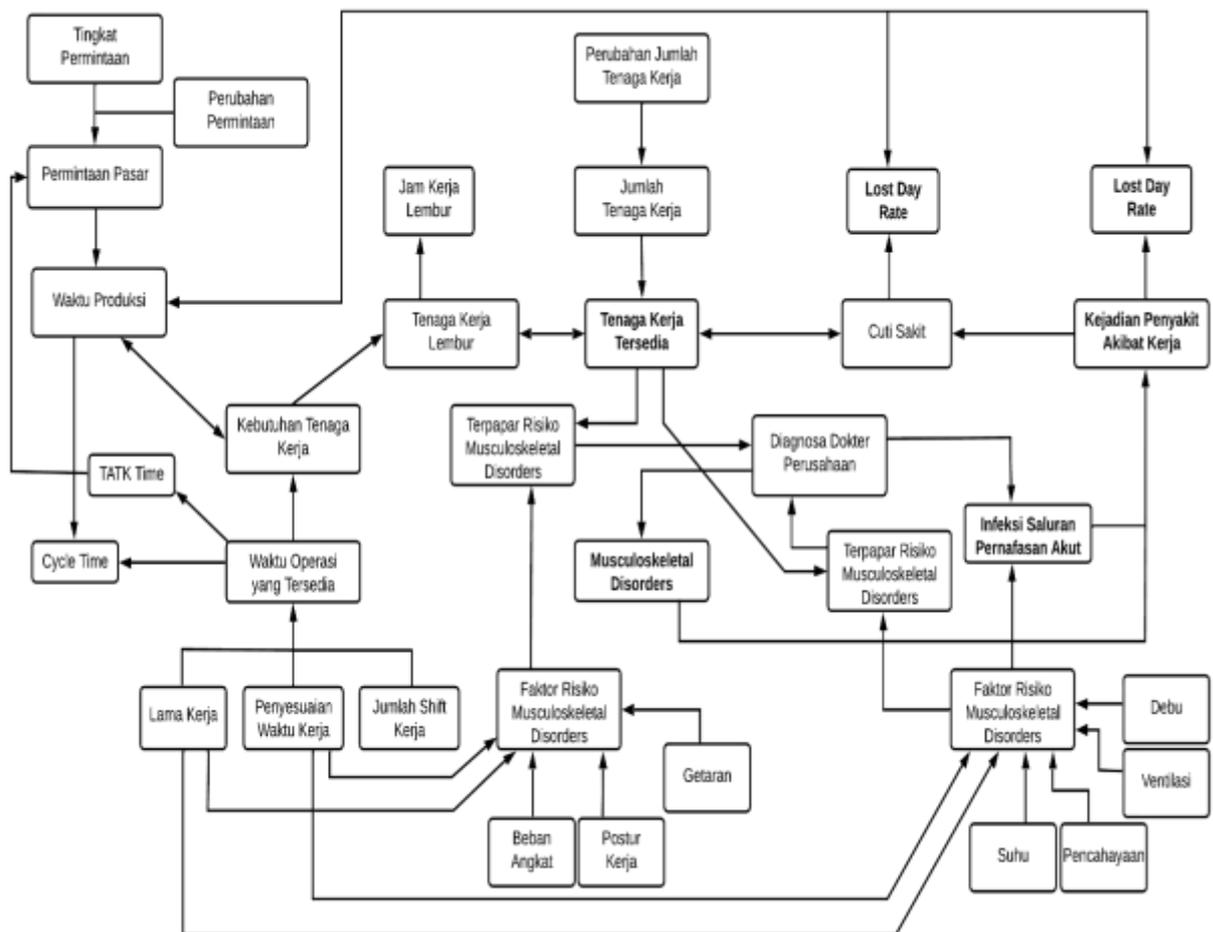


Gambar 2.3 Kerangka Teori Kejadian Penyakit Akibat Kerja

Sumber : Modifikasi dari beberapa referensi: Fitriyani⁵, 2011; Global Reporting Initiative¹, 2016; Halim⁴, 2012; Harrianto⁸, 2012; Husin¹³, 2015; Lebeau et al.², 2014; Menteri Kesehatan R.I¹², 2016; Naini¹¹, 2009; Rasmaliah⁶, 2004; Suma'mur^{14,7}, 1985, 2009; Tarwaka³, 2004; World Health Organization⁹, 2001; Yusnabeti et al.¹⁰, 2013; Rosenstock¹⁵, 2006; OSHA¹⁶, 2016.

H. Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka konsep penelitian ini merupakan hasil gabungan dari teori pengendalian penyakit akibat kerja Rosenstock *et. al.* dan *Occupational Safety and Health Administration* kemudian ditambahkan faktor risiko yang berpengaruh dengan kejadian penyakit akibat kerja yang sesuai dengan kejadian dilokasi penelitian yaitu infeksi saluran pernafasan akut dan *musculoskeletal disorders*. Adapun kerangka konsep penelitian ini ditunjukkan pada gambar II.4 dibawah ini



Gambar 2.4 Kerangka Konsep Penelitian