ANALISIS STRATEGI MITIGASI RISIKO PADA RANTAI PASOK VAKSIN BOOSTER COVID-19 MENGGUNAKAN METODE *HOUSE OF RISK* (HOR) DAN SIMULASI *SYSTEM DYNAMIC*

(Studi Kasus Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri

Nama : Dwi Anggarini

No.Mahasiswa : 18522244

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2022

LEMBAR PERNYATAAN

Demi Allah, Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbuti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 20 Desember 2022

Dwi Anggarini

18522244

LEMBAR PENELITIAN

PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS KESEHATAN
Jalan Gondosuli No. 6 telepon (0274) 563153 faksimile (0274) 512368
Website : dinkes.jogjaprov.go.id, Email : dinkes@jogjaprov.go.id
YOGYAKARTA 55165

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : dr Ari Kurniawati, M.P.H

Jabatan : plh. Kepala Seksi Pencegahan Penyakit

Dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa yang beridentitas:

Nama : Dwi Anggarini

NIM : 18522244

Jurusan : Teknik Industri

Perguruan Tinggi : Universitas Islam Indonesia

Telah melakukan penelitian Tugas Akhir di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta terhitung dari Juni 2022 sampai Agustus 2022 dengan judul Tugas Akhir **"Analisis Strategi Mitigasi Risiko Pada Rantai Pasok Vaksin Covid-19 Menggunakan Metode *House Of Risk* (HOR) dan Simulasi *System Dynamic*".**

Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 31 Agustus 2022

Plh . Kepala Seksi Pencegahan Penyakit

DAERAH DISKES ISTIMEWA

dr Ari Kurniawati, M.P.H

NIP. 198308072010012020

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS STRATEGI MITIGASI RISIKO PADA RANTAI PASOK VAKSIN COVID-19 MENGGUNAKAN METODE *HOUSE OF RISK* (HOR) DAN SIMULASI *SYSTEM DYNAMIC*

(Studi Kasus Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta)

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1
Jurusan Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh:

Dwi Anggarini

NIM. 18 522 244

Yogyakarta, 10 Oktober 2022
Menyetujui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir,

Dr. Ir. Dwi Handayani., S.T., M.Sc., IPM.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS STRATEGI MITIGASI RISIKO PADA RANTAI PASOK VAKSIN BOOSTER COVID-19 MENGGUNAKAN METODE *HOUSE OF RISK* (HOR) DAN SIMULASI *SYSTEM DYNAMIC*

(Studi Kasus Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta)

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Dwi Anggarini

No.Mahasiswa : 18522244

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, Desember 2022

Tim Penguji

Dr. Ir. Dwi Handayani., S.T., M.Sc., IPM.
Ketua

Suci Miranda, S.T., M.Sc.
Anggota I

Dian Janari, S.T., M.T.
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Universitas Islam Indonesia

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin puji syukur kepada Allah SWT, karena kuasa-Nya saya bisa menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini.

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada orang-orang tercinta saya, yaitu kedua orang tua saya, Bapak Margono, dan Ibu Purwati, serta kakak perempuan saya, Aneng Dwi Saputri S.Pd., yang telah memberikan banyak dukungan kepada saya dalam menyusun dan menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Serta untuk sahabat-sahabat saya yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada saya.

HALAMAN MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا , إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.” (QS. Al-Insyirah: 5-6)

اِنَّمَآ اَمْرُهٗٓ اِذَآ اَرَادَ شَيْـًٔا اَنْ يَّقُوْلَ لَهٗ كُنْ فَيَكُوْنُ

“Sesungguhnya urusan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu Dia hanya berkata kepadanya, “Jadilah!” Maka jadilah sesuatu itu.” (QS. Yasin: 82)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir. Shalawat dan salam selalu tercurah kepada baginda Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat yang telah membawa umat manusia menuju jalan yang diridhai Allah SWT.

Penelitian tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Strata Satu Jurusan Teknik Industri di Universitas Islam Indonesia. Dengan adanya penelitian tugas akhir ini diharapkan mahasiswa dapat menerapkan ilmu perkuliahan yang telah dipelajari ke dunia kerja secara nyata.

Bimbingan dan bantuan datang begitu banyak kepada penulis baik secara moril maupun materil, langsung maupun tidak langsung sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih yang begitu besar kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M,Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Dr. Ir. Dwi Handayani., S.T., M.Sc., IPM. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, motivasi, memberikan petunjuk, saran dan informasi selama pembuatan Tugas Akhir.
4. Bapak Margono, Ibu Purwati dan Aneng Dewi Saputri selaku orang tua dan kakak saya yang senantiasa memberikan semangat, motivasi dan doa.
5. Bapak Widi Triarso, Ibu Shofi Nazilatur Rizai, dan Bapak Puji Sutawi, selaku pegawai Dinas Kesehatan DIY bidang Pencegahan dan Pengendalian Penyakit yang telah banyak membantu dan membimbing saya dalam proses pengambilan data.
6. Seluruh pegawai Dinas Kesehatan DIY yang telah membantu dalam penelitian tugas akhir ini.

7. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada penulis.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah membantu penulis selama penelitian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik yang membangun dan saran sangat diharapkan sehingga membuat laporan menjadi lebih baik lagi. Semoga kebaikan dan bantuan yang telah diberikan akan mendapat balasan dari Allah SWT dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca ataupun seluruh pihak yang membutuhkan di kemudian hari. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 5 Oktober 2022

Dwi Anggarini

ABSTRAK

Penyebaran virus corona baru (SARS-Cov-2) di penghujung tahun 2019, yang kemudian disebut Covid-19, menjadi kekhawatiran dunia. Hal ini menyebabkan jumlah orang yang terkonfirmasi Covid-19 masih bertambah setiap harinya. Berbagai upaya dilakukan oleh pemerintah dalam menekan bertambahnya kasus Covid-19, salah satunya yaitu program vaksinasi Covid-19. Pada pelaksanaan program vaksinasi Covid-19, Dinas Kesehatan Provinsi memiliki peran untuk ikut serta dalam pencegahan dan pengendalian Covid-19 diantaranya melaksanakan pendataan dan penetapan fasilitas kesehatan serta penetapan pendistribusian vaksin Covid-19, peralatan pendukung dan logistik pelaksanaan vaksinasi Covid-19. Hal tersebut berkaitan dengan manajemen rantai pasok dan memastikan keamanan vaksin kepada penerima. Vaksin memiliki penanganan khusus yang mengharuskan disimpan pada suhu tertentu sesuai jenis vaksinnya agar terjaga kualitas dan efektivitasnya. Tantangan proses pendistribusian tersebut memerlukan adanya identifikasi risiko dengan cara melihat seluruh variabel-variabel yang ada di sistem secara holistik khususnya pada aktivitas rantai pasok vaksin Covid-19 menggunakan HOR dan system dynamics. Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa data terdapat 16 risk event dan 24 risk agent yang mempengaruhi rantai pasok vaksin Covid-19 di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta. Terdapat 5 risk agent yang dominan dengan 9 prevention action yang digunakan sebagai langkah mitigasi. Hasil simulasi system dynamic dengan variabel risk agent dan prevention action menunjukkan adanya jumlah kasus stockout pada gudang persediaan sehingga diberikan 3 usulan kebijakan yang dapat dilakukan oleh pihak Dinas Kesehatan.

Keyword: Vaksin Covid-19, Rantai Pasok, Risiko, HOR, System Dynamics

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN ii
LEMBAR PENELITIAN iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
HALAMAN MOTTO vii
KATA PENGANTAR viii
ABSTRAK x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Batasan Masalah 5
1.4 Tujuan Penelitian 6
1.5 Manfaat Penulisan 6
1.6 Sistematika Laporan 7
BAB II KAJIAN LITERATUR 9
2.1 Penelitian Terdahulu 9
2.1.1 *Cold Supply Chain Vaccine* 9
2.1.2 *House of Risk* (HOR) 11
2.1.3 *System Dynamic (SD) Vaccine* 12
2.1.4 HOR, SD, *Cold Supply Chain Vaccine* 13
2.2 Tinjauan Pustaka 17
2.2.1 Manajemen Risiko 17
2.2.2 *Supply Chain Risk Management* 18
2.2.3 *House of Risk* (HOR) 19
2.2.4 Simulasi 25
2.2.5 *System Dynamic* 25
2.2.6 *Causal Loop Diagram* 26
2.2.7 *Flow Diagram* 27
2.2.8 Validasi dan Verifikasi Model 28
2.2.9 *Expert Judgement* 29
BAB III METODE PENELITIAN 31
3.1 Lokasi dan Objek Penelitian 31
3.2 Subjek Penelitian 31
3.3 Sumber Data 31
3.3.1 Data Primer 31
3.3.2 Data Sekunder 32
3.4 Metode Pengumpulan Data 32
3.5 Instrumen Penelitian 33
3.5 Alur Penelitian 33
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 38
4.1 Profil Dinas Kesehatan DIY 38

4.2 Identifikasi Risiko Menggunakan HOR I 39
4.2.1 Megidentifikasi Kejadian Risiko (*Risk Event*) 40
4.2.2 Menilai Dampak Kejadian Risiko (*Risk Event*) 41
4.2.3 Mengidentifikasi Sumber Risiko (*Risk Agent*) 43
4.2.4 Mengembangkan Hubungan Matriks 44
4.2.5 Melakukan Perhitungan ARP 45
4.3 Desain Usulan Perbaikan Menggunakan HOR II dan *System Dynamic* 48
4.3.1 Memilih *Risk Agent* Dominan 48
4.3.2 Mengidentifikasi *Preventive Action* 49
4.3.3 Menenetukan Korelasi *Preventive Action* dan *Risk Agent* Dominan 51
4.3.4 Melakukan Perhitungan Total Efektivitas 52
4.3.5 Memperkirakan Tingkat Derajat Kesulitan 52
4.3.6 Melakukan Perhitungan Total Efektif Pada Rasio Kesulitan 52
4.3.7 Membuat Model Konseptuan *Causal Loop Diagram* (CLD) 55
4.3.8 Membuat *Flow Diagram* 62
4.2.7 Verifikasi dan Validasi Model 70
4.3.8 *Design Experiment* 74
BAB V PEMBAHASAN 79
5.1 Analisis Identifikasi Risiko Menggunakan *House of Risk* I 80
5.2 Analisis Desain Usulan Perbaikan Menggunakan HOR II dan *System Dynamic* 86
5.2.1 Analisis *House of Risk* II 86
5.2.2 Analisis *System Dynamic* 92
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 96
6.1 Kesimpulan 96
6.2 Saran 97
DAFTAR PUSTAKA 98
LAMPIRAN 102
Lampiran 1. Jadwal Pemantauan Suhu 102
Lampiran 2. Perencanaan Jadwal Pengiriman Vaksin 104
Lampiran 3. Usulan *Database* Pusat Koordinasi 105
Lampiran 4. Kuesioner HOR I 106
Lampiran 5. Pengisian Kuesioner HOR I 111
Lampiran 6. Hasil Penilaian *Expert* HOR I 115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Akumulasi Data Kasus *Covid*-19 Nasional 1
Gambar 2.1 *Level* 27
Gambar 2.2 *Auxillary* 27
Gambar 2.3 *Rate* 27
Gambar 2.4 *Constant* 28
Gambar 2.5 *Link* 28
Gambar 3.1 Alur Penelitian 34
Gambar 4.1 Diagram Pareto 48
Gambar 4.2 *Causal Loop Diagram* 58
Gambar 4.3 *Flow Diagram* 63
Gambar 4.4 Grafik Persediaan Vaksin Booster *Covid*-19 69
Gambar 4.5 Daerah Penerimaan dan Penolakan Tabel T α/2 0,025 72
Gambar 4.6 Grafik F tabel 73

DAFTAR TABEL

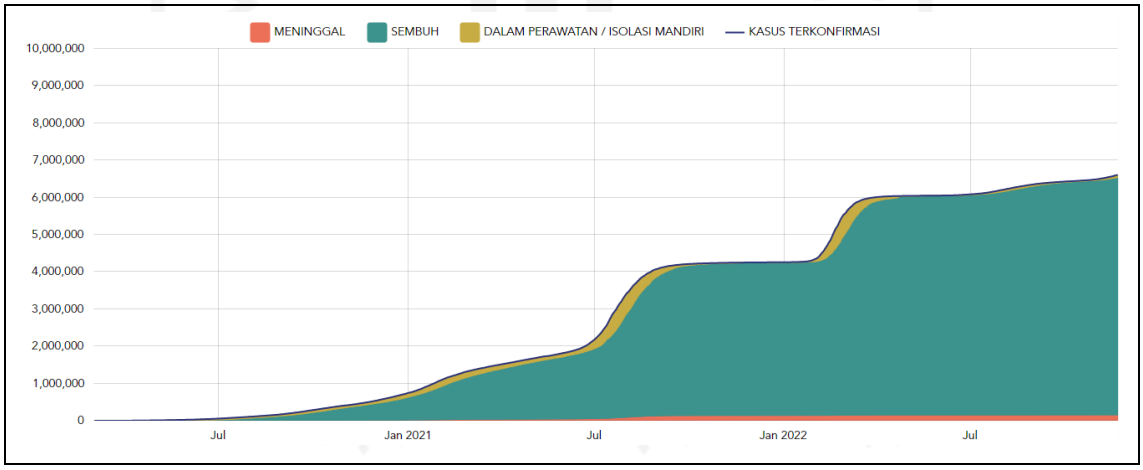
Tabel 2.1 *State of the Art* 14
Tabel 2.2 *State of the Art* (Lanjutan) 15
Tabel 2.3 *State of the Art* (Lanjutan) 16
Tabel 2.4 Model HOR Fase I 20
Tabel 2.5 Nilai *Severity* 21
Tabel 2.6 Nilai *Occurance* 21
Tabel 2.7 Nilai Korelasi 22
Tabel 2.8 Model HOR Fase II 23
Tabel 2.9 Nilai Tingkat Kesulitan 24
Tabel 4.1 Data *Expert* 39
Tabel 4.2 Identifikasi Risiko 40
Tabel 4.3 Identifikasi Risiko (Lanjutan) 41
Tabel 4.4 Penilaian Tingkat Keparahan (*Severity*) Risiko 42
Tabel 4.5 Penilaian Tingkat Kemunculan (*Occurrence*) Risiko 43
Tabel 4.6 Penilaian Tingkat Kemunculan (*Occurrence*) Risiko (Lanjutan) 44
Tabel 4.7 *House of Risk* Fase 1 46
Tabel 4.8 *House of Risk* Fase 1 (Lanjutan) 47
Tabel 4.9 *Risk Agent* Dominan 49
Tabel 4.10 Langkah Mitigasi (*Preventive Action*) Risiko 50
Tabel 4.11 Langkah Mitigasi (*Prevention Action*) Risiko (Lanjutan) 51
Tabel 4.12 *House of Risk* Fase II 53
Tabel 4.13 Urutan *Preventive Action* 54
Tabel 4.14 Urutan *Preventive Action* (Lanjutan) 55
Tabel 4.15 Identifikasi Variabel Sistem 56
Tabel 4.16 Identifikasi Variabel Sistem (Lanjutan) 57
Tabel 4.17 Identifikasi Variabel Sistem (Lanjutan) 58
Tabel 4.18 Vaksin Booster *Covid*-19 *Expired* dan Rusak 69
Tabel 4.19 Perbandingan Persediaan dan Pengiriman Vaksin Booster *Covid*-19 69
Tabel 4.20 Data Hasil Simulasi dan Sistem Nyata 71
Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Rata-rata dan Standar Deviasi 71
Tabel 4.22 Perbandingan Persediaan dan Permintaan Vaksin Booster *Covid*-19 75
Tabel 4.23 Perbandingan Persediaan dan Permintaan Vaksin Booster *Covid*-19 77
Tabel 5.1 Jenis-Jenis Vaksin *Covid*-19 79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyebaran virus corona baru (*SARS-Cov*-2) di penghujung tahun 2019, yang kemudian disebut *Covid*-19, menjadi kekhawatiran dunia. *Covid*-19 pertama kali terdeteksi di kota Wuhan di China, yang kemudian bermigrasi dan menyebar ke seluruh dunia. Akibat dari penyebaran tersebut pada akhirnya organisasi kesehatan dunia *World Health Organizatin* (WHO) pada tanggal 12 Maret 2020 menetapkan penyebaran *Covid*-19 sebagai pandemi. Hingga saat ini jumlah orang yang terkonfirmasi *Covid*-19 masih bertambah setiap harinya, di Indonesia tercatat hingga 21 November 2022 terdapat sebanyak 6.608.367 kasus *Covid*-19 yang telah terkonfirmasi (Kementrian Kesehatan RI, 2022).



Gambar 1.1 **Grafik Akumulasi Data Kasus *Covid*-19 Nasional**
(Kementerian Kesehatan RI, 2022)

Berbagai upaya dilakukan oleh pemerintah untuk menekan bertambahnya kasus *Covid*-19, salah satunya yaitu program pemberian vaksin *Covid*-19. Vaksin adalah produk biologi yang mengandung antigen berupa mikroorganisme yang diproses secara aman dan bila diberikan kepada seseorang menghasilkan kekebalan spesifik yang aktif

terhadap penyakit tertentu. Vaksin mendorong pembentukan kekebalan tubuh untuk mencegah penyakit serius (Winarto *et al*., 2022). Pemberian vaksin ini dinilai sebagai solusi paling tepat untuk mengurangi infeksi yang disebabkan oleh virus *SARS-CoV*-2. Proses pemberian vaksin *Covid*-19 di Indonesia dilakukan dengan memberikan dosis lengkap baik vaksin primer dan vaksin booster.

Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan instansi yang tugas dan fungsinya melayani masyarakat Yogyakarta dalam bidang rehabilitasi kesehatan, pendidikan kesehatan dan pencegahan penyakit. Pada masa pandemi *Covid*-19 yang sedang dialami masyarakat khususnya di daerah Yogyakarta, Dinas Kesehatan DIY dituntut untuk ikut serta dalam pencegahan dan pengendalian *Covid*-19, seperti mengedukasi masyarakat tentang bahaya dan cara mengindari infeksi virus tersebut, serta melaksanakan program vaksinasi *Covid*-19 di daerah Yogyakarta. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2021 pada pasal 25 menjelaskan bahwa dalam hal pelaksanaan program vaksinasi, dinas kesehatan kabupaten/kota dan dinas kesehatan provinsi secara bertahap melaksanakan pendataan dan penetapan fasilitas pelayanan kesehatan, serta menentukan distribusi vaksin *Covid*-19, peralatan pendukung, dan logistik untuk keperluan pelaksanaan vaksinasi *Covid*-19.

Hal tersebut berkaitan dengan proses pendistribusian dan memastikan keamanan vaksin kepada penerima. Menurut Maxi Rein Rondonuwu, Dirjen P2P Kementerian Kesehatan RI, pendistribusian vaksin membutuhkan rantai dingin yang mengharuskan vaksin dalam wadah penyimpanannya selalu disimpan pada suhu dingin tertentu untuk menjaga kualitas dan efektifitasnya. Beberapa faktor juga harus diperhatikan dalam penyusunan rencana distribusi vaksin seperti ketersediaan kendaraan, ketersediaan dan kapasitas sarana/peralatan pendingin sesuai karakteristik vaksin, jadwal pendistribusian, stok maksimal dan minimal vaksin serta waktu interval vaksin berdasarkan jenis vaksin. Dengan demikian, proses diatas berkaitan erat dengan manajemen rantai pasok atau *supply chain management* yang memiliki peran penting dalam menyukseskan program vaksinasi *Covid*-19 di Indonesia.

Manajemen rantai pasok adalah suatu pendekatan yang mengintegrasikan pemasok sehingga barang dapat dikirimkan pada waktu, tempat, dan jumlah yang tepat, sesuai permintaan (Nihayah *et al*., 2021). Sedangkan menurut Chandra dan Kumar (2019) *vaccine supply chain* merupakan jaringan dari semua kegiatan yang yang berkaitan dengan pengiriman vaksin mulai dari tahap pengadaan hingga penerima divaksinasi. Hal ini termasuk fungsi seperti rantai dingin, peramalan vaksin, manajemen persediaan vaksin, petugas kesehatan, dan lainnya. Pengiriman vaksin hingga tujuan akhir adalah sistem yang kompleks mulai dari proses, peralatan, sumber daya manusia, moda transportasi dan aspek darurat (Yadav & Kumar, 2021). Sehingga pada aktivitas rantai pasok atau *supply chain* vaksin, sangat mungkin untuk memunculkan risiko.

Menurut SNI ISO 31000, risiko adalah efek ketidakpastian pada tujuan. Risiko yang ada dalam rantai pasok didefinisikan sebagai gangguan dan variasi ketidakpastian yang disebabkan munculnya masalah sumber daya dan arus informasi dalam jaringan rantai pasok. Adanya risiko dalam rantai pasok dapat mempengaruhi kelancaran proses rantai pasok pada setiap bagiannya (Purbowasito *et al*., 2022). Seperti pada beberapa penelitian terkait rantai pasok vaksin, risiko dapat menyebabkan timbulnya masalah yang mengakibatkan kondisi *stock-out* (Chandra & Kumar, 2018), kualitas vaksin yang rusak karena penanganan yang tidak tepat dan variasi suhu (Robertson *et al*., 2017), serta pemborosan vaksin karena telah mencapai kedaluwarsa dan limbah vial yang terbuka (Patel *et al*., 2016).

Dinas Kesehatan Provinsi DIY dalam pelaksanaan program vaksinasi *Covid*-19 bertanggung jawab mulai dari pendataan, menerima vaksin dari pusat, menyimpan vaksin, hingga mendistribusikan vaksin ke lima wilayah di provinsi Yogyakarta. Penangangan khusus berupa rantai dingin (*cold chain*) dibutuhkan dalam rantai pasok vaksinasi *Covid*-19. Akan tetapi, dalam rantai pasok vaksin khususnya vaksin booster *Covid*-19, terdapat risiko-risiko yang dapat menghambat jalannya rantai pasok vaksin booster *Covid*-19, salah satunya yaitu dari segi sumber daya manusia. *Staff*/petugas yang lalai atau melakukan kesalahan (*human error*) dalam penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19 dapat mengakibatkan vaksin mengalami kerusakan. Selain itu, pasokan vaksin booster *Covid*-19 dari pusat yang mendekati masa *expired* juga ditemui. Risiko vaksin booster *Covid*-19 yang rusak maupun *expired* tersebut dapat

menyebabkan terganggunya rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 dimana akan berakibat kondisi *stockout* pada gudang persediaan vaksin Dinas Kesehatan DIY.

Oleh karena itu, berdasarkan hal di atas selain manajemen rantai pasok, diperlukan pula adanya manajemen risiko unutuk mengidentifikasi risiko yang terlibat dan pengaruhnya terhadap variabel sistem. Manajemen risiko adalah serangkaian proses dan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengukur, memantau, dan mengendalikan risiko yang muncul (Nisak & Ibrahim, 2014). Selain itu, pendekatan sistem dinamik juga diperlukan dalam rantai pasok vaksin *Covid*-19 mengingat sifatnya yang berupa sistem kompleks. Sistem dinamik merupakan sebuah metodologi yang mempelajari dan mengelola umpan balik berdasarkan variabel-variabel yang ada dalam sistem yang kompleks (Daalen & Thissen, 2001).

Pada penelitian ini menggunakan *House of Risk* (HOR) yaitu metode yang diusulkan oleh Pujawan dan Geraldin (2009) berupa model modifikasi antara FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) dan HOQ (*House of Quality*) pada konteks *supply chain risk management*. Menurut Ridwan *et al*., (2019) metode HOR adalah metode yang tepat untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi risiko serta memberikan usulan strategi mitigasi. Metode HOR dilakukan sebanyak dua kali fase yaitu HOR fase 1 dan HOR fase 2. Pada HOR fase 1 berfokus dalam pemeringkatan nilai *aggregate risk potensial* (ARP) terdapat dari tiga faktor yaitu *occurrence, severity* dan *correlation*. Sedangkan HOR fase 2 berfokus pada mengidentifikasi pola respons atau langkah mitigasi yang tepat dalam meminimalkan risiko. Simulasi *system dynamic* digunakan untuk melihat seluruh variabel-variabel yang ada di sistem secara holistik khususnya variabel risiko yang telah diidentifikasi dan pengaruhnya terhadap variabel yang lain. Metode simulasi yang berkembang sampai saat ini yaitu simulasi *monte carlo* dan *discreate event simulation*. Akan tetapi, apabila dibandingkan dengan dua metode simulasi yang lainnya, simulasi sistem dinamik dianggap paling mampu untuk memberikan rekomendasi terkait dengan penentuan kebijakan.

1.2 Rumusan Masalah

Pada proses pendistribusian vaksin *Covid*-19 membutuhkan penangangan khusus berupa rantai dingin (*cold chain*) yang mengharuskan vaksin disimpan pada wadah dengan suhu dingin tertentu. Faktor lain juga harus diperhatikan dalam distribusi vaksin untuk mencegah risiko yang dapat menghambat jalannya rantai pasok vaksin. Salah satu risiko yang sering ditemui pada rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan DIY yaitu dari segi sumber daya manusia. Petugas yang lalai atau melakukan kesalahan (*human error*) dalam penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19 dapat mengakibatkan vaksin rusak. Selain itu, terdapat pasokan vaksin dari pusat yang mendekati masa *expired*. Risiko vaksin booster *Covid*-19 yang rusak maupun *expired* tersebut dapat menyebabkan terganggunya rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 dimana akan berakibat kondisi *stockout* pada gudang persediaan vaksin Dinas Kesehatan DIY.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja risiko-risiko yang dapat mempengaruhi rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta?
2. Bagaimana alternatif kebijakan yang dapat digunakan sebagai rekomendasi perbaikan pada rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada departemen Pencegahan dan Pengendalian Penyakit (P2P) di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Penelitian hanya berfokus pada aktivitas rantai pasok vaksin *Covid*-19 yang terjadi di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.
3. Objek penelitian berfokus pada analisis risiko yang mempengaruhi rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta
4. Pengambilan data dilakukan pada bulan Juni-Agustus 2022.
5. Jenis vaksin yang diamati adalah vaksin booster *Covid*-19.
6. Terdapat asumsi-asumsi pemodel pada pembuatan model simulasi *system dynamic*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis risiko-risiko yang dapat mempengaruhi rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Menganalisis alternatif kebijakan yang dapat digunakan sebagai rekomendasi perbaikan pada rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.5 Manfaat Penulisan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti
   a. Mampu mengidentifikasi risiko dan memodelkan rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan metode *House of Risk* dan simulasi *system dynamic*.
   b. Menambah wawasan peneliti serta dapat mengaplikasikan ilmu yang sudah didapat dengan permasalahan yang ada di dunia nyata.
   c. Mampu menganalisa permasalahan dengan menggunakan bantuan *software* Powersim sehingga memudahkan dalam merancang solusi alternatif permasalahan.
2. Bagi Pembaca

   Menambah referensi pembaca terkait manajemen risiko rantai pasok khususnya pada kasus vaksin booster *Covid*-19. Selain itu dapat memberikan motivasi dan gambaran bagi pembaca dalam menentukan topik penelitian yang akan dilakukan.
3. Bagi Perusahaan/Instansi
   a. Mengidentifikasi risiko-risiko dominan pada rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.
   b. Menganalisis hasil kejadian risiko dominan dan menentukan langkah mitigasi (*prevention action*) yang tepat dalam meminimalkan risiko rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.
   c. Mengevaluasi langkah mitigasi sebagai usulan perbaikan yang dapat dijadikan masukan serta penerapan dalam pengambilan keputusan untuk meminimalisir

potensi risiko pada rantai pasok vaksin booster *Covid-19* di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.6 Sistematika Laporan

Berikut merupakan sistematika penelitian yang dikelompokkan menjadi beberapa sub-bab:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian bagi peneliti dan perusahaan/instansi, dan sistematika penelitian.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini berisi tentang kajian deduktif dan induktif. Kajian deduktif berisikan teori yang berupa pengertian dan definisi yang diambil dari kutipan buku maupun media informasi lainnya yang berkaitan dengan penyusunan laporan penelitian. Kajian induktif berisikan beberapa *literature review* yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang objek yang dijadikan penelitian, metode pengumpulan data baik secara primer maupun sekunder dan diagram alir penelitian beserta dengan penjelasan penelitian dari awal sampai akhir penelitian yang dilakukan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi tentang data-data yang sudah diperoleh dan diolah seperti data perusahaan/instansi yang dijadikan sebagai tempat penelitian, indetifikasi risiko, HOR fase I, HOR fase II, pembuatan *causal lood diagram*, model simulasi *system dynamic*, validasi model dan alternatif yang dapat digunakan.

BAB V PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang analisis dari hasil identifikasi risiko menggunakan HOR dan hasil simulasi dari model *system dynamic* yang dibuat, serta rekomendasi alternatif yang dapat dijadikan usulan perbaikan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran terkait hasil dari penelitian yang sudah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi mengenai kajian teori yang dijadikan acuan selama penelitian ini dilaksanakan.

LAMPIRAN

Berisikan mengenai data-data pendukung dalam melakukan penelitian.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Penelitian Terdahulu

2.1.1 *Cold Supply Chain Vaccine*

Peneliti melakukan pencarian topik pembahasan terkait *cold supply chain vaccine* pada beberapa sumber seperti *Science Direct* dan *Emerald Insight.* Terdapat sebanyak 7.744 kata kunci pada *Science Direct* dan 280 pada *Emerald Insight* yang membahas topik tersebut. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh dilakukan oleh Purbowasito *et al*., (2022) tentang *cold chain* vaksin *Covid*-19 di Kabupaten Mojokerto. Penelitian ini berisi tentang perancangan jaringan distribusi vaksin *Covid*-19 untuk mengidentifikasi risiko utama dan membuat solusi penganan yang tepat. Hasil penelitian menunjukkan prioritas kemungkinan risiko distribusi, antara lain kejadian risiko melebihi kapasitas penyimpanan lemari pendingin vaksin dan kejadian risiko kurangnya kebersihan lemari pendingin vaksin. Penanganan yang yang diusulkan yaitu mengikuti SOP dan jika terdapat kesalahan maka akan segera ditangani.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Khodaee *et al*., (2022) tentang *humanitarian cold supply chain distribution model with equity consideration*. Penelitian ini menggunakan metode MIP (*Mixed Integer Programming*) untuk meminimalkan biaya dan memenuhi permintaan rencana distribusi vaksin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perencanaan rantai pasokan yang tepat dapat meminimalkan biaya logistik dan sosial. Model yang diusulkan dapat membantu pembuat kebijakan lebih memahami pentingnya pemerataan dan menerapkan distribusi vaksin yang adil, dengan mempertimbangkan faktor biaya.

Sedangkan penelitian dilakukan oleh Sadjadi *et al*., (2019) tentang *the design of the vaccine supply network under uncertain condition*. Penelitian ini berisi tentang perancangan jaringan rantai pasok vaksin dengan studi kasus nyata di Iran menggunakan MILP (*Mixed-Integer Linear Programming*) dan analisis sensitivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menerapkan pemasangan dan pemeliharaan rutin peralatan *cold chain*, serta pelatihan rutin *staff* gudang untuk mengurangi *human error*, dapat menurunkan biaya rantai pasok vaksin yang diakibatkan pemborosan vaksin.

Penelitian dilakukan oleh Georgiadis dan Georgiadis (2021) mengenai *optimal planning of the covid-19 vaccine supply chain*. Penelitian ini membahas perencanaan rantai pasokan vaksin *Covid*-19 yang optimal dan perencanaan vaksinasi harian yang optimal di pusat vaksinasi yang tersedia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari model yang diusulkan dapat meminimalkan biaya dasar dan jumlah dosis hilang, serta efisiensi jaringan distribusi meningkat, sehingga membantu kampanye vaksinasi massal melawan *Covid*-19.

Penelitian dilakukan oleh Chandra dan Kumar (2020) tentang *prioritizing the vaccine supply chain issues of developing countries.* Penelitian ini berisi tentang mengidentifikasi dan menganalisis masalah utama yang dapat beperngaruh pada rantai pasok vaksin imunisasi anak di negara berkembang yang menyebabkan inefisiensi dalam pendistribusian vaksin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diantara lima wilayah, faktor ekonomi merupakan faktor paling penting, diikuti dengan faktor manajemen, operasional, lingkungan dan sosial.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Chandra dan Vipin (2021) dengan judul *a fuzzy multi-criteria framework to identify barriers and enablers of the next-generation vaccine supply chain*. Penelitian ini mengidentifikasi faktor-faktor penting untuk meningkatkan kinerja sistem rantai pasok vaksin pada penerapan program imunasasi anak di India. Hasil penelitian menunjukkan peramalan permintaan adalah penghalang rantai pasok teratas dan pembiayaan berkelanjutan adalah faktor pendukung yang paling penting/kritis untuk memfasilitasi implementasi penerapan program imunisasi.

Penelitian dilakukan oleh Yadav dan Kumar (2021) dengan judul *a fuzzy decision framework of lean-agile-green (LAG) practices for sustainable vaccine supply chain*. Penelitian ini menggunakan pendekatan *lean-agile-green* (LAG) yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional, ekonomi dan lingkungan dari rantai pasok vaksin. Hasil penelitian menunnjukkan bahwa *sustainable packaging*, koordinasi antar penanggung jawab rantai pasok dan peningkatan teknologi *cold chain* adalah faktor teratas yang memengaruhi sebagian besar parameter kinerja rantai pasok vaksin.

2.1.2 *House of Risk* (HOR)

Pada pencarian topik pembahasan terkait *House of Risk* (HOR) yang dilakukan oleh peneliti pada beberapa sumber seperti *Science Direct* dan *Emerald Insight* ditemukan banyak kata kunci yang mengacu pada topik tersebut. Terdapat sebanyak 1.483 pada *Science Direct* dan 112 pada *Emerald Insight*. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Boonyanusith dan Jittamai (2019) tentang *blood supply chain risk management using House of Risk model.* Penelitian ini menggunakan metode HOR untuk mengidentifikasi, melakukan penilaian dan mengevaluasi tindakan manajemen risiko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 30 kejadian risiko, 16 agen risiko, dan 3 agen risiko teratas seperti kurangnya kolaborasi, informasi yang tidak memadai untuk pengambilan keputusan, dan pembagian informasi yang berdampak signifikan pada manajemen rantai pasok darah.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Nafi'aha dan Mahbubah (2021) dengan terkait *managing risk on a pharmacy enterprise supply chainusing House of Risk approach*. Penelitan ini menggunakan metode *House of Risk* 2 tahap melalui pendekatan berbasis SCOR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 45 kejadian risiko, 23 agen risiko, dan 19 tindakan untuk meminimalkan risiko. Selain itu, terdapat 4 pendekatan untuk menerapkan 10 mitigasi seperti pengembangan SDM, pendekatan berbasis manajemen hubungan pelanggan, manajemen hubungan Pemasok, dan desain fasilitas. Berdasarkan pencarian kata kunci dan penelitian terdahulu terkait topik pembahasan metode *House of Risk* di atas, dapat diketahui bahwa sudah banyak penelitian yang membahas terkait HOR pada bidang kesehatan. Akan tetapi, masih

belum ada penelitian yang membahas penggunaan metode HOR khususnya pada studi kasus yang berkaitan dengan vaksin.

2.1.3 *System Dynamic (SD) Vaccine*

Pada pencarian topik pembahasan terkait *system dynamic* (SD) yang dilakukan oleh peneliti pada beberapa sumber seperti *Science Direct* dan *Emerald Insight* ditemukan banyak kata kunci yang mengacu pada topik tersebut. Terdapat sebanyak 27.121 pada *Science Direct* dan 1.110 pada *Emerald Insight*. Seperti pada penelitian selanjutnya dilakukan oleh Kamran *et al.*, (2022) tentang *a new vaccine supply chain network under Covid-19 conditions*. Penelitian ini berisikan perencanaan jaringan distribusi vaksin *Covid*-19 yang berfokus dari produsen vaksin hingga penerima yaitu mahasiswa universitas. Struktur sistem dinamik prevalensi *Covid*-19 di universitas digunakan untuk memperkirakan permintaan dan distribusi vaksin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan meningkatnya permintaan, dan biaya distribusi vaksin tidak diimbangi dengan keinginan vaksinasi oleh mahasiswa yang ditunjukkan dengan penurunan pada grafik.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Ackere dan Schulz (2020) terkait *explaining vaccination decisions: a system dynamics model of the interaction between epidemiological and behavioural factors.* Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi antara faktor epidemiologis dan perilaku pada vaksinasi penyakit campak anak menggunakan model *system dynamic.* Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat skenario yang berbeda untuk mengilustrasikan konsekuensi jangka panjang dari interaksi antara kebijakan kesehatan dengan reaksi orang tua. Naik turunnya prevalensi penyakit secara berkala, merupakan ciri khas dari umpan balik epidemiologis, adalah konsekuensi dari interaksi antara perilaku orang tua dan peristiwa seperti kampanye vaksinasi atau ketakutan akan vaksinasi.

Berdasarkan pencarian kata kunci dan penelitian terdahulu terkait topik pembahasan metode *system dynamic* di atas, dapat diketahui bahwa sudah banyak penelitian yang membahas terkait *system dynamic* pada *vaccine*. Akan tetapi, masih belum banyak penelitian yang membahas terkait penggunaan metode *system dynamic* khususnya pada vaksin *Covid*-19.

2.1.4 HOR, SD, *Cold Supply Chain Vaccine*

Berdasarkan pencarian kata kunci dan pembahasan penelitian terdahulu terkait masing-masing topik pembahasan *House of Risk*, *system dynamic* dan *cold supply chain vaccine*, peneliti mencoba melakukan pencarian kata kunci lebih lanjut mengenai hubungan antara ketiga topik pembahasan tersebut. Hasil pencarian kata kunci dilakukan pada beberapa sumber seperti *Science Direct* dan *Emerald Insight*, dapat diketahui bahwa masih belum ada penelitian yang membahas terkait penggunaan metode *House of Risk* dan *system dynamic* pada studi kasus yang berkaitan dengan *cold supply chain vaccine*.

Oleh karena itu, mengenai permasalahan yang ada pada Dinas Kesehatan DIY peneliti melakukan sebuah penelitian terkait manajemen risiko menggunakan metode *House of Risk* dan *system dynamic* pada *cold supply chain vaccine*. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi risiko dan dampak yang relevan terhadap variabel rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta. Selain itu, penelitian juga bertujuan untuk mencari alternatif kebijakan yang dapat dijadikan rekomendasi untuk meminimalisir risiko yang diidentifikasi dalam rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 dengan menggunakan metode simulasi. Berikut Tabel 2.1 merupakan *tabel state of the art* yang berisi perbandingan dari tiap penelitian.

Tabel 2.1 *State of the Art*

No	Penulis	Tahun	Objek Penelitian	FMEA	MILP	*Fuzzy Framework*	Pareto	SCOR	HOR	*System Dynamic*
1	Widianto Purbowasito, Pipit Sari Puspitorini, dan Andhika Cahyono Putra	2022	Rantai dingin (*cold chain*) vaksin *Covid-19* di Mojokerto	√						
2	Vahid Khodaee, Vahid Kayvanfar, dan Alireza Haji	2022	*Covid-19 vaccine distribution in the European Union*		√					
3	Seyed Jafar Sadjadi, Zahra Ziaei and Mir Saman Pishvaee	2019	*Vaccine industry supply chain in Iran*		√					
4	Georgios P. Georgiadis, dan Michael C. Georgiadis	2021	*Covid-19 vaccine supply chain study case on Greek nationwide vaccnation program*		√					

Tabel 2.2 *State of the Art* (Lanjutan)

No	Penulis	Tahun	Objek Penelitian	FMEA	MILP	*Fuzzy Framework*	Pareto	SCOR	HOR	*System Dynamic*
5	Dheeraj Chandra dan Dinesh Kumar	2020	*Vaccine supply chain in developing countries*			√				
6	Dheeraj Chandra dan B. Vipin	2021	*Vaccine supply chain on universal immunization program, India*			√				
7	Amit Kumar Yadav dan Dinesh Kumar	2021	*Vaccine supply chain for immunization (EPI)*			√				
8	Wijai Boonyanusith dan Phongchai Jittamai	2019	*Blood supply chain*						√	

Tabel 2.3 *State of the Art* (Lanjutan)

No	Penulis	Tahun	Objek Penelitian	FMEA	MILP	*Fuzzy Framework*	Pareto	SCOR	HOR	*System Dynamic*
9	Aenun Nafi'aha dan Nina Aini Mahbubah	2021	*Pharmacy Enterprise Supply Chain*					√	√	
10	Mehdi A. Kamran, Reza Kia, Fariba Goodarzian dan Peiman Ghasemi	2022	*A new vaccine supply chain network under Covid-19*							√
11	Ann Van Ackere dan Peter J Schulz	2019	*MMR vaccination*							√
12	**Dwi Anggarini**	**2022**	**Aktivitas rantai pasok vaksin booster *Covid-19* di Dinas Kesehatan DIY**				√		√	√

2.2 Tinjauan Pustaka

2.2.1 Manajemen Risiko

Berdasarkan ISO 31000:2018 risiko adalah efek ketidakpastian pada tujuan/sasaran. Efeknya adalah penyimpangan dari apa yang diharapkan. Itu bisa positif, negatif atau keduanya, dan bisa mengatasi, menciptakan atau menciptakan peluang dan ancaman. Tujuan/sasaran dapat memiliki aspek dan kategori yang berbeda dan dapat diterapkan pada tingkat yang berbeda. Risiko biasanya dinyatakan dalam bentuk sumber risiko, kejadian yang mungkin terjadi, konsekuensi, dan kemungkinan. Manajemen risiko adalah kegiatan yang terkoordinasi untuk mengarahkan dan mengendalikan organisasi yang berkaitan dengan risiko. Tujuan dari manajemen risiko adalah penciptaan nilai dan perlindungan nilai. Hal ini berfungsi untuk meningkatkan kinerja, mendorong inovasi, dan mendukung pencapaian tujuan.

Proses manajemen risiko melibatkan penerapan kebijakan, prosedur, dan praktik yang sistematis untuk kegiatan komunikasi dan konsultasi, penetapan konteks dan penilaian, penanganan, pemantauan, peninjauan, pencatatan, dan pelaporan risiko. Penilaian risiko adalah keseluruhan proses yang terdiri dari beberapa tahapan seperti identifikasi risiko, analisis risiko, dan evaluasi risiko.

1. Identifikasi risiko

   Tujuan identifikasi risiko adalah untuk menemukan, mengidentifikasi, dan menggambarkan risiko yang dapat membantu atau mencegah organisasi mencapai tujuannya. Informasi yang relevan dan terkini sangat penting untuk mengidentifikasi risiko. Dalam mengidentifikasi ketidakpastian yang dapat mempengaruhi satu/lebih tujuan, organisasi dapat menggunakan berbagai teknik.

2. Analisis risiko

   Tujuan dari analisis risiko adalah untuk memahami sifat risiko dan karakteristiknya, termasuk, jika ada, tingkat risikonya. Analisis risiko melibatkan pemeriksaan terperinci atas ketidakpastian, sumber risiko, konsekuensi, probabilitas, peristiwa, skenario, kontrol, dan keefektifannya. Suatu peristiwa dapat memiliki beberapa sebab dan akibat yang dapat memengaruhi beberapa tujuan.

3. Evaluasi risiko

   Tujuan penilaian risiko adalah untuk mendukung pengambilan keputusan. Penilaian risiko melibatkan perbandingan hasil analisis risiko dengan kriteria risiko yang ditetapkan untuk menentukan di mana tindakan lebih lanjut harus diambil. Hasil penilaian risiko harus dicatat, dikomunikasikan, dan kemudian divalidasi pada tingkat organisasi yang sesuai.

Penanganan risiko merupakan proses memilih dan menerapkan opsi untuk menghadapi risiko. Pemantauan dan peninjauan risiko merupakan proses untuk memastikan dan meningkatkan kualitas dan efektivitas proses desain, implementasi dan hasil. Pencatatan dan pelaporan risiko merupakan proses manajemen risiko yang hasilnya harus dicatat dan dikomunikasikan melalui mekanisme yang tepat.

2.2.2 *Supply Chain Risk Management*

Menurut Waters (2007) *supply chain risk management* (SCRM) adalah proses sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengendalikan risiko rantai pasokan. Tujuan keseluruhan dari manajemen risiko rantai pasokan adalah untuk memastikan bahwa rantai pasokan terus beroperasi sesuai rencana sehingga aliran material mengalir dengan lancar dan tanpa gangguan dari pemasok awal ke pemasok akhir pelanggan. Pada konteks SCRM dan arah jangka panjangnya umumnya disediakan dalam strategi risiko rantai pasokan lain yang dikembangkan dengan kombinasi baru desain top-down dan bottom-up. Tiga elemen inti pada *supply chain risk management* adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi risiko pada *supply chain*. Proses ini memeriksa rantai pasokan, mendefinisikan kegiatan terpisah dan hubungannya, serta secara sistematis untuk menemukan area risiko. *Output* dari tahap ini adalah daftar risiko yang dihadapi rantai pasokan.
2. Analisis risiko. Tahap selanjutnya adalah mempertimbangkan dampak potensial rantai pasokan. Dampaknya bergantung pada dua faktor probabilitas bahwa peristiwa berisiko akan terjadi, dan tingkat keparahan konsekuensinya itu memang terjadi. Pengambil keputusan dapat memprioritaskan risiko sesuai dengan dampaknya dan memutuskan di mana memusatkan sumber daya. *Output* dari tahap

ini adalah daftar risiko yang diprioritaskan dan risikonya konsekuensi yang diharapkan.

3. Perancangan respons yang tepat terhadap risiko. Pada tahap ini pengambil keputusan mengetahui tingkst keseriusan risiko dan mempertimbangkan berbagai cara untuk menghadapinya. Terdapat tiga jenis respon secara umum adalah pencegahan (untuk mengurangi kemungkinan kejadian berisiko terjadi), mitigasi (untuk mengurangi konsekuensi) dan respons (menunggu untuk mengevaluasi kejadian aktual sebelum memutuskan pada tanggapan). *Output* dari tahap ini adalah respons terencana untuk setiap risiko

2.2.3 *House of Risk* (HOR)

Metodologi analisis risiko terbaru yang menggabungkan model FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) untuk mengukur risiko dan modifikasi model HOQ (*House of Quality*) untuk mengidentifikasi faktor risiko terpenting yang perlu ditangani terlebih dahulu dan efektif untuk menentukan kebijakan dalam mitigasi potensi risiko yang dihasilkan oleh agen risiko (Pujawan & Geraldin, 2009):

1. HOR fase I untuk menentukan tingkat prioritas agen risiko yang harus diberikan sebagai tindakan pencegahan. Model ini menghubungkan suatu set kebutuhan (*what*) dan satu set tanggapan (*how*) yang menunjukkan satu atau lebih keperluan. Derajat tingkat korelasi secara khusus digolongkan dengan:
   (0), tidak ada hubungan sama sekali
   (1), hubungan rendah
   (3), hubungan sedang
   (9), hubungan tinggi
   Untuk dapat menentukan tingkat prioritas risiko, dibutuhkan tabel model HOR fase 1. Dimana di dalam tabel terdapat inisial yaitu A mewakili *risk agent*, E mewakili *risk event*, R mewakili korelasi atau hubungan antara *risk agent* dan *risk event*, S mewakili *severity* dan O mewakili *occurrence*. Berikut ini Tabel 2.4 merupakan model HOR fase I.

Tabel 2.4 Model HOR Fase I

Business Processes	*Risk Event* (Ej)	*Risk Agent* (Aj) A1	A2	A3	A4	A5	A6	*Severity of Risk Event i (Si)*
	E1	R11	R12	R13	...	...	...	S1
	E2	R21	R22	...	...	...	...	S2
	E3	R31	...	...	...	...	...	S3
	E4	R41	...	...	...	...	...	S4
	E5	...	...	...	...	...	...	S5
	E6	...	...	...	...	...	...	S6
	E7	...	...	...	...	...	...	S7
Occurrence of agent j		O1	O2	O3	O5	O5	O6	
Aggregate risk potential j		ARP1	ARP2	ARP3	ARP4	ARP5	ARP6	
Priority rank of agent j								

Langkah-langkah HOR fase I yang dikembangkan adalah sebagai berikut:

a. Mengidentifikasi kejadian risiko (*risk event*) yang mungkin terjadi pada proses bisnis.
b. Menilai dampak beberapa kejadian risiko (*risk event*) apabila terjadi. Digunakan skala 1-10. Tingkat keparahan dari kejadian risiko diletakkan di kolom sebelah kanan dari tabel dan dinyatakan sebagai Si. Berikut ini Tabel 2.5 merupakan nilai *severity* atau keparahan menurut (Shanin, 2004).

Tabel 2.5 Nilai *Severity*

Rating	Dampak	Deskripsi
1	**Tidak Ada**	Tidak ada efek
2	**Sangat Sedikit**	Sangat sedikit efek pada kinerja
3	**Sedikit**	Sedikit efek pada kinerja
4	**Sangat Rendah**	Sangat rendah berpengaruh terhadap kinerja
5	**Rendah**	Rendah berpengaruh terhadap kinerja
6	**Sedang**	Efek sedang terhadap performa
7	**Tinggi**	Tinggi berpengaruh terhadap kinerja
8	**Sangat Tinggi**	Efek sangat tinggi dan tidak bisa beroperasi
9	**Serius**	Efek serius dan kegagalan didahului opleh peringatan
10	**Bebahaya**	Efek berbahaya dan kegagalan tidak didahului oleh peringatan

c. Mengidentifikasi sumber risiko (*risk agent*) dan kemungkinan terjadi dari skala 1-10. Sumber risiko (*Risk agent*) ditempatkan dibaris atas tabel dan dihubungkan dengan kejadian baris bawah dengan notasi Oj. Berikut Tabel 2.6 merupakan nilai *occurrence* menurut (Shahin, 2004).

Tabel 2.6 Nilai *Occurance*

Rating	Probabilitas	Deskripsi
1	**Hampir Tidak Pernah**	Kegagalan tidak mungkin terjadi
2	**Sangat Kecil**	Langka jumlah kegagalan
3	**Sangat Sedikit**	Sangat sedikit kegagalan
4	**Sedikit**	Beberapa kegagalan
5	**Kecil**	Jumlah kegagalan sesekali
6	**Sedang**	Jumlah kegagalan sedang
7	**Cukup Tinggi**	Cukup tingginya jumlah kegagalan
8	**Tinggi**	Jumlah kegagalan tinggi
9	**Sangat Tinggi**	Sangat tinggi jumlah kegagalan
10	**Hampir Pasti**	Kegagalan hampir pasti

d. Mengembangkan hubungan matriks. Keterkaitan antar setiap sumber risiko dan setiap kejadian risiko, Rij (0, 1, 3, 9) dimana 0 menunjukkan tidak ada korelasi dan 1, 3, 9 menunjukkan berturut-turut rendah, sedang dan korelasi tinggi. Berikut Tabel 2.7 merupakan nilai keterkaitan berdasarkan pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD) menurut (Pujawan & Geraldin, 2009).

Tabel 2.7 Nilai Korelasi

Tingkat Hubungan	Bobot
Sangat kuat	9
Sedang	3
Lemah	1
Tidak ada hubungan	0

e. Melakukan perhitungan ARP (*Aggregate Risk Potential*) dan mengurutkan ranking prioritas *risk agent* yang bertujuan untuk memilih agen risiko (*risk agent*) mana yang menjadi prioritas untuk ditangani terlebih dahulu. Rumus perhitungan *Aggregate Risk Potential* (ARP) adalah sebagai berikut:

$$ARP_j = O_j \sum iS_i \; R_{ij} \qquad (2.1)$$

Ketetrangan:

ARPj = *Aggregate Risk Potential*

Oj = Tingkat peluang terjadinya agen risiko (*Occurrence level of risk*)

Si = Tingkat dampak sebuah kejadian risiko (*Severity level of risk*)

Rij = Tingkat keterhubungan antara agen risiko (j) dengan risiko (i)

2. HOR II adalah prioritas dalam pengambilan tindakan yang dianggap efektif. Untuk dapat menentukan pengambilan tindakan paling efektif, dibutuhkan tabel model HOR fase II. Dimana di dalam tabel terdapat inisial yaitu PA mewakili *prevention action* atau aksi pencegahan, E mewakili hubungan antara *prevention action* dengan *risk agent*, A mewakili *risk agent*. Berikut ini Tabel 2.8 merupakan tabel model HOR fase II.

Tabel 2.8 Model HOR Fase II

	Preventive Action (Pak)						
To be treated risk agent (Ai)	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	*Aggregate risk potential* (ARPi)
A1	E	E	E	...	...	...	ARP1
A2	E	E	...	...	...	...	ARP2
A3	E	...	...	...	...	...	ARP3
A4	...	...	...	...	...	...	ARP4
A5	...	...	...	...	...	Ejk	ARP5
Total effectiveness of action k	TE1	TE2	TE3	TE4	TE5	TE6	
Degree of difficulty performing action k	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Effectiveness to difficulty ratio	ETD1	ETD2	ETD3	ETD4	ETD5	ETD6	
Rank of priority	R1	R2	R3	R4	R5	R6	

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

a. Memilih beberapa sumber risiko (*risk agent*) yang memiliki prioritas tertinggi menggunakan analisis pareto dari ARPj, nyatakan pada HOR fase II. Hasil seleksi akan ditempatkan dalam "*what*" di sebelah kiri dari HOR fase II.
b. Mengidentifikasi pertimbangan aksi mitigasi (*preventive action*) yang relevan untuk pencegahan sumber risiko. Untuk satu sumber risiko dapat ditangani dengan lebih dari satu tindakan. Tindakan ini diletakkan dibaris atas sebagai "*how*" pada HOR fase II.

c. Menentukan hubungan korelasi setiap *preventive action* dengan *risk agent*, Ejk. Nilai-nilainya (0, 1, 3, 9) yang menunjukkan berturut-turut tidak ada korelasi, rendah, sedang dan tingginya korelasi antar tindakan k dan sumber j.

d. Melakukan perhitungan total efektivitas dari setiap aksi mitigasi dengan rumus:

$$TE_k = \sum ARP_j \, . \, E_{jk} \qquad (2.2)$$

Keterangan :

TE_k = Total keefektifan (*Total Effectiveness*) dari setiap strategi mitigasi

ARP_j = *Aggregate Risk Potential*

E_{jk} = Hubungan antara tiap aksi preventif dengan tiap agen risiko

e. Memperkirakan tingkat derajat kesulitan dalam merealisasikan masing-masing aksi mtigasi. Menghitung total efektif pada rasio kesulitan dengan rumus:

$$ETD_k = TE_k / D_k \qquad (2.3)$$

Keterangan:

ETD_k = Total keefektifan derajat kesulitan (*Effectiveness to Difficulty ratio*)

TE_k = Total keefektifan (*Total Effectiveness*)

D_k = Derajat kesulitan untuk melakukan aksi

Berikut Tabel 2.9 merupakan acuan penilaian derajat kesulitan untuk melakukan aksi mitigasi.

Tabel 2.9 Nilai Tingkat Kesulitan

Degree of Difficulty	
Bobot	Keterangan
3	Aksi mitigasi mudah untuk diterapkan
4	Aksi mitigasi agak mudah untuk diterapkan
5	Aksi mitigasi susah untuk diterapkan

f. Mengurutkan *ranking* prioritas masing-masing aksi mitigasi (R_k) dimana ranking 1 memiliki arti bahwa tindakan memiliki prioritas tinggi dengan ETD_k paling tinggi.

2.2.4 Simulasi

Menurut Asmungi (2007) Simulasi komputer adalah salah satu cara untuk memecahkan suatu permasalahan. Diberi nama simulasi komputer karena menggunakan *hardware* dan *software* komputer. Metode simulasi sangat membantu untuk permasalahan besar dan yang bersifat kompleks dimana solusi analitik tidak lagi memungkinkan. Berikut ini merupakan berbagai jenis simulasi:

1. Simulasi sistem dinamis adalah model simulasi yang dapat merepresentasikan perubahan sistem dari waktu ke waktu.
2. Simulasi sistem diskrit adalah sistem yang perubahan keadaannya terjadi pada waktu diskrit. Model simulasi diskrit banyak ditemukan di dunia manufaktur.
3. Simulasi sistem kontinyu adalah simulasi sistem yang terdapat pada sistem yang keadaannya selalu berubah secara kontinyu.
4. Simulasi sistem probabilistik, fitur probabilistik dapat ditemukan hampir di semua masalah/sistem.

2.2.5 *System Dynamic*

Menurut Suryani *et al*., (2020) simulasi *system dynamic* adalah simulasi berkelanjutan yang dikembangkan sekitar tahun 1960-an oleh Jay Forrester dari MIT. Simulasi ini berfokus pada struktur dan perilaku sistem yang terdiri dari interaksi antara variabel dan *loop feedback* (umpan balik). *System dynamic* adalah suatu pendekatan untuk mempelajari dinamika perilaku sistem. Pada awal perkembangannya, sistem dinamis digunakan untuk analisis dan perencanaan kebijakan serta untuk mendukung pengambilan keputusan.

Pemodelan s*ystem dynamic* dapat mengatur informasi deskriptif, mempertahankan kekayaan nyata proses, membangun pengetahuan pengalaman manajer, dan mengungkapkan keragaman perilaku dinamis yang mengikuti berbagai pilihan kebijakan (Forrester, 1989). Pengembangan model *system dynamic* terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut (Suryani *et al*., 2020):

1. Pemahaman Sistem

   Fokus utama dalam mengembangkan *system dynamic* yang memahami sistem untuk mengubah kebijakan yang efektif menjadi tujuan.
2. Identifikasi dan Definisi Masalah

   Memulai dengan hipotesis dinamis dari masalah. Kemudian membuat masalah hipotetis, identifikasi variabel sistem, pilih periode simulasi.
3. Konseptualisasi Sistem

   Mengidentifikasi *boundary* sistem model, interaksi sistem, dan kerangka kerja kebijakan.
4. Desain Model

   Pengembangan persamaan model dapat berisi informasi bersifat numerik, deskriptif atau bahkan berbasis pengalaman *expert*/ahli.
5. Simulasi dan Validasi

   Menciptakan gejala atau masalah dalam sistem nyata. Validasi dilakukan untuk meningkatkan kepercayaan model dan memeriksa akurasi model.
6. Analisis dan Perbaikan

   Kebijakan Merancang perbaikan kebijakan untuk meningkatkan kinerja sistem yang dikembangkan.
7. Implementasi Strategi

   Membutuhkan banyak perubahan yang mempengaruhi masalah perilaku.

2.2.6 *Causal Loop Diagram*

Model *Cusal Loop Diagram* merupakan model yang banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan pendekatan sistem yang memperhatikan kompleksitas dinamis sistem atau untuk mendukung pendekatan dinamika sistem. Model *Cusal Loop Diagram* menekankan hubungan sebab akibat antara satu komponen sistem dengan komponen lainnya (Malabay, 2008).

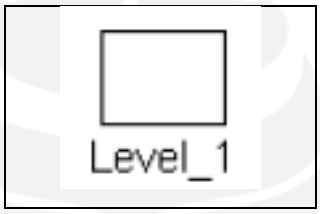
Metode ini berguna untuk menjelaskan interdependensi dalam situasi yang berbeda dan efektif untuk mengetahui perilaku model Hubungan sebab akibat antar variabel tersebut menunjukkan dua kemungkinan, yaitu kemungkinan hubungan tersebut bergerak searah (+/R = *Reinforcing*) bergerak berlawanan arah (-/B = *Balancing*).

2.2.7 *Flow Diagram*

Menurut Laboratorium Pemodelan dan Simulasi Industri (2020) *Flow Diagram* (FD) atau biasa disebut *Stock & Flow Diagram* (SFD) merupakan gambaran rinci dari sistem. Pada *flow diagram* menunjukkan jenis variabel dan jenis hubungan antar variabel. Tujuan utama *flow diagram* adalah untuk menunjukkan aliran dan struktur sistem secara detail untuk memudahkan pemodelan matematis dan dapat disimulasikan. Berikut klasifikasi variabel pada *flow diagram*:

1. *Level*

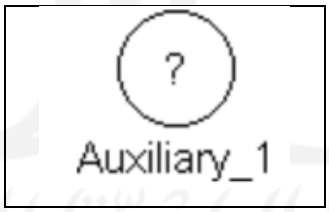
   Level merupakan variabel yang merepresentasikan perubahan kumulatif. *Level* nantinya dipengaruhi oleh *rate (flow).*



Gambar 2.1 ***Level***

2. *Auxillary*

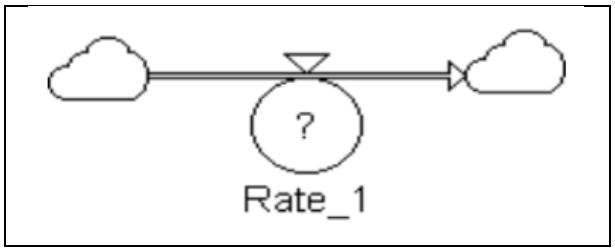
   Auxillary merupakan variabel yang berisi perhitungan dasar dari variabel lain.



Gambar 2.2 ***Auxillary***

3. *Rate (flow)*

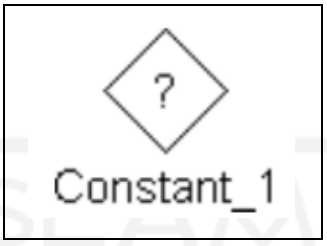
   Rate (flow) merupakan variabel yang secara langsung mempengaruhi variabel *level.*



Gambar 2.3 ***Rate***

4. *Constant*

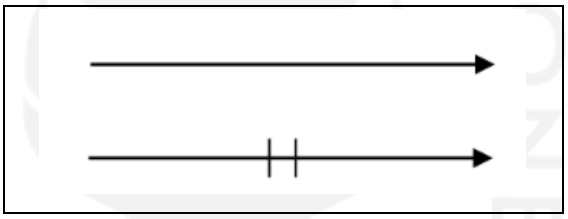
   Constant merupakan variabel yang merepresentasikan nilai konstan atau bersifat tetap. *Constant* akan digunakan pada perhitungan yang terjadi di variabel *auxillary* dan variabel *flow*.



Gambar 2.4 ***Constant***

5. *Link*

   Link merepresentasikan penghubung antar variabel yang ada di *Flow Diagram*. Pada *software* PoweSim *link* terdiri dari dua jenis yaitu *link* dan *delayed link.*



Gambar 2.5 ***Link***

2.2.8 Validasi dan Verifikasi Model

Validasi adalah upaya untuk menunjukkan bahwa model komputer dalam domainnya, merupakan aplikasi dari sistem nyata yang memiliki akurasi tepat untuk aplikasi tersebut. Cara paling jelas untuk memvalidasinya adalah dengan membandingkan model dengan *output* sistem yang sebenarnya. Verifikasi adalah tindakan memverifikasi bahwa program komputer dari model komputer bekerja dengan benar. Verifikasi dapat diartikan sebagai upaya untuk memastikan bahwa model berperilaku seperti yang diinginkan oleh pembuat model dan dapat dijalankan oleh komputer (Sargent, 2011).

Menurut Forrester dan Senge (1980) Validasi adalah proses membangun kepercayaan pada sebuah model. Sebuah model dikatakan valid ketika orang yakin bahwa model tersebut dapat digunakan ketika mereka menggunakan model yang dibuat. Validasi dalam dinamika sistem sangat kompleks dan tergantung pada visi dan tujuan

pemodelan dari pemodel dimana terdapat beberapa jenis validasi yang dilakukan dengan beberapa pendekatan sebagai berikut:

1. Uji Struktur Model

   Jenis uji ini bertujuan untuk mengevaluasi struktur dan parameter model secara langsung, tanpa memperhatikan hubungan antara struktur dan perilaku model.
2. Uji Perilaku Model

   Jenis uji ini dilakukan dengan menganalisis kecukupan struktur model dengan menganalisis perilaku model berdasarkan struktur yang dibangun.
3. Uji Implikasi Kebijakan

   Jenis uji ini dilakukan dengan membangun kepercayaan terhadap dampak model terhadap kebijakan. Pengujian berbasis implikasi kebijakan model bertujuan untuk memastikan respons aktual sistem terhadap kebijakan, apakah sesuai dengan respons yang diprediksikan dalam model.

2.2.9 *Expert Judgement*

Expert Judgement merupakan metode pengumpulan informasi berdasarkan pendapat seorang ahli tentang suatu masalah. Metode ini dinilai ampuh karena mampu mengevaluasi fenomena langka atau kompleks, memprediksi kejadian, mempelajari proses pemecahan masalah, menemukan informasi terkini dalam data ilmu tertentu dan memperoleh pengetahuan berdasarkan pengetahuan yang ada (Meyer & Booker, 1991). Tiga metode yang dapat dilakukan dengan *expert judgement* menurut Meyer dan Booker (1991) adalah sebagai berikut:

1. *Individual interview*

   Metode ini dilakukan melalui tatap muka dan wawancara pribadi dengan para ahli.
2. *Interactive Groups*

   Metode ini dilaksanakan dalam bentuk diskusi kelompok. Dalam metode ini, setiap ahli dapat berinteraksi dan berbicara satu sama lain.
3. *Delphi Situations*

   Metode yang dilakukan dengan memisahkan satu ahli dengan ahli lainnya. Para ahli menyampaikan pendapatnya melalui moderator, dan moderator menyampaikan pendapat ahli tersebut kepada ahli lainnya tanpa diketahui identitasnya. Para ahli dapat merevisi pendapat mereka sampai para ahli mencapai konsensus.

Menurut Hora (2009) pemilihan *expert* agar dapat diterima dalam proses pengambilan keputusan hasil penelitian, dapat dilakukan dengan jumlah 3 sampai 7 orang *expert*. Kemudian menurut Dei *et al*., (2017) kriteria menjadi *expert/*ahli adalah sebagai berikut:

1. *Expert*/ahli memiliki pendidikan minimal S1 dan dengan syarat pengalaman lama bekerja minimal 5 tahun.
2. *Expert*/ahli dengan pendidikan di bawah S1 dan minimal setara SMA/SMA dengan syarat pengalaman lama bekerja minimal 10 tahun.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta, Jalan Gondosuli No.6 Yogyakarta, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia. Objek penelitian berfokus pada rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 yang ada di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.

3.2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah kepala penanggung jawab bagian vaksin dan pegawai bidang Pencegahan dan Pengendalian Penyakit (P2P), yang mengetahui rantai pasok dan proses bisnis vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan DIY. Subjek penelitian berperan dalam menentukan identifikasi risiko dan langkah mitigasi risiko yang dapat dilakukan.

3.3 Sumber Data

3.3.1 Data Primer

Data Primer merupakan jenis data yang didapat secara langsung dari sumber datanya. Pada penelitian ini data primer yang digunakan adalah data identifikasi risiko-risiko yang mempengaruhi rantai pasok vaksin, seperti data sumber risiko, data persediaan vaksin, data *expired*, data kekurangan persediaan vaksin, dan data permintaan vaksin dan lainnya.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapat dengan cara studi literatur dari berbagai macam sumber seperti penelitian terdahulu (jurnal), buku, artikel yang menunjang atau mempunyai kesamaan topik yang dibahas dalam penelitian sehingga dapat mendukung data primer.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan empat metode yaitu sebagai berikut:

1. Studi Literatur

   Studi literatur digunakan dengan mencari referensi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, sehingga dapat menunjang atau mendukung proses penelitian.

2. Wawancara

   Metode wawancara dilakukan kepada 3 orang responden yang merupakan pihak ahli/*expert* untuk memperoleh informasi terkait identifikasi risiko, korelasi antara *risk event* dan *risk agent*, serta informasi pendukung lain. *Expert* yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai syarat yaitu tenaga ahli dengan pendidikan ≥ S1 dengan syarat minmal pengalaman lama bekerja 5 tahun. Serta tenaga ahli dengan Pendidikan dibawah S1 dan minimal SMA/setara SMA dengan pengalaman kerja minimal 10 tahun (Dei et al., 2017).

3. Observasi

   Metode ini untuk melakukan pengamatan dan pencatatan terhadap aktivitas rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan DIY. Data primer yang didapatkan adalah data identifikasi risiko yang mempengaruhi rantai pasok vaksin, seperti data sumber risiko, data persediaan vaksin, data *expired*, data kekurangan persediaan vaksin, dan data permintaan vaksin dan lainnya.

4. Survei

   Survei merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara menggunakan angket/*form* survei. Angket berisi serangkaian pertanyaan yang bertujuan untuk mengukur apa yang hendak diukur. Pada penelitian ini terdapat 2

angket/*form* yang perlu diisi yaitu untuk kuesioner HOR Fase 1 dan kusioner HOR Fase 2. HOR 1 bertujuan untuk untuk menentukan tingkat prioritas agen risiko yang harus diberikan sebagai tindakan pencegahan. Sedangkan HOR 2 bertujuan untuk dapat menentukan pengambilan tindakan paling efektif.

3.5 Instrumen Penelitian

Pada penelitian ini untuk mempermudah pengambilan dan pengolahan data maka digunakan beberapa alat bantu, sebagai berikut:

1. Alat Tulis dan Telepon Genggam

   Alat tulis yang digunakan berupa buku catatan dan pena untuk mencatat permasalahan yang ada serta hasil wawancara. Telepon genggam digunakan untuk mendokumentasi beberapa hal yang dibutuhkan dalam penyusunan laporan penelitian.
2. *Microsoft Office*

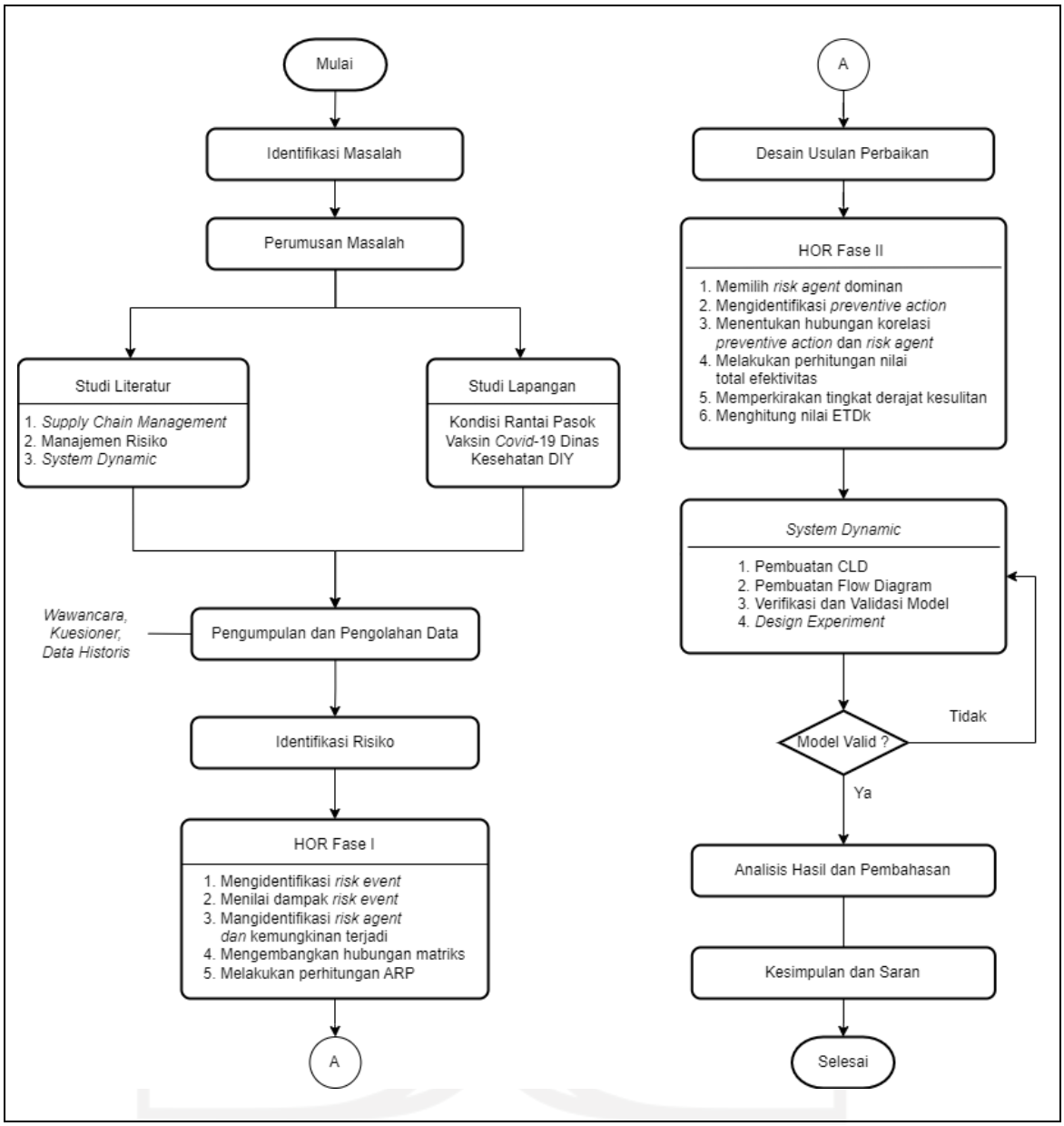
   Microsoft office yang digunakan adalah *Ms. Excel* untuk pengolahan data risiko dan *Ms. Word* untuk penyusunan laporan penelitian.
3. *Software Powersim*

   Software Powersim yang digunakan adalah versi 2005 dan berfungsi untuk pembuatan model simulasi sistem dinamik.
4. *Draw.io*

   Draw.io digunakan untuk pembuatan diagram alur penelitian dan pengolahan data rantai pasok vaksin *Covid*-19.

3.5 Alur Penelitian

Pada penelitian ini peniliti memiliki tahapan-tahapan yang harus dilakukan dari awal penelitian sampai akhir penelitian yang digambarkan dalam diagram alur penelitian sebagai berikut:



Gambar 3.1 **Alur Penelitian**

Penjelasan dari alur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi Masalah

   Pada tahap pertama yaitu peneliti mencari dan mengidentifikasi permasalahan-permasalahan dari objek yang diteliti dengan melakukan observasi lapangan.

2. Perumusan Masalah

   Perumusan masalah dilakukan untuk mendapatkan tujuan yang diinginkan berdasarkan batasan dan topik yang telah diangkat.

3. Studi Literatur dan Studi Lapangan

   Pada tahap ini dilakukan pencarian referensi sebagai acuan dalam penyusunan laporan yang memuat informasi-informasi yang dibutuhkan dalam penelitian. Referensi yang digunakan meliputi, buku, jurnal, penelitian tugas akhir dan referensi-referensi lainnya. Beberapa studi literatur yang digunakan adalah studi literatur yang didalamnya membahas mengenai *supply chain management*, manajemen risiko, dan *system dynamic*. Studi literatur dilaksanakan bersamaan dengan studi lapangan untuk mengetahui secara langsung kondisi dari lokasi penelitian.

4. Pengumpulan dan Pengolahan Data

   Proses pengumpulan data dilakukan dengan beberapa metode seperti wawancara, kuesioner dan data historis dari pengamatan langsung ke lokasi penelitian. Pada pengolahan data dilakukan identifkasi risiko dan desain usulan perbaikan.

   a. Identifikasi Risiko

      Proses identifikasi risiko dilakukan dengan menggunakan metode HOR Fase I dengan langkah-langkah sebagai berikut:

      1. Mengidentifikasi *risk event* yang mungkin terjadi pada rantai pasok. Proses ini membutuhkan data aktivitas rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 Dinkes DIY dan pengambilan data dilakukan dengan wawancara *expert*.
      2. Menilai dampak *risk event* apabila terjadi. Proses ini membutuhkan nilai *severity* pada *risk event* dengan kriteria sesuai Tabel 2.5 dan pengambilan data dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada *expert*.
      3. Mengidentifikasi *risk agent* dan tingkat kemungkinan terjadi. Proses ini membutuhkan nilai *occurrence* pada *risk agent* dengan kriteria sesuai Tabel 2.6 dan pengambilan data dengan memberikan kuesioner kepada *expert*.
      4. Mengembangkan hubungan matriks untuk mengetahui korelasi *risk event* dan *risk agent* yang satu dengan yang lainnya sesuai Tabel 2.7.
      5. Melakukan perhitungan ARP (*Aggregate Risk Potential*) menggunakan rumus 2.1 dan mengurutkan ranking prioritas *risk agent*.

b. Desain Usulan Perbaikan

Desain usulan perbaikan dilakukan dengan dua metode, yang pertama yaitu HOR Fase II untuk merumuskan langkah mitigasi yang efektif. Langkah-langkah HOR Fase II adalah sebagai berikut:

1. Memilih *risk agent* dominan menggunakan analisis diagram pareto.
2. Mengidentifikasi *preventive action* yang relevan untuk pencegahan sumber risiko. Proses ini dilakukan dengan konsultasi dan wawancara *expert.*
3. Menentukan hubungan korelasi *preventive action* dan *risk agent* dominan sesuai Tabel 2.7.
4. Melakukan perhitungan total efektivitas menggunakan rumus 2.2.
5. Memperkirakan tingkat derajat kesulitan dalam merealisasikan masing-masing tindakan sesuai acuan Tabel 2.9.
6. Menghitung total efektif pada rasio kesulitan dengan rumus 2.3.

Metode yang kedua yaitu dengan pendekatan simulasi *system dynamic* yang bertujuan untuk mensimulasikan apakah langkah mitigasi yang didapatkan dari hasil HOR II dapat dijadikan sebagai usulan perbaikan. Langkah-langkah pembuatan model simulasi *system dynamic* adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan model konseptual *Causal Loop Diagram* (CLD) untuk menyatakan hubungan sebab akibat diantara sekumpulan unsur yang berjalan didalam sistem rantai pasok. Proses ini membutuhkan data alur rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 Dinkes DIY dan pengambilan data dilakukan dengan wawancara *expert.*
2. Pembuatan *Flow Diagram* dengan tujuan untuk mengetahui keberhasilan langkah mitigasi yang telah diusulkan pada HOR fase 2. Proses ini membutuhkan data-data seperti populasi masyarakat DIY di setiap kabupaten/kota, persentase capaian vaksinansi, permintaan, persediaan, dan kadaluwarsa vaksin. Proses pengambilan data dilakukan dengan data historis dari Dinkes DIY dan data sekunder dari beberapa sumber.
3. Validasi dan verifikasi model untuk memastikan model yang telah dibuat merepresentasikan masalah pada sistem nyata. Uji validasi yaitu uji kesamaan dua rata-rata dan uji kesamaan dua variansi serta *face validity*.

4. *Design Experiment* dilakukan untuk menentukan aksi mitigasi yang sesuai dengan menggunakan model *system dynamic* dan menentukan tindakan mitigasi prioritas yang yang mungkin untuk diimplementasikan.

5. Analisis Hasil dan Pembahasan

   Tahap selanjutnya yaitu melakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil HOR dan simulasi *system dinamic* yang telah dilakukan.

6. Kesimpulan dan Saran

   Tahap terakhir yaitu menarik kesimpulan serta menentukan keputusan berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Dinas Kesehatan DIY

Dinas Kesehatan DIY telah menjalankan tugas dan fungsinya sejak Sri Sultan Hamengku Buwono IX. menyatakan bahwa wilayah Kesultanan Yogyakarta menjadi bagian dari wilayah Negara Republik Indonesia pada tahun 1945. Saat itu Dinas Kesehatan DIY bernama Djawatan Kesehatan Rakyat Yogyakarta yang tugas dan fungsinya melayani masyarakat Yogyakarta dan sekitarnya dalam bidang pemulihan kesehatan, sosialisasi kesehatan dan pencegahan penyakit. Dinas Kesehatan berkantor di Jl. Kyai Mojo No.56 Yogyakarta saat awal berdirinya.

Seiring berjalannya waktu, pada tahun 1975 berubah nama menjadi Dinas Kesehatan DIY. Tugas utama Dinas Kesehatan DIY yaitu melaksanakan urusan rumah tangga daerah dalam bidang kesehatan dan melaksanakan tugas pembantuan yang diserahkan oleh Kepala Daerah. Saat ini Dinas Kesehatan DIY, terdiri dari: bagian tata usaha, sub dinas pemulihan kesehatan, sub dinas pencegahan penyakit, sub dinas pembinaan kesehatan lingkungan, sub dinas penyuluhan kesehatan, dan sub dinas pembinaan kesejahteraan ibu dan anak. Sejak tahun 2019 hingga saat ini, kantor Dinas Kesehatan DIY beralamat di Jl. Gondosuli No. 6 Yogyakarta. Dinas Kesehatan DIY dalam pelaksanaan tugas dan fungsinya, memiliki visi dan misi, sebagai berikut:

1. Visi: Terwujudnya peningkatan kemuliaan martabat manusia Jogja.
2. Misi: Meningkatkan kualitas hidup, kehidupan dan penghidupan masyarakat yang berkeadilan dan berkeadapan (Dinas Kesehatan DIY, 2018).

4.2 Identifikasi Risiko Menggunakan HOR I

Identifikasi risiko penelitian ini dilakukan di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta dengan objek permasalahannya yaitu rantai pasok vaksin booster *Covid*-19. Proses identifikasi risiko dilakukan dengan menggunakan metode *House of Risk* fase I. HOR fase I berfokus dalam pemeringkatan nilai *aggregate risk potensial* (ARP) yang terdapat dari tiga faktor yaitu tingkat keparahan (*severity*), tingkat kemunculan (*occurrence*), dan tingkat korelasi (*correlation*). Pada proses pengumpulan data terkait risiko rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 dilakukan dengan wawancara kepada 3 orang *expert* yang bertugas di bagian Pencegahan dan Pengendalian Penyakit (P2P), Dinas Kesehatan DIY. Berikut ini Tabel 4.1 merupakan data *expert* yang terpilih.

Tabel 4.1 Data *Expert*

Expert	**Nama**	**Bagian**	**Masa Kerja**
1	Widi Triarso	Pencegahan Penyakit	≥ 10 tahun
2	Shofi Nazilatur Rizai	Pencegahan Penyakit	≥ 5 tahun
3	Puji Sutawi	Pencegahan Penyakit	≥ 5 tahun

Pemilihan 3 orang *expert* di atas dianggap telah memenuhi syarat-syarat yang ada. Menurut Hora (2009) pemilihan *expert* agar dapat diterima dalam proses pengambilan keputusan hasil penelitian, dapat dilakukan dengan jumlah 3 sampai 7 orang *expert*. Persyaratan lain yang harus dimiliki oleh *expert* adalah memiliki pengalaman, keahlian, bersedia untuk berpartisipasi, pemahaman tentang masalah yang ada, adil dan tidak memiliki kepentingan pribadi atau ekonomi dalam penelitian yang dilakukan (Rachmania & Purwanggono, 2018). Sedangkan menurut Dei *et al*., (2017) kriteria menjadi *expert*/ahli adalah sebagai berikut:

1. *Expert*/ahli memiliki pendidikan minimal S1 dan dengan syarat pengalaman lama bekerja minimal 5 tahun.
2. *Expert*/ahli dengan pendidikan di bawah S1 dan minimal setara SMA/SMA dengan syarat pengalaman lama bekerja minimal 10 tahun.

4.2.1 Megidentifikasi Kejadian Risiko (*Risk Event*)

Tahapan pertama yang dilakukan pada HOR fase I adalah dengan mengidentifikasi kejadian risiko (*risk event*) yang terjadi pada rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinkes DIY. Peneliti melakukan wawancara dan diskusi dengan *expert* terkait proses bisnis dan risiko-risiko yang terdapat pada rantai pasok vaksin booster *Covid*-19. Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi tersebut didapatkan 5 proses utama dan 16 kejadian risiko (*risk event*) pada aktivitas rantai pasok vaksin booster *Covid*-19. Berikut ini Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 berisi hasil identifikasi risiko.

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko

Main Process	***Activity***	***Code***	***Risk Event***
Perencanaan Vaksin	Penyusunan perencanaan	E1	Adanya *gap* antara jumlah usulan vaksin dengan realisasinya
		E2	Permintaan *v*aksin booster *Covid*-19 belum terpenuhi dari kementrian kesehatan pusat
	Pendataan sasaran	E3	Kesalahan perhitungan/pendataan jumlah sasaran *Covid*-19
		E4	Penundaan waktu pemenuhan usulan vaksinasi *Covid*-19 booster dari dinas kesehatan provinsi ke dinas kesehatan kabupaten/kota
Penerimaan Vaksin	Penerimaan vaksin dari Kementrian Kesehatan pusat	E5	Keterlambatan proses pengiriman *v*aksin booster *Covid*-19 dari kementrian kesehatan pusat
		E6	Kerusakan *v*aksin booster *Covid*-19 saat proses pengiriman dari kementrian kesehatan pusat
Penyimpanan Vaksin	*Management Inventory*	E7	Kerusakan *v*aksin booster *Covid*-19 saat proses penyimpanan
		E8	Terdapat produk *v*aksin booster *Covid*-19 yang sudah *expired*/kadaluwarsa

Tabel 4.3 Identifikasi Risiko (Lanjutan)

Main Process	*Activity*	*Code*	*Risk Event*
Transportasi Vaksin	*Dropping*	E9	Tidak terdapat stok *v*aksin booster *Covid*-19 pada gudang persediaan provinsi
		E10	Keterlambatan proses pendistribusian vaksin dari dinas kesehatan provinsi ke dinas kesehatan kabupaten
	Link Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota	E11	Kerusakan *v*aksin booster *Covid*-19 saat proses pengiriman dari dinas kesehatan provinsi ke kabupaten
	Penyediaan dan set alat *cool chain*	E12	*Cool box* tidak dilengkapi *cool pax* untuk menyimpan vaksin saat pengiriman
		E13	Pengatur suhu/thermometer pada *box* error saat pengiriman
	Penyediaan dan set alat *cool box*	E14	*Cool Box* yang digunakan untuk membawa vaksin tidak sesuai dengan standard saat pengiriman
Monitoring dan Evaluasi	*Monitoring* pengelolaan vaksin	E15	Terjadi kelalaian atau kesalahan saat monitoring dan evaluasi
	Evaluasi	E16	Kesalahan dokumen saat *monitoring* dan evaluasi

4.2.2 Menilai Dampak Kejadian Risiko (*Risk Event*)

Setelah didapatkan beberapa kejadian risiko (*risk event*) kemudian dilakukan penilaian tingkat keparahan (*severity*) dari setiap *risk event*. *Severity* merupakan tahap pertama untuk melakukan analisa risiko yaitu memberikan nilai seberapa besar dampak risiko jika terjadi. Penilaian *severity* diperoleh dari wawancara dan pengisian kuesioner yang dilakukan oleh *expert.* Berikut ini Tabel 4.4 merupakan hasil penilaian tingkat keparahan (*severity*) risiko yang didapatkan dari rata-rata tiga orang *expert*.

Tabel 4.4 Penilaian Tingkat Keparahan (*Severity*) Risiko

Code	***Risk Event***	***Severity***
E1	Adanya *gap* antara jumlah usulan vaksin dengan realisasinya	7
E2	Permintaan *v*aksin booster *Covid*-19 belum terpenuhi dari kementrian kesehatan pusat	8
E3	Kesalahan perhitungan/pendataan jumlah sasaran *Covid*-19	7
E4	Penundaan waktu pemenuhan usulan vaksinasi booster *covid*-19 dari dinas kesehatan provinsi ke dinas kesehatan kabupaten/kota	8
E5	Keterlambatan proses pengiriman vaksin booster *Covid*-19 dari kementrian kesehatan pusat	8
E6	Kerusakan vaksin booster *Covid*-19 saat proses pengiriman dari kementrian kesehatan pusat	9
E7	Kerusakan vaksin booster *Covid*-19 saat proses penyimpanan	9
E8	Terdapat produk *v*aksin booster *Covid*-19 yang sudah *expired*/kadaluwarsa	8
E9	Tidak terdapat stok vaksin booster *Covid*-19 pada gudang persediaan provinsi	7
E10	Keterlambatan proses pendistribusian vaksin dari dinas kesehatan provinsi ke dinas kesehatan kabupaten	6
E11	Kerusakan vaksin booster *Covid*-19 saat proses pengiriman dari dinas kesehatan provinsi ke kabupaten	9
E12	*Cool box* tidak dilengkapi *cool pax* untuk menyimpan vaksin saat pengiriman	6
E13	Pengatur suhu/thermometer pada *box* error saat pengiriman	8
E14	*Cool Box* yang digunakan untuk membawa vaksin tidak sesuai dengan standard saat pengiriman	8
E15	Terjadi kelalaian atau kesalahan saat *monitoring* dan evaluasi	5
E16	Kesalahan dokumen saat *monitoring* dan evaluasi	5

4.2.3 Mengidentifikasi Sumber Risiko (*Risk Agent*)

Langkah selanjutnya yaitu mengidentifikasi sumber risiko (*risk agent*) dan penilaian tingkat kemungkinan (*occurrence*) dari setiap *risk agent*. Hasil identifikasi *risk agent* didapatkan sebanyak 24 *risk agent* yang kemudian dilakukan penilaian tingkat kemunculan (*occurrence*) dari setiap *risk agent*. *Occurrence* merupakan nilai kemungkinan yang terjadi pada tiap sumber risiko. Penilaian *occurrence* diperoleh dari wawancara dan pengisian kuesioner yang dilakukan oleh *expert.* Berikut ini Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 merupakan hasil penilaian tingkat kemunculan (*occurrence*) risiko yang didapatkan dari rata-rata tiga orang *expert*.

Tabel 4.5 Penilaian Tingkat Kemunculan (*Occurrence*) Risiko

Code	***Risk Agent***	***Occurrence***
A1	Kesadaran/minat masyarakat terhadap vaksinasi *Covid*-19 booster menurun pada beberapa daerah ditandai dengan persentase capaian vaksinasi booster rendah (Bantul 19%, Kulon Progo 19,6%, dan Gunung Kidul 22,2%)	9
A2	Dukungan/*support* dari pejabat daerah terhadap program vaksinasi *Covid*-19 booster masih kurang	5
A3	Sosialisasi terkait program vaksinasi *Covid*-19 booster di daerah-daerah rendah capaian vaksinasi masih kurang	6
A4	Kekurangan stok vaksin booster *Covid*-19 di gudang persediaan pusat	5
A5	*Human error*	8
A6	Terjadi masalah teknis pada aplikasi pengelolaan vaksin (SMILE)	3
A7	Kekurangan stok vaksin booster *Covid*-19 di gudang persediaan provinsi	5
A8	Proses transportasi terhalang kondisi macet atau jarak terlalu jauh	2
A9	Miskomunikasi antara dinas kesehatan provinsi dengan pusat terkait jadwal pengiriman vaksin booster *Covid*-19	8
A10	Dokumen COR (*Certificate of Realize*) vaksin booster *Covid*-19 dari BPOM belum lengkap	3
A11	Gangguan pasokan listrik	6

Tabel 4.6 Penilaian Tingkat Kemunculan (*Occurrence*) Risiko (Lanjutan)

Code	***Risk Agent***	***Occurrence***
A12	Kerusakan pada alat (*freeze tag, log tag, cool pack, thermo* suhu)	7
A13	*Staff*/petugas belum ditraining secara rutin dalam penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19	6
A14	*Vaccine refrigerator* rusak	8
A15	Suhu pada *vaccine refrigerator* atau *cold room* tidak sesuai	4
A16	Tempat penyimpanan vaksin booster *Covid*-19 dibuka terlalu lama	4
A17	Kelengkapan peralatan distribusi kurang (*freeze tag, log tag, cool pack*, pemantau suhu)	6
A18	Kebersihan *vaccine refrigerator* atau *cold room* kurang	3
A19	Penyusunan vaksin yang sangat dekat dengan evaporator	3
A20	*Coolbox* yang digunakan rusak	3
A21	Stok vaksin booster *Covid*-19 yang dikirim dari dinas kesehatan pusat mendekati *expired date* (ED)	8
A22	Gangguan saat proses pengiriman logistik	5
A23	Suhu pada tempat penyimpanan vaksin booster *Covid*-19 saat proses pendistribusian tidak sesuai (2°C s.d 8°C untuk *vaccine refrigerator* dan -50°C s.d -15°C untuk *freezer*)	8
A24	Anggaran bahan bakar lama diproses	7

4.2.4 Mengembangkan Hubungan Matriks

Setelah didapatkan nilai *severity* untuk setiap *risk event* dan nilai *occurrence* untuk setiap *risk agent* kemudian dilakukan pencarian korelasi atau hubungan yang terdapat antara *risk event* dan *risk agent*. Nilai korelasi didasarkan pada penilaian *expert*, dimana terdapat 4 kriteria nilai untuk menunjukkan tingkat korelasi dari setiap *risk event* dengan *risk agent* yaitu (0) jika tidak ada hubungan sama sekali, (1) hubungan rendah, (3) hubungan sedang, dan (9) hubungan tinggi. Hasil nilai korelasi antara antara *risk event* dan *risk agent* dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 *House of Risk* Fase I.

4.2.5 Melakukan Perhitungan ARP

Kemudian setelah didapatkan nilai 3 faktor *severity*, *occurrence*, dan *correlation*, dilanjutkan dengan melakukan perhitungan ARP (*Aggregate Risk Potential*) yang bertujuan untuk memilih agen risiko (*risk agent*) mana yang menjadi prioritas untuk ditangani terlebih dahulu. Perhitungan ARP (*Aggregate Risk Potential*) dilakukan dengan menggunakan rumus 2.1. Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan ARP dari Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 *House of Risk* Fase I:

$ARP_j = O_j \sum iS_i \, R_{ij}$

ARP_1 = 9 [(9x7) + (9x8)]

ARP_1 = 1215

Hasil dari perhitungan setiap ARP kemudian akan diurutkan sesuai dengan *ranking* prioritas dari ARP yang tertinggi ke ARP yang terendah untuk ditangani terlebih dahulu. Adapun penilaian penilaian 3 faktor *severity*, *occurrence*, dan *correlation*, hasil perhitungan ARP (*Aggregate Risk Potential*) dan *ranking* prioritas *risk agent* dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 HOR fase I.

Tabel 4.7 *House of Risk* Fase 1

Risk Event	***Risk Agent***																	***Severity***
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	
E1	9	9	9															7
E2				3														8
E3					3	1												7
E4							3											8
E5								3	9	3								8
E6					3							3	9				1	9
E7					1						3	1	9	1	9	1		9
E8	9																	8
E9							3											7
E10								1	9									6
E11					1							3	9				3	9
E12					1													6
E13					1							3						8
E14												1						8
E15					1													5
E16					1	3												5
Occurance	9	5	6	5	8	3	5	2	8	3	6	7	6	8	4	4	6	
ARP	1215	315	378	120	720	66	225	60	1008	72	162	665	1458	72	324	36	216	
Priority	3	11	9	15	6	18	12	19	5	17	14	7	1	17	10	20	13	

Tabel 4.8 *House of Risk* Fase 1 (Lanjutan)

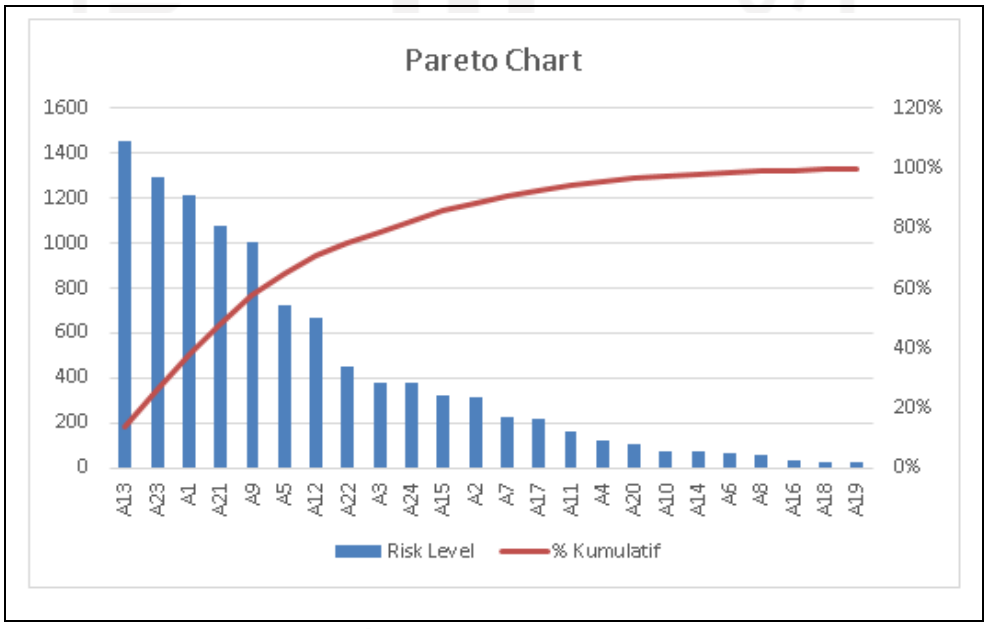
Risk Event	***Risk Agent***							***Severity***
	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	
E1								7
E2								8
E3								7
E4								8
E5								8
E6			1		3	9		9
E7	1	1						9
E8				9				8
E9				9				7
E10					9		9	6
E11			3		1	9		9
E12								6
E13								8
E14								8
E15								5
E16								5
Occurance	3	3	3	8	5	8	7	
ARP	27	27	108	1080	450	1296	378	
Priority	21	21	16	4	8	2	9	

4.3 Desain Usulan Perbaikan Menggunakan HOR II dan *System Dynamic*

Desain usulan perbaikan dilakukan dengan dua metode, yang pertama yaitu HOR fase II untuk mengidentifikasi pola respons atau langkah mitigasi (*preventive action*) yang tepat dalam meminimalkan risiko. Berdasarkan Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 telah didapatkan *ranking* prioritas untuk 24 *risk agent* yang ada.

4.3.1 Memilih *Risk Agent* Dominan

Pada HOR fase II diawali dengan melakukan evaluasi risiko untuk menentukan risiko dominan yang mempengaruhi rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 Dinas Kesehatan DIY. Diagram pareto digunakan sebagai alat bantu dalam mengevaluasi risiko tersebut. Diagram pareto adalah suatu diagram yang mengurutkan peringkat data dari kiri ke kanan, dari urutan tertinggi ke terendah. Diagram pareto digunakan untuk mengidentifikasi masalah yang memiliki prioritas (skor tertinggi) untuk segera diselesaikan sampai dengan prioritas (skor terendah) masalah yang tidak menjadi prioritas (Arini, 2004). Berikuti ini Gambar 4.1 merupakan diagram pareto hasil perhitungan ARP tabel *House of Risk* fase I.



Gambar 4.1 **Diagram Pareto**

Menurut prinsip 80:20 diagram pareto yang berarti bahwa 80% kejadian risiko dapat diselesaikan dengan memperbaiki 20% agen risiko. Hal ini berarti Gambar 4.1 terlihat terdapat 74% kejadian risiko dapat diselesaikan dengan memperbaiki 26% agen risiko. Hasil diagram pareto diatas menunjukkan tedapat 2 *risk agent* yang dominan yaitu A13 dan A23. Akan tetapi, berdasarkan hasil konsultasi dan diskusi dengan para *expert*, didapatkan 5 *risk agent* yang dinilai sebagai risiko dominan yang menyebabkan terhambatnya rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan DIY, sehingga perlu ditidaklanjuti untuk langkah mitigasi (*preventive action*) yang tepat dalam meminimalkan risiko tersebut. Berikut ini Tabel 4.9 merupakan *risk agent* yang dominan. Pada Tabel 4.9 terdapat nilai ARP yang merujuk pada Tabel 4.7 dan 4.8.

Tabel 4.9 *Risk Agent* Dominan

Code	***Risk Agent***	**ARP**
A13	*Staff*/petugas belum ditraining secara rutin dalam penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19	1458
A23	Suhu pada tempat penyimpanan vaksin booster *Covid*-19 saat proses pendistribusian tidak sesuai (2°C s.d 8°C untuk *vaccine refrigerator* dan -50°C s.d -15°C untuk *freezer*)	1296
A1	Kesadaran/minat masyarakat terhadap vaksinasi *Covid*-19 booster menurun pada beberapa daerah ditandai dengan persentase capaian vaksinasi booster rendah (Bantul 19%, Kulon Progo 19,6%, dan Gunung Kidul 22,2%)	1215
A21	Stok vaksin booster *Covid*-19 yang dikirim dari dinas kesehatan pusat mendekati *expired date* (ED)	1080
A9	Miskomunikasi antara dinas kesehatan provinsi dengan pusat terkait jadwal pengiriman vaksin booster *Covid*-19	1008

4.3.2 Mengidentifikasi *Preventive Action*

Setelah didapatkan *risk agent* dominan kemudian mengidentifikasi langkah mitigasi (*preventive action*) yang tepat dalam meminimalkan risiko. Penentuan langkah mitigasi (*preventive action*) dilakukan dengan konsultasi dan diskusi bersama *expert* sehingga

lebih terpercaya dan diharapkan dapat menjadi solusi perbaikan yang sesuai dengan kondisi rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan DIY. Hasil identifikasi *preventive action* didapatkan dari rangkuman hasil diskusi dengan *expert* dan sumber literatur seperti jurnal-jurnal terkait. Berikut ini Tabel 4.10 dan 4.11 merupakan langkah mitigasi (*preventive action*) risiko.

Tabel 4.10 Langkah Mitigasi (*Preventive Action*) Risiko

Code	***Risk Agent***	***Code***	***Preventive Action***
A1	Kesadaran atau minat masyarakat terhadap vaksinasi *Covid*-19 booster menurun pada beberapa daerah ditandai dengan persentase capaian vaksinasi booster rendah (Bantul 19%, Kulon Progo 19,6%, dan Gunung Kidul 22,2%)	PA1	Penyuluhan dan sosialisasi kepada masyarakat mengenai pentingya mendapatkan vaksin booster *Covid*-19 di masa pandemi, terutama daerah dengan capaian vaksin yang terbilang rendah, dengan menggunakan media sosial, *banner*, baliho, dan *sharing* langsung ke setiap desa/kelurahan (Marsellia *et al*, 2022).
		PA2	Bekerja sama dengan pihak ketiga, pemerintah daerah dan para pejabat daerah untuk senantiasa memberikan *support* dan dukungan kepada masyarakat daerahnya tentang pentingnya program vaksinasi booster *Covid*-19.
A9	Miskomunikasi antar dinas kesehatan provinsi dengan pusat terkait jadwal pengiriman vaksin booster *Covid*-19	PA3	Membuat perencanaan jadwal pengiriman vaksin yang jelas, dapat berisi (hari, tangal, pengiriman dan perkiraan kedatangan vaksin) setiap bulannya (Kemenkes RI, 2021a).
		PA4	Melakukan koordinasi yang baik dan rutin memvalidasi jadwal pengiriman vaksin sebelum realisasi, antara pihak kementrian kesehatan pusat, dinas kesehatan provinsi, dan kesehatan dinas kota/kabupaten.

Tabel 4.11 Langkah Mitigasi (*Prevention Action*) Risiko (Lanjutan)

Code	*Risk Agent*	*Code*	*Prevention Action*
A13	*Staff*/petugas belum ditraining secara rutin penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19	PA5	Memfasilitasi *refreshment training* rutin (minimal 1 kali dalam sebulan) untuk *staff*/petugas yang bertugas berkaitan dengan penanganan *cold chain* vaksin (Zuhroh & Dyahhariesti, 2021).
A21	Stok vaksin booster *Covid*-19 yang dikirim dari dinas kesehatan pusat mendekati *expired date* (ED)	PA6	Mengadakan vaksinasi *covid*-19 booster massal secara rutin (minimal 3 kali dalam sebulan).
A23	Suhu pada tempat penyimpanan vaksin booster *Covid*-19 saat proses pendistribusian tidak sesuai (2°C s.d 8°C untuk *vaccine refrigerator* dan -50°C s.d -15°C untuk *freezer*)	PA7	Membuat jadwal *monitoring*/pengecekan secara berkala terhadap suhu tempat penyimpanan vaksin (Menurut BPOM RI (2020) minimal 3 kali sehari dan Kemenkes RI (2021) lebih dari 2 kali sehari)
		PA8	Melakukan regenerasi atau penggatian *staff*/petugas penanganan *cold chain* vaksin.
		PA9	Mengadakan *gathering* sebagai ajang *refreshing* kepada *staff*/petugas sehingga dapat meningkatkan semangat dan motivasi dalam bekerja (Sulistyawati, 2016).

4.3.3 Menenetukan Korelasi *Preventive Action* dan *Risk Agent* Dominan

Setelah mengidentifikasi langkah mitigasi (*preventive action*), dilanjutkan dengan melakukan penilaian korelasi antara *preventive action* dengan *risk agent* yang dominan. Penilaian korelasi diperoleh dari wawancara yang dilakukan dengan *expert*. Nilai korelasi didasarkan pada 4 kriteria nilai yaitu (0) jika tidak ada hubungan sama sekali, (1) rendah, (3) sedang, dan (9) tinggi. Hasil nilai korelasi antara antara *preventive action* dan *risk agent* dapat dilihat pada Tabel 4.12 *House of Risk* Fase II.

4.3.4 Melakukan Perhitungan Total Efektivitas

Selanjutnya melakukan perhitungan total efektivitas yang bertujuan untuk mengukur tingkat efektivitas aksi mitigasi. Perhitungan total efektivitas dilakukan dengan menggunakan rumus 2.2. Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan total efektivitas dari Tabel 4.12 *House of Risk* Fase II:

$TE_k = \sum ARP_j \, . \, E_{jk}$

$TE_1 = [(9x1215)]$

$TE_1 = 10935$

4.3.5 Memperkirakan Tingkat Derajat Kesulitan

Setelah didapatkan hasil total efektivitas kemudian dilakukan penilaian terhadap *degree of difficulty*. Penilaian ini dilakukan oleh pihak *expert* dengan tujuan untuk mengukur tingkat kesulitan strategi penanganan yang dirancang untuk dilakukan. Terdapat 3 skala pada tingkat kesulitan sesuai Tabel 2.9 yaitu nilai 3 (kesulitan rendah), nilai 4 (kesulitan sedang), nilai 5 (kesulitan tinggi). Hasil penilaian terhadap *degree of difficulty* dapat dilihat pada Tabel 4.12 *House of Risk* Fase II.

4.3.6 Melakukan Perhitungan Total Efektif Pada Rasio Kesulitan

Perhitungan *effectiveness to difficulty ratio* bertujuan untuk memperkirakan tingkat derajat kesulitan dalam merealisasikan masing-masing tindakan. Pada perhitungan *effectiveness to difficulty ratio* menggunakan rumus 2.3. Berikut salah satu contoh perhitungan *effectiveness to difficulty ratio* dari Tabel 4.12 *House of Risk* Fase II:

$ETD_k = TE_k / D_k$

$ETD_1 = (10935 / 4)$

$ETD_1 = 2734$

Hasil dari perhitungan setiap *effectiveness to difficulty ratio* akan diurutkan sesuai dengan *ranking* prioritas dari *effectiveness to difficulty ratio* yang tertinggi ke yang terendah untuk mengetahui prioritas tindakan yang dilakukan terlebih dahulu. Adapun hasil penilaian korelasi antara *preventive action* dan *risk agent* serta hasil perhitungan

nilai *total effectiveness, degree of difficulty*, dan *effectiveness to difficulty* dapat dilihat pada Tabel 4.12 *House of Risk* Fase 2.

Tabel 4.12 *House of Risk* Fase II

Risk Agent	***Preventive Action***									**ARP**
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	PA9	
A13					9					1458
A23							9	3	3	1296
A1	9	3								1215
A21						9				1080
A9			9	3						1008
Total Effectiveness of Action	10935	3645	9072	3024	13122	9720	11664	3888	3888	
Degree of difficulty performing action	4	3	3	3	4	5	3	5	3	
Effectiveness to difficulty ratio	2734	1215	3024	1008	3281	1944	3888	778	1296	
Rank priority	4	7	3	8	2	5	1	9	6	

Keterangan masing-masing *preventive action*:

PA1: Penyuluhan dan sosialisasi kepada masyarakat mengenai pentingya mendapatkan vaksin booster *Covid*-19 di masa pandemi, terutama daerah dengan capaian vaksin yang masih terbilang rendah, dengan menggunakan media sosial, banner, baliho, dan *sharing* langsung ke setiap desa/kelurahan.

PA2: Bekerja sama dengan pihak ketiga, pemerintah daerah dan para pejabat daerah untuk senantiasa memberikan *support* dan dukungan kepada masyarakat daerahnya tentang pentingnya program vaksinasi booster *Covid*-19.

PA3: Membuat perencanaan jadwal pengiriman vaksin yang jelas, dapat berisi (hari, tangal, pengiriman dan perkiraan kedatangan vaksin) setiap bulannya.

PA4: Melakukan koordinasi yang baik dan rutin memvalidasi jadwal pengiriman vaksin sebelum realisasi, antara pihak kementrian kesehatan pusat, dinas kesehatan provinsi, dan kesehatan dinas kota/kabupaten.

PA5: Memfasilitasi *refreshment training* rutin untuk *staff*/petugas yang bertugas berkaitan dengan penanganan *cold chain* vaksin.

PA6: Mengadakan vaksinasi *Covid*-19 booster massal secara rutin.

PA7: Membuat jadwal *monitoring*/pengecekan secara berkala terhadap suhu tempat penyimpanan vaksin.

PA8: Melakukan regenerasi atau penggatian *staff*/petugas penanganan *cold chain* vaksin.

PA9: Mengadakan *gathering* sebagai ajang *refreshing* kepada *staff*/petugas sehingga dapat meningkatkan semangat dan motivasi dalam bekerja.

Berdasarkan perhitungan *House of Risk* fase II yang telah dilakukan, didapatkan hasil *ranking* prioritas dari langkah mitigasi (*preventive action)* yang ditunjukkan dengan Tabel 4.13. *Preventive Action* (PA7) adalah langkah mitigasi yang memiki nilai ETDk yang tinggi yaitu sebesar 3281. Dengan melaksanakan langkah mitigasi PA7 dapat meminimalkan risiko dari beberapa agen risiko.

Tabel 4.13 Urutan *Preventive Action*

Code	***Preventive Action***	**ETD**
PA7	Membuat jadwal *monitoring*/pengecekan secara berkala terhadap suhu tempat penyimpanan vaksin	3888
PA5	Memfasilitasi *refreshment training* rutin untuk *staff*/petugas yang bertugas berkaitan dengan penanganan *cold chain* vaksin	3281
PA3	Membuat perencanaan jadwal pengiriman vaksin yang jelas	3024
PA1	Penyuluhan dan sosialisasi kepada masyarakat mengenai pentingya mendapatkan vaksin booster *Covid*-19 di masa pandemi, terutama daerah dengan capaian vaksin yang masih terbilang rendah, dengan menggunakan media sosial, *banner*, baliho, dan *sharing* langsung ke setiap desa/kelurahan.	2734
PA6	Mengadakan vaksinasi *covid*-19 booster massal secara rutin.	1944
PA9	Mengadakan *gathering* sebagai ajang *refreshing* kepada *staff*/petugas sehingga dapat meningkatkan semangat dan motivasi dalam bekerja.	1296

Tabel 4.14 Urutan *Preventive Action* (Lanjutan)

Code	*Preventive Action*	ETD
PA2	Bekerja sama dengan pihak ketiga, pemerintah daerah dan para pejabat daerah untuk senantiasa memberikan *support* dan dukungan kepada masyarakat daerahnya tentang pentingnya program vaksinasi *Covid*-19 booster.	1215
PA4	Melakukan koordinasi yang baik dan rutin memvalidasi jadwal pengiriman vaksin sebelum realisasi, antara pihak kementrian kesehatan pusat, dinas kesehatan provinsi, dan kesehatan dinas kota/kabupaten.	1008
PA8	Melakukan regenerasi atau penggatian *staff*/petugas penanganan *cold chain* vaksin.	778

4.3.7 Membuat Model Konseptuan *Causal Loop Diagram* (CLD)

Setelah melakukan perhitungan menggunakan *House of Risk* (HOR) fase II, kemudian dilanjutkan dengan metode yang kedua yaitu dengan pendekatan simulasi *system dynamic* yang bertujuan untuk mensimulasikan apakah langkah mitigasi yang didapatkan dari hasil HOR II dapat dijadikan sebagai usulan perbaikan. Simulasi *system dynamic* digunakan untuk melihat seluruh variabel-variabel yang ada di sistem secara holistik khususnya variabel risiko yang telah diidentifikasi dan pengaruhnya terhadap variabel yang lain. Dalam pembuatan model simulasi *system dynamic* rantai pasok vaksin booster *Covid*-19, peneliti juga melakukan wawancara *expert* untuk menentukan variabel-variabel yang ada di sistem rantai pasok vaksin booster *Covid*-19.

Pembuatan model simulasi *system dynamic* dimulai dengan membuat model konspetual terlebih dahulu yaitu *Causal Loop Diagram* (CLD) yang berisi variabel-variabel yang ada di sistem rantai pasok vaksin booster *Covid*-19. *Causal Loop Diagram* atau CLD adalah diagram yang menggambarkan hubungan antara variabel-variabel sistem dan juga menggambarkan pola hubungan antar variabel tersebut. Pembuatan *Causal Loop Diagram* (CLD) ini berisi variabel-variabel yang ada di sistem rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 dan *risk agent* dominan yang telah dianalisis

sebelumnya menggunakan diagram pareto. *Risk agent* dominan tersebut diantaranya kesadaran masyarakat terhadap vaksinasi booster *Covid*-19 menurun, miskomunikasi terkait jadwal pengiriman vaksin booster *Covid*-19, *staff*/petugas yang belum ditraining secara rutin dalam penanganan *cold chain* vaksin, stok vaksin yang dikirim dari pusat mendekati *expired date* (ED), dan suhu pada tempat penyimpanan vaksin booster *Covid*-19 saat proses pendistribusian tidak sesuai. Dengan mengatasi kelima prioritas agen risiko tersebut diharapkan risiko yang mungkin terjadi dapat meminimalisir atau bahkan menghilangkan dampaknya. Pembuatan *Causal Loop Diagram* dilakukan bantuan *software Powersim Studio* 5. Berikut ini Tabel 4.15, Tabel 4.16 dan Tabel 4.17 merupakan data identifikasi variabel-variabel yang ada pada sistem.

Tabel 4.15 Identifikasi Variabel Sistem

No	Nama Variabel	Penjelasan
1	Persediaan Vaksin Dinkes	Menyatakan persediaan vaksin pada Dinkes DIY
2	Pasokan dari Pusat	Merepresentasikan jumlah vaksin yang masuk di Dinkes DIY setiap bulan
3	Pengiriman Vaksin	Merepresentasikan jumlah vaksin yang keluar di Dinkes DIY setiap bulan
4	*Safety Stock*	Merepresentasikan jumlah vaksin cadangan di Dinkes DIY
5	Vaksin Tidak Digunakan	Merepresentasikan jumlah vaksin yang tidak digunakan di Dinkes DIY
6	Pemenuhan Permintaan Vaksin	Merepresentasikan jumlah permintaan vaksin DIY setiap bulan
7	Permintaan Vaksin Kota Yogyakarta	Merepresentasikan jumlah permintaan vaksin Kota Yogyakarta
8	Permintaan Vaksin Bantul	Merepresentasikan jumlah permintaan vaksin Bantul
9	Permintaan Vaksin Sleman	Merepresentasikan jumlah permintaan vaksin Sleman
10	Permintaan Vaksin Kulon Progo	Merepresentasikan jumlah permintaan vaksin Kulon Progo

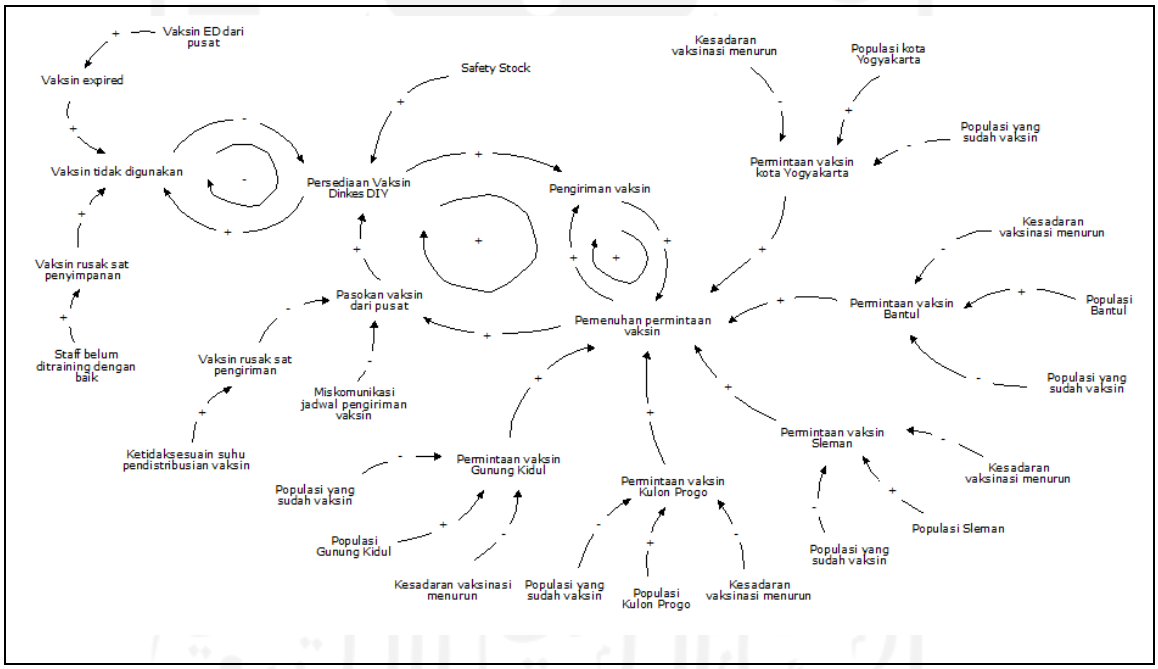
Tabel 4.16 Identifikasi Variabel Sistem (Lanjutan)

No	Nama Variabel	Penjelasan
11	Permintaan Vaksin Gunung Kidul	Merepresentasikan jumlah permintaan vaksin Gunung Kidul
12	Populasi Kota Yogyakarta	Merepresentasikan populasi Kota Yogyakarta
13	Populasi Bantul	Merepresentasikan populasi Bantul
14	Populasi Sleman	Merepresentasikan populasi Sleman
15	Populasi Kulon Progo	Merepresentasikan populasi Kulon Progo
16	Populasi Gunung Kidul	Merepresentasikan populasi Gunung Kidul
17	Populasi Sudah Vaksin	Merepresentasikan populasi sudah vaksin setiap kota/kabupaten DIY
18	Vaksin *Expired*	Merepresentasikan jumlah vaksin *expired*
19	Vaksin Rusak Saat Penyimpanan	Merepresentasikan jumlah vaksin rusak saat penyimpanan
20	Vaksin Rusak Saat Pengiriman	Merepresentasikan jumlah vaksin rusak saat pengiriman
21	Kesadaran Masyarakat Menurun	Merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu kesadaran masyarakat pada vaksinasi *Covid*-19 booster menurun
22	Ketidaksesuaian Suhu Pendistribusian Vaksin	Merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu suhu pendistribusian vaksin booster *Covid*-19 tidak sesuai
23	*Staff* Belum ditraining Secara Rutin	Merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu *staff* belum ditraining secara rutin

Tabel 4.17 Identifikasi Variabel Sistem (Lanjutan)

No	Nama Variabel	Penjelasan
24	Miskomunikasi Jadwal Pengiriman Vaksin	Merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu miskomunikasi jadwal pengiriman vaksin booster *Covid*-19
25	Vaksin Mendekati ED dari Pusat	Merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu vaksin booster *Covid*-19 ED dari pusat

Berikut ini Gambar 4.2 merupakan *Causal Loop Diagram* yang telah dibuat berdasarkan identifikasi variabel sistem.



Gambar 4.2 ***Causal Loop Diagram***

Pada pembuatan model konseptual yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 juga dilakukan proses validasi dengan cara berkonsultasi dengan pihak *expert* atau biasa disebut *face validity.* Proses validasi tersebut bertujuan untuk meminimalisir kesalahan yang dapat terjadi pada variabel-variabel yang digunakan dan hubungan antar variabelnya. *Causal Loop Diagram* merupakan model konseptual yang menunjukkan hubungan sebab akibat antar variabel. Tanda (+) menyatakan hubungan saling

menguatkan atau berbanding lurus, artinya apabila variabel penyebabnya meningkat atau menurun, variabel akibatnya juga akan meningkat atau menurun. Tanda (-) menyatakan hubungan berbanding terbalik, artinya apabila variabel penyebabnya meningkat maka variabel akibatnya menurun, begitu juga sebaliknya.

Variabel persediaan vaksin Dinkes DIY merupakan parameter peniliti pada model konseptual tersebut. Persediaan vaksin Dinkes DIY dipengaruhi oleh 4 variabel yaitu pasokan vaksin dari pusat, pengiriman vaksin, *safety stock*, dan vaksin tidak digunakan. Pertama, yang akan dijelaskan adalah variabel pasokan vaksin dari pusat. Pasokan vaksin dari pusat pada Gambar 4.2 memiliki hubungan (+) mempengaruhi persediaan vaksin, yang artinya jika pasokan vaksin dari pusat berjumlah banyak maka persediaan juga akan bertambah banyak, sebaliknya jika pasokan vaksin dari pusat turun/tidak ada maka persediaan juga akan menjadi turun jumlahnya. Pasokan vaksin dari pusat dipengaruhi oleh vaksin rusak saat pengiriman. Vaksin rusak saat pengiriman memiliki hubungan (-) terhadap pasokan vaksin, yang artinya jika jumlah vaksin yang rusak banyak saat pengiriman maka jumlah vaksin pada variabel pasokan vaksin akan berkurang. Kemudian vaksin rusak saat pengiriman dipengaruhi oleh Ketidaksesuaian suhu vaksin saat pendistribusian. Ketidaksesuaian suhu vaksin saat pedistribusian memiliki hubungan (+) terhadap vaksin rusat saat pengiriman, yang artinya semakin banyak ketidaksesuain suhu vaksin saat pedistribusian maka semakin banyak jumlah vaksin yang rusak saat pengiriman. Selain itu, pasokan vaksin dari pusat juga dipengaruhi miskomunikasi jadwal pengiriman vaksin. Miskomunikasi jadwal pengiriman vaksin memiliki hubungan (-) terhadap pasokan vaksin dari pusat, yang artinya semakin banyak miskomunikasi jadwal pengiriman vaksin maka jumlah pasokan vaksin dari pusat semakin sedikit.

Kedua, yang akan dijelaskan adalah variabel vaksin tidak digunakan. Vaksin tidak digunakan memiliki hubungan (-) terhadap persediaan vaksin Dinkes DIY, yang artinya semakin banyak jumlah vaksin yang tidak bisa digunakan maka semakin sedikit jumlah persediaan vaksin. Sebaliknya persediaan vaksin memiliki hubungan (+) terhadap vaksin yang tidak bisa digunakan, yang artinya semakin banyak jumlah persediaan vaksin maka semakin banyak jumlah vaksin yang tidak digunakan. Vaksin yang tidak digunakan dipengaruhi oleh dua variabel yaitu vaksin *expired* dan vaksin rusak saat

penyimpanan. Vaksin *expired* memiliki hubungan (+) terhadap vaksin yang tidak digunakan, yang berarti semakin banyak jumlah vaksin *expired* maka semakin banyak jumlah vaksin yang tidak digunakan. Vaksin expired dipengaruhi vaksin *expired* dari pusat dan memiliki hubungan (+), yang berarti semakin banyak stok vaksin yang mendekati *expired date* dari pusat maka semakin banyak jumlah vaksin *expired.* Kemudian vaksin rusak saat penyimpanan memiliki hubungan (+) terhadap vaksin tidak digunakan yang berarti semakin banyak jumlah vaksin rusak saat penyimpanan maka semakin banyak jumlah vaksin yang tidak digunakan. Vaksin rusak saat penyimpanan dipengaruhi oleh variabel *staff* belum ditraining dengan baik dan memiliki hubungan (+) yang berarti semakin banyak *staff* belum ditraining dengan baik maka semakin banyak jumlah vaksin yang rusak saat penyimpanan.

Ketiga, variabel yang akan dijelaskan adalah variabel *safety stock.* Variabel *safety stock* memiliki hubungan (+) terhadap persediaan vaksin Dinkes DIY yang artinya semakin banyak jumlah *safety stock* vaksin maka semakin banyak jumlah persediaan vaksin. Keempat, variabel yang akan dijelaskan adalah variabel pengiriman vaksin. Variabel persediaan vaksin Dinkes DIY memiliki hubungan (+) terhadap variabel pengiriman vaksin yang artinya semakin banyak jumlah persediaan vaksin maka semakin banyak jumlah vaksin yang dikirim. Kemudian pengiriman vaksin memiliki hubungan (+) terhadap pemenuhan permintaan vaksin, yang artinya semakin banyak jumlah vaksin yang dikirim maka semakin banyak jumlah pemenuhan permintaan vaksin. Pemenuhan permintaan vaksin memiliki hubungan (+) terhadap pengiriman vaksin, yang artinya semakin banyak jumlah pemenuhan permintaan vaksin maka semakin banyak jumlah pengiriman vaksin. Pemenuhan permintaan vaksin juga memiliki pengaruh terhadap variabel pasokan vaksin dari pusat dengan hubungan (+) yang artinya semakin banyak jumlah pemenuhan permintaan vaksin maka semakin banyak jumlah pasokan vaksin dari pusat.

Variabel pemenuhan permintaan vaksin dipengaruhi oleh jumlah permintaan vaksin dari lima kabupaten/kota di provinsi Yogyakarta yaitu kota Yogyakarta, kabupaten Bantul, kabupaten Sleman, kabupaten Kulon Progo, dan kabupaten Gunung Kidul. Permintaan vaksin di setiap kabupaten/kota provinsi Yogyakarta memiliki hubungan (+) terhadap pemenuhan permintaan vaksin, yang artinya semakin banyak jumlah

permintaan vaksin di setiap kabupaten/kota provinsi Yogyakarta maka semakin banyak jumlah pemenuhan permintaan vaksin. Kemudian setiap permintaan kabupaten/kota provinsi Yogyakarta dipengaruhi oleh tiga variabel yaitu kesadaran vaksin menurun, populasi kabupaten/kota dan populasi sudah vaksin. Daerah pertama yaitu kota Yogyakarta. Kesadaran vaksin menurun kota Yogyakarta memiliki hubungan (-) terhadap permintaan vaksin kota Yogyakarta, yang artinya semakin banyak kesadaran vaksin yang menurun maka semakin sedikit jumlah permintaan vaksin kota Yogyakarta. Populasi kota Yogyakarta memiliki hubungan (+) terhadap permintaan vaksin kota Yogyakarta, yang artinya semakin banyak populasi kota Yogyakarta maka semakin banyak jumlah permintaan vaksin kota Yogyakarta. Populasi sudah vaksin memiliki hubungan (-) terhadap permintaan vaksin kota Yogyakarta, yang artinya semakin banyak populasi sudah vaksin di kota Yogyakarta maka semakin sedikit jumlah permintaan vaksin kota Yogyakarta.

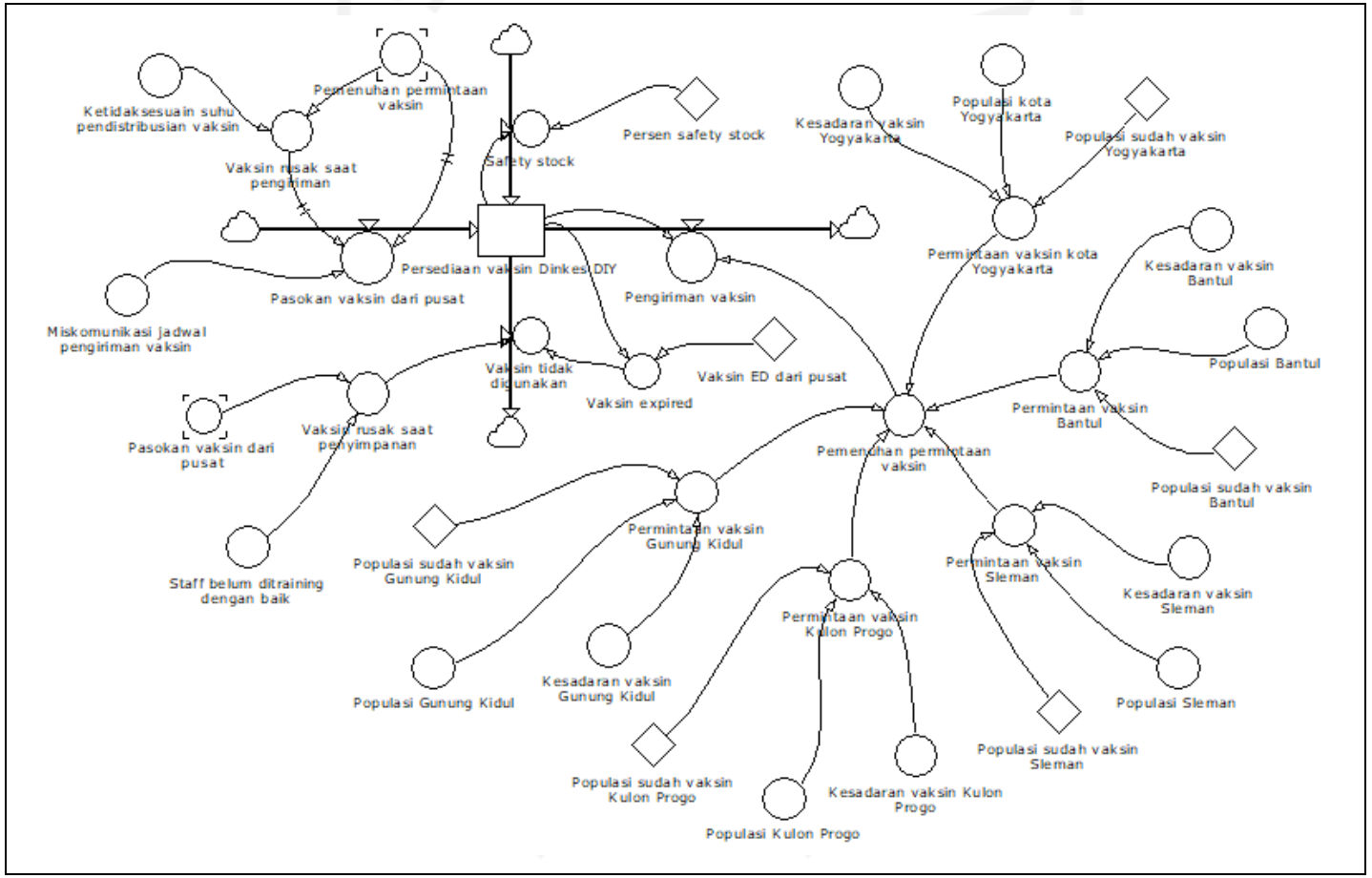
Daerah kedua yaitu kabupaten Bantul. Kesadaran vaksin menurun Bantul memiliki hubungan (-) terhadap permintaan vaksin Bantul, yang artinya semakin banyak kesadaran vaksin yang menurun maka semakin sedikit jumlah permintaan vaksin Bantul. Populasi Bantul memiliki hubungan (+) terhadap permintaan vaksin Bantul, yang artinya semakin banyak populasi Bantul maka semakin banyak jumlah permintaan vaksin Bantul. Populasi sudah vaksin memiliki hubungan (-) terhadap permintaan vaksin Bantul, yang artinya semakin banyak populasi sudah vaksin di Bantul maka semakin sedikit jumlah permintaan vaksin Bantul. Daerah ketiga yaitu kabupaten Sleman. Kesadaran vaksin menurun Sleman memiliki hubungan (-) terhadap permintaan vaksin Sleman, yang artinya semakin banyak kesadaran vaksin yang menurun maka semakin sedikit jumlah permintaan vaksin Sleman. Populasi Sleman memiliki hubungan (+) terhadap permintaan vaksin Sleman, yang artinya semakin banyak populasi Sleman maka semakin banyak jumlah permintaan vaksin Sleman. Populasi sudah vaksin memiliki hubungan (-) terhadap permintaan vaksin Sleman, yang artinya semakin banyak populasi sudah vaksin di Sleman maka semakin sedikit jumlah permintaan vaksin Sleman.

Daerah keempat yaitu kabupaten Kulon Progo. Kesadaran vaksin menurun Sleman memiliki hubungan (-) terhadap permintaan vaksin Kulon Progo, yang artinya semakin banyak kesadaran vaksin yang menurun maka semakin sedikit jumlah permintaan vaksin Kulon Progo. Populasi Kulon Progo memiliki hubungan (+) terhadap permintaan vaksin Kulon Progo, yang artinya semakin banyak populasi Kulon Progo maka semakin banyak jumlah permintaan vaksin Kulon Progo. Populasi sudah vaksin memiliki hubungan (-) terhadap permintaan vaksin Kulon Progo, yang artinya semakin banyak populasi sudah vaksin di Kulon Progo maka semakin sedikit jumlah permintaan vaksin Kulon Progo. Daerah terakhir yaitu kabupaten Gunung Kidul. Kesadaran vaksin menurun Gunung Kidul memiliki hubungan (-) terhadap permintaan vaksin Gunung Kidul, yang artinya semakin banyak kesadaran vaksin yang menurun maka semakin sedikit jumlah permintaan vaksin Gunung Kidul. Populasi Gunung Kidul memiliki hubungan (+) terhadap permintaan vaksin Gunung Kidul, yang artinya semakin banyak populasi Gunung Kidul maka semakin banyak jumlah permintaan vaksin Gunung Kidul. Populasi sudah vaksin memiliki hubungan (-) terhadap permintaan vaksin Gunung Kidul, yang artinya semakin banyak populasi sudah vaksin di Gunung Kidul maka semakin sedikit jumlah permintaan vaksin Gunung Kidul.

4.3.8 Membuat *Flow Diagram*

Langkah selanjutnya yaitu membuat *flow diagram* yang didalamnya terdapat fungsi matematis dari model konseptual *causal loop diagram* yang telah dibuat. Pada model *flow diagram* ini berisi perhitungan matematis setiap variabel yang didasarkan pada asumsi pemodel bersama *expert* serta beberapa data sekunder. Selain itu, *risk agent* dominan hasil HOR fase I dan langkah mitigasi hasil HOR fase II akan digunakan sebagai variabel *input* model simulasi.

Berikut ini Gambar 4.3 merupakan *flow diagram* yang sudah dibuat berdasarkan model konseptual.



Gambar 4.3 ***Flow Diagram***

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat model matematis yang dibuat menggunakan *software* Powersim. Berikut ini merupakan informasi yang terdapat pada masing-masing *flow diagram* model simulasi:

1. Persediaan Vaksin Dinkes DIY

   Variabel ini merupakan parameter yang ingin diamati oleh peneliti. Berisikan persediaan vaksin di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.

   Fungsi matematisnya:

   ROUND(0<<vaksin>>)

2. Pasokan Vaksin dari Pusat

   Variabel ini merepresentasikan jumlah vaksin yang masuk di Dinkes DIY setiap bulan. Fungsi matematisnya:

   ROUND(DELAYMTR(PULSE('Pemenuhan permintaan vaksin'/1<<orang/vaksin>>-'Vaksin rusak saat pengiriman';STARTTIME+1<<mo>>;1<<mo>>);'Miskomunikasi jadwal pengiriman vaksin');1<<vaksin/mo>>)

3. Vaksin Rusat Saat Pengiriman

   Variabel ini merepresentasikan jumlah vaksin rusak saat pengiriman.

   Fungsi matematisnya:

   ROUND(('Ketidaksesuain suhu pendistribusian vaksin''Pemenuhan permintaan vaksin')/1<<orang/vaksin>>;1<<vaksin>>)*

4. Ketidaksesuaian Suhu Pendistribusian Vaksin

   Variabel ini merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu suhu pendistribusian vaksin tidak sesuai. Fungsi matematisnya:

   3<<%>>

5. Miskomunikasi Jadwal Pengiriman Vaksin

   Variabel ini merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu miskomunikasi jadwal pengiriman vaksin. Fungsi matematisnya:

   RANDOM(0,06<<mo>>;0,23<<mo>>)

6. *Safety Stock*

   Variabel ini merepresentasikan jumlah vaksin cadangan di Dinkes DIY.

   Fungsi matematisnya:

ROUND(IF('Persediaan vaksin Dinkes DIY'/1<<mo>>'Persen safety stock'>0<<vaksin/mo>>;'Persediaan vaksin Dinkes DIY'/1<<mo>>*'Persen safety stock';0<<vaksin/mo>>);1<<vaksin/mo>>)*

7. Persen *Safety Stock*

   Variabel ini merepresentasikan persen *safety stock* vaksin. Fungsi matematisnya:

   10<<%>>

8. Vaksin Tidak Digunakan

   Variabel ini merepresentasikan jumlah vaksin yang tidak digunakan di Dinkes DIY. Fungsi matematisnya:

   ROUND('Vaksin expired'+'Vaksin rusak saat penyimpanan';1<<vaksin/mo>>)

9. Vaksin Rusak Saat Penyimpanan

   Variabel ini merepresentasikan jumlah vaksin rusak saat penyimpanan.

   Fungsi matematisnya:

   'Staff belum ditraining dengan baik''Pasokan vaksin dari pusat'*

10. *Staff* Belum Ditraining Secara Rutin

    Variabel ini merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu staff belum ditraining dengan baik. Fungsi matematisnya:

    3<<%>>

11. Vaksin *Expired*

    Variabel ini merepresentasikan jumlah vaksin expired. Fungsi matematisnya:

    ROUND(IF('Persediaan vaksin Dinkes DIY'/1<<mo>>'Vaksin ED dari pusat'>0<<vaksin/mo>>;'Persediaan vaksin Dinkes DIY'/1<<mo>>*'Vaksin ED dari pusat';0<<vaksin/mo>>);1<<vaksin/mo>>)*

12. Vaksin *Expired* Dari Pusat

    Variabel ini merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu vaksin ED dari pusat. Fungsi matematisnya:

    5<<%>>

13. Pengiriman Vaskin

    Variabel ini merepresentasikan jumlah vaksin yang keluar di Dinkes DIY setiap bulan. Fungsi matematisnya:

    *IF('Persediaan vaksin Dinkes DIY'/1<<mo>>-('Pemenuhan permintaan vaksin'*1<<vaksin/orang>>/1<<mo>>)<0<<vaksin/mo>>;'Persediaan vaksin*

*Dinkes DIY'/1<<mo>>;'Pemenuhan permintaan vaksin'*1<<vaksin/orang>>/1<<mo>>)*

14. Pemenuhan Permintaan Vaksin

    Variabel ini merepresentasikan jumlah permintaan vaksin DIY setiap bulan.

    Fungsi matematisnya:

    ('Permintaan vaksin Bantul'+'Permintaan vaksin Gunung Kidul'+'Permintaan vaksin kota Yogyakarta'+'Permintaan vaksin Kulon Progo'+'Permintaan vaksin Sleman')

15. Permintaan Vaksin Kota Yogyakarta

    Variabel ini merepresentasikan jumlah permintaan vaksin Kota Yogyakarta. Fungsi matematisnya:

    ROUND((('Populasi kota Yogyakarta'-('Populasi kota Yogyakarta''Populasi sudah vaksin Yogyakarta'))*'Kesadaran vaksin Yogyakarta');1<<orang>>)*

16. Kesadaran Vaksin Yogyakarta

    Variabel ini merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu kesadaran vaksinasi menurun di kota Yogyakarta. Fungsi matematisnya:

    RANDOM(4<<%>>;5<<%>>)

17. Populasi Kota Yogyakarta

    Variabel ini merepresentasikan populasi kota Yogyakarta. Fungsi matematisnya:

    449890<<orang>> (BPS DIY, 2022)

18. Populasi Sudah Vaksin Kota Yogyakarta

    Variabel ini merepresentasikan populasi sudah vaksin kota Yogyakarta.

    Fungsi matematisnya:

    77,6<<%>> (Databoks Indonesia, 2022)

19. Permintaan Vaksin Bantul

    Variabel ini merepresentasikan jumlah permintaan vaksin Bantul.

    Fungsi matematisnya:

    ROUND((('Populasi Bantul'-('Populasi Bantul''Populasi sudah vaksin Bantul'))*'Kesadaran vaksin Bantul');1<<orang>>)*

20. Kesadaran Vaksin Bantul

    Variabel ini merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu kesadaran vaksinasi menurun di Bantul. Fungsi matematisnya:

    RANDOM(1<<%>>;1,5<<%>>)

21. Populasi Bantul

    Variabel ini merepresentasikan populasi Bantul. Fungsi matematisnya:

    1064286<<orang>> (BPS DIY, 2022)

22. Populasi Sudah Vaksin Bantul

    Variabel ini merepresentasikan populasi sudah vaksin Bantul. Fungsi matematisnya:

    19<<%>> (Databoks Indonesia, 2022)

23. Permintaan Vaksin Sleman

    Variabel ini merepresentasikan jumlah permintaan vaksin Sleman.

    Fungsi matematisnya:

    ROUND((('Populasi Sleman'-('Populasi Sleman''Populasi sudah vaksin Sleman'))*'Kesadaran vaksin Sleman');1<<orang>>)*

24. Kesadaran Vaksin Sleman

    Variabel ini merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu kesadaran vaksinasi menurun di Sleman. Fungsi matematisnya:

    RANDOM(2<<%>>;3<<%>>)

25. Populasi Sleman

    Variabel ini merepresentasikan populasi Sleman. Fungsi matematisnya:

    1282804<<orang>> (BPS DIY, 2022)

26. Populasi Sudah Vaksin Sleman

    Variabel ini merepresentasikan populasi sudah vaksin Sleman. Fungsi matematisnya:

    32,18<<%>> (Databoks Indonesia, 2022)

27. Permintaan Vaksin Kulon Progo

    Variabel ini merepresentasikan jumlah permintaan vaksin Kulon Progo.

    Fungsi matematisnya:

    ROUND((('Populasi Kulon Progo'-('Populasi Kulon Progo''Populasi sudah vaksin Kulon Progo'))*'Kesadaran vaksin Kulon Progo');1<<orang>>)*

28. Kesadaran Vaksin Kulon Progo

    Variabel ini merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu kesadaran vaksinasi menurun di Kulon Progo. Fungsi matematisnya:

    RANDOM(1<<%>>;2<<%>>)

29. Populasi Kulon Progo

    Variabel ini merepresentasikan populasi Kulon Progo. Fungsi matematisnya:

    448131<<orang>> (BPS DIY, 2022)

30. Populasi Sudah Vaksin Kulon Progo

    Variabel ini merepresentasikan populasi sudah vaksin Kulon Progo.

    Fungsi matematisnya:

    19,6<<%>> (Databoks Indonesia, 2022)

31. Permintaan Vaksin Gunung Kidul

    Variabel ini merepresentasikan jumlah permintaan vaksin Gunung Kidul.

    Fungsi matematisnya:

    ROUND((('Populasi Gunung Kidul'-('Populasi Gunung Kidul''Populasi sudah vaksin Gunung Kidul'))*'Kesadaran vaksin Gunung Kidul');1<<orang>>)*

32. Kesadaran Vaksin Gunung Kidul

    Variabel ini merepresentasikan penyebab terjadinya risiko serta risiko itu sendiri yaitu kesadaran vaksinasi menurun di Gunung Kidul. Fungsi matematisnya:

    RANDOM(2<<%>>;2,5<<%>>)

33. Populasi Gunung Kidul

    Variabel ini merepresentasikan populasi Gunung Kidul. Fungsi matematisnya:

    776705<<orang>> (BPS DIY, 2022)

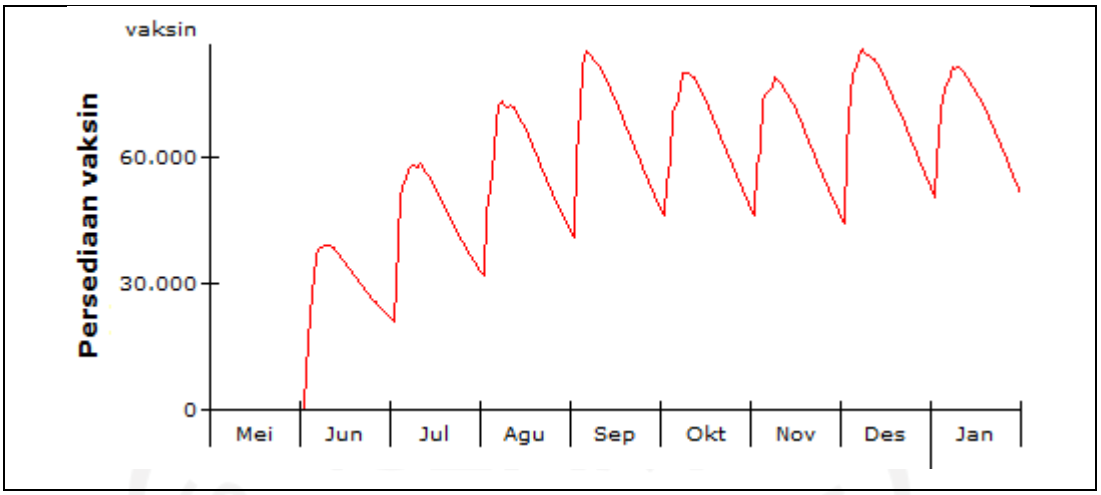
34. Populasi Sudah Vaksin Gunung Kidul

    Variabel ini merepresentasikan populasi sudah vaksin Gunung Kidul.

    Fungsi matematisnya:

    22,2<<%>> (Databoks Indonesia, 2022)

Berdasarkan *causal loop diagram* dan *flow diagram* yang telah dibuat sebelumnya, berikut merupakan hasil simulasi *system dynamic* rantai pasok vaksin booster *Covid-19* di Dinas Kesehatan Derah Istimewa Yogyakarta dengan parameter yang dilihat/diamati adalah persediaan vaksin booster *Covid-19* pada gudang persediaan di Dinas Kesehatan Derah Istimewa Yogyakarta. Simulasi dimulai dari 1 Mei 2022 sampai 1 Februari 2022, yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 **Grafik Persediaan Vaksin Booster *Covid*-19**

Tabel 4.18 Vaksin Booster *Covid*-19 *Expired* dan Rusak

Time	Vaksin expired (vaksin/mo)	Vaksin rusak saat pengiriman (vaksin)
01 Jul 2022	1.219,00	1.798,00
01 Agu 2022	1.768,00	1.880,00
01 Sep 2022	2.210,00	1.565,00
01 Okt 2022	2.156,00	1.793,00
01 Nov 2022	2.370,00	1.740,00
01 Des 2022	2.535,00	1.689,00
01 Jan 2023	2.602,00	1.798,00
01 Feb 2023	2.817,00	1.830,00

Tabel 4.19 Perbandingan Persediaan dan Pengiriman Vaksin Booster *Covid*-19

Time	Persediaan vaksin Dinkes DIY (vaksin)	Pengiriman vaksin (vaksin/mo)	Pemenuhan permintaan vaksin (orang)
01 Jul 2022	24.378,26	24.378,26	59.918,00
01 Agu 2022	35.350,58	35.350,58	62.668,00
01 Sep 2022	44.209,14	44.209,14	52.177,00
01 Okt 2022	43.119,74	43.119,74	59.761,00
01 Nov 2022	47.402,74	47.402,74	58.015,00
01 Des 2022	50.699,30	50.699,30	56.314,00
01 Jan 2023	52.037,04	52.037,04	59.929,00
01 Feb 2023	56.344,61	56.344,61	61.000,00

Berdasarkan hasil simulasi yang ditujukkan dengan Gambar 4.4, terlihat bahwa persediaan vaksin booster *Covid-19* di Dinas Kesehatan DIY mengalami kenaikan setiap bulannya. Akan tetapi walaupun mengalami kenaikan persediaan, apabila dilihat dari Tabel 4.18 pada pengiriman vaksin dari dinas kesehatan pusat, ditemukan keadaan dimana jumlah vaksin yang dikirim mengalami *stockout* atau jumlah vaksin yang dikirimkan tidak dapat memenuhi permintaan yang ada. Seperti pada bulan Juli jumlah permintaan vaksin untuk daerah Yogyakarta sebanyak 59.918 vaksin namun jumlah vaksin yang tersedia di gudang persediaan hanya 24.378 vaksin.

Hal tersebut berarti sirkulasi vaksin booster *Covid-19* pada gudang penyimpanan di Dinas Kesehatan masih belum sesuai. Jumlah persediaan yang kurang juga disebabkan masih banyak ditemukannya jumlah produk vaksin yang mengalami kadaluwarsa (*expired*) dan rusak sehingga tidak dapat digunakan dan didistribusikan. Vaksin yang kadaluwarsa dan rusak ini disebabkan oleh faktor *human error* diantaranya yaitu pasokan vaksin booster *Covid-19* dari pusat yang mendekati *expired date*, ketidaksesuaian suhu vaksin booster *Covid-19* saat penyimpanan maupun pengiriman, kesalahan *staff* yang belum ditraining secara rutin, dan adanya kerterlambatan pengiriman vaksin booster *Covid-19* dari pusat akibat miskomunikasi jadwal pengiriman vaksin.

4.2.7 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi atau pengecekan model harus dilakukan untuk memastikan bahwa model yang dibuat sudah sesuai dan konsisten. Verifikasi dilakukan dengan cara melakukan pengecekan kembali rumus pada setiap variabel pada model simulasi yang telah dibuat apakah perilakunya sudah sama seperti sistem nyata. Verifikasi juga dapat dilakukan secara visual dengan melihat setiap variabel. Jika masih terdapat tanda merah (?) dan tanda kuning (#) yang berarti masih terdapat kesalahan, maka model tersebut belum diverifikasi dengan baik. Sebaliknya, jika tidak ada tanda merah (?) kuning (#), maka model telah diverifikasi dengan benar.

Validasi adalah upaya untuk menunjukkan bahwa model komputer dalam domainnya, yang merupakan aplikasi dari sistem nyata, memiliki akurasi yang tepat untuk aplikasi tersebut. Ada beberapa teknik validasi model yang dilakukan oleh peneliti yaitu menggunakan validitas statistik membandingkan suplai vaksin booster *Covid*-19 yang disimulasikan dengan sistem nyata dan menggunakan *face validity*. Pada validitas statistik, peneliti menggunakan dua uji statistik yaitu Uji Kesamaan Dua Rata-rata dan Uji Kesamaan Dua Variansi. Berikut merupakan langkah–langkah validasi yang digunakan oleh peniliti:

Tabel 4.20 Data Hasil Simulasi dan Sistem Nyata

No	*Output* Historis	*Output* Simulasi
1	51872	24378
2	24005	35350
3	60254	44209
4	49985	43119
5	68885	47402
6	43875	50699
7	50565	52037
8	57344	56344

1. Validasi Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

   Berikut merupakan langkah-langkah Uji Kesamaan Dua Rata-rata:

   a. Menghitung rata-rata dari kedua populasi dan standar deviasi.

Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Rata-rata dan Standar Deviasi

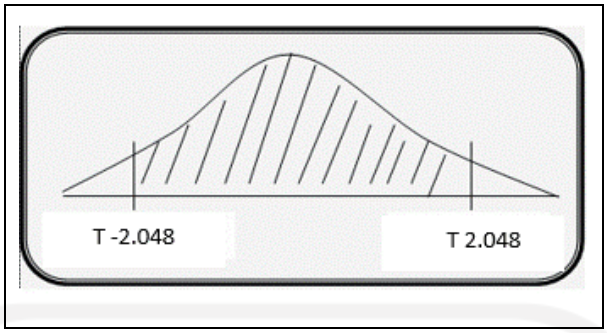
	NYATA(1)	SIMULASI(2)
Mean	50.848,12	44.192,25
SD (v)	13.239,80	10.238,49
n	8	8

   b. Membuat Hipotesis

   Ho : $\mu 1 = \mu 2$ = Tidak terdapat perbedaaan rata-rata antara data historis (nyata) dan data hasil simulasi.

   H1 : $\mu 1 \neq \mu 2$ = Terdapat perbedaaan rata-rata antara data historis (nyata) dan data hasil simulasi.

c. Menentukan Daerah Penerimaan dan Penolakan



Gambar 4.5 **Daerah Penerimaan dan Penolakan Tabel T α/2 0,025**

Dengan tingkat signifikansi 5%

Keterangan :

Ho diterima jika Ttabel-0,025<Thitung<Ttabel+0,025

Ho ditolak jika Thitung<Ttabel-0,025 atau Ttabel+0,025<Thitung

d. Menghitung Statistik Uji

Menentukan nilai Sp2 terlebih dahulu dengan asumsi variansi kedua populasi sama, menggunakan rumus 4.1.

$$SP^2 = \frac{(n_1-1)\,V_1{}^2+(n_2-1)\,V_2{}^2}{n_1+n_2-2} \qquad (4.1)$$

Didapatkan nilai Sp2 sebesar = 127946. Selanjutnya dilanjutkan dengan menghitung Thitung dengan rumus 4.2.

$$t_{\,hitung} = \frac{Mean_1+Mean_2}{\sqrt{Sp^2 x\,(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2})}} \qquad (4.2)$$

Berdasarkan hasil perhitungan Thitung, nilai yang dihasilkan sebesar 0,372.

e. Kesimpulan Uji Kesamaan Dua Rata-rata

Dari perhitungan yang sudah dilakukan diketahui bahwa nilai -2,048 < Thitung < +2,048. Maka hal tersebut berarti Ho diterima atau Tidak terdapat perbedaaan rata-rata antara data historis (nyata) dan data hasil simulasi.

2. Validasi Uji Dua Variansi

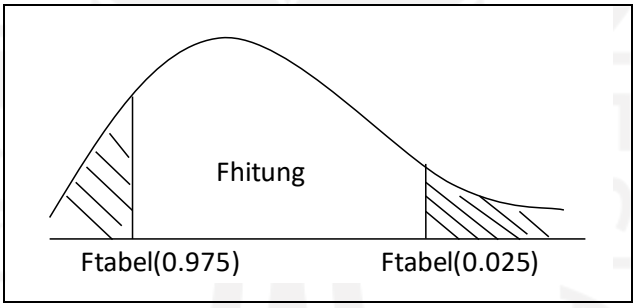
Berikut merupakan langkah-langkah Uji Kesamaan Dua Variansi:

a. Membuat Hipotesis

Ho : $\partial 1 = \partial 2$ = Tidak ada perbedaan pada variansi simulasi dan sistem nyata atau hasil simulasi sesuai dengan sistem nyata.

H1 : $\partial 1 \neq \partial 2$ = Terdapat perbedaan pada variansi simulasi dan sistem nyata atau hasil simulasi tidak sesuai dengan sistem nyata.

b. Menentukan Daerah Penerimaaan dan Penolakan



Gambar 4.6 **Grafik F tabel**

Dengan tingkat signifikansi 5%

Keterangan:

Ho diterima jika Ftabel 0,975<Fhitung<Ftabel 0,025

Ho ditolak jika Fhitung<Ftabel 0,975 atau Ftabel 0,025<Fhitung

c. Menghitung Statistik Uji

$$F_{hitung} = \frac{V_1}{V_2} \quad (4.3)$$

Dari perhitungan Fhitung didapatkan nilainya yaitu 1,672.

d. Kesimpulan

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai batas pada grafik adalah 0,476 dan 2,101. Diketahui nilai Fhitung adalah 1,672, hal tersebut berarti Ho diterima atau tidak ada perbedaan pada variansi simulasi dan sistem nyata atau hasil simulasi sesuai dengan sistem nyata.

Berdasarkan kedua uji statistik diketahui bahwa Ho dinyatakan diterima, hal tersebut berarti model simulasi yang dibuat sudah dapat merepresentasikan sistem nyatanya. Atau dengan kata lain model yang dibuat telah valid.

3. *Face Validity*

Salah satu dari beberapa teknik validasi adalah *face validity* yang merupakan teknik validasi dengan cara bertanya kepada para ahli tentang hasil simulasi serta perilaku variabel-variabelnya (J. Forrester, 1961). Dalam teknik validasi ini, peneliti menanyakan kepada ahli apakah perubahan perilaku variabel-variabelnya masuk akal atau tidak. Selain itu, mengenai rumus matematika dari masing-masing variabel, peneliti melakukan pengecekan dengan salah satu asisten di Laboratorium Pemodelan dan Simulasi Industri yang ahli dalam simulasi *system dynamic* dan kontrol perangkat lunak PowerSim 5.0, untuk melihat apakah rumus-rumus pada PowerSim 5.0 berperilaku sama atau tidak. Berdasarkan hasil diskusi dengan tiga ahli dan satu ahli *system dynamic* pada perangkat lunak PowerSim, model simulasi dinyatakan valid, karena perilaku yang terdapat pada model simulasi dan rumus matematika berperilaku seperti sistem yang sebenarnya.

4.3.8 *Design Experiment*

Design experiment merupakan fase di mana tujuannya adalah untuk memperoleh beberapa alternatif tindakan untuk meminimalisir atau bahkan menghilangkan risiko sehingga mendapatkan kondisi keuangan yang lebih baik dari sebelumnya. (Wiratama, 2017). Model simulasi sebelumnya merupakan model untuk mengetahui pengaruh risiko-risiko terhadap rantai pasok di Dinas Kesehatan DIY dengan parameter yang dilihat adalah persediaan vaksin booster *Covid*-19. Pada model awal diketahui bahwa

ternyata jumlah vaksin yang dikirim mengalami *stockout* sehingga perlu adanya langkah mitigasi dan pengendalian risiko. Berikut merupakan *design experiment* pada model simulasi.

1. Stok vaksin yang dikirim dari pusat medekati *expired date* (ED)

   Pada model awal *tingkat risk agent expired* dari pusat sebesar 5% diganti pada variabel model skenario menjadi 2%. Hal tersebut didapatkan dari hasil berkonsultasi dengan *expert* yang menyatakan dengan adanya *prenventive action* yang dilakukan dapat menurunkan persentasi vaksin *expired* dari pusat. *Preventive action* hasil HOR II yang dapat dilakukan yaitu pelaksanaan vaksinasi *Covid*-19 booster secara massal. *Design experiment* kemudian disimulasikan dan didapatkan vaksinasi *covid*-19 booster massal harus dilakukan secara rutin yaitu minimal 3 kali setiap bulannya sehingga dapat mencapai target vaksinasi lebih cepat dan mengurangi risiko vaksin *expired*. Dengan melakukan vaksinasi massal juga membuat stok vaksin di gudang persediaan dapat segera didistribusikan. Selain itu, vaksinasi massal diharapkan sebagai wadah dalam mengajak masyarakat Yogyakarta untuk menyukseskan program vaksinasi *Covid*-19 di Indonesia. Perubahan nilai variabel ini dinyatakan dalam fungsi berikut:

   - Vaksin *Expired* Dari Pusat Model Awal

     Fungsi matematisnya: *5<<%>>*
   - Vaksin *Expired* Dari Pusat Skenario 1

     Fungsi matematisnya: *2<<%>>*

Tabel 4.22 Perbandingan Persediaan dan Permintaan Vaksin Booster *Covid*-19

Time	Persediaan vaksin Dinkes DIY	Pengiriman vaksin (va	Pemenuhan permintaan vaksin	Vaksin expired (val
01 Agu 2022	36.558,98	36.558,98	60.384,00	731,00
01 Sep 2022	45.528,64	45.528,64	52.303,00	911,00
01 Okt 2022	44.884,61	44.884,61	59.637,00	898,00
01 Nov 2022	52.019,55	52.019,55	55.400,00	1.040,00
01 Des 2022	54.371,77	50.044,00	50.044,00	1.087,00
01 Jan 2023	51.296,10	51.296,10	53.562,00	1.026,00
01 Feb 2023	51.396,71	51.396,71	60.160,00	1.028,00

Berdasarkan Tabel 4.22 terlihat bahwa pada persediaan vaksin booster *Covid*-19 mengalami kenaikan jumlah persediaan vaksin. Kemudian pada pengiriman vaksin dari dinas kesehatan pusat, jumlah kasus *stockout* berkurang. Seperti mulai bulan Desember jumlah permintaan vaksin booster *Covid*-19 untuk daerah Yogyakarta sebanyak 50.044 vaksin sedangkan jumlah vaksin yang tersedia di

gudang persediaan sebanyak 54.371 vaksin. Selain itu, apabila dibandingkan dengan model awal jumlah vaksin *expired* juga berkurang.

2. Persentase *safety stock*

   Pada model awal tingkat *safety stock* dari pusat sebesar sebesar 10% diganti pada variabel model menjadi 20%. Hal tersebut didapatkan dari hasil berkonsultasi dengan *expert* yang menyatakan dengan adanya langkah mitigasi yang dilakukan yaitu menambah jumlah *safety stock* pada persediaan vaksin booster *Covid*-19 dapat mengurangi *stockout* dan menambah jumlah persediaan sehingga terhindar dari kondisi kekurangan jumlah vaksin untuk dikirim.

   Perubahan nilai variabel tersebut dinyatakan dalam fungsi dibawah ini:

   - *Safety Stock* Model Awal
     Fungsi matematisnya: *10<<%>>*
   - *Safety Stock* Skenario 2
     Fungsi matematisnya: *20<<%>>*

3. Suhu tempat penyimpanan vaksin booster *Covid*-19 tidak sesuai.

   Pada model awal persentase ketidaksesuain suhu tempat penyimpanan vaksin sebesar 3% diganti pada variabel model skenario menjadi 1%. Hal tersebut didapatkan dari hasil berkonsultasi dengan *expert* yang menyatakan dengan adanya *preventive action* yang dilakukan dapat meningkatkan jumlah persediaan vaksin booster *Covid*-19. *Preventive action* hasil HOR II yang dapat dilakukan yaitu pembuatan jadwal *monitoring*/pengecekan secara berkala, regenerasi dan *refreshing staff*/petugas. Pembuatan jadwal *monitoring*/pengecekan secara berkala bertujuan untuk menjaga kualitas vaksin selama proses penyimpanan maupun pendistribusian. Pihak distribusi dapat melakukan pengecekan sebanyak dua kali saat pengiriman. Sedangkan pihak Dinas Kesehatan DIY dapat melakukan pengecekan suhu lebih sering, yaitu lebih dari 2 kali dalam sehari dan mencatat hasil *monitoring* suhu yang dilakukan. Sedangkan adanya regenerasi *staff*/petugas bertujuan untuk menghindari faktor *human error* atau kelalaian/kesalahan yang dilakukan oleh petugas. Mengadakan *refreshing* juga akan meningkatkan semangat dan motivasi dalam bekerja. Perubahan nilai variabel tersebut dinyatakan dalam fungsi dibawah ini:

- Ketidaksesuain suhu vaksin saat pendistribusian pada Model Awal
  Fungsi matematisnya: *3<<%>>*
- Ketidaksesuain suhu vaksin saat pendistribusian pada Skenario 2
  Fungsi matematisnya: *1<<%>>*

4. *Staff*/petugas belum ditraining secara rutin dalam penanganan *cold chain* vaksin
   Pada model awal persentase *staff* belum di*training* dengan baik 3% diganti pada variabel model skenario menjadi 1,5 %. Hal tersebut didapatkan dari hasil berkonsultasi dengan *expert* yang menyatakan dengan adanya *preventive action* yang dilakukan dapat meningkatkan jumlah persediaan vaksin. *Preventive action* hasil HOR II yang dapat dilakukan yaitu memfasilitasi *refreshment training* untuk *staff* yang bertugas dengan penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19. Hal ini bertujuan untuk mengingatkan para *staff*/petugas akan target maupun pengetahuan baik itu SOP ataupun aturan dalam penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19 saat proses penyimpanan maupun pendistribusian. *Refreshment training* dapat dilakukan oleh pihak Dinas Kesehatan DIY secara rutin minimal 1 bulan sekali.
   Perubahan nilai variabel tersebut dinyatakan dalam fungsi dibawah ini:
   - *Staff* belum ditraining dengan baik pada Model Awal
     Fungsi matematisnya: *3<<%>>*
   - *Staff* belum ditraining dengan baik pada Skenario 2
     Fungsi matematisnya: *1,5<<%>>*

Tabel 4.23 Perbandingan Persediaan dan Permintaan Vaksin Booster *Covid*-19

Time	f Persediaan vaksin Dinkes DIY	Pengiriman vaksin (v	f Pemenuhan permintaan vaksir	Vaksin rusak saat pengirima
01 Agu 2022	42.365,76	42.365,76	57.793,00	578,00
01 Sep 2022	56.143,41	54.095,00	54.095,00	541,00
01 Okt 2022	68.551,97	51.831,00	51.831,00	518,00
01 Nov 2022	80.252,67	54.288,00	54.288,00	543,00
01 Des 2022	96.103,57	55.135,00	55.135,00	551,00
01 Jan 2023	116.668,50	54.867,00	54.867,00	549,00
01 Feb 2023	139.333,80	56.609,00	56.609,00	566,00

Berdasarkan Tabel 4.23 terlihat bahwa pada persediaan vaksin mengalami kenaikan jumlah persediaan vaksin. Kemudian pada pengiriman vaksin dari dinas kesehatan pusat, jumlah kasus *stockout* atau jumlah vaksin yang dikirimkan tidak dapat memenuhi permintaan berkurang. Seperti mulai bulan September jumlah permintaan vaksin untuk daerah Yogyakarta sebanyak 54.095 vaksin sedangkan

jumlah vaksin yang tersedia di gudang persediaan sebanyak 56.143 vaksin. Selain itu, apabila dibandingkan dengan model awal jumlah vaksin yang rusak juga berkurang.

BAB V

PEMBAHASAN

Pada pelaksanaan program vaksinasi *Covid*-19 di Indonesia dalam upaya menekan bertambahnya kasus *Covid*-19 setiap warga/masyarakat berhak mendapatkan dosis lengkap vaksin *Covid*-19 yaitu vaksin primer dan vaksin booster (lanjutan) *Covid*-19. Setiap jenis vaksin tersebut memiliki perbedaan fungsi dan tujuan sesuai jenis vaksinnya. Menurut Kementerian Kesehatan RI (2022) vaksin primer adalah dosis pertama vaksin yang memberikan kekebalan terhadap penyakit *Covid*-19 dalam jangka waktu tertentu dan diberikan secara homolog. Vaksin booster adalah vaksin lanjutan setelah seseorang menerima vaksin primer dosis penuh, dimaksudkan untuk mempertahankan tingkat kekebalan dan memperpanjang durasi perlindungan, serta diberikan secara homolog dan heterolog. Jenis-jenis vaksin yang dapat digunakan dalam program vaksinasi *Covid*-19 di Indonesia diantaranya sebagai berikut (Kementerian Kesehatan RI, 2022):

Tabel 5.1 Jenis-Jenis Vaksin *Covid*-19

Vaksin Primer	Vaksin Booster
Sinovac	Astra Zeneca
	Pfizer
	Moderna
Astra Zeneca	Moderna
	Pfizer
	Astra Zeneca
Pfizer	Pfizer
	Moderna
	Astra Zeneca
Moderna	Moderna
Janssen (J&J)	Moderna
Sinoipharm	Sinoipharm

Dinas Kesehatan Provinsi DIY dalam pelaksanaan program vaksinasi *Covid*-19 bertanggung jawab mulai dari pendataan, menerima vaksin dari pusat, menyimpan vaksin, hingga mendistribusikan vaksin ke lima wilayah kabupaten di provinsi Yogyakarta yaitu kabupaten Bantul, Gunung Kidul, Kulon Progo, Sleman dan kota Yogyakarta. Penangangan khusus berupa rantai dingin (*cold* chain) dimana vaksin harus disimpan pada suhu dingin tertentu dibutuhkan dalam rantai pasok vaksinasi *Covid*-19. Akan tetapi, dalam rantai pasok vaksin khususnya vaksin booster *Covid*-19, terdapat risiko-risiko yang dapat menghambat jalannya rantai pasok vaksin booster *Covid*-19, salah satunya yaitu dari segi sumber daya manusia (*human error*). *Staff/*petugas yang lalai atau melakukan kesalahan dalam penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19 dapat mengakibatkan vaksin mengalami kerusakan. Selain itu, pasokan vaksin dari pusat yang mendekati masa kadaluwarsa juga ditemui. Produk vaksin yang rusak maupun *expired* tersebut tentu saja menyebabkan terganggunya rantai pasok dimana akan berakibat kondisi *stockout* pada gudang persediaan vaksin Dinas Kesehatan DIY. Sehingga berdasarkan hal tersebut pada penilitan ini dilakukan mitigasi risiko menggunakan *House of Risk* (HOR) unutuk mengidentifikasi risiko yang terlibat dan pengaruhnya pada variabel sistem, serta pendekatan simulasi *system dynamic* untuk mensimulasikan aksi mitigasi yang mungkin untuk diimplementasikan.

5.1 Analisis Identifikasi Risiko Menggunakan *House of Risk* I

Identifikasi risiko penelitian dilakukan di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta dengan menggunakan metode wawancara kepada 3 orang *expert*/ahli yang bertugas di bagian Pencegahan dan Pengendalian Penyakit (P2P). Berdasarkan hasil wawancara didapatkan 5 proses utama dan 16 *risk event* yang terjadi pada aktivitas rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan DIY. Pada proses perencanaan vaksin terdapat dua aktivitas dan empat *risk event* dengan kode E1 hinga E4. Pada penerimaan vaksin memiliki satu aktivitas dan dua *risk event* dengan kode E5, E6. Pada penyimpanan vaksin terdapat satu aktivitas dan dua *risk event* dengan kode E7, E8. Pada transportasi vaksin memiliki empat aktivitas dan enam *risk event* dengan kode E9 hingga E14. Dan proses terakhir *monitoring* evaluasi pengelolaan vaksin terdapat dua aktivitas dan dua *risk event* E15 dan E16. Selain itu, berdasarkan hasil

wawancara juga didapatkan identifikasi *risk agent* sebanyak 24 *risk agent* yang diberikan kode A1 hingga A24.

Pada *House of Risk* fase I dilakukan terlebih dahulu pencarian korelasi atau hubungan yang terdapat antara *risk event* dan *risk agent* yang telah diidentifikasi, dilanjutkan dengan melakukan perhitungan ARP (*Aggregate Risk Potential*) yang melibatkan *severity*, *occurrence*, dan *correlation* dengan tujuan untuk memilih *risk agent* yang dominan atau menjadi prioritas untuk ditangani terlebih dahulu. Berdasarkan hasil perhitungan *House of Risk* fase I didapatkan 24 urutan *risk agent* sesuai dengan *ranking* prioritas dari nilai ARP tertinggi ke ARP terendah. Urutan *risk agent* tersebut yaitu A13, A23, A1, A21, A9, A5, A12, A22, A3, A24, A15, A2, A7, A17, A11, A4, A20, A10, A14, A6, A8, A16, A18, dan A19. Setelah itu dilakukan pemilihan *risk agent* dominan dilakukan menggunakan bantuan diagram pareto untuk memilih *risk agent* dominan yang perlu ditidaklanjuti untuk langkah mitigasi pada HOR fase II.

Menurut prinsip 80:20 diagram pareto berarti bahwa 80% kejadian risiko dapat diselesaikan dengan memperbaiki 20% agen risiko. Berdasarkan Gambar 4.1 diagram pareto menjukkan terdapat 2 *risk agent* yang dominan. Akan tetapi, berdasarkan hasil diskusi dengan para *expert*, didapatkan 5 *risk agent* dominan ditunjukkan pada Tabel 4.9 yang dinilai sebagai risiko dominan yang menyebabkan terhambatnya rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan DIY, sehingga perlu ditidaklanjuti untuk langkah mitigasi (*prevention action*) yang tepat dalam meminimalkan risiko tersebut. Untuk mengetahui lebih detail terkait dengan *risk agent* dominan berikut merupakan analisis *risk agent* dominan menggunakan 5W+1H:

1. *Staff*/petugas yang belum ditraining secara rutin dalam penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19 (A13)
   - What (Apa): Apa yang menyebabkan *staff*/petugas belum ditraining secara rutin dalam penanganan *cold chain* vaksin?
     - Pelaksanaan *training* penanganan *cold chain* vaksin pada Dinas Kesehatan DIY belum dilakukan secara rutin dikarenakan faktor waktu yang terbatas dan tidak memadainya SDM.
   - Why (Mengapa): Mengapa *staff*/petugas yang sudah ditraining secara rutin dalam penanganan *cold chain* vaksin penting?

- *Training* dan edukasi terkait penanganan *cold chain* penting dilakukan secara rutin penting untuk senantiasa mengingatkan *staff/*petugas tentang tugas dan kewajiban mereka terkait cara penanganan vaksin booster *Covid*-19 mulai dari penyimpanan hingga pendistribusian/logistik.

– Where (Dimana): Dimana penyebab risiko tersebut terjadi/muncul?
  - Di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.
– When (Kapan): Kapan penyebab risiko tersebut mulai muncul?
  - Penyebab risiko tersebut muncul sejak virus *Covid*-19 masuk ke Indonesia khususnya di Daerah Istimewa Yogyakarta dari bulan Mei.
– Who (Siapa): Siapa yang menjadi target *training* rutin penanganan *cold chain* vaksin?
  - *Staff*/petugas Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta yang bertanggung jawab dalam penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19.
– How (Bagaimana): Bagaimana cara mengadakan *training* penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19 secara rutin?
  - Dengan cara memfasilitasi dan menjadwalkan *refreshment training* yang dilakukan secara rutin minimal satu bulan sekali untuk *staff* yang bertugas berkaitan dengan penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19. Selain itu, perlu adanya tambahan SDM terkait pengisi *training* sehingga tidak perlu bergantung pada kelonggaran waktu dari satu pengisi *training* saja.

2. Suhu pada tempat penyimpanan vaksin booster *Covid*-19 saat proses pendistribusian tidak sesuai (2°C s.d 8°C untuk *vaccine refrigerator* dan -50°C s.d -15°C untuk *freezer*) (A23)
   – What (Apa): Apa yang menyebabkan suhu pada tempat penyimpanan vaksin saat proses pendistribusian tidak sesuai?
     - Kerusakan pada alat seperti (*freeze tag, log tag, cool pack, thermo* suhu), ketidaklengkapan peralatan distribusi dan kesalahan serta kelalaian yang dilakukan petugas (*human error*).
   – Why (Mengapa): Mengapa kesesuaian suhu pada tempat penyimpanan vaksin saat proses pendistribusian penting?

- Suhu penyimpanan vaksin yang sesuai (2°C s.d 8°C untuk *vaccine refrigerator* dan -50°C s.d -15°C untuk *freezer*) akan membantu menjaga kualitas masing-masing vaksin dan mencegah risiko vaksin rusak karena suhu yang terlalu panas/dingin.

– Where (Dimana): Dimana penyebab risiko tersebut terjadi/muncul?
  - Selama perjalanan pendistribusian vaksin booster *Covid*-19.
– When (Kapan): Kapan penyebab risiko tersebut mulai muncul?
  - Penyebab risiko tersebut muncul sejak virus *Covid*-19 masuk ke Indonesia.
– Who (Siapa): Siapa yang menyebabkan suhu pada tempat penyimpanan vaksin saat proses pendistribusian tidak sesuai?
  - *Staff*/petugas yang bertugas dalam pendistribusian vaksin *Covid-19*.
– How (Bagaimana): Bagaimana cara mengatasi permasalahan tersebut?
  - Dengan cara membuat jadwal *monitoring*/pengecekan secara berkala terhadap suhu tempat penyimpanan vaksin, melakukan regenerasi *staff/*petugas yang sering lalai/salah dalam penanganan *cold chain* vaksin, dan mengadakan *gathering* sebagai ajang *refreshing* pada *staff*/petugas.

3. Kesadaran masyarakat terhadap vaksinasi *Covid*-19 booster menurun pada beberapa daerah ditandai dengan persentase capaian vaksinasi booster rendah (Bantul 19%, Kulon Progo 19,6%, dan Gunung Kidul 22,2%) (A1)
   – What (Apa): Apa yang menyebabkan kesadaran masyarakat terhadap vaksinasi *Covid*-19 booster menurun?
     - Kesadaran masyarakat pada vaksinasi booster menurun terjadi di beberapa daerah dengan persentase capaian vaksinasi rendah yaitu Bantul 19%, Kulon Progo 19,6%, dan Gunung Kidul 22,2%. Hal ini dikarenakan masyarakat yang mulai terbiasa dengan kondisi pandemi *Covid*-19 sehingga tidak takut lagi terhadap virus *Covid-19* dan enggan untuk melanjutkan vaksinasi dosis sekunder atau booster *Covid*-19 lagi. Selain itu, kurangnya dukungan/*support* dan kerja sama dari pejabat daerah untuk mempercepat capaian vaksinasi juga menjadi faktor penyebab tambahan.
   – Why (Mengapa): Mengapa kesadaran masyarakat terhadap vaksinasi *Covid*-19 booster menurun?

- Mulai berkurangnya kasus terkonfimasi *Covid*-19 di Indonesia.

– Where (Dimana): Dimana penyebab risiko tersebut terjadi/muncul?
  - Di Daerah Istimewa Yogyakarta, khususnya daerah dengan persentase capaian vaksinasi rendah yaitu Bantul, Kulon Progo, dan Gunung Kidul.
– When (Kapan): Kapan penyebab risiko tersebut mulai muncul?
  - Penyebab risiko tersebut muncul sejak kasus virus *Covid*-19 di Indonesia menurun khususnya dari bulan Mei.
– Who (Siapa): Siapa yang menjadi target penanganan?
  - Masyarakat Daerah Istimewa Yogyakarta khususnya daerah dengan persentase capaian vaksinasi rendah yaitu Bantul, Kulon Progo, dan Gunung Kidul.
– How (Bagaimana): Bagaimana cara mengatasi permasalahan tersebut?
  - Dengan cara penyuluhan dan sosialisasi kepada masyarakat mengenai pentingya mendapatkan vaksinasi booster *Covid*-19 di masa pandemi, terutama daerah dengan capaian vaksin yang masih terbilang rendah, dengan menggunakan media sosial, *banner*, baliho, dan *sharing* langsung ke setiap desa/kelurahan. Kemudian bekerja sama dengan pihak ketiga, pemerintah daerah dan para pejabat daerah untuk mempercepat target capaian vaksinasi booster dan senantiasa memberikan *support*/dukungan kepada masyarakat daerahnya tentang pentingnya program vaksinasi *Covid*-19.

4. Stok vaksin yang dikirim dari pusat mendekati *expired date* (ED) (A21)
   – What (Apa): Apa yang menyebabkan stok vaksin yang dikirim dari pusat mendekati *expired date* (ED)?
     - Banyaknya stok vaksin lama yang terdapat di pusat, dan terjadinya keterlambatan pengiriman vaksin dari pusat.
   – Why (Mengapa): Mengapa stok vaksin yang dikirim dari pusat mendekati *expired date* (ED)?
     - Berkurangnya permintaan vaksin dari daerah sehingga vaksin harus disimpan dalam jangka waktu lama dan mengalami ED yang dekat.
   – Where (Dimana): Dimana penyebab risiko tersebut terjadi/muncul?

- Di Kementrian Kesehatan Pusat

– When (Kapan): Kapan penyebab risiko tersebut mulai muncul?
  - Penyebab risiko tersebut muncul sejak kasus virus *covid*-19 di Indonesia menurun khususnya dari bulan Mei.
– Who (Siapa): Siapa yang menjadi target penanganan?
  - Kementrian Kesehatan Pusat dan Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.
– How (Bagaimana): Bagaimana cara mengatasi permasalahan tersebut?
  - Dengan cara mengadakan vaksinasi massal secara rutin, mengutamakan penggunaan vaksin yang sudah dekat *expired date*-nya dan pengalokasian vaksin yang mendekati ED ke daerah lain yang lebih membutuhkan.

5. Miskomunikasi terkait jadwal pengiriman vaksin booster antara Dinas Kesehatan provinsi dengan Pusat *Covid*-19 (A9)
   – What (Apa): Apa yang menyebabkan miskomunikasi terkait jadwal pengiriman vaksin booster *Covid*-19?
     - Kurangnya koordinasi dari pihak pusat dan provinsi terkait jadwal pengiriman vaksin *covid*-19 sehingga menyebabkan keterlambatan pengiriman vaksin ke dinas kesehatan provinsi yang menyebabkan pengiriman ke dinas kesehatan kabupaten/kota juga terlambat.
   – Why (Mengapa): Mengapa miskomunikasi terkait jadwal pengiriman vaksin booster *Covid*-19 antara Dinas Kesehatan provinsi dengan Pusat sering terjadi?
     - Tidak adanya perencanaan jadwal yang jelas dan pengecekan kembali jadwal pengiriman vaksin apabila terjadi perubahan jadwal, serta sering terjadi dimana pihak pusat sudah mengabari pihak dinas kesehatan provinsi bahwa vaksin siap dikirim tetapi ternyata Dokumen COR (*Certificate of Realize*) vaksin booster *Covid*-19 dari BPOM belum lengkap sehingga terjadi penundaan pengiriman 1 sampai 2 minggu.
   – Where (Dimana): Dimana penyebab risiko tersebut terjadi/muncul?
     - Di Kementrian Kesehatan Pusat dan Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.
   – When (Kapan): Kapan penyebab risiko tersebut mulai muncul?

- Penyebab risiko tersebut muncul sejak kasus virus *covid*-19 di Indonesia.

– Who (Siapa): Siapa yang menjadi target penanganan?
  - Kementrian Kesehatan Pusat dan Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta.

– How (Bagaimana): Bagaimana cara mengatasi permasalahan tersebut?
  - Dengan cara membuat perencanaan jadwal pengiriman vaksin yang jelas, dapat berisi (hari, tangal, pengiriman dan perkiraan kedatangan vaksin) setiap bulannya, dan melakukan koordinasi yang baik dan rutin memvalidasi jadwal pengiriman vaksin sebelum realisasi, antara pihak kementrian kesehatan pusat, dinas kesehatan provinsi, dan kesehatan dinas kota/kabupaten.

5.2 Analisis Desain Usulan Perbaikan Menggunakan HOR II dan *System Dynamic*

5.2.1 Analisis *House of Risk* II

House of Risk fase II bertujuan untuk mengidentifikasi langkah mitigasi (*preventive action*) yang tepat dalam meminimalkan risiko. Pada *House of Risk* fase II dilakukan penilaian korelasi antara *preventive action* dan *risk agent* serta menghitung nilai *total effectiveness, degree of difficulty, dan effectiveness to difficulty* untuk mengetahui prioritas tindakan yang harus dilakukan terlebih dahulu. Penentuan langkah mitigasi (*preventive action*) dilakukan dengan berkonsultasi dan diskusi bersama *expert* sehingga lebih terpercaya serta saran dari peneliti yang merujuk dari beberapa sumber literatur. Berdasarkan perhitungan *House of Risk* fase 2 yang telah dilakukan, didapatkan hasil *ranking* prioritas dari langkah mitigasi (*preventive action)* yang memiki nilai ETD tinggi ke rendah sesuai Tabel 4.13 dan 4.14 yaitu PA7, PA5, PA3, PA1, PA6, PA9, PA2, PA4, PA8. *Preventive Action* (PA7) adalah langkah mitigasi yang memiki nilai ETD yang tinggi yaitu sebesar 3281. Dengan melaksanakan langkah mitigasi PA7 dapat meminimalkan risiko dari beberapa agen risiko.

Berikut merupakan analisis dari setiap *preventive action* yang didapatkan dari hasil *House of Risk* II:

1. Membuat jadwal *monitoring*/pengecekan secara berkala terhadap suhu tempat penyimpanan vaksin (PA7)

   Terkait *monitoring* suhu tempat penyimpanan vaksin, *preventive action* yang telah dilakukan oleh Dinas Kesehatan DIY selama ini yaitu dengan melakukan pemantauan suhu dan dicatat pada *form* yang telah disediakan. Akan tetapi, pada pada pelaksanaannya hal tersebut belum efektif karena pemantauan suhu tidak dilaksanakan secara berkala. Pemantauan suhu pada tempat penyimpanan vaksin sangat penting dilakukan untuk menetapkan kelayakan vaksin untuk digunakan (Makmus, 2011). Hal ini berkaitan langsung untuk menjaga kualitas vaksin selama proses penyimpanan maupun pendistribusian. Suhu yang tidak sesuai atau diluar (2°C s.d 8°C untuk *vaccine refrigerator* dan -50°C s.d -15°C untuk *freezer*) dapat menyebabkan vaksin rusak dan tidak dapat digunakan. Menurut BPOM RI (2020) pemantauan suhu harus dicatat dan dilakukan secara berkala minimal 3 kali sehari serta harus didokumentasikan. Sedangkan menurut Kemenkes RI (2021) pemantauan suhu sebaiknya dilakukan lebih sering, lebih dari 2 kali sehari, untuk mempertahankan kualitas vaksin tetap tinggi, juga perlu dilakukan pengecekan suhu dengan menggunakan thermometer atau alat pemantau suhu digital setiap pagi dan sore, termasuk hari libur. Berdasarkan hal tersebut, usulan *preventive action* yang diberikan dengan membuat jadwal *monitoring/*pengecekan seperti pada Lampiran 1. yang dilakukan secara berkala setiap harinya yaitu pagi (07.00-09.00 WIB), siang (14.00-16.00 WIB) dan malam (20.00-22.00 WIB). *Monitoring* suhu tempat penyimpanan vaksin dapat dilakukan oleh petugas dengan sistem piket/bergilir. Petugas juga diwajibkan untuk mendokumentasikan hasil *monitoring* suhu yang dilakukan dengan menginputkan pada aplikasi SMILE.

2. Memfasilitasi *refreshment training* rutin untuk *staff*/petugas yang bertugas berkaitan dengan penanganan *cold chain* vaksin (PA5)

   Pada penanganan *cold chain* vaksin pihak Dinas Kesehatan DIY sudah melakukan *preventive action* dengan mengadakan pelatihan/*training*, namun tidak dilakukan secara rutin sehingga belum optimal. Menurut penelitian oleh Zuhroh dan Dyahhariesti (2021) mengatakan salah satu hal yang harus diperhatikan petugas yang bertanggung jawab mengelola vaksin yaitu pelatihan rutin yang diikuti. Oleh karena itu, usulan *preventive action* yang dapat dilakukan yaitu memfasilitasi dan

menjadwalkan secara rutin *refreshment training* untuk *staff* penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19. Hal ini bertujuan untuk mengingatkan kembali para *staff*/petugas akan target maupun pengetahuan baik itu SOP ataupun aturan, pembaharuan dalam penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19 saat proses penyimpanan maupun pendistribusian. *Refreshment training* dapat dilakukan oleh pihak Dinas Kesehatan DIY secara rutin minimal 2 bulan sekali.

3. Membuat perencanaan jadwal pengiriman vaksin yang jelas (PA3)

   Pada pelaksanaan pengiriman vaksin selama ini antara pihak Kementrian Kesehatan Pusat dengan Dinas Kesehatan DIY belum terdapat jadwal pengiriman yang jelas. Dari pihak pusat ke Dinas Kesehatan DIY hanya berkomunikasi via telepon maupun *whatsapp* terkait jadwal pengiriman/kedatangan vaksin yang dapat menyebabkan miskomunikasi. Selain itu, terjadi dimana pihak pusat sudah mengabari pihak dinas kesehatan provinsi bahwa vaksin siap dikirim tetapi ternyata Dokumen COR (*Certificate of Realize*) vaksin booster *Covid*-19 dari BPOM belum lengkap yang menyebabkan jadwal pengiriman/kedatangan vaksin mengalami perubahan/penundaan bahkan keterlambatan. Oleh karena itu, usulan *preventive action* yang dapat dilakukan yaitu dengan membuat perencanaan jadwal pengiriman vaksin yang jelas, dapat berisi (hari, tangal, pengiriman dan perkiraan kedatangan vaksin) setiap bulannya. Hal ini sesuai dengan Kemenkes RI (2021) pada Keputusan Dirjen pencegahan dan pengendalian penyakit yang menyatakan bahwa seluruh pihak terkait pelaksanaan vaksinansi *Covid*-19 harus memastikan jadwal pengiriman vaksin. Usulan jadwal pengiriman vaksin dapat dibuat seperti Lampiran 2. dan dapat diakses sekaligus oleh beberapa pihak sehingga apabila terjadi perubahan tanggal pengiriman/kedatangan dari pihak Kementrian Pusat dapat segera memperbaruinya dan pihak Dinas Kesehatan DIY hanya perlu melakukan pengecekan rutin pada jadwal yang ada. Selain itu, pada jadwal juga dapat diberikan kontak penanggungjawab pengiriman vaksin seperti Lampiran 2. sehingga apabila terjadi kondisi yang tidak terduga dapat dengan mudah dihubungi.

4. Penyuluhan dan sosialisasi kepada masyarakat mengenai pentingya mendapatkan vaksin booster *Covid*-19 (PA1)

   Pihak Dinas Kesehatan DIY untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terkait vaksinasi *Covid*-19 sudah melakukan *preventive action* dengan mempercepat target capaian vaksinasi tiap kabupaten/kota yaitu menggencarkan pentingnya vaksin booster *Covid*-19 pada masyarakat dan mencoba bekerja sama dengan pemerintah daerah maupun pejabat daerah. Akan tetapi, memang terdapat beberapa daerah yang dari pemerintah daerah maupun pejabat daerahnya kurang bekerja sama dalam memberikan *support* kepada masyarakatnya untuk melakukan vaksinasi. Hal ini juga diikuti masih banyak masyarakat yang belum tahu pentingnya vaksin booster *Covid*-19 dan tidak menghiraukan program vaksinasi semenjak turunnya kasus *Covid*-19 di Indonesia. Sehingga diberikan usulan *preventive action* dengan melakukan penyuluhan dan sosialisasi kepada masyarakat secara langsung di Dinas Kesehatan DIY maupun bekerja sama dengan pihak ketiga. Menurut Marsellia *et al.*, (2022) pada penelitiannya mengatakan metode pelaksanaan sosialisasi secara langsung dapat meningkatkan kesadaran masyarakat untuk mengikuti vaksinasi *Covid*-19. Penyuluhan dan sosialisasi kepada masyarakat mengenai pentingya mendapatkan vaksin booster *Covid*-19 juga perlu dilakukan mengingat dapat mencegah lonjakan kasus *Covid*-19 dan dapat meningkatkan persentase sudah vaksin skala nasional sehingga pandemik ini dapat segera berakhir dan berganti status menjadi endemik. Sosialisasi/penyuluhan dapat dilakukan secara langsung ke setiap desa/kelurahan maupun dengan bantuan media sosial, *banner*, baliho.

5. Mengadakan vaksinasi *Covid*-19 booster massal secara rutin (PA6)

   Preventive action dalam meminimalisir adanya persediaan vaksin *expired* dari Dinas Kesehatan DIY sudah mengadakan vaksinasi masal sebelumnya dan relokasi vaksin ke daerah lain yang membutuhkan vaksin terlebih dahulu. Akan tetapi dikarenakan menurunnya minat masyarakat untuk vaksin booster *Covid*-19 saat ini membuat vaksinasi massal sudah jarang dilakukan lagi. Oleh karena itu berdasarkan hasil diskusi dengan *expert* salah satu *preventive action* yang dapat diusulkan yaitu dengan mengadakan vaksinasi *Covid*-19 booster massal kembali dan harus dilakukan secara rutin yaitu minimal 3 kali setiap bulannya sehingga dapat mencapai target vaksinasi lebih cepat dan mengurangi risiko vaksin *expired*.

Dengan melakukan vaksinasi massal juga membuat stok vaksin yang ada di gudang persediaan dapat segera didistribusikan. Selain itu, vaksinasi massal diharapkan sebagai wadah dalam mengajak masyarakat Yogyakarta untuk menyukseskan program vaksinasi di Indonesia. Untuk mengundang minat masyarakat dalan vaksinasi booster juga bisa dilakukan dengan menyebarkan info vaksinasi massal melalui pengumuman web maupun media sosial Dinas Kesehatan DIY.

6. Mengadakan *gathering* sebagai ajang *refreshing* kepada *staff*/petugas (PA9)

   Rutinitas pekerjaan yang bersifat monoton dapat membuat petugas/*staff* baik di perusahaan maupun suatu instansi bekerja karena terbiasa dengan hal-hal yang dilakukan. Hal tersebut dapat menyebabkan kejenuhan dan meningkatkan tingkat kelalaian serta kesalahan yang dilakukan. Begitu pula dengan Dinas Kesehatan DIY dimana petugas yang bertanggung jawab pada penanganan vaksin tidak jarang melakukan kesalahan maupun lalai dalam bertugas. Dari pihak Dinas Kesehatan DIY juga sudah melakukan *preventive action* berupa memberikan teguran dan peringatan terkait itu tetapi masing sering dijumpai kondisi tersebut. Oleh karena itu salah satu *preventive action* yang diusulkan yaitu dengan mengadakan *gathering* sebagai ajang *refreshing* bagi pekeja maupun petugas yang dapat memberikan banyak manfaat seperti, meningkatkan semangat dan motivasi bekerja, membangun kerja sama yang solid, dan meningkatkan kreativitas dan inovasi dalam bekerja. Menurut Sulistyawati (2016) dalam penelitiannya mengatakan bahwa penerapan *staff gathering* pada suatu perusahaan maupun instansi dianggap dapat meningkatkan produktivitas karyawan.

7. Bekerja sama dengan pihak ketiga untuk senantiasa memberikan *support*/dukungan program vaksinasi *Covid*-19 booster (PA2)

   Sebelumnya Pihak Dinas Kesehatan DIY untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terkait vaksinasi *Covid*-19 sudah melakukan *preventive action* dengan mempercepat target capaian vaksinasi tiap kabupaten/kota yaitu menggencarkan pentingnya vaksin booster *Covid*-19 pada masyarakat dan mencoba bekerja sama dengan pemerintah daerah maupun pejabat daerah. Akan tetapi, memang terdapat beberapa daerah yang dari pemerintah daerah maupun pejabat daerahnya kurang bekerja sama dan memberikan *support* kepada masyarakatnya untuk melakukan

vaksinasi. Oleh karena itu berdasarkan hasil diskusi dan konsultasi dengan *expert* salah satu *preventive action* yang diusulkan yaitu menjaga komunikasi dan hubungan kerja sama dengan pemerintah daerah dan para pejabat daerah untuk senantiasa memberikan *support*/dukungan kepada masyarakat daerahnya tentang pentingnya program vaksinasi *Covid*-19 booster. Hal ini sangat penting dikarenakan pada kasus nyatanya di beberapa daerah Yogyakarta seperti daerah Gunung Kidul, Kulon Progo memiliki capaian vaksin booster yang rendah. Dan kurangnya kerja sama dari pemerintah dan *support* dari pejabat daerah sangat mempengaruhi capaian vaksinasi di daerah tersebut.

8. Melakukan koordinasi yang baik dan rutin memvalidasi jadwal pengiriman vaksin booster *Covid*-19 (PA4)

   Pada pelaksanaan pengiriman vaksin selama ini antara Kemnetrian Kesehatan Pusat dengan Dinas Kesehatan DIY belum terjadinya koordinasi yang jelas satu sama lain. Dari pihak pusat hanya berkomunikasi lisan mengabari terkait jadwal pengiriman/kedatangan ke Dinas Kesehatan DIY, dan tidak adanya validasi atau tindakan memastikan kembali terkait jadwal pengiriman vaksin yang menyebabkan kedatangan vaksin bisa terjadi secara mendadak ataupun terlambat. Oleh karena itu, berdasarkan hal tersebut salah satu *preventive action* yang diusulkan yaitu dengan melakukan koordinasi/komunikasi yang baik dengan cara memberi wadah *database* jadwal pengiriman vaksin yang mudah diakses oleh kedua belah pihak seperti pada Lampiran 3. Dengan adanya usulan *preventive action* berupa database seperti Lampiran 3. (https://linktr.ee/dinkesdiy) akan memudahkan pihak pusat maupun Dinas Kesehatan DIY dalam memberikan informasi terkait pembaruan jadwal pengiriman apabila terjadi perubahan. Kemudian pengecekan kembali atau validasi jadwal pengiriman vaksin juga dapat dengan mudah dilakukan dengan melakukan pengecekan rutin pada database yang disediakan, khususnya pada menu jadwal pengiriman vaksin.

9. Melakukan regenerasi atau penggatian *staff*/petugas penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19 (PA8)

   Preventive action dalam meminimalisir risiko *human error* pihak Dinas Kesehatan DIY sudah melakukan upaya untuk mengurangi kondisi tersebut dengan seringkali

memberikan teguran dan peringatan kepada petugas terkait itu tetapi sampai saat ini masing sering dijumpai kondisi tersebut. Oleh karena itu, berdasarkan hasil diskusi dan konsultasi dengan *expert* salah satu *preventive action* yang diusulkan yaitu regenerasi *staff/*petugas. Regenerasi dapat dilakukan dengan melakukan penggantian *staff*/petugas yang sering melakukan kesalahan maupun kelalaian dalam bertugas pada penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19. Regenerasi ini dilakukan dengan tujuan agar *staff*/petugas dapat membantu pembaharuan sistem yang lebih baik dan dapat memaksimalkan kinerja sistem, serta meminimalisir terjadinya kesalahan yang diakibatkan manusia (*human error*). Akan tetapi, dalam penerapan *preventive action* perlu dilakukan terlebih dahulu analisis biaya yang dibutuhkan.

5.2.2 Analisis *System Dynamic*

Model *system dynamic* sesuai Gambar 4.3 berisi perhitungan matematis setiap variabel yang didasarkan pada asumsi pemodel bersama *expert* dan beberapa data sekunder seperti data populasi masyarakat dan presentase capaian vaksinasi. Berdasarkan hasil model awal simulasi *system dynamic* yang ditujukkan dengan grafik persediaan vaksin *covid*-19, terlihat bahwa persediaan vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan DIY mengalami kenaikan setiap bulannya. Akan tetapi walaupun mengalami kenaikan persediaan, apabila dilihat dari Tabel 4.16 pada pengiriman vaksin dari dinas kesehatan pusat, seringkali ditemukan keadaan *stockout*. Hal tersebut diakibatkan oleh risiko-risiko yang terjadi pada rantai pasok vaksin booster *Covid*-19. Terdapat risiko-risiko penyebab yang dominan dalam mempengaruhi rantai pasok vaksin booster *Covid*-19, dan apabila tidak segera dilakukan penanganan maka rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 akan terganggu. Pada permintaan vaksin setiap daerah di provinsi Yogyakarta terdapat 1 *risk agent* yang mempengaruhi, kemudian 2 *risk agent* mempengaruhi kegiatan pengiriman vaksin dan 2 *risk agent* mempengaruhi kegiatan penyimpanan vaksin di Dinas Kesehatan DIY. Secara garis besar kurangnya jumlah persediaan juga disebabkan masih banyak ditemukannya produk vaksin *expired* dan rusak. Vaksin yang kadaluwarsa dan rusak ini disebabkan oleh faktor *human error* diantaranya yaitu pasokan vaksin booster *Covid-19* dari pusat yang mendekati *expired date*, ketidaksesuaian suhu vaksin booster *Covid-19* saat penyimpanan maupun pengiriman,

kesalahan *staff* yang belum ditraining secara rutin, dan adanya kerterlambatan pengiriman vaksin booster *Covid-19* dari pusat akibat miskomunikasi jadwal pengiriman vaksin.

Model awal *system dynamics* yang telah dibuat oleh peneliti telah memenuhi dua syarat teknik validasi yaitu *statistic test* dan *face validity*. Pada *statistic test* peneliti menggunakan 2 uji statistik yaitu Uji Kesamaan Dua Rata-rata dan Uji Kesamaan Dua Variansi, dengan parameter yang diuji adalah persediaan vaksin booster *Covid-19*. Hasil dari kedua uji tersebut model dinyatakan valid dengan T-hitung pada Uji Kesamaan Dua Rata-rata adalah 0,233 dengan batasan -2,048<X<2,048. Sedangkan pada Uji Kesamaan Dua Variansi F-hitung yang dihasilkan adalah 1,59dengan batasan 0,476<X<2,101. Hal tersebut berarti Ho diterima artinya model valid *statistic test*. Sedangkan pada teknik validasi *face validity* adalah dengan cara berdiskusi hasil kepada *expert* terkait perilaku model, variabel-variabel pada model, dan definisi pada setiap variabel di dalam model. Berdasarkan hasil diskusi kepada para *exper*t model dinilai telah memenuhi syarat validasi *face validity*.

Model desain eksperimen *system dynamic* dilakukan untuk mengurangi potensi kejadian risiko yang disebabkan oleh *risk agent* nya dengan membuat usulan perbaikan yang tepat sasaran dan dapat diterapkan bagi pihak perusahaan. Sebelum peneliti membuat langkah penanganan risiko, dilakukan wawancara dan diskusi kepada para *expert* terkait dengan strategi penanganan yang dapat menangani *risk agent* dan nantinya diusulkan oleh peneliti. Pada model *system dynamics*, desain ekperimen dapat dilakukan dengan membuat perubahan pada variabelataupun bisa dengan menambahkan variabel baru ke dalam sebuah model. Berdasarkan desain eksperimen pertama yaitu dengan merubah tingkat *risk agent expired* dapat menurunkan persentasi vaksin *expired* dari pusat. Langkah mitigasi yang dapat dilakukan yaitu berupa pelaksanaan vaksinasi *Covid*-19 booster massal secara rutin. Vaksinasi *Covid*-19 massal harus dilakukan secara rutin yaitu minimal 3 kali setiap bulannya sehingga dapat mencapai target vaksinasi lebih cepat dan mengurangi risiko vaksin *expired*. Berdasarkan Tabel 5.1 terlihat bahwa pada persediaan vaksin mengalami kenaikan jumlah persediaan vaksin. Kemudian pada pengiriman vaksin dari dinas kesehatan pusat, jumlah kasus *stockout* berkurang. Seperti mulai bulan Desember jumlah permintaan vaksin untuk daerah

Yogyakarta sebanyak 50.044 vaksin sedangkan jumlah vaksin yang tersedia di gudang persediaan sebanyak 54.371 vaksin. Selain itu, apabila dibandingkan dengan model awal jumlah vaksin yang mengalami *expired* juga berkurang.

Berdasarkan desain eksperimen kedua yaitu dengan mengubah beberapa variabel yaitu tingkat *safety stock*, *risk agent* tingkat ketidaksesuaian suhu vaksin saat pendistribusian dan *staff* yang belum ditraining secara rutin dapat meningkatkan jumlah persediaan vaksin dan mengurangi jumlah vaksin rusak. Langkah mitigasi yang dapat dilakukan yaitu pembuatan jadwal *monitoring*/pengecekan secara berkala, *refreshment training* untuk *staff* yang bertugas dengan penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19 dan regenerasi serta *gathering* sebagai *refreshing staff*/petugas penanganan *cold chain* vaksin. Pembuatan jadwal *monitoring*/pengecekan secara berkala bertujuan untuk menjaga kualitas vaksin selama proses penyimpanan maupun pendistribusian. Sedangkan *refreshment training* untuk mengingatkan para *staff*/petugas akan target maupun pengetahuan baik itu SOP ataupun aturan dalam penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19. Kemudian regenerasi *staff* bertujuan untuk memimalisir terjadiya kembali *human error* dan *gathering* sebagai ajang *refreshing staff* agar lebih semangat dan termotivasi dalam bekerja. Berdasarkan Tabel 5.2 terlihat bahwa pada persediaan vaksin mengalami kenaikan jumlah persediaan vaksin. Kemudian pada pengiriman vaksin dari dinas kesehatan pusat, jumlah kasus *stockout* atau jumlah vaksin yang dikirimkan tidak dapat memenuhi permintaan berkurang. Seperti mulai bulan September jumlah permintaan vaksin untuk daerah Yogyakarta sebanyak 54.095 vaksin sedangkan jumlah vaksin yang tersedia di gudang persediaan sebanyak 56.143 vaksin. Selain itu, apabila dibandingkan dengan model awal jumlah vaksin yang mengalami kerusakan juga berkurang.

Dari hasil desain eksperimen atau alternatif pada model simulasi *system dynamic* rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 didapatkan lima langkah mitigasi yang dapat dilakukan yaitu pelaksanaan vaksinasi *Covid*-19 booster secara massal, pembuatan jadwal *monitoring*/pengecekan secara berkala, *refreshment training* untuk *staff* yang bertugas, melakukan regenerasi *staff/*petugas dan mengadakan *gathering* ajang *refreshing staff*/petugas penanganan *cold chain* vaksin. Berdasarkan hasil diskusi dengan *expert* didapatkan langkah mitigasi yang dijadikan rekomendasi hanya tiga yaitu pelaksanaan rutin vaksinasi massal, memfasilitasi *refreshment training* untuk *staff* secara rutin dan pembuatan jadwal *monitoring*/pengecekan suhu vaksin secara berkala. Hal tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan bahwa apabila memerapkan dua langkah mitigasi yang lain diperlukan adanya faktor finansial tambahan.

Terdapat kekurangan dalam penelitian ini yaitu yang pertama dalam menggunakan metode HOR peneliti tidak sampai pada menganalisis penyebab *preventive action* yang sudah didesain oleh Dinas selama ini dikarenakan hanya berfokus pada menganalisis kejadian risiko, sumber risiko dan aksi mitigasi yang dapat diusulkan. Selain itu keterbatasan waktu penelitian juga mempengaruhi pengambilan data yang dilakukan. Sedangkan kekurangan pada metode *system dynamic* yaitu tidak adanya analisis biaya atau finansial pada langkah mitigasi yang diusulkan, dikarenakan keterbatasan data historis dari pihak Dinas Kesehatan DIY yang boleh dicantumkan pada hasil penelitian.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisa data yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut:

1. Terdapat 16 *risk event* dan 24 *risk agent* yang ada dan mempengaruhi rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 di Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan 24 *risk agent* didapatkan 5 *risk agent* yang dominan yaitu *staff*/petugas yang belum ditraining secara rutin, ketidaksesuaian suhu tempat penyimpanan vaksin, kesadaran masyarakat terhadap vaksinasi menurun, stok vaksin yang dikirim dari pusat mendekati *expired date*, dan miskomunikasi terkait jadwal pengiriman vaksin.
2. Kebijakan yang dapat diterapkan menurut hasil pengolahan data menggunakan HOR dan system dynamics serta hasil analisis adalah:
    - Pertama, mengadakan vaksinasi *Covid*-19 booster massal secara rutin sehingga dapat mencapai target vaksinasi lebih cepat dan mengurangi risiko vaksin *expired*. Vaksinasi *Covid*-19 booster massal dapat dilakukan oleh pihak Dinas Kesehatan DIY secara rutin yaitu minimal 3 kali.
    - Kedua, pembuatan jadwal *monitoring*/pengecekan secara berkala terhadap suhu tempat penyimpanan vaksin bertujuan untuk mengurangi vaksin rusak. Pihak Dinas Kesehatan DIY dapat melakukan pengecekan suhu lebih sering, yaitu lebih dari 2 kali dalam sehari dan mencatat hasil *monitoring* suhu yang dilakukan. Pencatatan *monitoring* suhu dapat dilakukan pada aplikasi SMILE.
    - Ketiga, memfasilitasi *refreshment training* untuk *staff* yang bertugas dalam penanganan *cold chain* vaksin booster *Covid*-19 untuk mengingatkan kembali para *staff*/petugas akan target maupun pengetahuan baik terkait SOP ataupun aturan yang ada dalam penanganan *cold chain* saat penyimpanan maupun pendistribusian.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini untuk pihak perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah:

1. Bagi Pihak Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta, pada rantai pasok vaksin booster *Covid*-19 perlu adanya penanganan terhadap risiko serta penyebab risiko yang ada. Dengan menerapkan usulan perbaikan hasil HOR dan disimulasikan menggunakan *system dynamics* terkait dengan vaksinasi *Covid*-19 booster massal secara rutin, pembuatan jadwal *monitoring*/pengecekan suhu vaksin secara berkala, memfasilitasi secara rutin *refreshment training* untuk *staff*.
2. Bagi Peneliti selanjutnya, diperlukan observasi dan wawancara *expert* lebih dalam untuk menganalisis penyebab *preventive action* yang sudah didesain pada Dinas Kesehatan. Selain itu, perlu ditambahkan analisis mengenai faktor finansial atau biaya untuk memperkirakan berapa biaya yang dikeluarkan jika menerapkan usulan perbaikan. Observasi mengenai *cold chain* vaksin dapat dilakukan hingga Dinas Kesehatan daerah kabupaten/kota untuk membandingkan dan mempertajam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

A. Shanin. (2004). Integration of FMEA and the Kano model: an exploratory examination. *International Journal of Quality & Reliability Management*, *21*(7), 731–746.

Ackere, A. Van, & Schulz, P. J. (2020). Explaining vaccination decisions : A system dynamics model of the interaction between epidemiological and behavioural factors. *Socio-Economic Planning Sciences*, *71*(October 2019), 100750. https://doi.org/10.1016/j.seps.2019.100750

Arini, D. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Menejemen Kualitas*. Yogyakarta: ANDI.

Asmungi. (2007). *Simulasi Komputer Sistem Distrik*. Yogyakarta: ANDI.

Badan Pusat Statistik Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. (2022). Proyeksi Jumlah Penduduk menurut Kabupaten/Kota di D.I. Yogyakarta (Jiwa), 2020-2022. Retrieved from https://yogyakarta.bps.go.id/indicator/12/133/2/proyeksi-jumlah-penduduk-menurut-kabupaten-kota-di-d-i-yogyakarta-.html

Bedietra Adriz Rachmania, B. P. (2018). Rekomendasi Penerapan Manajemen Risiko Berdasarkan ISO 31000 (Studi Kasus CV. Pelita Semarang). *Industrial Engineering Online Journal*, *6*.

Boonyanusith, W., & Jittamai, P. (2019). Blood Supply Chain Risk Management using House of Risk Model. *Walailak J Sci & Tech*, *16*(8), 573–591.

BPOM RI. (2020). Petunjuk Pelaksanaan Cara Distribusi Obat Yang Baik Tahun 2020. Jakarta: BPOM RI.

BS ISO 31000:2018. (2018). *Risk Management - Guidelines*. Switzerland: BSI Standards Limited 2018.

Chandra, D., & Kumar, D. (2019). Two-way assessment of key performance indicators to vaccine supply chain system in India. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *68*, 194–230. https://doi.org/10.1108/IJPPM-02-2018-0078

Chandra, D., & Kumar, D. (2020). Prioritizing the vaccine supply chain issues of developing countries using an integrated ISM-fuzzy ANP framework. *Journal of Modelling in Management*, *15*(1), 112–165. https://doi.org/10.1108/JM2-08-2018-0111

Chandra, D., & Vipin, B. (2021). A fuzzy multi-criteria framework to identify barriers and enablers of the next-generation vaccine supply chain. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *8*. https://doi.org/10.1108/IJPPM-08-2020-0419

Daalen, V., & Thissen. (2001). Dynamics Systems Modelling Continous Models. In Delft: & B. en M. (TBM) Faculteit Techniek (Eds.). Technische Universiteit Delft.

Databoks Indonesia. (2022). Update Vaksinasi : Booster di Kota Yogyakarta. Retrieved from https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/05/01/update-vaksinasi--

dosis-3-di-kota-yogyakarta-sudah-7755-minggu-01-mei-2022

Dei, K. A., Dharmayanti, C., & Jaya, N. M. (2017). Analisis Risiko Dalam Aliran Supply Chain Pada Proyek Konstruksi Gedung di Bali. *Jurnal Spektran*, *5*(1), 1–87.

Dheeraj Chandra, D. K. (2018). Analysis of vaccine supply chain issues using ISM approach. *Inderscience Enterprises Ltd*, *31*(4), 449–482.

DIY, D. K. (2018). Profil Instansi Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta. Retrieved from https://dinkes.jogjaprov.go.id/profil/instansi?id_profil=6

Forrester, J., & Senge, P. (1980). Test for Building Confidence in System Dynamics Models. *TIMS Studies in the Management Sciences*, *1*(1), 209–228.

Forrester, J. (1961). *Industrial Dynamics*. Massachusettes: Institute of Technology.

Forrester, J. W. (1989). The Beginning of System Dynamics. In *System Dynamics Society* (p. 14). Stuttgart.

Georgiadis, G. P., & Georgiadis, M. C. (2021). Optimal planning of the COVID-19 vaccine supply chain. *Vaccine*, *39*(37), 5302–5312. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2021.07.068

Hora, S. (2009). *Expert Judgment in Risk Analysis*. Hilo : University of Hawaii.

Kamran, M. A., Kia, R., Goodarzian, F., & Ghasemi, P. (2022). A new vaccine supply chain network under COVID-19 conditions considering system dynamic : Artificial intelligence algorithms. *Socio-Economic Planning Sciences*, (April), 101378. https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101378

Kemenkes RI. (2021a). Keputusan Direktur Jenderal Pencegahan Dan Pengendalian Penyakit Nomor Hk 02.02/4/ 1 /2021 Tentang Petunjuk Teknis Pelaksanaan Vaksinasi Dalam Rangka Penanggulangan Pandemi Corona Virus Disease 2019 (Covid-19). Jakarta: Kementrian Kesehatan RI.

Kemenkes RI. (2021b). Praturan Menteri KEsehatan Republik Indonesia Nomor HK 02.02/4/1/2021 tentang Petunjuk Teknis Pelaksanaan Vaksinasi Dalam Rangka Penanggulangan Pandemi Corona Virus Disease 2019 (Covid-19). Jakarta: Departemen Kesehatan RI.

Kementerian Kesehatan RI. (2022a). Data Covid-19 Indonesia. Retrieved October 9, 2022, from https://infeksiemerging.kemkes.go.id/dashboard/covid-19

Kementerian Kesehatan RI. (2022b). Jenis Vaksin Booster di Indonesia. Retrieved from https://upk.kemkes.go.id/new/jenis-vaksin-untuk-dosis-booster-resmi-ditambahkan

Kementerian Kesehatan RI. (2022c). Kemenkes Terbitkan Surat Edaran Pelaksanaan Vaksinasi Booster di Semua Wilayah. Retrieved from https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilis-media/20220113/4539153/kemenkes-terbitkan-surat-edaran-pelaksanaan-vaksinasi-booster-di-semua-wilayah/

Khodaee, V., Kayvanfar, V., & Haji, A. (2022). A humanitarian cold supply chain distribution model with equity consideration : The case of COVID-19 vaccine distribution in the European Union. *Decision Analytics Journal*, *4*(July), 100126. https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100126

Laboratorium Pemodelan dan Simulasi Industri. (2020). *Modul Tutorial Simulasi Komputer System Dynamics*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

Maire, J. R. L. F. D. (2017). Innovations in cold chain equipment for immunization supply chains. *Vaccine, 35*(17), 2252–2259.

Makmus. (2011). Pengelolaan Rantai Dingin Vaksin Tingkat Puskesmas di Kota Palembang Tahun 2011. Palembang: Politeknik Kesehatan Kemenkes.

Malabay. (2008). Pendekatan Sistem Model Causal Loop Diagram (CLD) dalam Memahami Permasalahan Penerimaan Kuantitas Mahasiswa Baru di Perguruan Tinggi Swasta. In *Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2008)* (pp. 1–7).

Marsellia, A., Fatimah, A., Isdryan, I., Meilasari, V., & Juntara, P. E. (2022). Sosialisasi Vaksinasi Covid-19 Guna Meningkatkan Kesadaran Masyarakat Kelurahan Sindang Sari Akan Pentingnya Vaksinasi Covid-19. *Jurnal Griya Cendikia*, *1*(1–6).

Meyer, M. A., & Booker, J. M. (1991). *Eliciting and Analyzing Expert Judgment: A Practical Guide*. London: Academic Press Limited.

Nafi'aha, A., & Mahbubah, N. A. (2021). Managing Risk on A Pharmacy Enterprise Supply Chain Using House of Risk Approach. *JKIE (Journal Knowledge Industrial Engineering*, *8*(3), 167–182.

Nihayah, I., Indrawati, A. R., Harris, R., Syaifulloh, I., & Amrozi, Y. (2021). Perancangan Sistem Informasi Supply Chain Management Pengadaan Barang Perlengkapan Penanganan Covid-19 . (Studi Kasus Pada Industri Kesehatan XYZ). *Informatics Journal*, *6*(3), 102–107.

Nisak, B., & Ibrahim, A. (2014). Analisis Manajemen Risiko Pembiayaan Musyarakah Pada Baitul Qiradh Bina Insan Mandiri Banda Aceh, *3*(1), 41–55.

Patel, P.B., Rana, J.J., Jangid, S.G., Bavarva, N.R., Patel, M.J. and Bansal, R. K. (2016). Vaccine Wastage Assessment After Introduction of Open Vial Policy in Surat Municipal Corporation Area of India. *International Journal of Health Policy and Management, 5*(4), 233–236.

Pujawan, I. N., & Geraldin, L. H. (2009). House of risk: a model for proactive supply chain risk management. *Business Process Management Journal*, *15*(6), 953–967.

Purbowasito, W., Puspitorini, P. S., & Putra, A. C. (2022). Perancangan Jaringan Dan Analisis Risiko Distribusi Pada Cold Chain Vaksin COVID-19. *Jurnal Produktiva*, *02*, 1–6.

Ridwan, A., Santoso, M. I., Ferdinant, P. F., & Ankarini, R. (2019). Design of strategic risk mitigation with supply chain risk management and cold chain system approach. In *Broad Exposure to Science and Technology 2019 (BEST2019)* (p. 673). https://doi.org/10.1088/1757-899X/673/1/012088

Sadjadi, S. J., Ziaei, Z., & Pishvaee, M. S. (2019). The design of the vaccine supply network under uncertain condition. *Journal of Modelling in Management*, *14*(4), 841–871. https://doi.org/10.1108/JM2-07-2018-0093

Sargent, S. G. (2011). Verification and Validation of Simulation Models. Winter Simulation Conference. *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference 11*.

Shahin, A. (2004). Integration of FMEA and th Kano Model: An Exploratory Examination. *International Journal of Quality & Reliability Management*, *21*(7), 731–746.

Sulistyawati, A. S. (2016). Penerapan "Staff Gathering" dalam Meningkatkan Produktivitas Karyawan di Hotel Melia Bali. Bali: Program Studi D.IV Pariwisata Universitas Udayana.

Suryani, E., Hendrawan, R. A., & Rahmawati, U. E. (2020). *Model dan Simulasi Sistem Dinamik*. Yogyakarta: Deepublish.

Waters, D. (2007). *Supply Chain Risk Management : Vulnerability and Resilience in Logistics*. London: Kogan Page Limited.

Winarto, Rindra Risdiantoro, Adam Yordan, M. N. M. (2022). Penerapan 5M dan Vaksinasi Dalam Meningkatkan Kesadaran Diri Masyarakat Saat Pandemi Covid-19 di Kelurahan Sukorejo Kota Blitar. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *02*(02), 213–221.

Wiratama, M. G. (2017). *Analisis dan Manajemen Risiko dengan Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamik*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

Yadav, A. K., & Kumar, D. (2021). A fuzzy decision framework of lean-agile-green (LAG) practices for sustainable vaccine supply chain. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *10*. https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2021-0590

Zuhroh, H., & Dyahhariesti, N. (2021). Evaluasi Manajemen Penyimpanan Sediaan Vaksin Covid-19 Di Gudang Instalasi Farmasi Dinas Kesehatan Kota Mataram. *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, *1*(1).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Pemantauan Suhu

JADWAL DAN FORMULIR PEMANTAUAN SUHU TEMPAT PENYIMPANAN VAKSIN

LOKASI :
TYPE LEMARI ES :
PENANGGUNG JAWAB :

BULAN	WAKTU	TANGGAL																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
JANUARI	PAGI																															
	SIANG																															
	MALAM																															
FEBRUARI	PAGI																															
	SIANG																															
	MALAM																															
MARET	PAGI																															
	SIANG																															
	MALAM																															
APRIL	PAGI																															
	SIANG																															
	MALAM																															
MEI	PAGI																															
	SIANG																															
	MALAM																															
JUNI	PAGI																															
	SIANG																															
	MALAM																															
PARAF PETUGAS																																

Keterangan:
1. Setiap kolom diisi dengan °C suhu tempat penyimpanan (2°C s.d 8°C untuk *vaccine refrigerator* dan -50°C s.d -15°C untuk *Freezer*)
2. Pengisian form suhu dapat dilakukan pada interval waktu : Pagi (07.00-09.00 WIB), Siang (14.00-16.00 WIB), Malam (20.00-22.00 WIB)

JADWAL DAN FORMULIR PEMANTAUAN SUHU TEMPAT PENYIMPANAN VAKSIN

LOKASI :
TYPE LEMARI ES :
PENANGGUNG JAWAB :

BULAN	WAKTU	TANGGAL																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
JULI	PAGI																															
	SIANG																															
	MALAM																															
AGUSTUS	PAGI																															
	SIANG																															
	MALAM																															
SEPTEMBER	PAGI																															
	SIANG																															
	MALAM																															
OKTOBER	PAGI																															
	SIANG																															
	MALAM																															
NOVEMBER	PAGI																															
	SIANG																															
	MALAM																															
DESEMBER	PAGI																															
	SIANG																															
	MALAM																															
PARAF PETUGAS																																

Keterangan:
1. Setiap kolom diisi dengan °C suhu tempat penyimpanan (2°C s.d 8°C untuk *vaccine refrigerator* dan -50°C s.d -15°C untuk *Freezer*)
2. Pengisian form suhu dapat dilakukan pada interval waktu : Pagi (07.00-09.00 WIB), Siang (14.00-16.00 WIB), Malam (20.00-22.00 WIB)

Lampiran 2. Perencanaan Jadwal Pengiriman Vaksin

PERENCANAAN JADWAL PENGIRIMAN VAKSIN

Nama Instansi :
Kabupaten/Kota :
Provinsi :
Alamat :

No	Jenis Vaksin	Dosis	Jumlah Permintaan Vaksin	Jumlah Pengiriman Vaksin	Hari/Tanggal Pengiriman	Jam Pengiriman	Hari/Tanggal Kedatangan	Jam Kedatangan	Penanggungajawab	No.Telp/HP
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

Lampiran 3. Usulan *Database* Pusat Koordinasi

Lampiran 4. Kuesioner HOR I

KUESIONER PENILAIAN *RISK AGENT* & *RISK EVENT*

Assalamu'alaikum Warrahmatullohi Wabarakatuh

Perkenankanlah saya, Dwi Anggarini, mahasiswi jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, dengan kuesioner ini meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk berpartisipasi dalam mengisi kuesioner ini. Penelitian ini digunakan untuk menyusun tugas akhir dengan judul "Analisis Strategi Mitigasi Risiko Pada Rantai Pasok Vaksin *Covid*-19 Menggunakan Metode *House Of Risk* (HOR) Dan Simulasi *System Dynamic*". Data yang diberikan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian. Atas waktu dan kesediaannya saya ucapkan terima kasih, semoga penelitian ini bermanfaat bagi kita semua.

Data Responden

Nama :
Bagian :
Lama Kerja :

Setiap aktivitas dari rantai pasok *vaksin Covid-19 booster*di Dinas Kesehatan Yogyakarta telah diidentifikasi dan diketahui masing-masing *risk event* (resiko kejadian) berdasarkan observasi dan wawancara yang telah dilakukan di pertemuan sebelumnya. Pada tahapan ini, *risk event* (risiko kejadian) akan dinilai oleh *expert*/*risk owner* berdasarkan nilai *severity* (tingkat keparahan). Berikut adalah panduan pengisian kuisioner *penilaian risk event* (risiko kejadian) berdasarkan skala dari nilai *severity* (tingkat keparahan):

Number of Severity Rating Description		
Rating	Dampak	Deskripsi
1	**Tidak Ada**	Tidak ada efek
2	**Sangat Sedikit**	Sangat sedikit efek pada kinerja
3	**Sedikit**	Sedikit efek pada kinerja
4	**Sangat Rendah**	Sangat rendah berpengaruh terhadap kinerja
5	**Rendah**	Rendah berpengaruh terhadap kinerja
6	**Sedang**	Efek sedang terhadap performa
7	**Tinggi**	Tinggi berpengaruh terhadap kinerja
8	**Sangat Tinggi**	Efek sangat tinggi dan tidak bisa beroperasi
9	**Serius**	Efek serius dan kegagalan didahului opleh peringatan
10	**Bebahaya**	Efek berbahaya dan kegagalan tidak didahului oleh peringatan

Pada kolom *severity* (tingkat keparahan) setiap *risk event* dapat diisi dengan rating (1-10) yang sudah tertera seperti kriteria diatas.

Code	*Risk Event*	*Severity* (tingkat keparahan)
E1	Adanya *gap* antara jumlah usulan vaksin dengan realisasinya	
E2	Permintaan *v*aksin booster *Covid*-19 belum terpenuhi dari kementrian kesehatan pusat	
E3	Kesalahan perhitungan/pendataan jumlah sasaran *Covid*-19	
E4	Penundaan waktu pemenuhan usulan vaksinasi booster *covid*-19 dari dinas kesehatan provinsi ke dinas kesehatan kabupaten/kota	
E5	Keterlambatan proses pengiriman vaksin booster *Covid*-19 dari kementrian kesehatan pusat	
E6	Kerusakan vaksin booster *Covid*-19 saat proses pengiriman dari kementrian kesehatan pusat	
E7	Kerusakan vaksin booster *Covid*-19 saat proses penyimpanan	
E8	Terdapat produk *v*aksin booster *Covid*-19 yang sudah *expired*	

Code	*Risk Event*	*Severity* (tingkat keparahan)
E9	Tidak terdapat stok vaksin booster *Covid*-19 pada gudang persediaan provinsi	
E10	Keterlambatan proses pendistribusian vaksin dari dinas kesehatan provinsi ke dinas kesehatan kabupaten	
E11	Kerusakan vaksin booster *Covid*-19 saat proses pengiriman dari dinas kesehatan provinsi ke kabupaten	
E12	*Cool box* tidak dilengkapi *cool pax* untuk menyimpan vaksin saat pengiriman	
E13	Pengatur suhu/thermometer pada *box* error saat pengiriman	
E14	*Cool Box* yang digunakan untuk membawa vaksin tidak sesuai dengan standard saat pengiriman	
E15	Terjadi kelalaian atau kesalahan saat *monitoring* dan evaluasi	
E16	Kesalahan dokumen saat *monitoring* dan evaluasi	

Setiap aktivitas dari rantai pasok *vaksin Covid-19 booster*di Dinas Kesehatan Yogyakarta telah diidentifikasi *risk event* (risiko kejadian) dan diketahui juga *risk agent* (sumber risiko) berdasarkan observasi dan wawancara yang telah dilakukan di pertemuan sebelumnya. Pada tahapan ini, *risk agent* (sumber risiko) akan dinilai oleh expert / *risk owner* berdasarkan nilai *occurrence* (tingkat kejadian). Berikut adalah panduan pengisian kuisioner penilaian *risk agent* (sumber risiko) berdasarkan skala dari nilai *occurrence* (tingkat kejadian) :

Rating	Probabilitas	Deskripsi	Frekuensi
1	**Hampir Tidak Pernah**	Kegagalan tidak mungkin terjadi	0-1
2	**Sangat Kecil**	Langka jumlah kegagalan	>1-2
3	**Sangat Sedikit**	Sangat sedikit kegagalan	>2-3
4	**Sedikit**	Beberapa kegagalan	>3-4
5	**Kecil**	Jumlah kegagalan sesekali	>4-5
6	**Sedang**	Jumlah kegagalan sedang	>5-6

Rating	Probabilitas	Deskripsi	Frekuensi
7	**Cukup Tinggi**	Cukup tingginya jumlah kegagalan	>6-7
8	**Tinggi**	Jumlah kegagalan tinggi	>7-8
9	**Sangat Tinggi**	Sangat tinggi jumlah kegagalan	>8-9
10	**Hampir Pasti**	Kegagalan hampir pasti	>9-10

Pada kolom *occurrence (tingkat kejadian)* setiap *risk event* dapat diisi dengan rating (1-10) yang sudah tertera seperti kriteria diatas.

Code	*Risk Agent*	*Occurrence* (tingkat kejadian)
A1	Kesadaran masyarakat terhadap vaksinasi *covid*-19 menurun	
A2	Dukungan/*support* dari pejabat daerah terhadap program vaksinasi *Covid*-19 masih kurang	
A3	Sosialisasi terkait program vaksinasi *Covid*-19 di daerah-daerah rendah capaian vaksinasi masih kurang	
A4	Kekurangan stok *vaksin Covid-19 booster*di gudang persediaan pusat	
A5	*Human error*	
A6	Terjadi masalah teknis pada aplikasi pengelolaan vaksin (SMILE)	
A7	Kekurangan stok vaksin *Covid-19* di gudang persediaan provinsi	
A8	Proses transportasi terhalang kondisi macet atau jarak terlalu jauh	
A9	Miskomunikasi terkait jadwal pengiriman vaksin *Covid*-19	
A10	Dokumen COR (*Certificate of Realize*) *vaksin Covid-19* dari BPOM belum lengkap	
A11	Gangguan pasokan listrik	
A12	Kerusakan pada alat (*freeze tag, log tag, cool pack*, pemantau suhu)	

Code	*Risk Agent*	*Occurrence* (tingkat kejadian)
A13	*Staff*/petugas yang belum ditraining dengan baik dalam penanganan *cold chain* vaksin	
A14	*Vaccine refrigerator* rusak	
A15	Suhu pada *vaccine refrigerator* atau *cold room* tidak sesuai	
A16	Tempat penyimpanan vaksin *Covid-19* dibuka terlalu lama	
A17	Kelengkapan peralatan distribusi kurang (*freeze tag, log tag, cool pack*, pemantau suhu)	
A18	Kebersihan *vaccine refrigerator* atau *cold room* kurang	
A19	Penyusunan vaksin yang sangat dekat dengan evaporator	
A20	*Coolbox* yang digunakan rusak	
A21	Stok vaksin yang dikirim dari pusat memiliki *expired date* (ED) yang sudah dekat	
A22	Gangguan saat proses pengiriman logistik	
A23	Suhu pada tempat penyimpanan vaksin saat proses pendistribusian tidak sesuai	
A24	Anggaran bahan bakar lama diproses	

Lampiran 5. Pengisian Kuesioner HOR I

KUESIONER PENILAIAN PENYEBAB RISIKO (*RISK AGENT*) DAN KEJADIAN RISIKO (*RISK EVENT*)

Assalamu'alaikum Warrahmatullohi Wabarakatuh

Perkenankanlah saya, Dwi Anggarini, mahasiswi jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, dengan kuesioner ini meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk berpartisipasi dalam mengisi kuesioner ini. Penelitian ini digunakan untuk menyusun tugas akhir dengan judul "Analisis Strategi Mitigasi Risiko Pada Rantai Pasok Vaksin Covid-19 Menggunakan Metode *House Of Risk* (HOR) Dan Simulasi *System Dynamic*". Data yang diberikan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian. Atas waktu dan kesediaannya saya ucapkan terima kasih, semoga penelitian ini bermanfaat bagi kita semua.

Data Responden

Nama : Widi Triarso
Bagian : Pencegahan Penyakit.
Lama Kerja : 28 th.

Setiap aktivitas dari rantai pasok vaksin covid-19 di Dinas Kesehatan Yogyakarta telah diidentifikasi dan diketahui masing-masing *risk event* (resiko kejadian) berdasarkan observasi dan wawancara yang telah dilakukan di pertemuan sebelumnya. Pada tahapan ini, *risk event* (risiko kejadian) akan dinilai oleh *expert/risk owner* berdasarkan nilai *severity* (tingkat keparahan). Berikut adalah panduan pengisian kuisioner penilaian risk event (risiko kejadian) berdasarkan skala dari nilai severity (tingkat keparahan):

Number of Severity Rating Description

Rating	Dampak	Deskripsi
1	**Tidak Ada**	Tidak ada efek
2	**Sangat Sedikit**	Sangat sedikit efek pada kinerja
3	**Sedikit**	Sedikit efek pada kinerja
4	**Sangat Rendah**	Sangat rendah berpengaruh terhadap kinerja
5	**Rendah**	Rendah berpengaruh terhadap kinerja
6	**Sedang**	Efek sedang terhadap performa
7	**Tinggi**	Tinggi berpengaruh terhadap kinerja

Number of Severity Rating Description		
Rating	Dampak	Deskripsi
8	**Sangat Tinggi**	Efek sangat tinggi dan tidak bisa beroperasi
9	**Serius**	Efek serius dan kegagalan didahului opleh peringatan
10	**Bebahaya**	Efek berbahaya dan kegagalan tidak didahului oleh peringatan

Pada kolom *severity* (tingkat keparahan) setiap *risk event* dapat diisi dengan rating (1-10) yang sudah tertera seperti kriteria diatas.

Code	*Risk Event*	*Severity* (tingkat keparahan)
E1	Adanya *gap* antara jumlah usulan vaksin dengan realisasinya	7
E2	Permintaan vaksin booster *Covid*-19 belum terpenuhi dari kementrian kesehatan pusat	8
E3	Kesalahan perhitungan/pendataan jumlah sasaran *Covid*-19	7
E4	Penundaan waktu pemenuhan usulan vaksinasi booster *covid*-19 dari dinas kesehatan provinsi ke dinas kesehatan kabupaten/kota	8
E5	Keterlambatan proses pengiriman vaksin booster *Covid*-19 dari kementrian kesehatan pusat	8
E6	Kerusakan vaksin booster *Covid*-19 saat proses pengiriman dari kementrian kesehatan pusat	9
E7	Kerusakan vaksin booster *Covid*-19 saat proses penyimpanan	9
E8	Terdapat produk vaksin booster *Covid*-19 yang sudah *expired*	8
E9	Tidak terdapat stok vaksin booster *Covid*-19 pada gudang persediaan provinsi	7
E10	Keterlambatan proses pendistribusian vaksin dari dinas kesehatan provinsi ke dinas kesehatan kabupaten	6
E11	Kerusakan vaksin booster *Covid*-19 saat proses pengiriman dari dinas kesehatan provinsi ke kabupaten	9
E12	*Cool box* tidak dilengkapi *cool pax* untuk menyimpan vaksin saat pengiriman	6
E13	Pengatur suhu/thermometer pada *box* error saat pengiriman	8
E14	*Cool Box* yang digunakan untuk membawa vaksin tidak sesuai	8

	dengan standard saat pengiriman	
E15	Terjadi kelalaian atau kesalahan saat *monitoring* dan evaluasi	5
E16	Kesalahan dokumen saat *monitoring* dan evaluasi	5

Setiap aktivitas dari rantai pasok vaksin covid-19 di Dinas Kesehatan Yogyakarta telah diidentifikasi *risk event* (risiko kejadian) dan diketahui juga *risk agent* (sumber risiko) berdasarkan observasi dan wawancara yang telah dilakukan di pertemuan sebelumnya. Pada tahapan ini, *risk agent* (sumber risiko) akan dinilai oleh expert / *risk owner* berdasarkan nilai *occurrence* (tingkat kejadian). Berikut adalah panduan pengisian kuisioner penilaian *risk agent* (sumber risiko) berdasarkan skala dari nilai *occurrence* (tingkat kejadian) :

Rating	Probabilitas	Deskripsi	Frekuensi
1	**Hampir Tidak Pernah**	Kegagalan tidak mungkin terjadi	0-1
2	**Sangat Kecil**	Langka jumlah kegagalan	>1-2
3	**Sangat Sedikit**	Sangat sedikit kegagalan	>2-3
4	**Sedikit**	Beberapa kegagalan	>3-4
5	**Kecil**	Jumlah kegagalan sesekali	>4-5
6	**Sedang**	Jumlah kegagalan sedang	>5-6
7	**Cukup Tinggi**	Cukup tingginya jumlah kegagalan	>6-7
8	**Tinggi**	Jumlah kegagalan tinggi	>7-8
9	**Sangat Tinggi**	Sangat tinggi jumlah kegagalan	>8-9
10	**Hampir Pasti**	Kegagalan hampir pasti	>9-10

Pada kolom *occurrence (tingkat kejadian)* setiap *risk event* dapat diisi dengan rating (1-10) yang sudah tertera seperti kriteria diatas.

Code	*Risk Agent*	*Occurrence (tingkat kejadian)*
A1	Kesadaran masyarakat terhadap vaksinasi *covid*-19 menurun	9
A2	Dukungan/*support* dari pejabat daerah terhadap program vaksinasi *Covid*-19 masih kurang	5
A3	Sosialisasi terkait program vaksinasi *Covid*-19 di daerah-daerah rendah capaian vaksinasi masih kurang	6
A4	Kekurangan stok *vaksin Covid-19 booster*di gudang persediaan	5

	pusat	8
A5	*Human error*	8
A6	Terjadi masalah teknis pada aplikasi pengelolaan vaksin (SMILE)	3
A7	Kekurangan stok vaksin *Covid-19* di gudang persediaan provinsi	5
A8	Proses transportasi terhalang kondisi macet atau jarak terlalu jauh	2
A9	Miskomunikasi terkait jadwal pengiriman vaksin *Covid*-19	8
A10	Dokumen COR (*Certificate of Realize*) *vaksin Covid-19* dari BPOM belum lengkap	3
A11	Gangguan pasokan listrik	6
A12	Kerusakan pada alat (*freeze tag, log tag, cool pack,* pemantau suhu)	7
A13	*Staff*/petugas yang belum ditraining dengan baik dalam penanganan *cold chain* vaksin	6
A14	*Vaccine refrigerator* rusak	8
A15	Suhu pada *vaccine refrigerator* atau *cold room* tidak sesuai	4
A16	Tempat penyimpanan vaksin *Covid-19* dibuka terlalu lama	4
A17	Kelengkapan peralatan distribusi kurang (*freeze tag, log tag, cool pack*, pemantau suhu)	6
A18	Kebersihan *vaccine refrigerator* atau *cold room* kurang	3
A19	Penyusunan vaksin yang sangat dekat dengan evaporator	3
A20	*Coolbox* yang digunakan rusak	3
A21	Stok vaksin yang dikirim dari pusat memiliki *expired date* (ED) yang sudah dekat	8
A22	Gangguan saat proses pengiriman logistik	5
A23	Suhu pada tempat penyimpanan vaksin saat proses pendistribusian tidak sesuai	8
A24	Anggaran bahan bakar lama diproses	7

Lampiran 6. Hasil Penilaian *Expert* HOR I

Risk Event				
Code	**Nilai *Severity***			
	***Expert* 1**	***Expert* 2**	***Expert* 3**	**Rata-Rata**
E1	7	5	9	7
E2	8	9	7	8
E3	7	8	6	7
E4	8	9	7	8
E5	8	6	9	8
E6	9	9	8	9
E7	9	9	9	9
E8	8	9	7	8
E9	7	5	9	7
E10	6	4	8	6
E11	9	9	9	9
E12	6	4	8	6
E13	8	7	8	8
E14	8	9	6	8
E15	5	3	7	5
E16	5	6	4	5

Risk Agent				
Code	**Nilai *Occurrence***			
	***Expert* 1**	***Expert* 2**	***Expert* 3**	**Rata-Rata**
A1	9	8	9	9
A2	5	3	7	5
A3	6	4	8	6
A4	5	6	4	5
A5	8	7	9	8
A6	3	1	5	3
A7	5	6	4	5
A8	2	1	3	2
A9	8	9	7	8
A10	3	4	2	3
A11	6	5	7	6
A12	7	5	9	7
A13	6	6	6	6
A14	8	6	9	8
A15	4	6	2	4
A16	4	3	5	4
A17	6	7	5	6
A18	3	2	3	3
A19	3	2	3	3
A20	3	3	3	3
A21	8	7	9	8
A22	5	4	5	5
A23	8	8	8	8
A24	7	9	5	7