



الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية

**PEMODELAN TANGGAP BENCANA BERDASARKAN  
PERINGATAN DINI TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN  
CASE MANAGEMENT MODEL AND NOTATION (CMMN)**

Sarah Ayu Safitri Ekamas

18917129

*Tesis diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Magister Komputer*

*Konsentrasi Sistem Informasi Enterprise*

*Program Studi Informatika Program Magister*

*Fakultas Teknologi Industri*

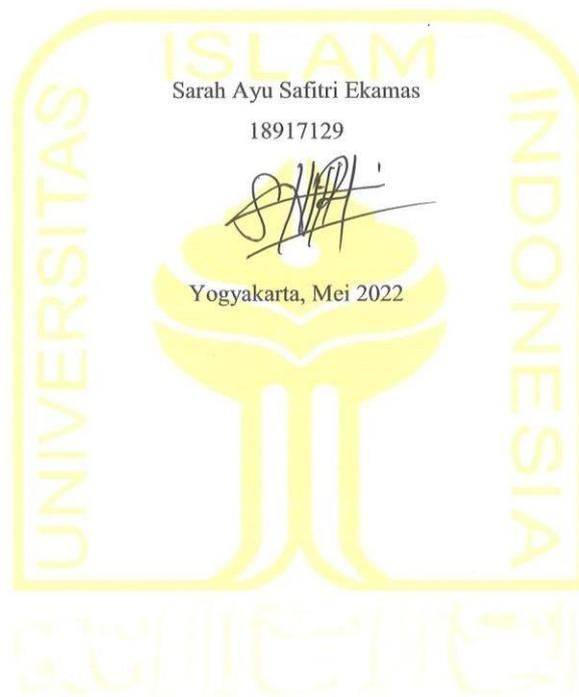
*Universitas Islam Indonesia*

2022

# Lembar Pengesahan Pembimbing

## Lembar Pengesahan Pembimbing

Pemodelan Tanggap Bencana Berdasarkan Peringatan Dini Tanah Longsor  
Menggunakan Case Management Model And Notation (CMMN)



Pembimbing

Dr.R. Teduh Dirgahayu S.T.,M.Sc.

# Lembar Pengesahan Penguji

**Pemodelan Tanggap Bencana Berdasarkan Peringatan Dini Tanah Longsor  
Menggunakan Case Management Model and Notation (CMMN)**

Sarah Ayu Safitri Ekamas

18917129

Yogyakarta, Juli, 2022

Tim Penguji,

Dr.R. Teduh Dirgahayu S.T.,M.Sc.

Ketua

Dr. Ir. Elisa Kusrini, M.T.

Anggota I

Dr. Ahmad Luthfi , S.Kom., M.Kom.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika Program Magister

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Izzati Muhammadiyah, S.T., M.Sc., Ph.D

# Abstrak

## Pemodelan Tanggap Bencana Berdasarkan Peringatan Dini Tanah Longsor Menggunakan Case Management Model and Notation (CMMN)

Tanggap darurat bencana tanah longsor terdiri dari beberapa tahap penanganan yang perlu dideskripsikan secara detail. Pendekatan pemodelan tradisional terlalu kaku dan tidak efektif mendukung fleksibilitas kasus tanggap darurat. *Business Process Management Model and Notation* (BPMN) merupakan model yang telah lama digunakan oleh organisasi untuk memodelkan proses bisnisnya. Namun, pemodelan BPMN belum cukup untuk memodelkan manajemen kasus seperti tanggap darurat bencana tanah longsor. Karena dalam pemodelan BPMN berfokus pada *flow* proses bisnis suatu organisasi. *Object Management Group* (OMG) merilis metode pemodelan terbarunya pada tahun 2013 yaitu *Case Management Model and Notation* (CMMN) yang tujuannya adalah melengkapi metode pemodelan BPMN. CMMN diklaim dapat menyelesaikan kasus darurat, tidak terstruktur dan fleksibel. Tujuan penelitian ini adalah memodelkan kasus tanggap darurat bencana tanah longsor berdasarkan alarm darurat dari sensor *Early Warning System* (EWS) menggunakan CMMN. Penelitian ini menggunakan data kualitatif yang diawali dengan studi pustaka, kemudian peneliti melakukan pengumpulan data menggunakan metode wawancara dan observasi, dari data yang diperoleh peneliti melakukan desain model menggunakan metode pemodelan CMMN. Peneliti melakukan analisis terhadap data yang diperoleh yaitu berupa alur sistem informasi manajemen bencana yang sudah berjalan di Badan Penanggulangan Bencana Daerah Istimewa Yogyakarta (BPBD DIY). Kemudian, peneliti memodelkan data tersebut menggunakan CMMN untuk menemukan peluang perbaikan terhadap sistem informasi manajemen bencana yang sudah berjalan di BPBD DIY. Dalam penelitian ini dihasilkan 2 model CMMN yaitu, model sistem informasi manajemen bencana milik BPBD DIY dan model rekomendasi perbaikan untuk sistem tersebut. Rekomendasi model ini merupakan hasil analisis dari model sistem informasi manajemen bencana yang telah berjalan. Penelitian ini juga menghasilkan *mockup* rekomendasi fitur untuk validasi model kepada pakar bencana alam.

**Kata kunci:** Case Management Model and National, Early Warning System, Model Sistem Informasi ,Tanah Longsor, Tanggap Darurat Bencana

## Abstrak

### ***Disaster Response Modeling Based on Landslide Early Warning Using CMMN***

*There are a few of handling steps in the emergency response to landslides that need thorough explanation. The flexibility of emergency response situations is ineffectively supported by traditional modeling methodologies because they are excessively inflexible. Companies have traditionally modeled their business processes using the Business Process Management Approach and Notation (BPMN) model. For design case management, such as the emergency reaction to a landslide disaster, BPMN modeling is unsuitable. because the BPMN modeling focuses how business processes flow inside a company. The Case Management Model and Notation (CMMN), the newest modeling approach from the Object Management Group (OMG), was launched in 2013 with the purpose of completing the BPMN modeling approach. The unstructured and adaptable CMMN claims to be able to handle urgent situations. This study's intention is to develop a CMMN model of a landslide emergency reaction scenario based on an emergency alert from an Early Warning System (EWS) sensor. In order to acquire the qualitative data for this study, the researcher first conducted a literature review. Then used the interview and observation methods to gather data, and from this data, we created the model using the CMMN modeling approach. The Yogyakarta Special Region Disaster Management Agency's (BPBD DIY) data flow of a disaster management information system, which was already operational, was analyzed by researchers. Then, the researchers used CMMN to model the data in order to find out opportunities to improve the disaster management information system already in use at BPBD DIY. Two CMMN models—the BPBD DIY disaster management information system model and the recommendation model for system improvements—were created in this study. The analysis of the current disaster management information system model resulted in the recommendation of this model. A prototype of feature recommendations is created as part of this research and given to specialists in natural disasters for model validation.*

**Keywords:** *Case Management Model and Notation, Early Warning System, Information System Model, Landslide, Disaster Response*

# Pernyataan Keaslian Tulisan

## Pernyataan Keaslian Tulisan

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini merupakan tulisan asli dari penulis, dan tidak berisi material yang diterbitkan sebelumnya atau tulisan dari penulis lain terkecuali referensi atas material tersebut telah disebutkan dalam tesis. Apabila ada kontribusi dari penulis lain dalam tesis ini, maka penulis lain tersebut secara eksplisit telah disebutkan dalam tesis ini.

Dengan ini saya juga menyatakan bahwa segala kontribusi dari pihak lain terhadap tesis ini, termasuk bantuan pemenuhan data dari wawancara dan observasi lapangan yang bersifat signifikan, dan segala bentuk aktifitas penelitian yang dipergunakan atau dilaporkan dalam tesis ini telah secara eksplisit disebutkan.

Segala bentuk hak cipta yang terdapat dalam material dokumen ini, berada dalam kepemilikan hak cipta masing-masing. Apabila dibutuhkan, penulis telah mendapatkan izin dari pemilik hak cipta untuk menggunakan ulang materinya dalam tesis ini.

Yogyakarta, 12 Agustus 2022



Sarah Ayu Safitri Ekamas, S.Kom.

## Daftar Publikasi

### Publikasi yang menjadi bagian dari tesis

S, Ekamas. Putro, H.P., Dirgahayu, T. (2022) Disaster Response Modeling Base On Landslide Early Warning Using Case Management Model and Notation. Jurnal Teknik Informatika (JUTIF) Universitas Jendral Soedman (UNSOED), 2022, Volume 3 Nomor 5 Oktober 2022, P-ISSN : 2723-3863 dan e-ISSN : 2723-3871.

Kontributor	Jenis Kontribusi
Sarah Ayu Safitri Ekamas	Menulisa dan mereview artikel
Hanson Prihantoro Putro	Memberi ide dan saran Mereview artikel
Teduh Dirgahayu	Memberi ide dan saran Mereview artikel

## Halaman Kontribusi

Penelitian ini tidak terlepas dari berbagai saran maupun bimbingan dari berbagai pihak, mulai dari pra penelitian, seminar proposal, seminar progres, hingga seminar pendadaran. Pihak-pihak tersebut, antara lain: Bapak Dr. R. Teduh Dirgahayu, S.T., dan M.Sc. dan Bapak Hanson Prihantoro Putro, ST., MT., selaku dosen pembimbing. Tim Pusdalop PB BPBD DIY yang diketuai oleh Bapak Sri Wahyuno selaku narasumber.



## Halaman Persembahan

Saya membuat Tesis ini teruntuk:

Ayah saya tercinta yang takhenti hentinya memberi dukungan **Drs. Untung Kirmanto** dan

Ibu saya tersayang yang selalu mendoakan saya sepanjang malam **Siti Zulaikah SP.d**

Adik kecil saya yang semoga bisa mengikuti jejak saya **Ahmad Azzam Taquiuddin Zabbir**, terimakasih sudah nemenin kakak belajar.

Keluarga besar Bapak H Ali Mashuri dan Ibu Hj Siti Rubiatun Hadawiyah

Keluarga besar Bapak Pwirokartono dan Ibu Pairah

TERIMAKASIH KEPADA :

Terimakasih kepada Program Studi Informatika Program Magister yang telah memberikan saya kesempatan untuk mendapatkan beasiswa alumni. Sehingga, memperlanja perjalanan saya dalam menempuh studi.

Teman-teman Magister Informatika angkatan 18-1, terimakasih sudah menjadi teman diskusi yang baik.

Ting, Lia, Fatma, terimakasih sudah menampung musafir ini dikos kalian, terimakasih sudah menyediakan tempat istirahat beserta minum dan snacknya.

Teman-teman SIE angkatan 18-1, terimakasih sudah berjuang bareng dari awal kuliah, semoga kalian cepat selesai tesisnya yaaa..

For my far best friend Muhammad Sheata Anwar, thanks for your time for me, accompanying me to all my day, even we are far insyaallah we will meet soon. I always pray to Allah for that 😊



## Kata Pengantar

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

*Alhamdulillahirobbil'alamin,*

Puji serta syukur senantiasa kita tujuhan kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala*, atas segala nikmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga Tesis yang berjudul “Pemodelan Tanggap Bencana Berdasarkan Peringatan Dini Tanah Longsor Menggunakan CMMN” ini dapat selesai dengan baik dan tepat waktu. Laporan Tesis yang telah disusun ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Master Strata-2 (S2) Informatika di Universitas Islam Indonesia.

Dalam pembuatan tugas akhir ini, peneliti menyadari bahwa telah ada banyak sekali dukungan, bimbingan, dorongan, inspirasi serta semangat dan doa yang selalu menyertai dalam pengerjaan tugas akhir ini. Sehingga pada kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak **Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Islam Indonesia
2. Bapak **Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T.**, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
3. Bapak **Hendrik S.T., M.Eng** selaku Ketua Jurusan Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
4. Bapak **Dr. Raden Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc.** selaku dosen pembimbing payung saya yang telah memberikan ilmu dan pemahaman kepada saya dalam menyelesaikan Tesis ini
5. Bapak **Hanson Prihantoro Putro, S.T., M.T.** selaku dosen pembimbing dua saya yang telah memberikan banyak masukan dalam Tesis dan Artikel ini.
6. Segenap dosen Informatika UII yang telah mengajarkan banyak hal dan ilmu yang bermanfaat.
7. Kedua penyemangat hidup saya, Ayahanda Drs. Untung Kirmanto dan Ibunda Siti Zulaikah SP.d yang sangat saya sayangi, yang sudah

memberikan segalanya kepada saya, yang selalu memberikan dukungan dan doa setiap saat.

8. Adik ku tersayang Ahmad Azzam Taqiuddin Zabir yang selalu setia menemani di rumah.
9. Serta semua orang-orang hebat yang ada di sekeliling saya, yang telah mendukung dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Sebagai seorang yang masih perlu banyak belajar, peneliti menyadari bahwa masih ada banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk bekal di masa mendatang. Mohon maaf atas keterbatasan peneliti. Semoga apa yang telah dihasilkan dapat memberikan manfaat untuk semua pembaca.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, 18 Mei 2022



## Daftar Isi

Lembar Pengesahan Pembimbing.....	i
Lembar Pengesahan Penguji .....	ii
Abstrak .....	iii
Abstrak .....	iv
Pernyataan Keaslian Tulisan.....	v
Daftar Publikasi.....	vi
Halaman Kontribusi .....	vii
Halaman Persembahan .....	viii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel .....	xvi
Glosarium.....	xvii
BAB I Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
Tinjauan Pustaka .....	6
2.1 Pendekatan dalam Melakukan Pemodelan BPMN dan CMMN untuk Membangun Sistem Informasi .....	6
2.2 Case Management Model and Notation (CMMN).....	7

2.3	Penelitian Terdahulu.....	10
2.3.1	Penelitian Peringatan Dini Bencana Alam Menggunakan CMMN	10
2.3.2	Penelitian Pemantauan Variabilitas Perawatan di Rumah Sakit yang Dimodelkan Menggunakan CMMN .....	11
2.4	Penelitian Early Warning System.....	16
2.5	Latihan Evakuasi Bencana Gerakan Tanah.....	18
2.6	Pra Bencana .....	20
BAB III .....		21
Metodologi Penelitian .....		21
3.1	Studi Literatur.....	22
3.2	Metode Pengumpulan Data .....	22
3.2.1	Wawancara.....	22
3.2.2	Observasi.....	24
3.3	Representasi Data .....	24
3.4	Desain Model .....	25
3.5	Visualisasi UI Menggunakan Mock Up .....	25
3.6	Pengujian .....	25
BAB IV .....		27
Hasil Penelitian .....		27
4.1	Gambaran Umum Cara Kerja Early Warning System Tanah Longsor ..	27
4.2	Standar Operasional Prosedur Tanggap Bencana Tanah Longsor .....	29
4.3	Standar Operasional Prosedur Early Warning System.....	31
4.3.1	Early Warning System Level Waspada.....	32
4.3.2	Early Warning System Level Siaga .....	34
4.3.3	Early Warning System Level Awas .....	36
4.3.4	Mitigasi .....	39

4.4	Disaster Information Management System (DIMS) DIY dan Kabupaten Bantul	41
4.4.1	Beranda DIMS .....	42
4.4.2	Data DIMS .....	42
4.4.3	Early Warning System .....	44
4.4.4	Deskripsi Tampilan Beranda DIMS .....	46
BAB V	.....	48
Pembahasan	.....	48
5.1	Kegiatan yang Terjadi Saat Manajemen Darurat Berlangsung yang Dimodelkan Menggunakan CMMN .....	48
5.1.1	Koordinasi Line Level Waspada .....	48
5.1.2	Evacuation .....	49
5.1.3	Manual Checking .....	51
5.1.4	Koordinasi Line Level Siaga .....	53
5.1.5	Pasca Bencana .....	55
5.2	Rekomendasi Model CMMN Manajemen Darurat Tanah Longsor .....	55
5.3	Rekomendasi Perbaikan Sistem Informasi Manajemen Bencana Milik BPBD DIY .....	60
5.3.1	Rekomendasi Desain Sistem Informasi .....	60
5.3.2	Rekomendasi Mock Up Sistem Informasi .....	61
5.4	Pengujian .....	67
BAB VI	.....	74
Kesimpulan dan Saran	.....	74
6.1	Kesimpulan .....	74
6.2	Saran .....	75
Daftar Pustaka	.....	76
Lampiran	.....	79

## Daftar Gambar

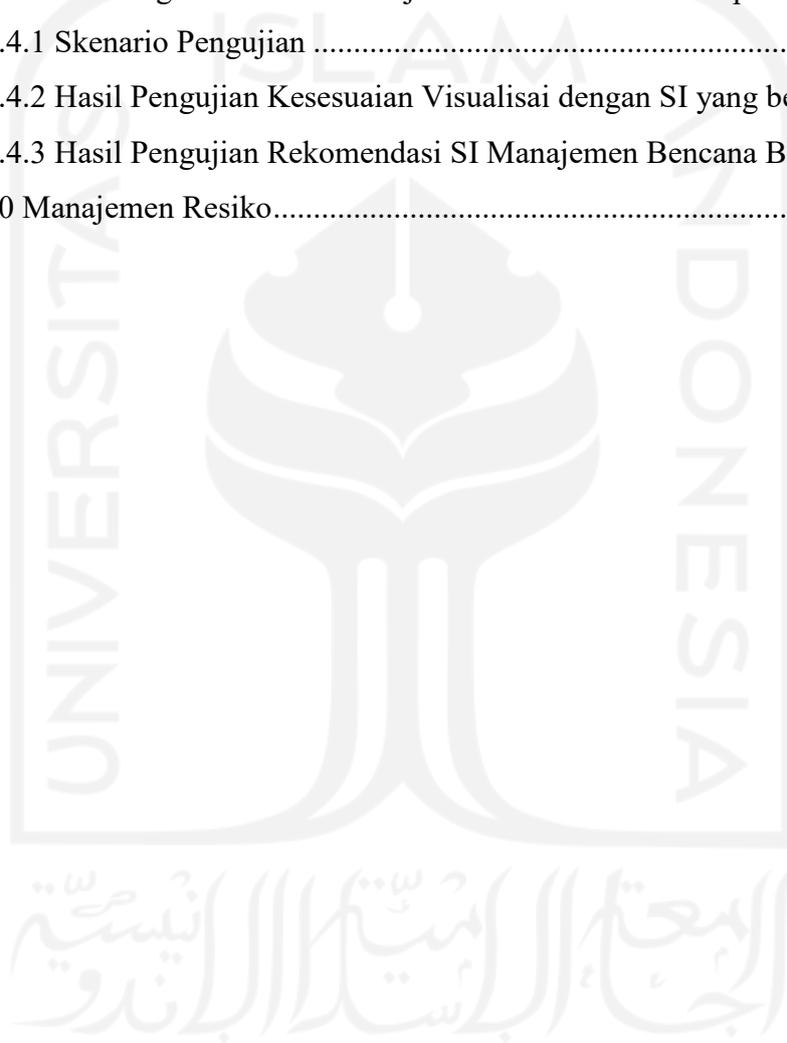
Gambar 2.1.1 Perbandingan Penggunaan BPMN dan CMMN .....	7
Gambar 2.2.1 Klasifikasi BPMN dan CMMN.....	8
Gambar 2.3.1 Model Peringatan Dini Bencana Alam Menggunakan CMMN .....	11
Gambar 2.3.2 Model BPMN Kegiatan Sebelum Transplantasi Hati .....	13
Gambar 2.3.3 Model CMMN Evaluasi Proses Donor Hati .....	15
Gambar 2.4.1 Proses yang Terjadi pada EWS .....	17
Gambar 2.5.1 Alur Latihan Evakuasi.....	19
Gambar 2.6.1 Metodologi Penelitian .....	21
Gambar 4.2.1 Model CMMN Gambaran Umum Tanggap Bencana Longsor.....	30
Gambar 4.3.1 Model BPMN EWS Level Waspada.....	32
Gambar 4.3.2 Model BPMN EWS Level Siaga.....	34
Gambar 4.3.3 Model BPMN EWS Level Awas .....	36
Gambar 4.3.4 Model CMMN Mitigasi Bencana.....	39
Gambar 4.4.1 Data Detail Desa.....	41
Gambar 4.4.2 Halaman Login DIMS.....	42
Gambar 4.4.3 Maps Sensor Dipasang.....	42
Gambar 4.4.4 Data Petugas Desa.....	43
Gambar 4.4.5 Dashboard Sistem Informasi Monitoring Sensor .....	44
Gambar 4.4.6 Data Monitoring dalam Bentuk Tabel.....	44
Gambar 4.4.7 Halaman Monitoring Sensor .....	45
Gambar 4.4.8 Data Monitoring Sensor Rain Gauge .....	46
Gambar 4.4.9 Indikator Warna Monitoring Sensor.....	46
Gambar 4.4.10 Maps Perkiraan Hujan.....	47
Gambar 5.1.1 Model CMMN Line Koordinasi Level Waspada.....	48
Gambar 5.1.2 Model CMMN Evakuasi .....	50
Gambar 5.1.3 Model CMMN Manual Checking Sensor .....	51
Gambar 5.1.4 Model CMMN Line Koordinasi Level Siaga.....	53
Gambar 5.1.5 Model CMMN Pasca Bencana.....	55
Gambar 5.2.1 Model CMMN Rekomendasi Perbaikan.....	57

Gambar 5.3.1 Use Case Rekomendasi Perbaikan Sistem Informasi.....	60
Gambar 5.3.2 Halaman Dashboard DIMS .....	62
Gambar 5.3.3 Monitoring Sensor Pada Aplikasi .....	62
Gambar 5.3.4 Monitoring Sensor Pada Wilayah .....	62
Gambar 5.3.5 Monitoring Sensor Keseluruhan Level Siga .....	63
Gambar 5.3.6 Whatsapp API Sensor Rain Gauge.....	64
Gambar 5.3.7 Whatsapp API Sensor Soil Moisturizer .....	64
Gambar 5.3.8 Halaman Login DIMS.....	65
Gambar 5.3.9 Halaman Form Approval.....	65
Gambar 5.3.10 Halaman Whatsapp Api untuk Atasan .....	66
Gambar 5.3.11 Halaman List Approval Atasan.....	66



## Daftar Tabel

Tabel 2.2.1 Notasi CMMN.....	9
Tabel 3.2.1 Wawancara Tahap I.....	23
Tabel 3.2.2 Wawancara Tahap II .....	24
Tabel 3.6.1 Skenario Pengujian pada Pakar Bencana .....	25
Tabel 3.6.2 Pertanyaan Pengujian.....	26
Tabel 5.2.1 Keterangan Model dan Penjelasan Halaman Mock Up .....	59
Tabel 5.4.1 Skenario Pengujian .....	67
Tabel 5.4.2 Hasil Pengujian Kesesuaian Visualisai dengan SI yang berjalan .....	68
Tabel 5.4.3 Hasil Pengujian Rekomendasi SI Manajemen Bencana BPBD DIY .	69
Tabel 10 Manajemen Resiko.....	73



## Glosarium

<i>CMMN</i>	Case Managemen Model and Notation
<i>EWS</i>	Early Warning System
<i>Stakeholder</i>	Semua pihak dalam masyarakat, termasuk individu atau kelompok yang memiliki kepentingan atau peran dalam suatu organisasi
<i>Knowlage Worker</i>	lazim dikenal sebagai pekerja intelektual atau pekerja yang menggunakan pengetahuan sebagai modal utama dalam pekerjaannya.
<i>SOP</i>	Stantar Operasional Posedur
<i>BPMN</i>	Business Process Model and Notation
<i>Mockup</i>	Gambaran nyata terkait konsep yang telah diolah. Dalam ilmu informatika berbentuk desai UI
<i>UI</i>	Gambaran visual sebuah produk yang menjembatani antara sistem informasi dan user
<i>Sensor</i>	Perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu dll.

# **BAB I**

## **Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi besar terjadi bencana longsor. Curah hujan tinggi yang kemudian memicu meningkatnya kandungan air dalam tanah menjadi salah satu penyebab terjadinya longsor (Susilo, 2011). Bencana longsor biasanya terjadi secara tiba-tiba tanpa disadari oleh penduduk daerah rawan longsor, sehingga menimbulkan korban tidak sedikit. Selain banyak memakan korban bencana longsor juga menimbulkan kerugian bagi penduduk setempat dan pemerintah daerah sekitar.

Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Yogyakarta telah terjadi banjir, tanah longsor dan angin kencang karena hujan deras mengguyur wilayah Yogyakarta pada 17 Maret 2019 (Syambudi, n.d.). Hal itu mengakibatkan beberapa daerah seperti Bantul terjadi tanah longsor. Banyak masyarakat yang panik dalam mengevakuasi diri dan anggota keluarganya. Bencana ini juga menjatuhkan 2 korban dan banyak kerusakan serta 4427 jiwa mengungsi di 21 titik pengungsian. Selain daerah Bantul, banjir dan tanah longsor ini juga terjadi di Gunungkidul, Kulonprogo dan Kota Yogyakarta. Di Gunung Kidul terdapat 9 kecamatan terdampak dan 39 jiwa mengungsi. Kemudian, di Kulonprogo terdapat 580 jiwa mengungsi di dua lokasi pengungsian. Sedangkan, di Kota Yogyakarta dampaknya tidak terlalu luas, hanya beberapa titik terdapat pohon tumbang akibat angin kencang dan hujan deras. Menurut Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No 1 Tahun 2012 tentang pedoman umum desa atau kelurahan tangguh bencana, Pasal 1 terdapat panduan pemerintah dalam mengembangkan desa tangguh bencana (BNPB, 2012). Dalam hal ini, pemerintah membentuk dan mengembangkan desa tangguh bencana agar memiliki sikap tanggap darurat terhadap bencana yang terjadi.

Tanggap darurat bencana merupakan penanganan sebuah kasus darurat tidak terduga di mana kejadian tersebut tidak dapat terulang (Shahrah & Al-

Mashari, 2017). Dalam kondisi darurat, sangat diperlukan penanganan yang cepat untuk menganganinya agar tidak menimbulkan dampak buruk yang semakin parah. Kegiatan yang dilakukan saat melakukan tanggap darurat meliputi beberapa faktor utama penanganan bencana tanah longsor yaitu peringatan dini bencana (*Situational Awareness early warning system*), pemanggilan bantuan dan penyelamatan korban bencana dan harta benda (*Resources Activation*), penyusunan rencana evakuasi dan pengungsian (*Resources Koordination*), monitoring lokasi bencana juga pemulihan sarana dan prasarana (*Resources Demobilisation and monitoring*) . Dalam hal ini, dibutuhkan standar manajemen bencana alam yang tergabung dalam satu sistem komando tanggap darurat bencana alam. Sistem ini meliputi rencana operasi, pengarahan mobilitas sumberdaya penyelamat yang disesuaikan dengan tingkat keparahan dampak bencana.

Manajemen kasus tanggap bencana tanah longsor tidak hanya menjadi perhatian ilmu kebencanaan, tapi juga memerlukan dukungan dari ilmu teknologi informasi. Supaya mendapatkan dukungan dari Teknologi Informasi maka akan dibuat sebuah pemodelan tanggap bencana tanah longsor menggunakan *Case Management Model and Notation* atau dikenal dengan CMMN. Pemodelan ini dirasa sangat fleksibel dalam menggambarkan situasi darurat dan dapat bertindak sebagai panduan tanggap darurat, karena CMMN dapat mendeskripsikan suatu peristiwa dengan memberikan gambaran sesuai dengan keadaan yang sedang terjadi di lapangan (Carvalho et al. 2016). CMMN dikenal dengan pemodelan yang bersifat deklaratif sehingga cocok untuk memodelkan suatu peristiwa tidak terprediksi seperti bencana alam. CMMN compatible case engine dapat digunakan untuk pemrosesan kasus secara visual dan hasilnya adalah manajemen kasus yang didukung IT.

CMMN dirilis oleh Object Management Group (OMG) pada tahun 2013 yang bertujuan untuk melengkapi metode OMG yang sebelumnya yaitu *Business Process Model and Notation* atau disebut BPMN (Grudzińska-Kuna, 2013). Berbeda dengan CMMN, BPMN merupakan pemodelan yang digunakan untuk memodelkan proses bisnis organisasi dimana proses bisnis itu dibuat sendiri oleh organisasi tersebut. Sedangkan CMMN digunakan untuk memodelkan kasus yang

terjadi dalam sebuah organisasi. Kasus dalam hal ini merupakan peristiwa yang terjadi pada organisasi yang bersifat semi terstruktur dan perlu adanya panduan untuk mendapatkan penyelesaian. Penggunaan CMMN untuk memodelkan peristiwa tersebut karena BPMN belum cukup untuk memodelkan kasus semi terstruktur seperti kasus *emergency*.

Di Indonesia penelitian untuk memodelkan sistem kerja menggunakan CMMN masih jarang ditemui, terutama penelitian di bidang bencana alam. Namun, Penelitian ini tentu saja memiliki keterbatasan yaitu, penelitian tersebut hanya terbatas pada pemodelan CMMN yang diimplementasikan pada kasus tanggap bencana longsor. Kemudian, diharapkan penelitian ini dapat berkontribusi untuk tanggap bencana tanah longsor di DIY terutama untuk pengembangan aplikasi yang sudah ada. Model ini dapat dimanfaatkan untuk mendeskripsikan *unstructured case* secara lengkap, jelas dan dapat melengkapi proses bisnis BPMN. Selanjutnya, diharapkan pemodelan CMMN ini dapat membantu sistem analisis dalam mengidentifikasi kebutuhan aplikasi sesuai dengan kebutuhan lapangan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang ada pada latar belakang, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemodelan sistem tanggap bencana tanah longsor menggunakan CMMN?
2. Apa peluang perbaikan untuk sistem tanggap bencana jika sudah dimodelkan menggunakan CMMN?

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam melakukan penelitian ini terdapat batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di DIY yang merupakan daerah rawan longsor
2. Pemodelan CMMN akan dilakukan pada 5 fokus utama penanganan bencana alam yaitu *Situational Awareness early warning system*, *Resources Activation*, *Resources Koordination*, *Resources Demobilisation and monitoring* dan *Disaster Mitigation*

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang dibuat tujuan penelitian ini adalah memodelkan kasus tanggap bencana tanah longsor berdasarkan peringatan dini menggunakan CMMN agar *case* pada alur pengembangan sistem informasi lebih terlihat terstruktur.

#### **1.5 Manfaat Penelian**

Didalam melaksanakan penelitian ini terdapat beberapa manfaat yaitu:

1. Untuk Ilmu pengetahuan bidang Informatika, pemodelan ini memudahkan *software analyst* dalam mengidentifikasi *case* (kasus penyimpangan) yang terjadi dalam alur sistem yang sudah ada.
2. Untuk BPBD DIY, pemodelan ini dapat mempermudah pekerja dalam mengambil keputusan dalam penanganan bencana tanah longsor.
3. Untuk Ilmu pengetahuan bidang Informatika dan BPBD DIY, pemodelan ini memiliki manajemen kasus tanggap bencana tanah longsor yang didukung oleh teknologi informasi

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada penelitian ini akan disusun sebagai berikut:

##### **Bab 1 Pendahuluan**

Pada bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan dalam penelitian.

##### **Bab 2 Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini berisi studi literatur mengenai CMMN, EWS dan pedoman tanggap bencana dari BNPB didukung dengan beberapa sumber pencarian data dan jurnal. Penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang dilakukan dan beberapa landasan teori yang menjadi rujukan pada penelitian adalah sebagai berikut.

### **Bab 3 Metodologi Penelitian**

Pada bab ini berisikan metode penelitian yang digunakan dalam penelitian terhadap pemodelan tanggap darurat bencana tanah longsor menggunakan CMMN dimulai dari studi literatur, pengambilan data, analisis kebutuhan model, pemodelan dan pengujian.

### **Bab 4 Hasil**

Pada bab ini berisi hasil temuan dari penelitian yang dilakukan di BPBD terkait dengan EWS yang digunakan BPBD, penanganan darurat setelah bencana terjadi

### **Bab 5 Pembahasan**

Pada bab ini membahas mengenai usulan model tanggap bencana berdasarkan peringatan dini tanah longsor menggunakan CMMN dan pengujian model kepada pakar bencana alam BPBD DIY.

### **Bab 6 Kesimpulan**

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil akhir keseluruhan proses analisis penelitian yang dihasilkan.

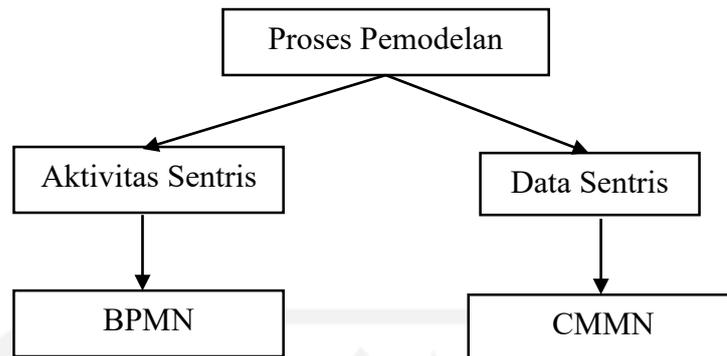
## **BAB II**

### **Tinjauan Pustaka**

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur mengenai BPMN dan CMMN, *Early Warning System* tanah longsor dan pedoman tanggap bencana dari BNPB didukung dengan beberapa sumber pencarian data dan jurnal. Penelitian terdahulu terkait dengan penelitian yang dilakukan dan beberapa landasan teori yang menjadi rujukan pada penelitian adalah sebagai berikut.

#### **2.1 Pendekatan dalam Melakukan Pemodelan BPMN dan CMMN untuk Membangun Sistem Informasi**

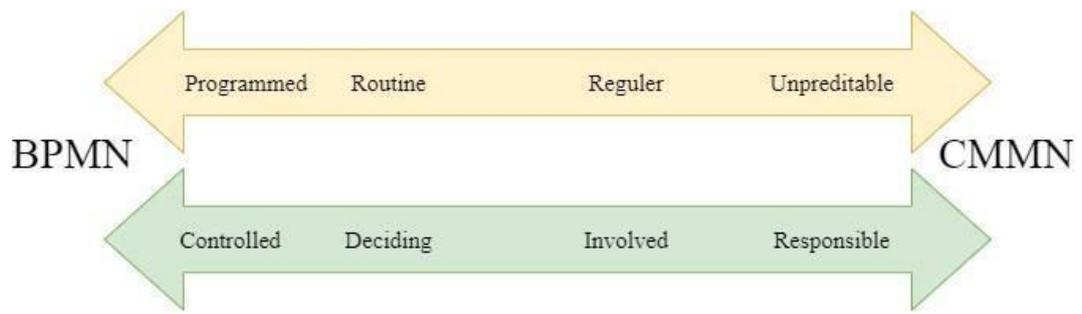
Dalam melakukan analisis untuk melakukan pemodelan hal pertama yang dilakukan peneliti adalah mengumpulkan data dan fakta dari lapangan. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara dan observasi lapangan. Kemudian, dari data wawancara dan observasi tersebut peneliti melakukan analisis untuk memenuhi kebutuhan melakukan pemodelan. Dalam hal ini, peneliti menggunakan pendekatan pemodelan aktivitas dan proses yang berpusat pada data (Marrella et al., 2015). Pendekatan ini memiliki dua paradigma, yaitu aktivitas sentris dan data sentris. Aktivitas sentris merupakan suatu proses yang terdiri dari kumpulan aktivitas yang dideklarasikan dengan aliran proses berbentuk grafis untuk mendokumentasikan proses bisnis suatu unit kerja. BPMN merupakan salah satu bentuk grafis dari aktivitas sentris yang dapat mendeklarasikan input dan output suatu kegiatan. Data sentris merupakan model proses yang berpusat pada data dan merupakan proses penentu berjalannya aktivitas sentris. Artefak yang ditemukan pada saat penelitian berlangsung, merupakan sumber data yang dapat dideklarasikan dengan *Guard Stage Milestone* (GSM) yang kemudian menjadi dasar penanganan manajemen kasus pada CMMN. GSM adalah pencapaian pada sebuah *case* dimana pencapaian tersebut merupakan tonggak keberhasilan selama *case* berlangsung (Marin, 2016). Gambar 2.1.1 merupakan *mapping* dari proses pemodelan yang akan dilakukan.



Gambar 2.1.1 Perbandingan Penggunaan BPMN dan CMMN

## 2.2 Case Management Model and Notation (CMMN)

CMMN adalah model notasi dalam bentuk grafis yang digunakan untuk memodelkan kasus agar lebih terbaca alur proses kerja dan tidak terlihat ambigu (Marin 2016). CMMN ini biasanya digunakan untuk memodelkan kasus yang ada di dunia nyata dimana kasus tersebut tidak ada pada sistem yang sudah berjalan. Tujuan dari pemodelan CMMN ini adalah agar mudah dipahami dan dapat mendeskripsikan *unstructured case* sesuai dengan kejadiannya. Kasus yang dimodelkan menggunakan CMMN memiliki kejadian yang *real-time* dan bersifat non komputasi. Model ini bersifat deklaratif dan merupakan pelengkap BPMN, dimana BPMN berfokus pada alir bisnis proses suatu organisasi (Marin, 2016). Sebuah pekerjaan yang dilakukan oleh *knowledge worker* dan tidak terprediksi dalam sebuah organisasi adalah contoh dari pemodelan yang dilakukan oleh CMMN. Sedangkan BPMN dapat mencakup semua interaksi yang dilakukan oleh manusia dan komputer, namun untuk pekerjaan yang fleksibel, kompleks dan membutuhkan prediksibilitas yang tinggi CMMN merupakan model yang cocok karena bersifat deskriptif (Breitenmoser & Keller, 2015). Gambar 2.2.1 menggambarkan klasifikasi pekerjaan yang dilakukan jika menggunakan BPMN atau CMMN.



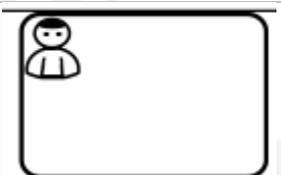
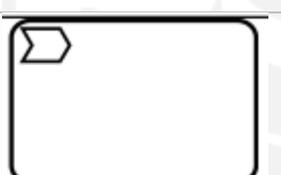
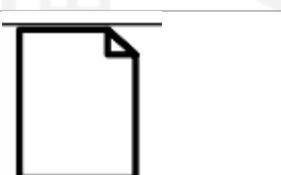
Sumber : journal case management model and notation - a showcase

Gambar 2.2.1 Klasifikasi BPMN dan CMMN

Pengembangan *software* berbasis pemodelan ini dibagi menjadi dua fase, yaitu fase analisis kebutuhan model dan fase implementasi model (*runtime*) (Carvalho et al., 2016). Dalam fase desain analisis desain seorang *system analyst* melakukan penerjemahan alur kerja kedalam grafis. Pemodelan ini dilakukan pada kebijakan organisasi selama berjalannya kasus dan pilihan untuk membuat *decision* bagi para *knowledge worker*. Kemudian, pada fase implementasi kebijakan suatu organisasi dapat diterapkan pada pusat pembaharuan aplikasi yang kemudian dapat digunakan oleh seluruh aplikasi terkait (Y. & A., 2017). Dalam praktik lapangan *knowledge worker* akan mengikuti pemodelan yang telah direncanakan dan memilih tugas untuk membuat keputusan berdasarkan kasus yang sedang ditangani.

Dalam pemodelan menggunakan CMMN terdapat beberapa notasi yang digunakan untuk menggambarkan dan mendeskripsikan model yang dibuat oleh sistem analis. Pada dasarnya CMMN merupakan kumpulan *case file* yang dijelaskan oleh *case plan* yaitu model dari diagram CMMN itu sendiri. Setiap *case plan* dalam pemodelan CMMN memiliki beberapa *task* yang sudah diberikan tugas masing-masing. *Task* tersebut kemudian diberikan *event* yang berarti *task* tersebut telah dieksekusi adalah penjelasan dari notasi yang digunakan dalam pemodelan CMMN.

Tabel 2.2.1 Notasi CMMN

NO	Notasi	Deskripsi
1		<i>Case Plan</i> adalah rencana kasus yang akan dieksekusi pada sebuah model
2		<i>Stage</i> adalah aktivitas yang disusun dalam sebuah rencana kasus
3		<i>Human task</i> adalah aktivitas yang dilakukan oleh <i>knowledge worker</i>
4		<i>Process task</i> adalah aktivitas yang dilakukan oleh suatu proses yang ada pada suatu alur proses bisnis
5		<i>Case File</i> adalah wadah yang digunakan untuk menampung semua data dan informasi yang dihasilkan selama eksekusi
6		<i>Milestone</i> adalah tujuan yang akan dicapai dari sebuah kasus
7		<i>Event Listener</i> adalah mewakili peristiwa yang dapat terjadi selama kasus berlangsung
8		<i>User Event Listener</i> adalah mewakili <i>task</i> yang dikerjakan oleh user
9		<i>Time Event Listener</i> adalah <i>task</i> yang dikerjakan berdasarkan waktu yang ditentukan
10		<i>Connector</i> digunakan dalam dua situasi, pertama penghubung antar <i>task</i> , kedua untuk

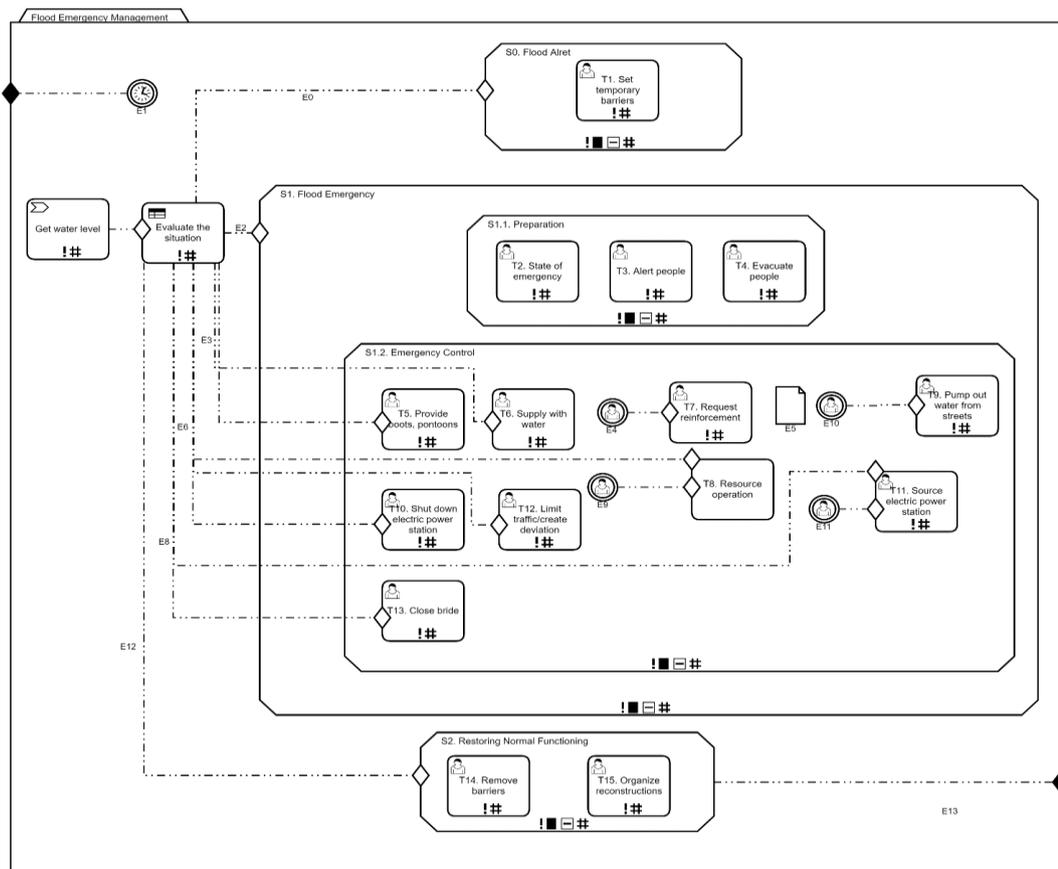
		menunjukkan bahwa <i>task</i> tersebut adalah tugas user atau penyelesaian <i>task</i> tersebut berdasarkan waktu
--	--	---

## 2.3 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang menunjukkan hasil pemodelan kasus menggunakan CMMN dan BPMN. Penelitian yang pertama adalah penelitian yang dilakukan oleh seorang peneliti dari sudi. Penelitian ini dilakukan di sungai Oka Moskow, Rusia. Dalam penelitian ini dibahas mengenai skenario penanganan banjir yang dimodelkan menggunakan CMMN. Penelitian kedua merupakan pemodelan CMMN yang dilakukan didunia medis. Penelitian ini menggunakan pemodelan CMMN sebagai cara mengevaluasi proses bisnis (BPMN) yang sudah berjalan dan mencoba untuk memodelkan SOP rumah sakit secara umum.

### 2.3.1 Penelitian Peringatan Dini Bencana Alam Menggunakan CMMN

*King Saud University*, Saudi Arabia telah memodelkan respon darurat menggunakan CMMN, dimana model tersebut telah diterapkan pada skenario penanganan banjir di sungai Oka Moskow, Rusia (Shahrah & Al-Mashari, 2017). Fokus utama yang dijalankan pada skenario banjir ini ada tiga, yaitu *Flood Alert*, *Flood Emergency* dan *Restoring*. Tahap satu adalah *Flood Alert*, dimulai dengan naiknya permukaan air yang melampaui batas minimal air sungai normal. Tahap dua *Flood Emergency*, dimulai saat permukaan air yang terus naik. Pada tahap ini dapat dilakukan tindakan manual seperti mematikan pembangkit listrik. Tahap tiga *Restoring*, merupakan pernyataan aman dan pemulihan keadaan normal. Hal ini akan dilakukan apabila keadaan air berangsur turun dalam jumlah yang ditentukan. Setelah pernyataan di tahap ketiga ini ada berarti keadaan darurat banjir sudah berakhir. Gambar 2.3.1 merupakan model tanggap darurat bencana menggunakan CMMN yang diterapkan di sungai Oka Moskow, Rusia.



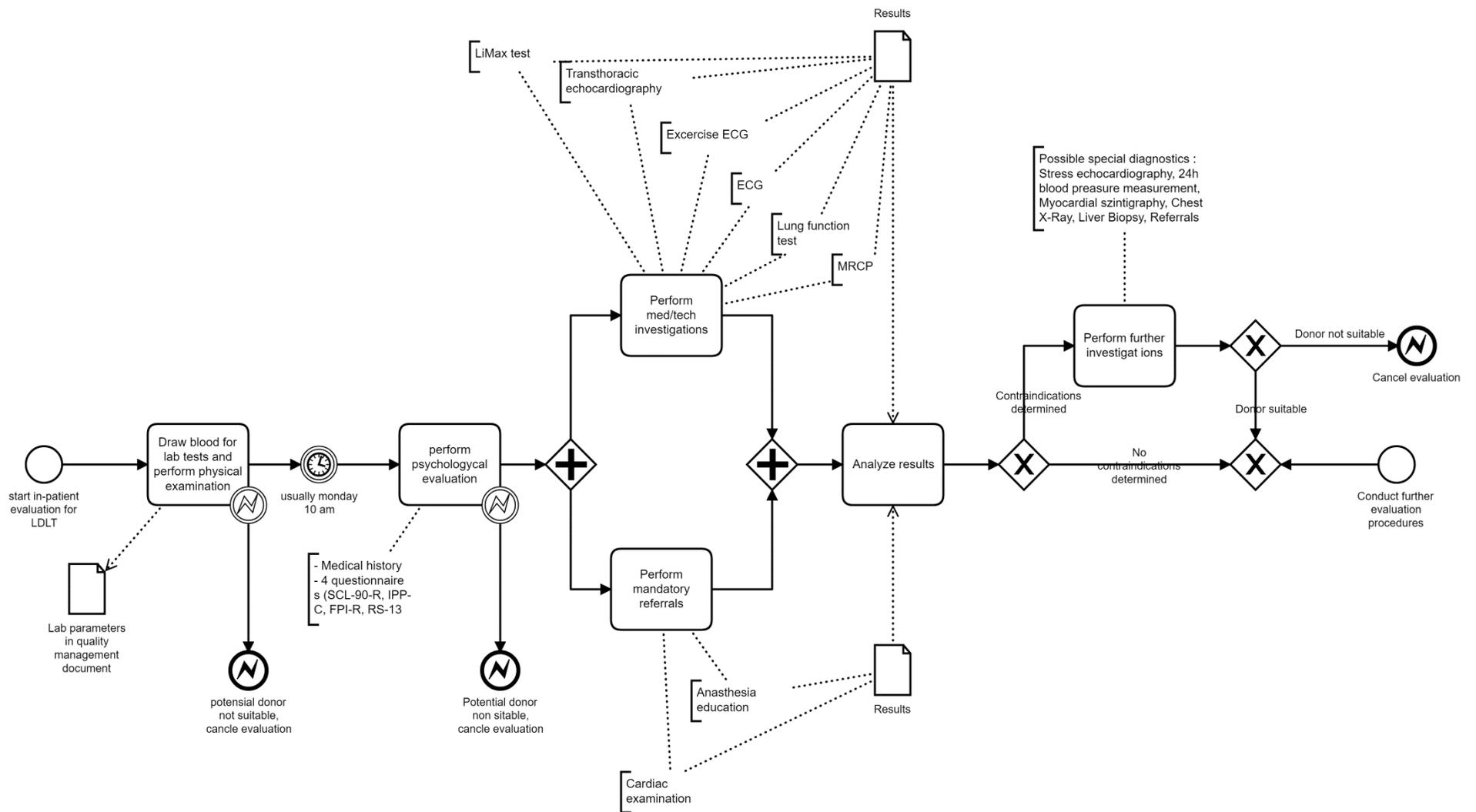
Gambar 2.3.1 Model Peringatan Dini Bencana Alam Menggunakan CMMN

### 2.3.2 Penelitian Pemantauan Variabilitas Perawatan di Rumah Sakit yang Dimodelkan Menggunakan CMMN

Untuk meningkatkan pelayanan yang berkualitas tinggi dan menghemat biaya perlu adanya standarisasi proses perawatan untuk rumah sakit (Kirchner et al., 2013). Proses standarisasi ini dilakukan untuk memperoleh kestabilan proses bisnis dan meningkatkan kualitas pelayanan rumah sakit. Proses bisnis ini digunakan oleh *knowledge worker* untuk menunjang kinerja agar lebih terstruktur dan terdokumentasi. Dengan adanya standarisasi proses bisnis rumah sakit ini *knowledge worker* dapat meninjau aktivitas yang sudah dilakukan dan data yang terlibat selama aktivitas tersebut, kemudian dapat dilakukan analisis dan pemantauan terhadap pekerjaan yang telah dilakukan.

Dalam sebuah studi, pemodelan CMMN digunakan dalam dunia medis dan kedaruratan, seperti salah satu rumah sakit di Jerman yang menerapkan pemodelan CMMN untuk menangani pasien yang memiliki penyakit tertentu (Herzberg et al., 2015). Dalam penelitian ini digunakan skenario penanganan transplantasi hati atau biasa disebut dengan donor hati yang dimodelkan menggunakan BPMN dan evaluasi menggunakan CMMN. Pemodelan ini menunjukkan beberapa kegiatan sebelum seseorang mendonorkan hatinya, kegiatan tersebut merupakan kegiatan medis yang dilakukan dokter maupun perawat. Kegiatan ini juga melibatkan penanganan medis dan *support* dari teknologi kesehatan. Gambar 2.3.2 merupakan pemodelan BPMN kegiatan sebelum transplantasi hati dilakukan.

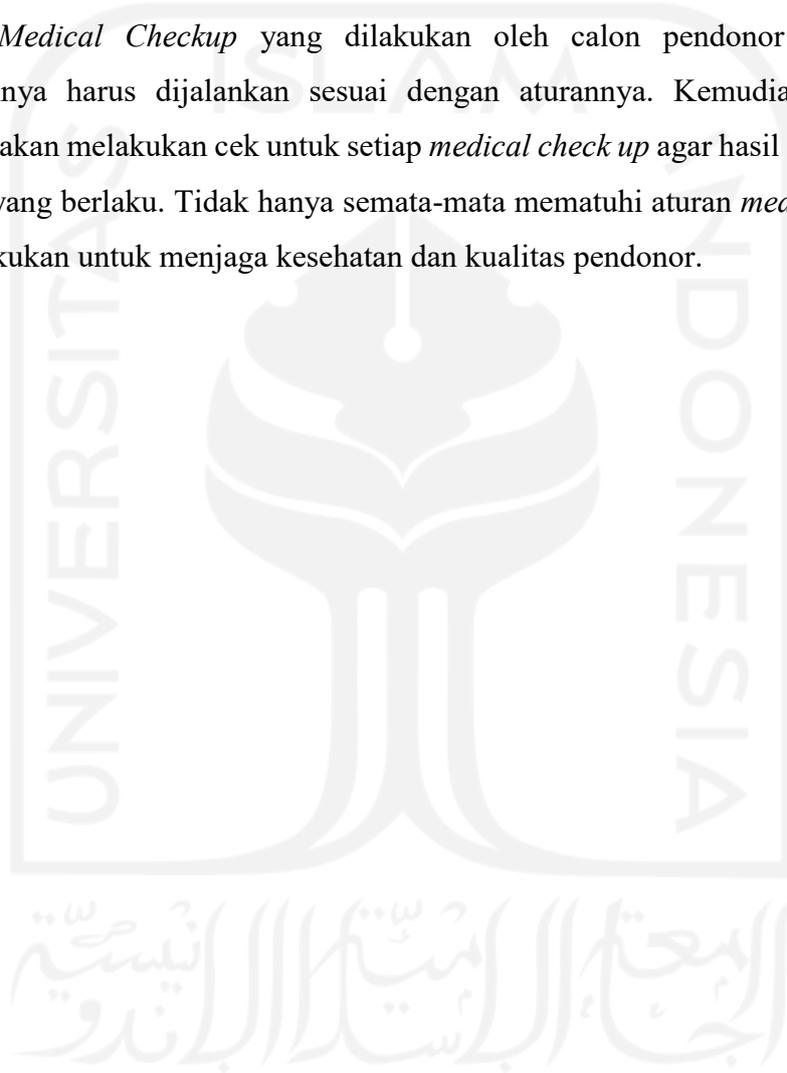


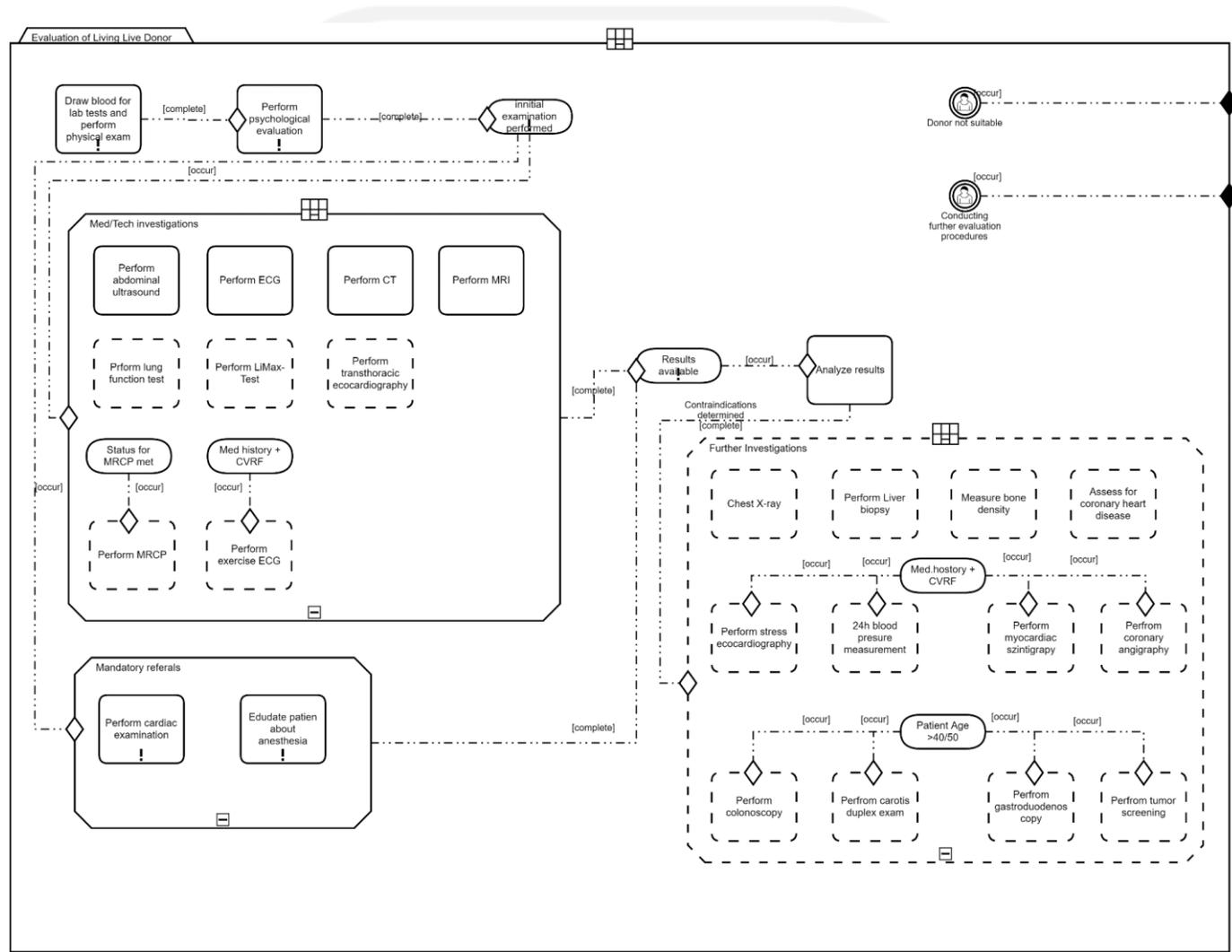


Gambar 2.3.2 Model BPMN Kegiatan Sebelum Transplantasi Hati

Pada model proses bisnis tersebut disampaikan beberapa tahap sebelum dilakukannya donor hati dari pendonor. Terdapat serangkaian *medical check up* untuk memastikan kelayakan seorang pendonor untuk melakukan donor hati. Beberapa pemeriksaan wajib yang dilakukan sebelum melakukan donor hati adalah analisis darah, evaluasi psikologis dan pemeriksaan secara medis yang wajib dilakukan untuk mengetahui kesehatan pendonor.

*Medical Checkup* yang dilakukan oleh calon pendonor pada setiap tahapannya harus dijalankan sesuai dengan aturannya. Kemudian *knowledge worker* akan melakukan cek untuk setiap *medical check up* agar hasil sesuai dengan aturan yang berlaku. Tidak hanya semata-mata mematuhi aturan *medical check up* ini dilakukan untuk menjaga kesehatan dan kualitas pendonor.





Gambar 2.3.3 Model CMMN Evaluasi Proses Donor Hati

Gambar 2.3.3 adalah model CMMN evaluasi donor hati pada fasilitas kesehatan. Secara umum standarisasi proses perawatan rumah sakit dapat dimodelkan menggunakan CMMN dengan melihat proses global yang terjadi di beberapa rumah sakit. Pada dasarnya setiap rumah sakit memiliki standar umum untuk proses perawatan yang sama, hanya terdapat beberapa peraturan khusus yang berbeda (Herzberg et al., 2015). Ketika melakukan pekerjaan *knowledge worker* hanya perlu menyesuaikan dengan peraturan khusus setiap rumah sakit.

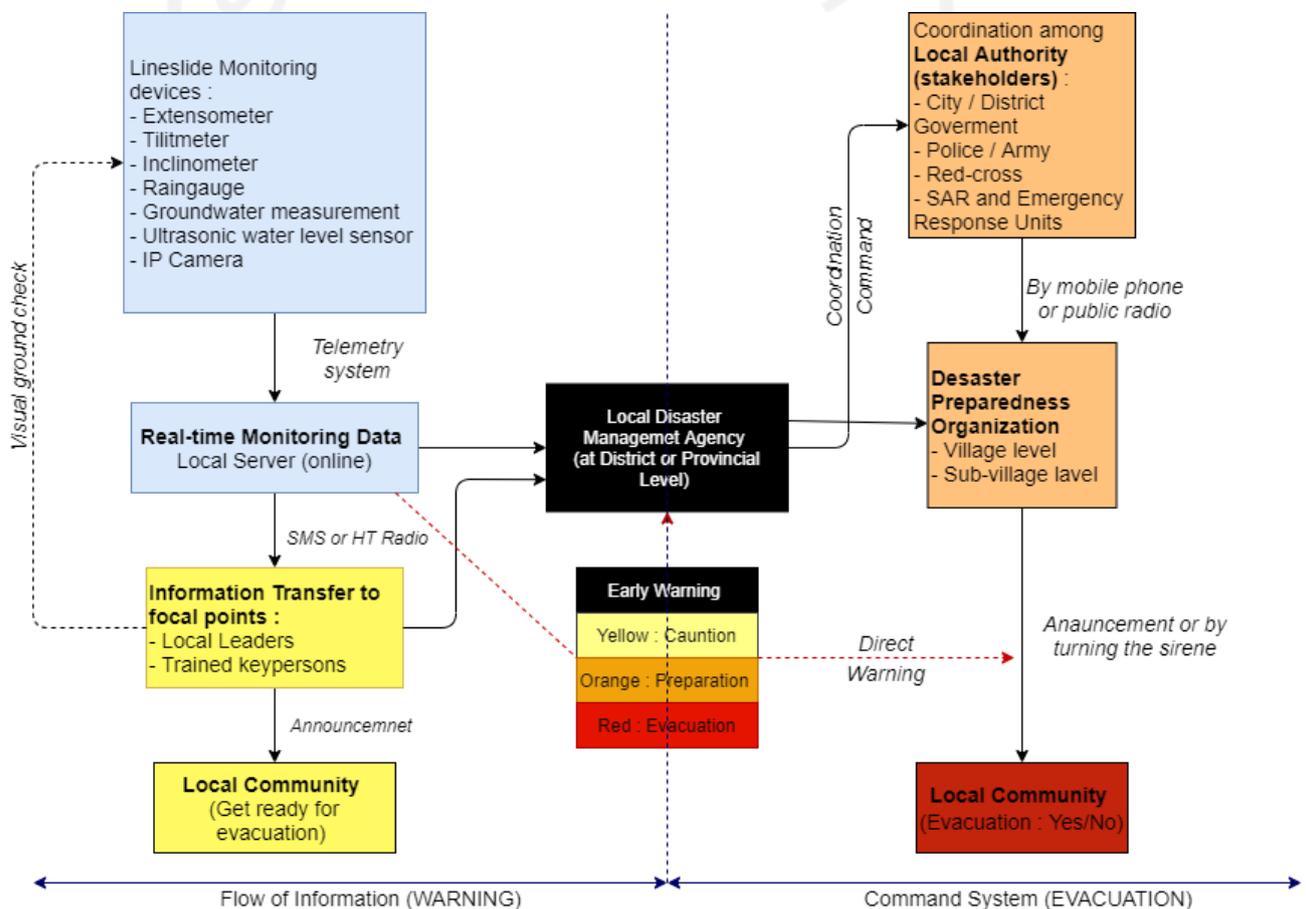
Dalam melakukan evaluasi pada proses perawatan di rumah sakit khususnya pada skenario transplantasi hati dibagi menjadi dua kriteria. Pertama merupakan kriteria pemeriksaan yang wajib dilakukan sebelum mendonor dinyatakan layak melakukan donor hati. Kriteria wajib ini merupakan tahap yang harus dilakukan oleh pendonor dan tidak dapat melanjutkan ke *step* selanjutnya jika tidak lolos pada tahap ini.

Kedua merupakan pemeriksaan tahapan yang dilakukan jika diperlukan, tidak semua pendonor melakukan tahap ini. Hanya beberapa pendonor seperti pendonor dengan rentang usia 40 tahun sampai 50 tahun atau pendonor dengan penyakit tertentu. Dalam tahap ini akan banyak perbedaan *step* untuk masing-masing pendonor.

#### **2.4 Penelitian Early Warning System**

Salah satu fungsi dari instrumen EWS tanah longsor adalah dapat mendeteksi gerakan tanah dan mengukur kadar air dalam tanah (Liao et al., 2010). Hal ini merupakan salah satu *treatment* instrumen tersebut untuk melakukan deteksi bencana tanah longsor. Dalam penelitian yang dilakukan oleh seorang mahasiswa universitas Andalas, pengembangan EWS sudah sampai penggunaan teknologi android (Artha et al., 2018). Selain dapat mengirim sinyal bahaya di ponsel, alat ini juga dapat digunakan untuk memantau pergerakan keadaan daerah rawan longsor.

Berdasarkan pengalaman kejadian yang pernah ada di Indonesia peran EWS selain dilihat dari segi teknis (alat pendeteksi gerakan tanah dan debit air) adalah dilihat dari segi aliran data yang berperan penting dalam berjalannya proses peringatan dini untuk menyampaikan informasi kepada *stakeholder*, badan penanganan yang efektif (Liao et al., 2010). Sistem ini memiliki *stakeholder* penanggulangan bencana alam seperti BPBD bertindak sebagai pusat pemantauan kemudian universitas dan LSM sebagai fasilitator.



Gambar 2.4.1 Proses yang Terjadi pada EWS

Gambar 2.4.1 menggambarkan alur yang digunakan dalam EWS bencana tanah longsor beserta stakeholder yang terlibat. Berdasarkan gambar alur proses EWS menurut Tengku Faisal Fathani terdiri dari *Landslide Monitoring Devices* yang terdiri dari alat-alat yang dipasang pada titik longsor untuk melakukan pemantauan kejadian bencana tanah longsor. Kemudian alat-alat tersebut memonitor secara *real-time*, hasil dari monitoring tersebut akan diinformasikan kepada *local leader* dan *trained key person* untuk memberikan pengumuman kepada masyarakat. Kemudian *Coordination among Local Authority (stakeholder)* seperti pemerintahan, tim SAR, polisi dan pusat pemerintahan daerah memiliki peran penting dalam berjalannya komando dalam persiapan peringatan dini bencana longsor.

## **2.5 Latihan Evakuasi Bencana Gerakan Tanah**

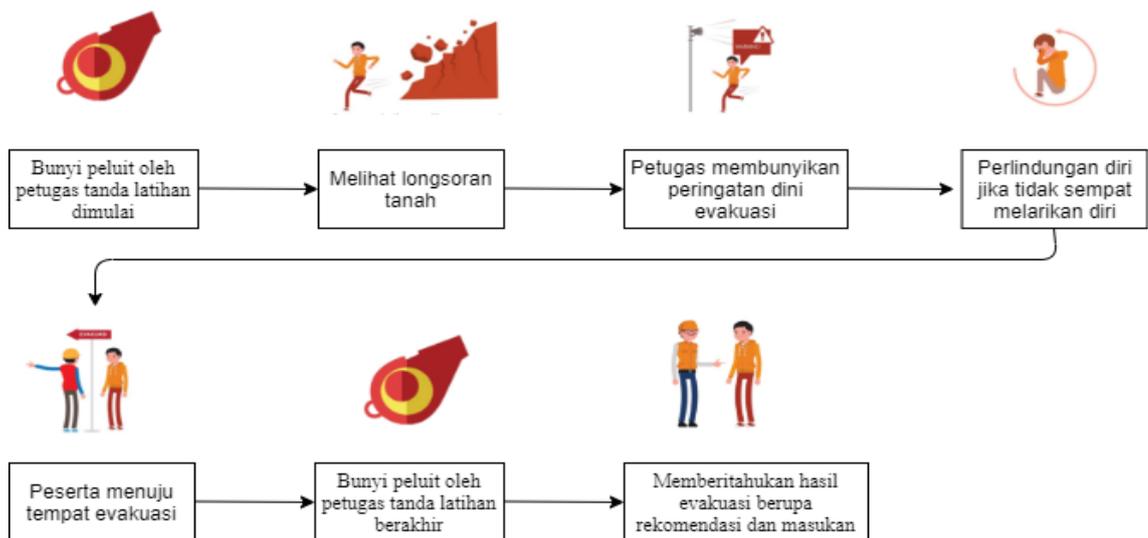
BNPB telah mengeluarkan buku panduan evakuasi jika terjadi bencana alam, salah satunya adalah panduan evakuasi bencana gerakan tanah atau tanah longsor. Dalam buku tersebut dijelaskan alur prosedur evakuasi yang benar mesti dimiliki masyarakat sebagai kesiapan dalam menghadapi bencana longsor (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2017). Dalam buku tersebut terdapat tiga hal yang harus dilakukan untuk dapat mengevakuasi diri, pertama adalah tindakan yang harus dilakukan sebelum bencana terjadi, latihan evakuasi bencana dan tindakan yang dilakukan setelah terjadi bencana.

Dalam melakukan antisipasi dan menjamin kesiapan suatu daerah rawan longsor dalam menghadapi bencana, maka butuh dilakukan persiapan sebagai upaya mitigasi bencana longsor. Berikut ini adalah beberapa hal yang harus dilakukan sebelum terjadinya bencana tanah longsor menurut buku pedoman latihan kesiapan bencana dari BNPB:

1. Mempersiapkan tanda bahaya seperti sirine yang berfungsi untuk memberi peringatan kepada warga bila akan terjadi longsor.
2. Hindari pembangunan pemukiman dan fasilitas umum di daerah rawan bencana longsor.

3. Membangun sebuah bangaunan dengan fondasi yang kuat dan melakukan pemadatan tanah
4. Relokasi
5. Mengurangi keterjaln lereng dan air tanah
6. Melakukan kegiatan jaga malam secara bergantian dengan anggota keluarga atau tetangga desa saat musim hujan tiba.
7. Persiapkan tempat evakuasi

Setelah antisipasi dilakukan, selanjutnya adalah persiapan untuk menghadapi bencana longsor adalah latihan evakuasi bencana. Gambar 2.5.1 adalah alur latihan evakuasi bencana longsor yang telah diskenariokan oleh BNPB dalam buku pedomannya:



Gambar 2.5.1 Alur Latihan Evakuasi

Kemudian setelah latihan evakuasi bencana tanah longsor, selanjutnya adalah tindakan yang dilakukan setelah bencana tanah longsor terjadi. Berikut ini adalah beberapa hal yang harus dilakukan setelah bencana tanah longsor terjadi menurut buku pedoman BNPB:

1. Mencari informasi mengenai adanya longsor susulan dan tidak terburu-buru memutuskan kembali ke rumah.

2. Jika ada orang tertimbun reruntuhan bangunan segera mencari bantuan orang lain.
3. Pelajari cara memberikan pertolongan pertama pada korban.
4. Gunakan alas kaki yang aman seperti sepatu dan peralatan penyelamat khusus untuk membantu evakuasi.
5. Pastikan saat melakukan evakuasi memiliki pijakan tanah yang kuat.
6. Perkuat pondasi rumah jika perlu lakukan relokasi.

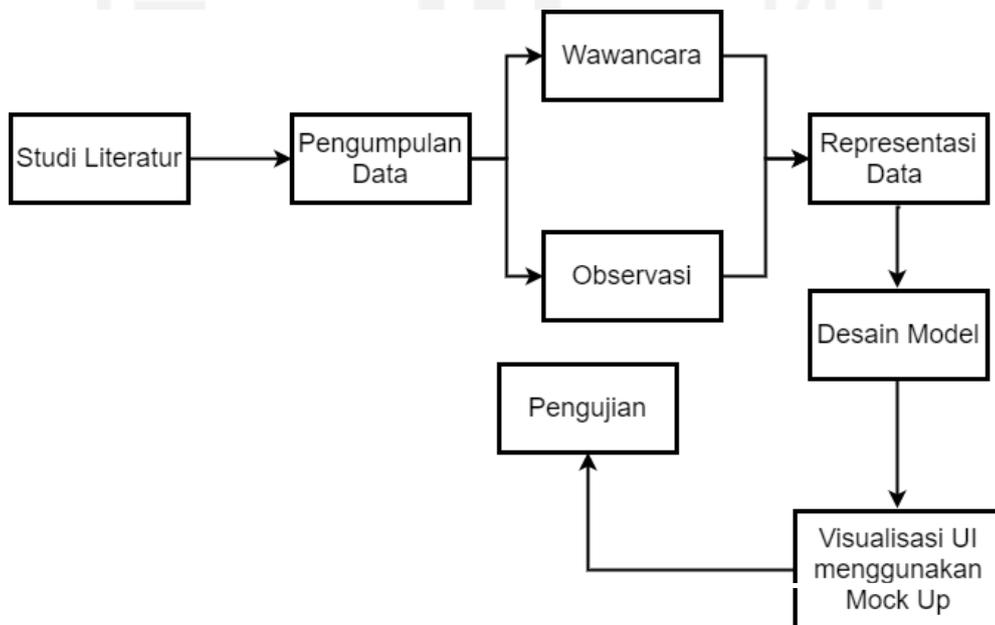
## **2.6 Pra Bencana**

1. Mengurangi tingkat keterjalan lereng permukaan dan mengurangi kandungan air dalam tanah.
2. Membuat dan menjaga drainase agar tidak tersumbat, karena drainase dapat menjauhkan aliran air dari lereng atau menghindarkan lereng dari air yang dapat meresap kedalam nya atau menguras air dari dalam lereng keluar lereng.
3. Membuat bangunan penahan, jangkar (*anchor*) dan piling
4. Hindarkan daerah rawan longsor untuk pembangunan pemukiman dan fasilitas umum lainnya.
5. Terasering dengan sistem drainase yang baik
6. Penghijauan dengan tanaman yang sistem perakarannya dalam dan jarak tanam yang tepat.
7. Mendirikan bangunan dengan pondasi yang kuat
8. Melakukan pemadatan tanah di sekitar perumahan daerah rawan longsor
9. Membuat tanggul penahan untuk runtuhuan batuan

### BAB III

## Metodologi Penelitian

Penelitian akan dilakukan secara kualitatif. Metode penelitian kualitatif biasanya berkaitan dengan triangulasi data yang diperoleh dengan tiga metode, yaitu wawancara, observasi dan studi literatur (Fadli, 2021). Peneliti akan mempelajari studi kasus terkait dengan tanggap darurat bencana alam, cara kerja sensor pendeteksi bencana alam dan studi literatur SOP dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana Alam. Studi kasus terkait tanggap darurat bencana alam dapat dipelajari dan terdapat pada buku pedoman latihan kesiapan bencana nasional. Buku pedoman ini sudah disosialisasikan kepada masyarakat yang tinggal di daerah rawan bencana. Buku ini diterbitkan oleh BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2017). Sedangkan untuk sensor pendeteksi bencana alam atau EWS dan SOP BNPB yang digunakan dalam penanganan kasus bencana tanah longsor akan diketahui setelah observasi langsung ke Badan Penanggulangan Bencana Alam Daerah (BPBD). Pengambilan data akan dilakukan dengan metode wawancara dan observasi. Kemudian untuk hasil penelitian ini akan divalidasi menggunakan teknik *Member Checking* dan *Auditing* (Rose & Johnson, 2020). Gambar 2.6.1 merupakan metodologi penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti.



Gambar 2.6.1 Metodologi Penelitian

### **3.1 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh referensi melalui sumber yang berkaitan dengan penelitian. Sumber referensi tersebut dapat berupa buku, artikel, situs internet dan peraturan organisasi. Salah satu sumber referensi yang terkait dengan peraturan organisasi adalah SOP BNPB berada di dalam sebuah buku pedoman latihan kesiapan bencana yang diterbitkan langsung oleh BNPB. Mengenai detail tentang SOP BNPB sudah dibahas di BAB II pada laporan ini. Dalam buku ini terdapat beberapa latihan evakuasi mandiri bencana alam, salah satunya adalah bencana tanah longsor.

Mengumpulkan literatur terkait dengan EWS bencana tanah longsor. EWS merupakan sebuah sistem peringatan dini yang dipasang di daerah yang rawan bencana. Mengenai detail tentang EWS penulis menggunakan penelitian terdahulu yang sudah dibahas di BAB II. Kemudian studi literatur terkait dengan pemodelan menggunakan CMMN, penulis juga mempelajari topik tersebut dari penelitian terdahulu.

### **3.2 Metode Pengumpulan Data**

Penelitian ini menggunakan data kualitatif, dimana pengumpulan datanya dilakukan dengan wawancara dan observasi lapangan. Objek penelitian ini adalah Pusat Pengendalian Operasi Badan Penanggulangan Bencana daerah atau Pusdalops PB BPDB DIY BPBD yang bertempat di Daerah Istimewa Yogyakarta.

#### **3.2.1 Wawancara**

Pengambilan data dengan wawancara ini dilakukan kepada Tim Kedaruratan di BPBD DIY selaku penanggung jawab EWS bencana alam di seluruh DIY. Peneliti berhasil melakukan wawancara 2 orang dari Tim Kedaruratan, yaitu seorang supervisor Pusdalops PB BPBD DIY dan salah satu tim kedaruratan di BPBD DIY.

Banyak penelitian yang membahas tentang Early Warning System atau EWS, namun dari sekian banyak penelitian yang membahas hal tersebut peneliti belum mengetahui mana konsep EWS yang digunakan. Oleh karena itu peneliti

memutuskan untuk melakukan wawancara dengan pekerja lapangan untuk mengetahui EWS yang bagaimana yang digunakan dilapangan. Daftar pertanyaan wawancara dapat dilihat pada tabel. Hasil wawancara akan dikembangkan dan dijadikan acuan untuk memodelkan tanggap bencana tanah longsor. Adapun tahapan dari wawancara terbagi menjadi dua bagian, pertama peneliti mencari penjelasan mengenai bagaimana longsor itu terjadi dan mencari tau SOP penanganan longsor. Kemudian bagian kedua merupakan pendalaman materi dan pendetailan setelah peneliti mendalami materi yang didapat di tahapan wawancara pertama. Tabel 3.2.1 adalah daftar pertanyaan wawancara tahap I dan Tabel 3.2.2 adalah pertanyaan wawancara tahap II.

Tabel 3.2.1 Wawancara Tahap I

No	Pertanyaan
1	Bagaimana identifikasi yang dilakukan EWS ketika tanah longsor akan terjadi?
2	Bagaimana EWS bekerja?
3	Apa saja data yang diambil oleh EWS terkait insiden tanah longsor?
4	Bagaimana cara EWS memberi peringatan kepada masyarakat jika akan terjadi tanah longsor?
5	Apakah ada peringatan dari EWS kepada masyarakat sebelum tanah longsor benar-benar terjadi?
6	Apakah EWS dapat mengukur tingkat keparahan tanah longsor?(longsor besar atau longsor kecil bisa diketahui oleh EWS)
7	Bagaimana cara pemanggilan bantuan seperti alat berat dalam keadaan darurat?
8	Bagaimana koordinasi yang dilakukan sebelum proses evakuasi setelah insiden tanah longsor terjadi?
9	Bagaimana SOP evakuasi bencana tanah longsor yang benar?
10	Bagaimana proses monitoring yang dilakukan bpbd setelah longsor terjadi untuk mengetahui adanya longsor susulan?
11	Siapa saja stakeholder yang terlibat (evakuasi, bantuan, monitoring) jika bencana tanah longsor terjadi?

Tabel 3.2.2 Wawancara Tahap II

No	Pertanyaan
1	“Memastikan seluruh alat berfungsi dengan baik” apa yang akan terjadi apabila alat tidak berfungsi dengan baik?
2	Validasi instrumen oleh BPBD kabupaten dan provinsi dilakukan dalam bentuk apa dan apa hasilnya?
3	Pertimbangan apa saja yang digunakan untuk mengetahui bahwa status level I naik menjadi level II dan level II naik menjadi level III?
4	Berapa lebar tanah yang menyebabkan status longsor menjadi level II?
5	Pada saat level berapa sirine EWS akan berbunyi?
6	Bagaimana EWS mengirimkan peringatan level III? Perbedaan peringatan level I dan level III?

### 3.2.2 Observasi

Observasi dilakukan dengan cara mengamati dan meninjau langsung di tempat penelitian. Kegiatan ini dilakukan dengan cara mengamati kegiatan yang berlangsung di BPBD DIY terkait dengan EWS. Dalam hal ini, peneliti melakukan pengamatan ketika BPBD dan masyarakat di daerah rawan longsor melakukan uji coba alarm EWS. Menurut informasi yang peneliti dapatkan EWS dilakukan uji coba setiap tanggal 26 setiap bulannya. Selain itu peneliti juga melihat secara langsung pengoperasian sistem informasi pengelolaan EWS di BPBD DIY.

### 3.3 Representasi Data

Representasi data merupakan pemaparan hasil pengumpulan data dengan metode wawancara dan observasi. Pada langkah penelitian ini, dilakukan dengan cara membuat model BPMN untuk memudahkan penulis memahami alur proses sistem informasi manajemen bencana dan SOP yang digunakan untuk tanggap darurat bencana tanah longsor.

### 3.4 Desain Model

Desain model tanggap bencana merupakan perencanaan model yang akan diusulkan menggunakan CMMN. Perencanaan model tanggap bencana terdiri dari model *Situational Awareness early warning system*, *Resources Activation*, *Resources Koordination*, *Resources Demobilisation and monitoring* dan *Disaster Mitigation*. Dalam memodelkan tanggap bencana tersebut, penulis menggunakan tool Camunda Modeler. *Tool* ini merupakan salah satu *platform* BPM (Business Process Management) dimana kita menggunakan untuk mendefinisikan proses bisnis dalam bentuk diagram (BPMN, CMMN dan DMN).

### 3.5 Visualisasi UI Menggunakan Mock Up

Visualisasi akan dilakukan menggunakan Mock Up. Visualisasi ini akan digunakan untuk menguji model. Karena pengujian dilakukan kepada ahli bencana, agar memudahkan saat melakukan pengujian penulis memvisualisasikan model ke dalam User Interface (UI) agar lebih mudah dipahami.

### 3.6 Pengujian

Pengujian akan dilakukan dengan cara melakukan validasi model kepada ahli bencana yang ada di BPBD DIY. Dalam pengujian ini, peneliti akan melakukan validasi model dengan cara mengajukan pertanyaan wawancara kepada ahli bencana. Tabel 3.5.1 skenario pengujian dan Tabel 3.5.2 pertanyaan wawancara pengujian model tanggap bencana kepada pakar bencana di BPBD DIY.

Tabel 3.6.1 Skenario Pengujian pada Pakar Bencana

NO	Aktivitas	Alat yang digunakan
1	Penjelasan mengenai sistem informasi manajemen bencana yang digunakan oleh BPBD yang berkaitan dengan peristiwa tanggap darurat berdasarkan <i>early warning system</i> tanah longsor	Komputer, mock up DMIS dan sistem monitoring EWS
2	Penjelasan mengenai kegiatan yang dilakukan BPBD, Pusdalops PB BPBD	Komputer, slide presentasi *isi slide presentasi adalah hasil analisa peneliti dari

	DIY dan stakeholder lapangan selama masa darurat berjalan	studi literatur, wawancara dan observasi yang telah dilakukan sebelumnya
3	Validasi kesesuaian penjelasan dan visualisasi oleh peneliti	Jawaban pertanyaan pengujian
4	Penjelasan mengenai rekomendasi dari hasil analisa peneliti	Komputer, mock up DIMS dan sistem monitoring EWS
5	Tanggapan dari BPBD mengenai rekomendasi yang diberikan oleh peneliti	DIMS dan sistem monitoring EWS (Arahan dan sanggahan dari BPBD)

Tabel 3.6.2 Pertanyaan Pengujian

No	Pertanyaan
1	Bagaimana kesesuaian visualisasi level siaga dengan SI yang berjalan sekarang?
2	Bagaimana kesesuaian visualisasi level waspada dengan SI yang berjalan sekarang?
3	Bagaimana kesesuaian visualisasi level awas dengan SI yang berjalan sekarang?
4	Bagaimana penjelasan analisis mengenai sistem tanggap bencana yang sudah berjalan? Apakah sudah sesuai dengan SOP dan sistem yang sedang berjalan saat ini?
5	Apa masukan yang dapat diberikan kepada analis untuk memperbaiki model yang dijelaskan dan divisualisasikan dengan Mock Up?
6	Bagaimana kesesuaian rekomendasi yang diberikan oleh analis? Apakah rekomendasi tersebut dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk pengembangan sistem informasi manajemen bencana longsor?
7	Bagaimana jika rekomendasi yang diberikan oleh analis digunakan untuk pengembangan sistem informasi manajemen bencana longsor? Apakah dapat meningkatkan kinerja tanggap darurat?
8	Apa harapan terbesar BPBD DIY jika penelitian ini diteruskan?

## **BAB IV**

### **Hasil Penelitian**

Setiap organisasi memiliki standar operasional prosedur atau biasa disebut dengan SOP untuk memudahkan pelaksanaan kerja. Pelaksanaan prosedur tanggap bencana tanah longsor ini juga memerlukan SOP untuk menunjang setiap tahapannya berjalan dengan baik. Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum SOP tanggap bencana tanah longsor di BPBD DIY. SOP tanggap bencana tanah longsor ini didapat berdasarkan wawancara dengan dua orang narasumber dan dokumen SOP juga panduan manual penggunaan sistem informasi manajemen bencana alam milik BPBD DIY. Selain itu peneliti juga mendapatkan data mengenai berjalannya sistem informasi manajemen bencana melalui observasi secara langsung di BPBD DIY.

#### **4.1 Gambaran Umum Cara Kerja Early Warning System Tanah Longsor**

Bencana alam tanah longsor terjadi secara tiba-tiba dan tidak terduga, biasanya bencana ini terjadi di daerah lereng gunung atau tebing. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan, bencana yang tiba-tiba terjadi menjadi lebih mudah ditangani dengan mudah. Identifikasi akan terjadinya tanah longsor sudah dapat dilakukan oleh beberapa alat yang terpasang dalam satu rangkaian *Early Warning System* tanah longsor. Terdapat empat alat yang terpasang pada daerah rawan longsor, yaitu:

1. Extensometer, merupakan alat untuk mengukur lebar retakan pergerakan tanah. Berikut ini adalah range untuk pengukuran retakan lebar tanah sebelum terjadi longsor:
  - 0 cm level normal
  - 3 cm level waspada
  - 6 cm level siaga
  - 9 cm level awas

Alat ini akan mengirimkan parameter berupa lebar tanah ke komputer server yang digunakan oleh Pusdalops PB BPBD DIY untuk terus memantau pergerakan tanah.

2. Tiltmeter, merupakan alat untuk mengukur kemiringan tanah. Alat ini akan mengirimkan parameter berupa kemiringan tanah ke komputer server. Kemiringan tanah normal adalah  $0^\circ$ , jika tanah bergerak tingkat kemiringan akan bertambah dan salah satu cirinya adalah pohon yang ikut miring.
3. Rain Gauge, merupakan alat untuk mengukur curah hujan. alat ini mengukur jumlah curah hujan yang jatuh dan masuk kedalam corong penakar curah hujan tersebut dalam periode waktu 24 jam. Jumlah curah hujan yang terukur dinyatakan dalam satuan mm (millimeter). Berikut ini adalah range untuk pengukuran curah hujan:
  - 0 mm/hari (abu-abu): Berawan
  - 0.5 – 20 mm/hari (hijau): Hujan ringan
  - 20 – 50 mm/hari (kuning): Hujan sedang
  - 50 – 100 mm/hari (oranye): Hujan lebat
  - 100 – 150 mm/hari (merah): Hujan sangat lebat
  - >150 mm / hari (ungu): Hujan ekstremPerangkat Rain gauge terhubung dgn mikro komputer yg dipasang di tiang sensor kemudian dikirim ke server Pusdalops PB BPDB DIYs.
4. Soil Moisturizer, merupakan alat untuk mengukur kelembaban tanah. Prinsip kerja sensor kelembaban tanah ini adalah memberikan *output* berupa besaran listrik sebagai akibat adanya air yang berada di antara lempeng kapasitor silinder.

Sensor yang telah ditanam pada area rawan longsor telah terhubung ke mikro komputer dan data didapatkan dari mikro komputer tersebut. Setelah itu data dikirim ke komputer server dengan menggunakan teknologi seluler 3G. Kendala yang sering dihadapi adalah kondisi sinyal pada perangkat untuk mengirimkan data ke komputer server yang tidak stabil. Namun, hal tersebut dapat diatasi dengan adanya stakeholder lapangan (Perangkat desa atau penduduk yang ditunjuk untuk memantau) yang melakukan *checking* kondisi lapangan jika terjadi pemicu longsor.

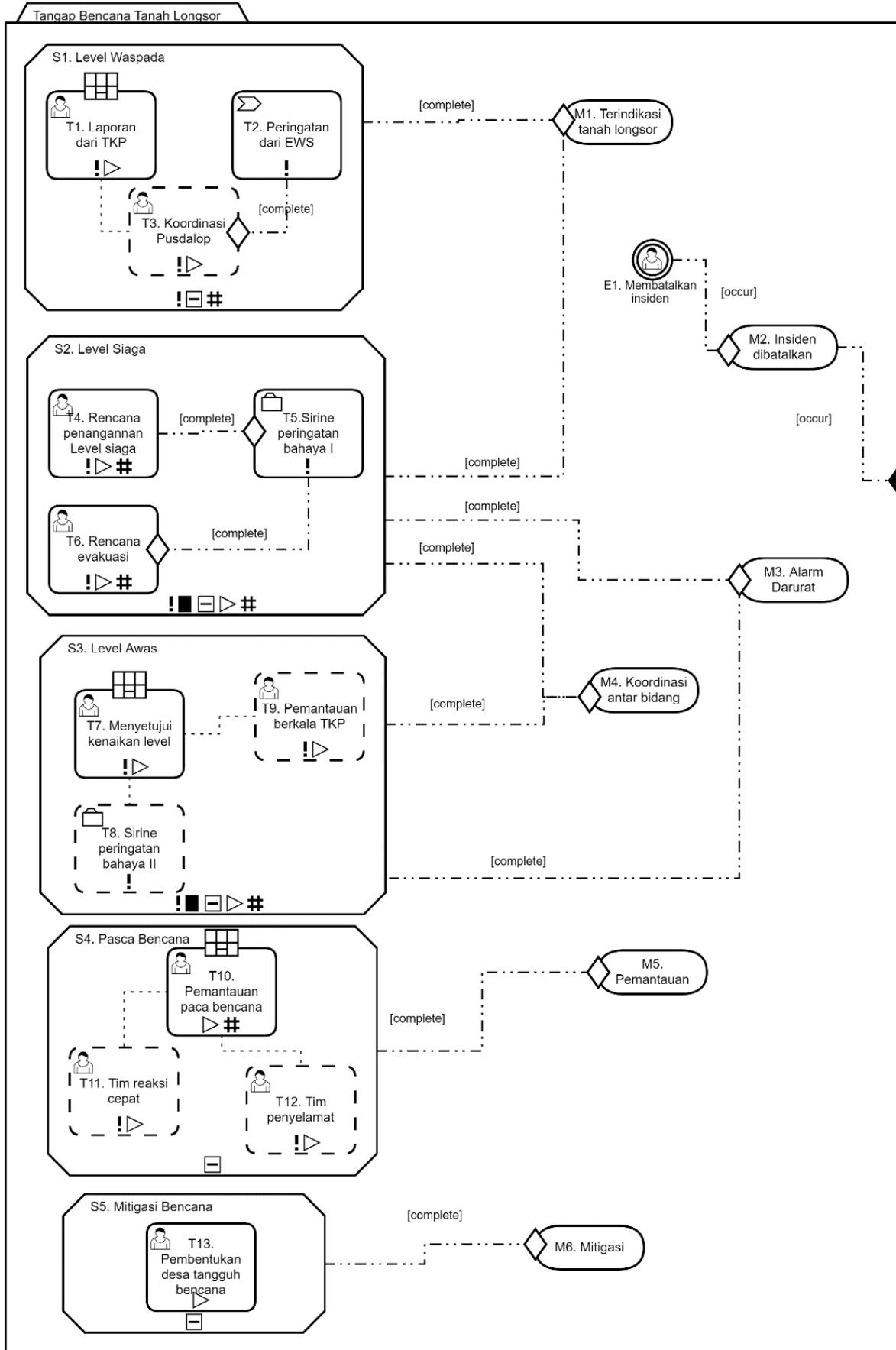
Setelah data pemicu longsor terkumpul ke komputer server, petugas akan melakukan *checking* terhadap data yang terkirim. Jika terdapat data yang

menunjukkan indikasi akan terjadi longsor maka petugas akan mengirimkan laporan ke supervisor Pusdalops PB BPBD DIY untuk segera ditindaklanjuti. Data yang menunjukkan adanya indikasi akan terjadi tanah longsor tersebut merupakan gabungan data dari keempat sensor. Jika hanya salah satu sensor yang menunjukkan data indikasi longsor maka dapat dilakukan pengkajian lapangan oleh *stakeholder* lapangan. Untuk penjelasan mengenai standar operasional prosedur penanganan bencana tanah longsor akan dijelaskan pada bagian 4.2 mengenai standar operasional prosedur tanggap bencana tanah longsor dan bagian 4.3 mengenai standar operasional prosedur *early warning system* tanah longsor.

#### **4.2 Standar Operasional Prosedur Tanggap Bencana Tanah Longsor**

Dalam penanganan bencana tanah longsor diperlukan beberapa SOP untuk pedoman untuk melakukan tanggap bencana. Hal ini merupakan salah satu upaya untuk menunjang kinerja *knowledge worker* dalam menghadapi segala kemungkinan yang akan terjadi. Gambar 4.2.1 merupakan model gambaran umum tanggap bencana tanah longsor dari mulai indikasi longsor terjadi sampai dengan mitigasi bencana alam. Pemodelan gambaran umum tanggap bencana dimodelkan menggunakan CMMN. Dengan menggunakan pemodelan CMMN, gambaran umum tanggap bencana tanah longsor ini dapat digambarkan secara singkat dan mudah dipahami. Karena setiap *stage* pada model tersebut telah mewakili setiap aktivitas yang berjalan selama tanggap bencana terjadi.

Tanggap bencana tanah longsor dibagi menjadi tiga level, dan setiap level memiliki pandangan yang berbeda. Pada level waspada, terdapat dua indikasi yang menandakan bahwa akan terjadi longsor. Terdapat laporan dari TKP dari stakeholder lapangan atau terdapat peringatan dari alat yang dipasang di TKP. Kemudian pihak stakeholder lapangan dan pusat BPBD melakukan koordinasi dan melakukan pengkajian lapangan.



Gambar 4.2.1 Model CMMN Gamaran Umum Tanggap Bencana Longsor

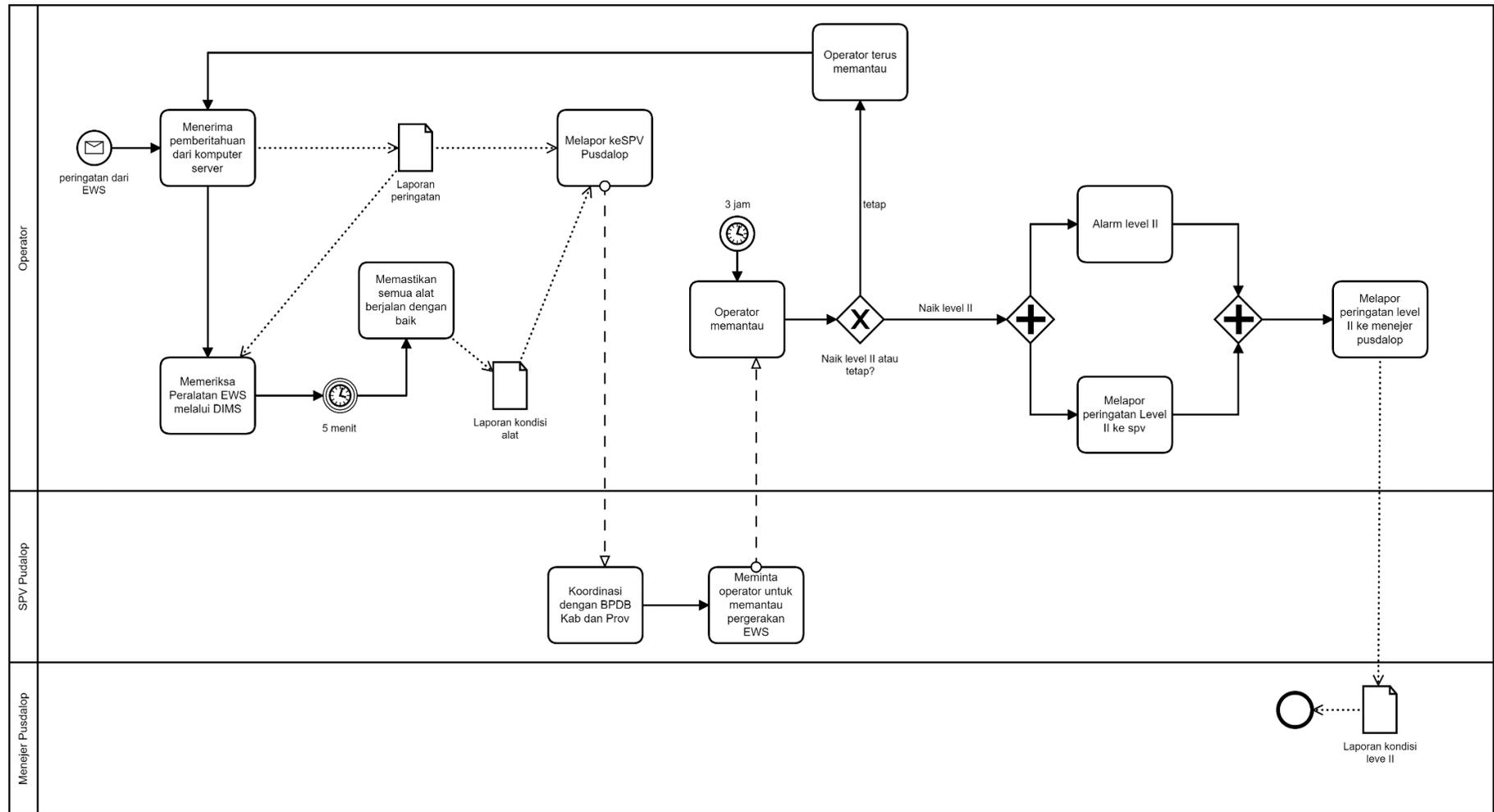
Dari hasil koordinasi tersebut akan diambil keputusan apakah indikasi longsor tersebut benar atau hanya *fake*. Jika benar maka level akan naik menjadi level siaga. Pada level ini stakeholder dan pusat melakukan koordinasi untuk penanganan level siaga. Selain terus melakukan pengawasan terhadap alat pendeteksi longsor, stakeholder juga terus melaporkan kondisi terkini dari TKP. Sedangkan pusat mulai melakukan setting sirine peringatan tanda bahaya I. Sirine peringatan tanda bahaya I biasanya memberitahukan tentang kondisi alam yang sedang terjadi, seperti hujan sudah berlangsung selama 2 jam masyarakat diharapkan waspada. Kemudian, saat hal ini sudah terjadi maka pemantauan terhadap daerah tersebut sudah ditingkatkan. Jika EWS semakin intens mengirim data ke komputer server dan stakeholder lapangan melihat adanya tanda-tanda longsor maka warga segera akan dievakuasi ke tempat yang aman.

Setelah semua warga dinyatakan aman, tim investigasi lapangan terus melakukan pemantauan berkala terhadap pergerakan sensor EWS. Jika sensor terus mengirimkan data peningkatan pergerakan masing-masing maka persiapan untuk membunyikan sirine II mulai dilakukan. Sirine II biasanya berupa suara keras dan nyaring menandakan tanah akan segera longsor. Jika tanah benar longsor maka sensor EWS akan rusak. Kemudian tim evakuasi akan datang karena sudah bersiaga melalui koordinasi sebelum terjadi longsor. Setelah terjadi longsor, akan ada tim reaksi cepat yang akan melakukan penelitian singkat mengenai sebab akibat longsor.

#### **4.3 Standar Operasional Prosedur Early Warning System**

Dalam menangani bencana tanah longsor diperlukan sebuah standar operasional prosedur (SOP), berikut ini merupakan SOP Early Warning System (EWS) yang ada di BPBD DIY. Dalam SOP EWS ini terdapat tiga level yang ditetapkan untuk mengukur tingkat *emergency* bencana tanah longsor yang akan terjadi. Pada pembahasan kali ini penulis akan lebih mendetailkan model tanggap bencana, untuk menggambarkan proses bisnis menggunakan BPMN dan juga menggambarkan bagaimana CMMN digunakan untuk memodelkan kasus pada situasi darurat.

### 4.3.1 Early Warning System Level Waspada

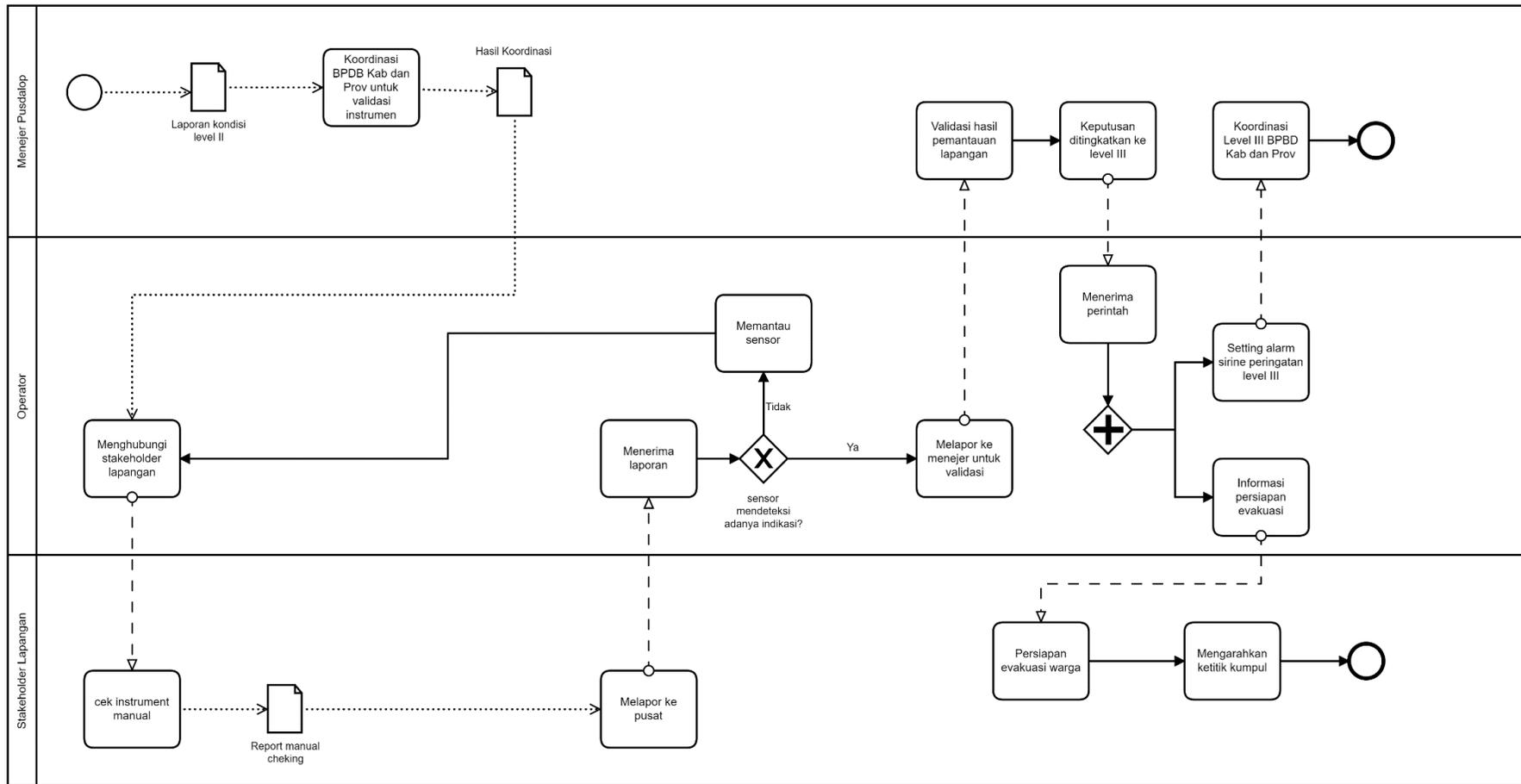


Gambar 4.3.1 Model BPMN EWS Level Waspada

Gambar 4.3.1 merupakan pemodelan BPMN alur proses penanganan level waspada pada bencana tanah longsor. Pada awal alat pendeteksi longsor ini berfungsi adalah saat Setiap akan terjadi bencana atau terjadi fenomena alam yang diindikasikan merupakan pemicu terjadinya tanah longsor, alat tersebut akan memberikan peringatan yang dikirim ke komputer server Pusdalops. Di tempat terjadinya fenomena, stakeholder lapangan (Pak RT / Kadus / masyarakat yang ditunjuk) melapor ke pusat kedaruratan yaitu Pusdalops PB BPBD DIY tentang keadaan yang sedang dialami wilayah rawan longsor yang akan diketahui langsung oleh operator Pusdalops PB BPBD DIY. Kemudian operator akan cek DIMS DIY untuk memastikan data yang dikirim oleh sensor terdeteksi dengan baik dan melihat kinerja sensor masih berjalan pada sistem. Lalu operator akan melapor ke supervisor dan manager bahwa kawasan terindikasikan longsor sudah masuk level I. Lalu Pusdalops PB BPBD DIY akan berkoordinasi dengan BPBD kabupaten dan provinsi untuk validasi instrumen. Kembali pada kontrol pusat, operator mendapat perintah untuk terus memantau pergerakan sensor EWS.

Setiap terjadi perubahan keadaan yang diinformasikan oleh alat pendeteksi longsor akan terus dipantau. Kemudian apabila terjadi pergerakan yang semakin parah operator akan melaporkan kepada supervisor dan menyalakan alarm peringatan bahwa status longsor meningkat ke Level II. Kemudian peringatan Level II akan dilaporkan ke manajer untuk dilakukan tindakan berikutnya. Akan banyak terjadi koordinasi antar stakeholder, Gambar 4.3.2 akan dimodelkan koordinasi Line Level I menggunakan CMMN. Dalam hal koordinasi kontrol utama adalah pada *knowledge worker*.

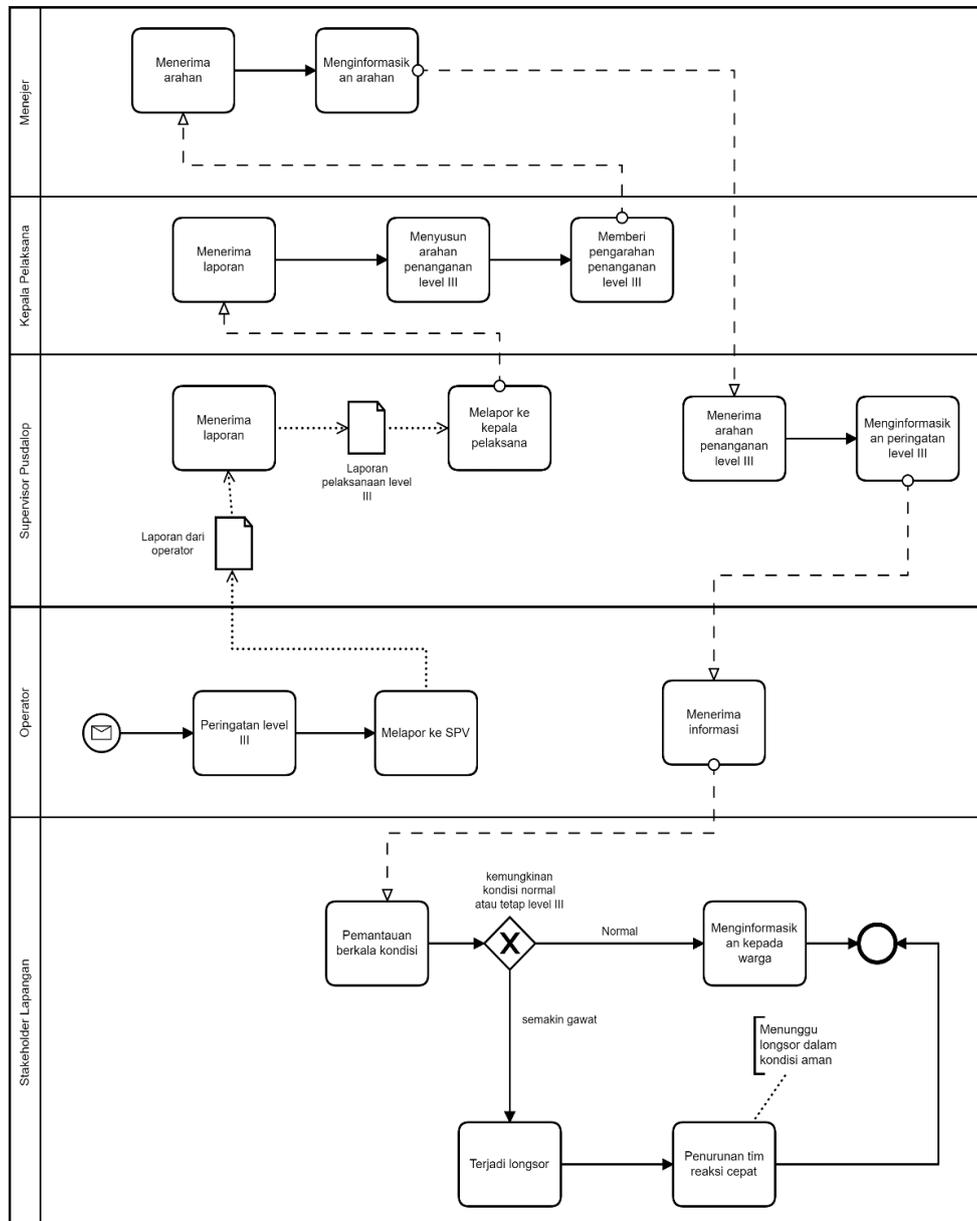
### 4.3.2 Early Warning System Level Siaga



Gambar 4.3.2 Model BPMN EWS Level Siaga

Gambar 4.3.2 merupakan model BPMN EWS tanah longsor level siaga. Model tersebut menggambarkan kejadian pada saat level siaga berlangsung. Setelah mengetahui adanya kenaikan level menjadi level siaga, kemudian operator juga sudah melapor ke supervisor dan manager Pusdalops PB BPDB DIY, validasi instrumen dilakukan kembali oleh BPBD Kabupaten dan Provinsi. Lalu, jika instrumen berjalan dengan lancar pada sistem tidak ada kerusakan fatal maka Pusdalops PB BPBD DIY akan menghubungi stakeholder pemantau wilayah untuk cek lokasi terpasangnya sensor. Apabila sensor di lapangan terpantau aman, dapat berjalan sesuai fungsinya maka stakeholder lapangan akan melaporkan kondisi sensor ke pusat apabila sensor benar mendeteksi adanya fenomena indikasi tanah longsor. Setelah semua validasi dan cek lokasi terindikasi longsor dilakukan, manajer Pusdalops PB BPBD DIY memutuskan bahwa status akan ditingkatkan menjadi Level awas. Ketika hal tersebut terjadi, maka operator akan mempersiapkan pengaturan alarm peringatan dini dan di lokasi longsor akan melakukan persiapan evakuasi warga ke tempat aman. Saat ini sudah dilakukan diseminasi kepada seluruh masyarakat di area longsor untuk mengevakuasi diri dengan cara mengikuti arahan petugas evakuasi ke titik kumpul. Kemudian penanganan akan dilakukan oleh BPBD Kabupaten dan Provinsi untuk menghadapi status longsor Level awas.

### 4.3.3 Early Warning System Level Awes



Gambar 4.3.3 Model BPMN EWS Level Awes

Gambar 4.3.3 adalah pemodelan EWS level awas menggunakan BPMN. Kondisi dilapangan saat Level awas berlangsung adalah komunikasi intens akan dilakukan Pusdalops PB BPBD DIY dan stakeholder tim pemantau wilayah longsor. Stakeholder akan melaporkan kondisi real yang terjadi dilapangan secara real time. Selama Level awas berlangsung perangkat EWS akan mengirimkan datanya ke komputer server Pusdalops PB BPBD DIY. Kemudian operator Pusdalops PB BPBD DIY akan menganalisa hasil kroscek lapangan dan informasi yang didapat dari perangkat EWS. Laporan hasil analisa Pusdalops PB BPBD DIY akan dilaporkan kepada manajer Pusdalops PB BPBD DIY yang akan digunakan untuk koordinasi dengan BPBD Kabupaten dan Provinsi, dan stakeholder terkait. Kemudian hasil koordinasi akan dilaporkan kepada kepala pelaksana untuk kemudian memberi arahan kepada manajer Pusdalops PB BPBD DIY terkait informasi lanjutan status longsor Level awas. Manajer Pusdalops PB BPBD DIY kemudian melakukan arahan kepada supervisor dan operator mengenai informasi lanjutan status longsor level awas.

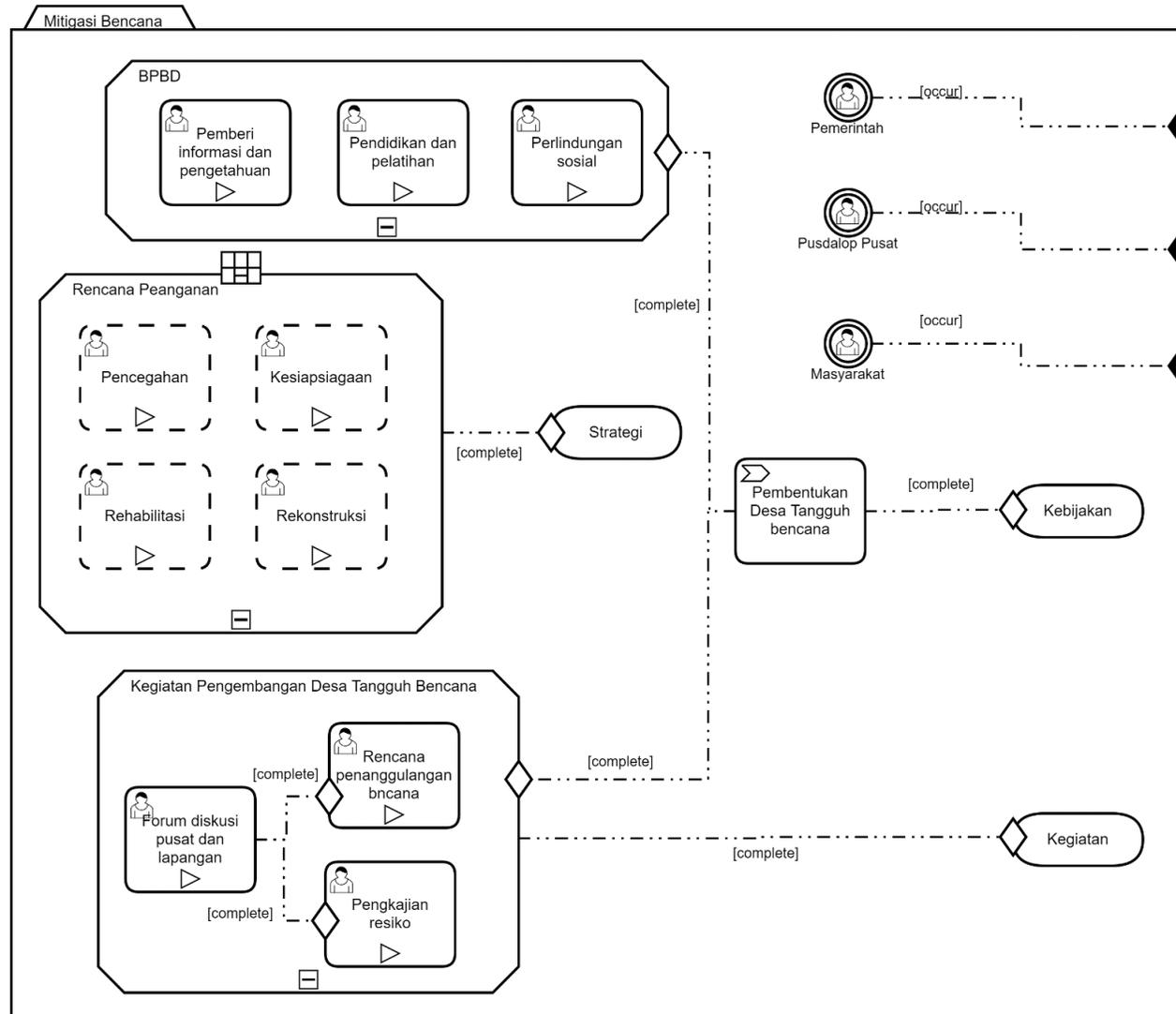
Kemudian selama level awas berlangsung yang dilakukan oleh pusat adalah memantau pergerakan sensor secara digital. Dalam situasi level awas ini yang dilakukan stakeholder lapangan adalah membantu evakuasi warga dan terus melakukan update situasi lapangan yang kemudian dilaporkan kepada Pusdalops PB BPBD DIY. Jika memang benar terjadi longsor maka Pusdalops PB BPBD DIY akan membentuk sebuah tim reaksi cepat untuk melakukan observasi secara langsung ke tempat kejadian. Tim reaksi cepat ini bertugas untuk melakukan observasi tingkat keparahan yang disebabkan oleh tanah longsor. Tim reaksi cepat akan diturunkan apabila situasi tempat kejadian longsor sudah cukup aman.

Penurunan tim reaksi cepat merupakan tindakan *Resivationources Activation* atau aktivasi sumberdaya yang dibutuhkan pasca bencana. Selain tim reaksi cepat juga terdapat relawan untuk melakukan evakuasi korban bencana dan kerusakan yang terjadi akibat bencana longsor. Hal ini akan dibahas pada sub bab selanjutnya, karena menurut hasil wawancara dengan narasumber menunjukkan belum pernah terjadi kejadian nyata tanah longsor. Menurut hasil wawancara selama ini Pusdalops PB BPBD DIY BPBD DIY pernah mengungsikan warga karena terjadi

indikasi longsor. Maka dalam tindakan *Resivationources Activation* peneliti akan menyampaikan beberapa rekomendasi pemanfaatan teknologi informasi dalam bidang tanggap bencana tanah longsor. Gambar merupakan gambaran umum fase pasca bencana bencana tanah longsor.



### 4.3.4 Mitigasi



Gambar 4.3.4 Model CMMN Mitigasi Bencana

Gambar 4.3.4 merupakan pemodelan mitigasi bencana menggunakan CMMN. Mitigasi adalah upaya untuk mengurangi resiko bencana, hal ini dapat dilakukan melalui pembangunan daerah rawan bencana atau pembentukan desa tangguh bencana. Melalui pemberdayaan masyarakat pemerintah dapat mewujudkan rencana mitigasi bencana yang sudah tertulis dalam peraturan pemerintah No 21 tahun 2008 tentang penyelenggaraan penanggulangan bencana. Melalui peraturan pemerintah ini kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) membuat peraturan tertulis. Peraturan kepada Badan Nasional Penanggulangan Bencana No 1 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Desa/Kelurahan Tangguh Bencana. Dalam peraturan ini telah ditulis kebijakan, strategi dan kegiatan pembentukan desa tangguh bencana. Berdasarkan peraturan tersebut peneliti melakukan pemodelan mitigasi bencana. Gambar merupakan model mitigasi bencana secara umum sesuai peraturan kepada Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

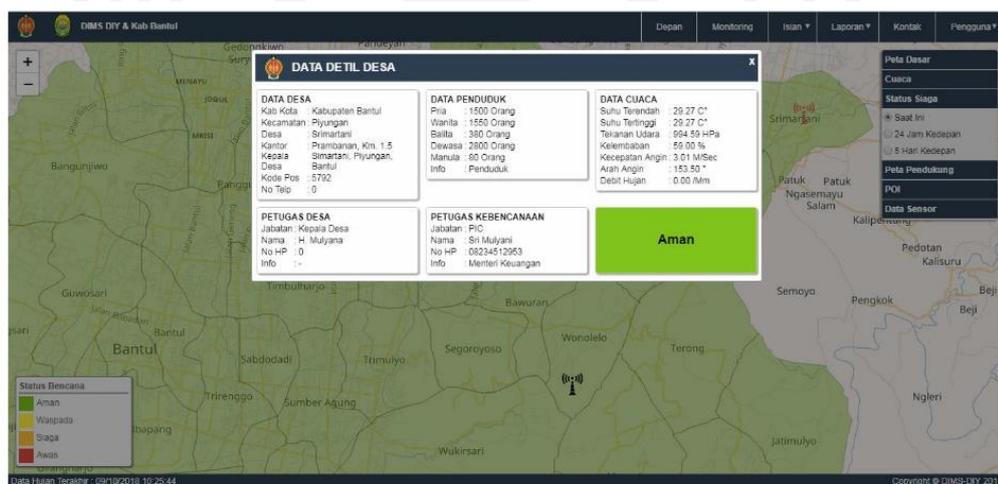
Mitigasi bukan merupakan salah satu upaya tanggap darurat bencana, namun adanya mitigasi bencana membantu masyarakat sigap untuk menghadapi bencana. Pada upaya mitigasi ini masyarakat yang tinggal di daerah rawan bencana akan memperoleh pendidikan, informasi dan perlindungan sosial yang akan dilakukan oleh pemerintah melalui BPBD. Sesuai model yang ada, pada *stage* BPBD dan *stage* kegiatan pengembangan desa tangguh bencana merupakan *required TaskProcess* pembentukan desa tangguh bencana dan membentuk *milestone* kebijakan.

Selain itu usaha nyata yang dilakukan pemerintah selain membuat undang-undang tanggap bencana adalah menyusun berbagai kegiatan yang dapat diikuti masyarakat. Kegiatan ini merupakan kegiatan pengembangan desa tangguh bencana. Pelaksanaannya dimulai dari pengadaan forum diskusi yang melibatkan BPBD dan pemangku kepentingan di pusat pemerintahan dengan *stakeholder* lapangan yang telah ditunjuk dan telah diberi pendidikan khusus. Kemudian setelah forum dibentuk, akan dibahas mengenai rencana penanggulangan bencana dan pengkajian resiko akibat bencana. Runtutan *HumanTask* tersebut membentuk *milestone* kegiatan.

Sebelum melakukan berbagai upaya dalam mewujudkan masyarakat yang aman sesuai harapan pemerintah dan menurut peraturan kepala BNPB, para pemangku kepentingan akan menyusun strategi. Dalam menyusun strategi terdapat empat hal yang harus diperhatikan, yaitu pencegahan, kesiapan, rehabilitasi dan rekonstruksi. Keempat hal tersebut membentuk *milestone* strategi dalam model mitigasi bencana.

#### 4.4 Disaster Information Management System (DIMS) DIY dan Kabupaten Bantul

Observasi dilakukan pada tanggal 26 November 2020 di ruang kendali Pusdalops PB BPBD DIY BPBD DIY. Dalam observasi peneliti mengamati uji coba alat peringatan dini bencana tanah longsor yang berada di masing-masing daerah dimana alat tersebut dipasang. Alat tersebut dikendalikan melalui sistem informasi DIMS DIY dan Bantul Monitoring Sensor.

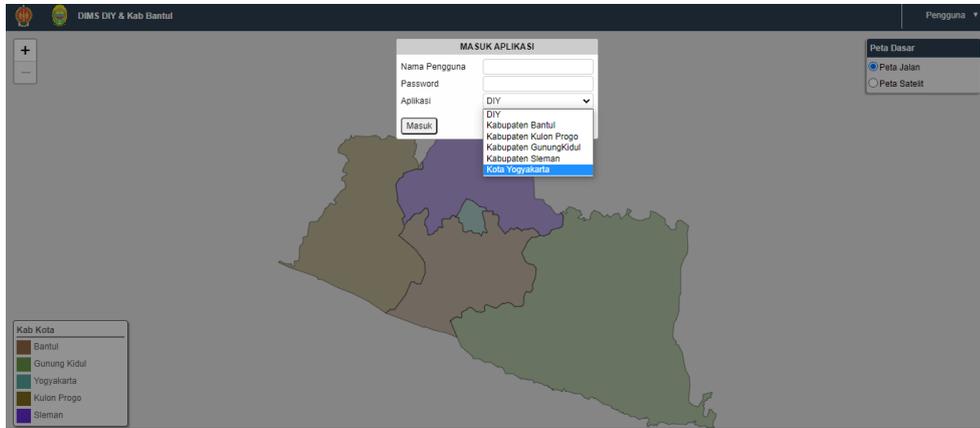


Gambar 4.4.1 Data Detail Desa

Gambar 4.4.1 adalah gambar halaman detail data desa yang ada pada DIMS. DIMS merupakan sistem informasi milik BPBD DIY yang digunakan untuk memonitoring sensor EWS yang sudah terpasang di beberapa wilayah rawan longsor. Selain itu sistem ini juga digunakan untuk melakukan *setting* alarm peringatan oleh operator. *Setting* alarm ini dilakukan ketika sensor sudah menampilkan sinyal bahaya. Kebutuhan data dan informasi untuk kepentingan validasi sensor tersedia pada data base sistem. Berikut ini penjelasan mengenai

DIMS yang diambil dari *User Guide* DIMS dan hasil observasi peneliti pada saat uji coba sensor EWS.

#### 4.4.1 Beranda DIMS



Gambar 4.4.2 Halaman Login DIMS

Gambar 4.4.2 merupakan halaman login DIMS secara umum. Dari halaman ini user dapat melakukan login sesuai daerah tempat bertugas.

#### 4.4.2 Data DIMS



Gambar 4.4.3 Maps Sensor Dipasang

Gambar 4.4.3 adalah data sensor DIMS DIY, merupakan visualisasi letak sensor pada wilayah yang sudah dipasang dan status sensor. Melalui beranda ini sudah diketahui sensor mana yang mengalami status awas atau aman. Sistem ini juga dapat menampilkan detail informasi desa yang dipasang sensor, di dalam informasi tersebut berisi data desa dan status indikator bahaya dari desa. Indikator bahaya wilayah akan ditunjukkan dengan warna merah sedangkan kondisi normal akan ditunjukkan dengan warna hitam.

Tambah Data

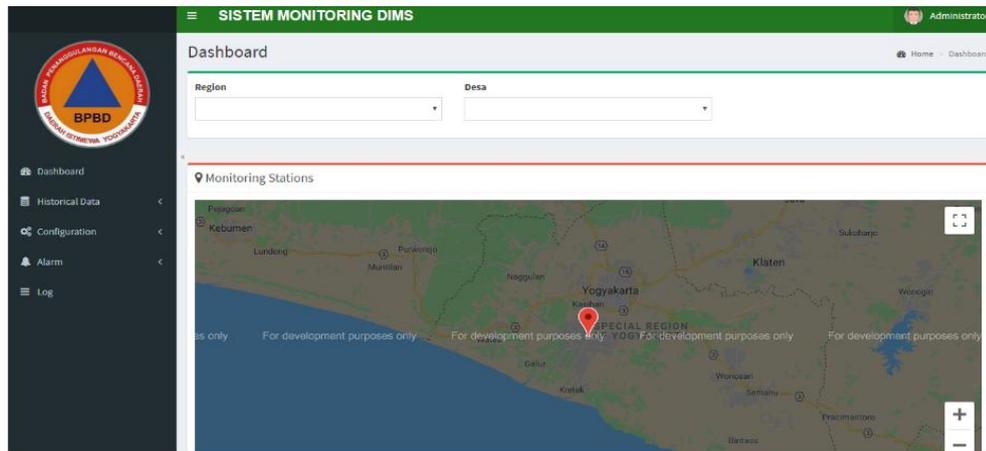
DATA PETUGAS DESA								
#	Kab Kota	Kecamatan	Desa	Jabatan	Nama	No HP	Info	Aksi
1	Kabupaten Bantul	Bambang Lipuro	Mulyopadi	Kepala Desa	Ari Sapto Nugroho	0822749097	-	Edit Hapus
2	Kabupaten Bantul	Bambang Lipuro	Sidomulyo	Kepala Desa	-	0	-	Edit Hapus
3	Kabupaten Bantul	Bambang Lipuro	Sumbermulyo	Kepala Desa	-	0	-	Edit Hapus
4	Kabupaten Bantul	Banguntapan	Banguntapan	Kepala Desa	-	0	-	Edit Hapus
5	Kabupaten Bantul	Banguntapan	Baturetno	Kepala Desa	Basirudin	0	-	Edit Hapus
6	Kabupaten Bantul	Banguntapan	Jagalan	Kepala Desa	Eko Purwanto, SIP	0	-	Edit Hapus
7	Kabupaten Bantul	Banguntapan	Jambidan	Kepala Desa	Indrianta Nugraha, ST., MM.	0	-	Edit Hapus
8	Kabupaten Bantul	Banguntapan	Potorono	Kepala Desa	Prawata	0	-	Edit Hapus
9	Kabupaten Bantul	Banguntapan	Sngosaren	Kepala Desa	Daryanta	0	-	Edit Hapus
10	Kabupaten Bantul	Banguntapan	Tamanan	Kepala Desa	Sriyanto	0	-	Edit Hapus
11	Kabupaten Bantul	Banguntapan	Wirokerten	Kepala Desa	Wijayanigrum, SE.	0	-	Edit Hapus
12	Kabupaten Bantul	Bantul	Bantul	Kepala Desa	H. Muhammad Zubaidi	0	-	Edit Hapus
13	Kabupaten Bantul	Bantul	Palbapang	Kepala Desa	Sukirman, SH.	0	-	Edit Hapus
14	Kabupaten Bantul	Bantul	Ringinharjo	Kepala Desa	Pujo Isnomo, Aks.	0	-	Edit Hapus
15	Kabupaten Bantul	Bantul	Sabdodadi	Kepala Desa	Siti Fatimah	0	-	Edit Hapus

1 2 3 > »

Gambar 4.4.4 Data Petugas Desa

Dalam sistem DIMS terdapat data petugas desa yang telah ditunjuk oleh BPBD DIY untuk menjadi petugas lapangan. Tujuan adanya data ini adalah untuk memudahkan Pusdalops PB BPBD DIY dalam melacak PIC jika terjadi keadaan darurat. Gambar 4.4.4 merupakan data petugas lapangan yang ada di desa rawan longsor. Selain itu pada aplikasi ini juga terdapat data wilayah (desa/dusun), data penduduk setiap wilayah, dan data sensor di setiap wilayah. Sebagai seorang administrator dalam aplikasi ini dapat melakukan update data sesuai kepentingan yang dibutuhkan. Gambar dibawah merupakan salah satu contoh detail data desa yang ada di kabupaten Bantul.

### 4.4.3 Early Warning System



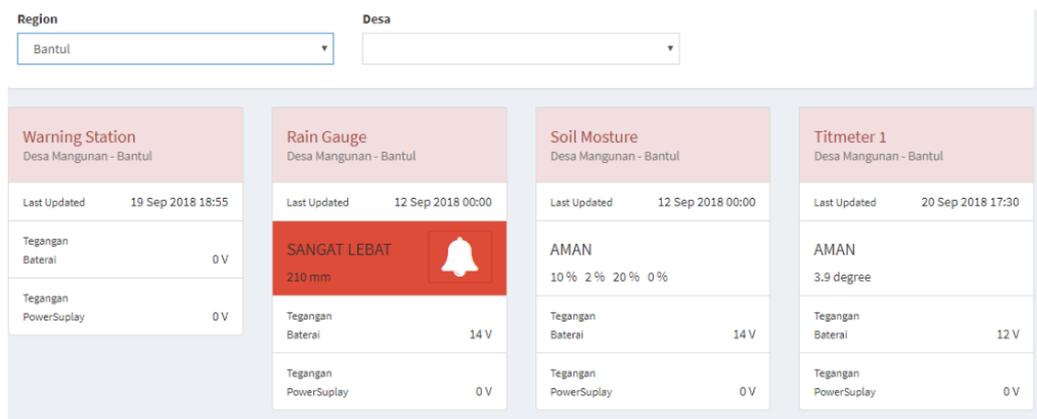
Gambar 4.4.5 Dashboard Sistem Informasi Monitoring Sensor

Gambar 4.4.5 merupakan beranda sistem monitoring DIMS. Pada halaman ini terdapat beberapa fitur untuk mengontrol sensor yang ditanam. Berikut ini merupakan salah satu contoh kontrol sensor.

Datetime	Rain Gauge
2018-08-02	0
2018-09-07	0
2018-09-08	432.35
2018-09-10	10
2018-09-11	0
2018-09-12	267.5
2018-09-19	0
2018-09-20	19.5

Gambar 4.4.6 Data Monitoring dalam Bentuk Tabel

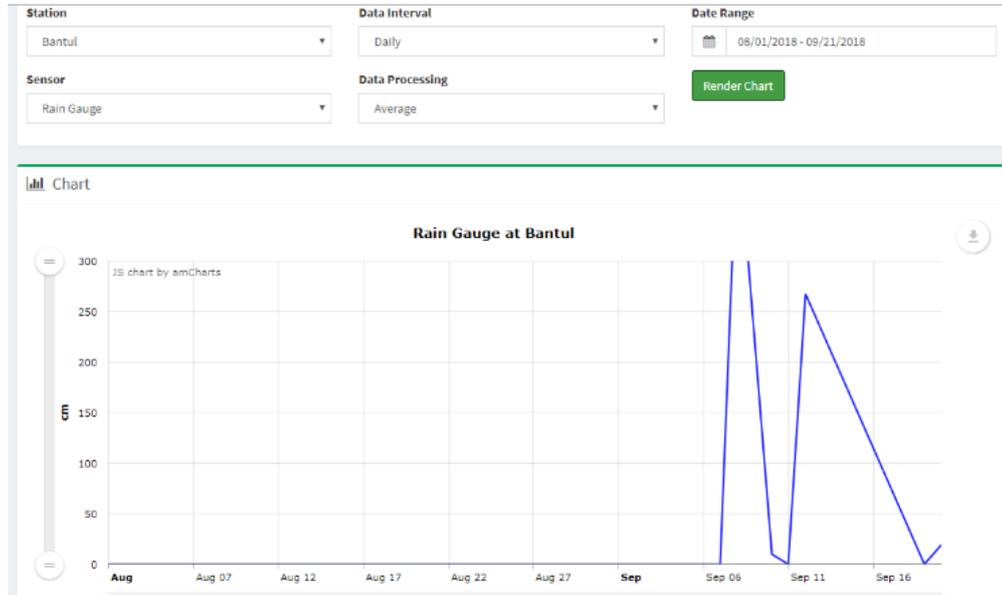
Gambar 4.4.6 adalah salah satu contoh halaman kontrol dan untuk menampilkan data sensor dalam bentuk tabel sesuai user inginkan dengan kurun waktu yang bisa ditentukan. Sehingga user dapat melakukan konfigurasi sensor EWS sesuai kebutuhan saat itu.



Gambar 4.4.7 Halaman Monitoring Sensor

Gambar 4.4.7 merupakan halaman monitoring sensor EWS. DIMS memiliki fitur dapat menangkap data yang dikirim dari sensor yang ada di tiap daerah rawan longsor. Awalnya, data ini dikirim ke komputer server yang ada di pusat pengendalian yaitu Pusdalops PB BPBD DIY, kemudian divisualisasikan oleh DMIS. Disini petugas operator yang ada di Pusdalops PB BPBD DIY dapat mengetahui status yang dikirimkan oleh sensor.

Sensor yang terpantau berstatus bahaya (dengan indikator warna merah), operator akan melaporkan kepada SPV Pusdalops PB BPBD DIY dan kemudian dilakukan koordinasi-koordinasi. Dalam sistem ini juga menyajikan *historical data* sensor yang dapat digunakan untuk bahan koordinasi. Menu *export data* juga tersedia dalam sistem ini, sehingga memudahkan untuk menganalisis data melalui koordinasi.

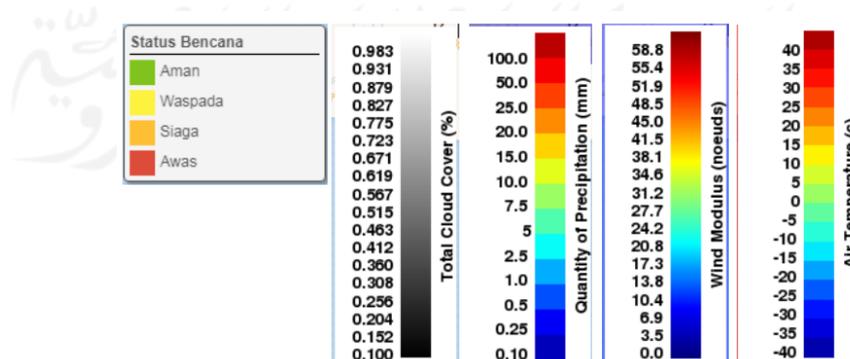


Gambar 4.4.8 Data Monitoring Sensor Rain Gauge

Gambar 4.4.8 merupakan salah satu penyajian data dalam bentuk *chart*, data tersebut menunjukkan *historical data* sensor Rain Gauge. User dapat memilih atribut apa saja yang akan digunakan untuk penyajian data. Disini akan terlihat intensitas curah hujan pada suatu daerah selama periode waktu yang dipilih oleh user.

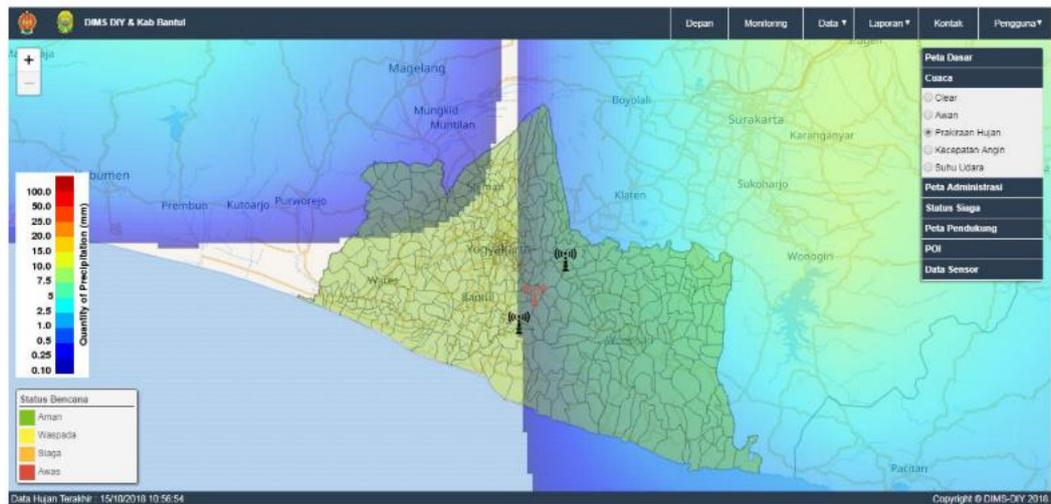
#### 4.4.4 Deskripsi Tampilan Beranda DIMS

Berikut ini merupakan penjelasan mengenai beberapa simbol dan legenda sebagai keterangan visual DIMS. Keterangan visual ini digunakan untuk menjelaskan kejadian yang ada di daerah yang telah dipasang sensor.



Gambar 4.4.9 Indikaor Warna Monitoring Sensor

Gambar 4.4.9 merupakan icon status bencana ini menjelaskan keadaan suatu wilayah, warna hijau untuk status aman, warna kuning waspada, warna oranye siaga dan warna merah awas. Icon status bencana ini dapat ditemukan di bagian kiri bawah DIMS.



Gambar 4.4.10 Maps Perkiraan Hujan

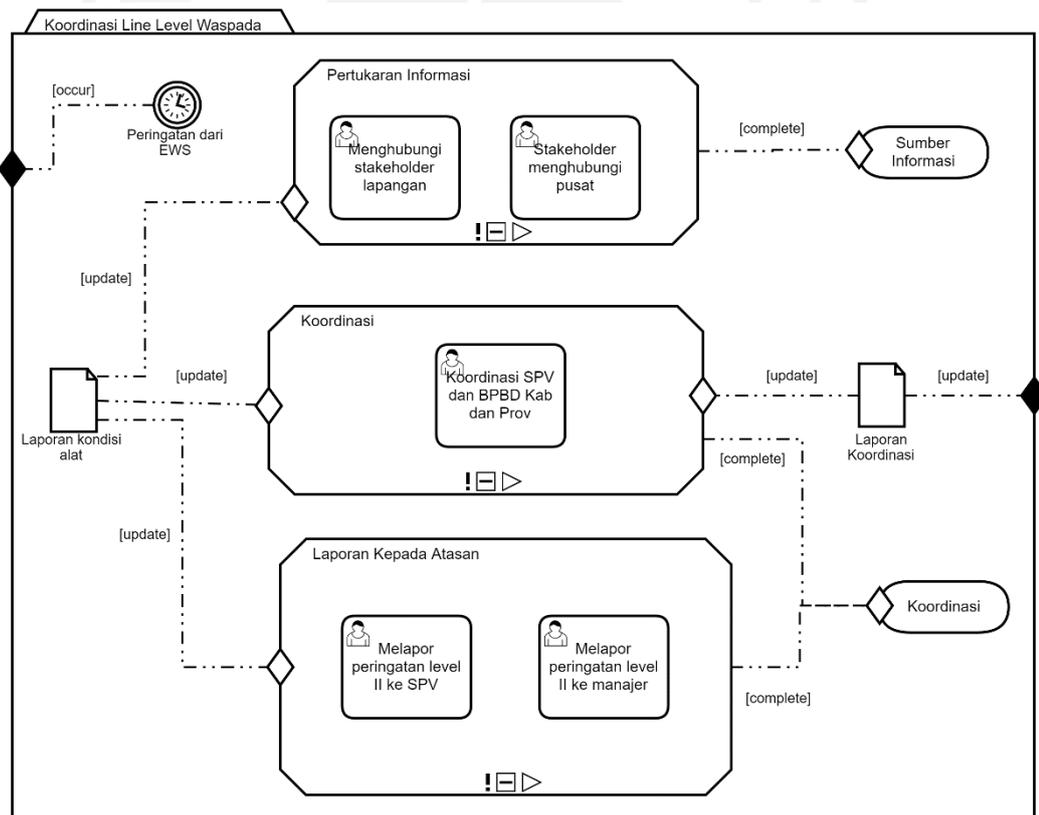
Gambar 4.4.10 merupakan menu perkiraan hujan merupakan untuk menampilkan perkiraan hujan yang ada di daerah tersebut dan juga menampilkan kuantitas presipitasi dari hujan. Masih banyak lagi penjelasan mengenai simbol dan legenda yang akan dijelaskan pada lampiran laporan ini.

## BAB V Pembahasan

Dalam Bab V kali ini penulis akan menjelaskan mengenai hasil analisis yang didapat dari pemodelan *case* yang sudah berjalan di BPBD DIY. Hasil analisis tersebut berupa model manajemen darurat tanah longsor. Kemudian akan dijadikan sebagai dasar untuk membuat rekomendasi perbaikan terhadap sistem informasi monitoring bencana longsor milik BPBD DIY.

### 5.1 Kegiatan yang Terjadi Saat Manajemen Darurat Berlangsung yang Dimodelkan Menggunakan CMMN

#### 5.1.1 Koordinasi Line Level Waspada



Gambar 5.1.1 Model CMMN Line Koordinasi Level Waspada

Gambar 5.1.1 merupakan pemodelan menggunakan CMMN pada level waspada, dimana *case* yang dibahas adalah koordinasi antar *stakeholder*.

Koordinasi line level waspada menggambarkan tentang ruang lingkup koordinasi level waspada yang dilakukan oleh stakeholder yang terlibat. Agar terlihat lebih jelas pemodelan koordinasi line ini dimodelkan menggunakan CMMN karena menggambarkan kejadian yang flexible dan merupakan rekomendasi untuk *knowledge worker*. Dalam *case* koordinasi line level waspada ini terdapat beberapa *stage* diantaranya adalah *stages* pertukaran informasi.

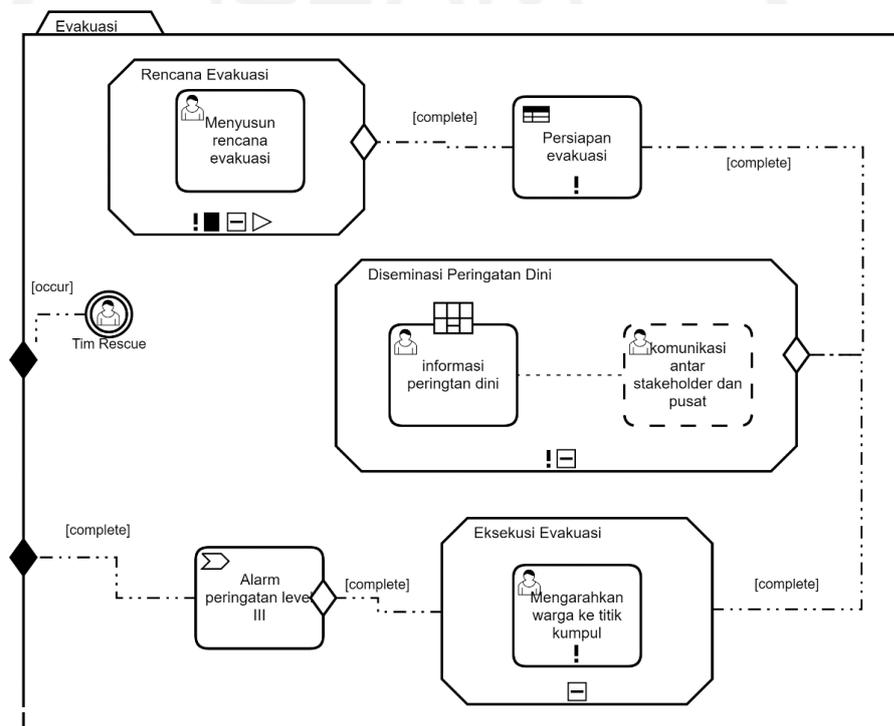
Pada *stages* ini terdapat dua *task* dimana *task* tersebut dilakukan oleh stakeholder lapangan dan operator. Dalam *stage* ini terdapat fleksibilitas yang menyesuaikan keadaan yang terjadi dilapangan. Operator pusat dapat menghubungi stakeholder lapangan apabila terdapat notifikasi EWS yang dikirim ke komputer server. Guna memastikan apakah benar telah terjadi fenomena seperti yang dikirim ke komputer server. Kemudaiannya *stakeholder* lapangan melakukan *manual checking* guna memastikan keadaan EWS di lapangan. Untuk selanjutnya dapat menghubungi pusat apabila terjadi fenomena alam yang mengindikasikan terjadinya longsor. Kemudian operator melakukan *cek* sistem untuk memastikan EWS berfungsi dengan baik. Setelah memastikan semuanya stakeholder lapangan maupun pusat membuat laporan terkait fenomena yang terjadi.

Selanjutnya, pada *stage* koordinasi BPBD pusat, kabupaten dan provinsi dan *stage* laporan kepada atasan baru berjalan setelah adanya laporan dari stakeholder lapangan dan pusat. Dari sini mulai terbentuk *milestones* Line Koordinasi antara stakeholder yang terlibat. Dari koordinasi yang terbentuk akan menghasilkan sebuah laporan. Kemudian, untuk laporan yang dihasilkan akan digunakan untuk pertimbangan kenaikan ke level siaga.

### 5.1.2 Evacuation

Gambar 5.1.2 adalah pemodelan proses evakuasi menggunakan CMMN. Proses evakuasi merupakan suatu hal yang sangat penting ada dalam sebuah rencana *rescue* bencana alam. Dalam kasus ini merupakan *rescue* bencana alam tanah longsor yang diawali dengan koordinasi tim *rescue* BPBD DIY dimana tim tersebut merupakan bagian dari departemen kedaruratan bagian Pusdalops PB BPBD DIY BPBD DIY. Dalam skenario evakuasi bencana alam tanah longsor ini

terdapat sebuah *case task* yaitu persiapan evakuasi. *Case task* ini digunakan untuk acuan tim *rescue* sebelum melakukan evakuasi. Dalam *case task* ini *knowledge worker* atau tim *rescue* di bawah departemen kedaruratan bagian Pusdalops PB BPBD DIY akan merancang rencana proses evakuasi dengan cara menimbang medan area terjadinya longsor dan keparahan yang ditimbulkan akibat tanah longsor. Dalam hal ini skenario yang akan dibentuk merupakan skenario yang sangat flexible dan membutuhkan kecepatan dalam mengambil keputusan.



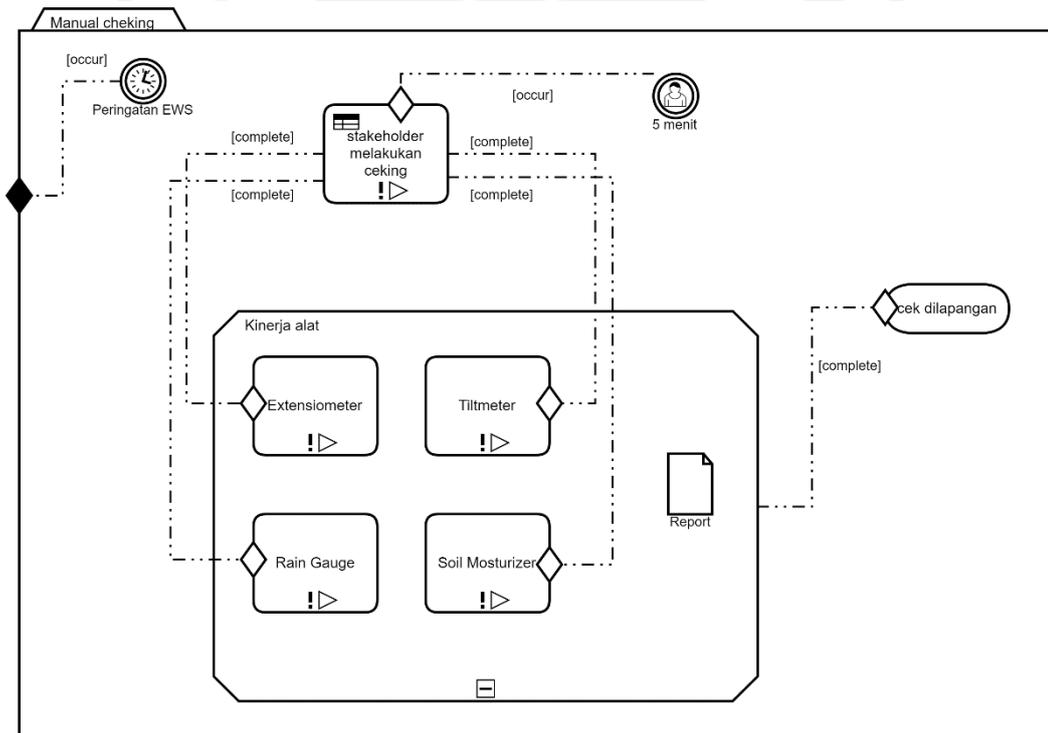
Gambar 5.1.2 Model CMMN Evakuasi

Selanjutnya setelah melakukan rencana evakuasi stakeholder lapangan memulai untuk menyebarkan informasi ke seluruh penduduk desa bahwa memang benar akan terjadi longsor di daerah tinggal mereka. Sambil terus melakukan komunikasi dengan pusat, stakeholder lapangan terus melakukan diseminasi peringatan dini kepada seluruh penduduk desa. Kemudian setelah stakeholder lapangan mendapatkan informasi yang cukup jelas mengenai keputusan BPBD pusat dan melihat kondisi lapangan yang memperlihatkan indikasi tanah longsor, stakeholder lapangan memulai proses evakuasi penduduk desa sesuai dengan

rencana evakuasi yang sudah ada. Lalu, setelah semua dievakuasi ke tempat yang aman, sirine level III akan dibunyikan. Sirine peringatan ini berbunyi sangat nyaring yang menandakan akan ada bahaya tanah longsor.

Sirine berbunyi keras bukan semata-mata ketika longsor datang tetapi merupakan peringatan tanda bahaya yang dilakukan sebelum longsor terjadi. Bisa saja ketika sirine dibunyikan longsor tidak kunjung terjadi. Dalam kasus peringatan tanda bahaya longsor ini BPBD pernah mengungsikan warga akibat adanya indikasi tanah longsor namun, pada akhirnya tidak terjadi longsor pada daerah yang diungsikan. Hal ini bisa saja terjadi karena menurut penuturan supervisor Pusdalops PB BPBD DIY bidang kedaruratan BPBD DIY, tim kedaruratan pernah mengungsikan warga karena terdapat beberapa indikasi tanah longsor di daerah tersebut.

### 5.1.3 Manual Checking



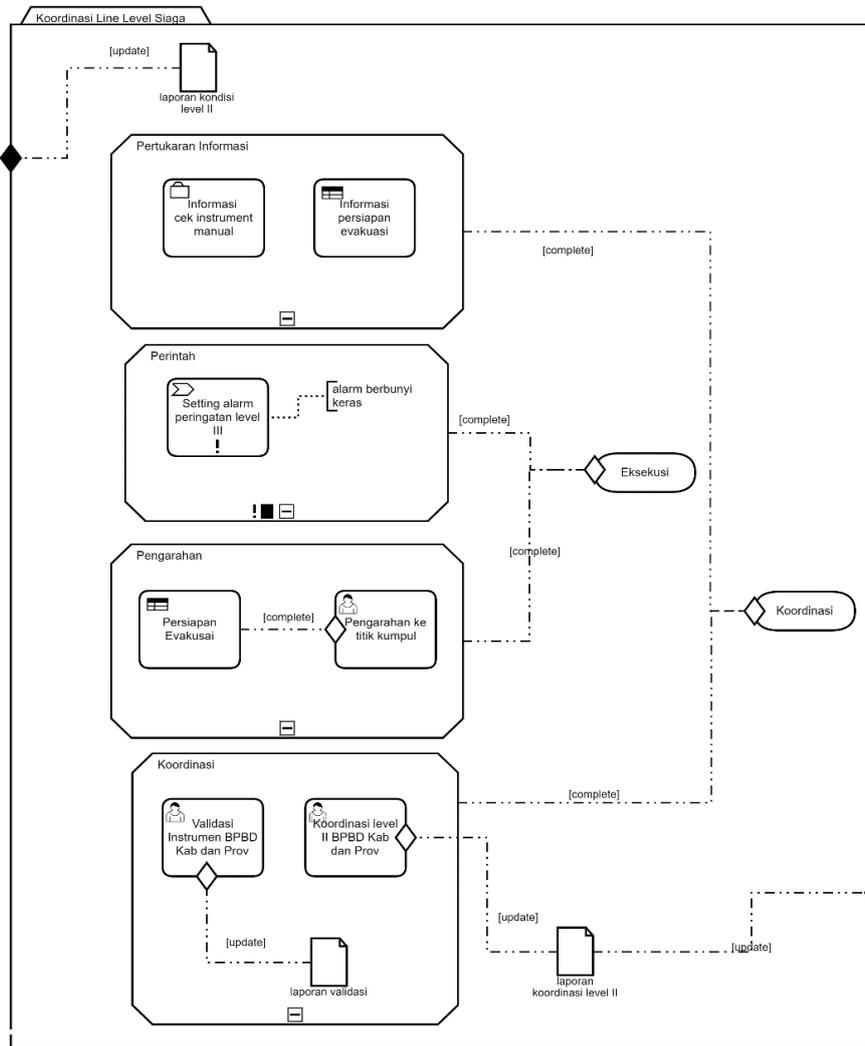
Gambar 5.1.3 Model CMMN Manual Checking Sensor

Gambar 5.1.3 adalah pemodelan *manual checking* menggunakan CMMN. Pada *case plan* *manual checking* dilakukan setelah terdapat notifikasi peringatan dari EWS dan dilakukan ditempat kejadian atau dimana sensor EWS diletakan.

Teknis manual checking dilakukan dengan cara melihat secara langsung kondisi sensor di lapangan, apakah sensor mengalami pergerakan atau tidak. Kemudian setelah stakeholder lapangan melakukan manual *checking*, mereka akan melakukan *report* ke Pusdalops PB BPBD DIY untuk kondisi *real* di lapangan.

Untuk indikasi terjadinya tanah longsor dapat dilihat dari pergerakan semua sensor. Pertama adalah pergerakan sensor tiltmeter, sensor untuk mengukur kemiringan tanah ini berubah posisi dari semula yaitu pada kemiringan  $0^0$ . Kemudian sensor Rain Gauge yang mengukur curah hujan, sensor ini akan mengirimkan peringatan langsung kepada warga dengan pengeras suara. Cara kerja sensor ini adalah menampung air hujan di mangkuk ukur. Biasanya peringatan tersebut memperingatkan warga bahwa hujan sudah berlangsung lama warga diharapkan waspada akan tanah longsor. Selanjutnya ada sensor ekstensometer untuk mengukur lebar rekahan pergerakan tanah sebelum longsor terjadi. Kemudian yang terakhir terdapat sensor soil moisturizer yang berfungsi untuk mengukur kelembaban tanah.

### 5.1.4 Koordinasi Line Level Siaga



Gambar 5.1.4 Model CMMN Line Koordinasi Level Siaga

Gambar 5.1.4 adalah pemodelan *Line* koordinasi level siaga menggunakan CMMN. Koordinasi Line level siaga menggambarkan tentang ruang lingkup koordinasi level siaga yang dilakukan antar stakeholder yang terlibat. Agar terlihat lebih jelas pemodelan koordinasi line ini dimodelkan menggunakan CMMN karena menggambarkan kejadian yang flexible dan merupakan rekomendasi untuk *knowledge worker*. Awal koordinasi line ini dimulai adalah dari laporan kondisi kenaikan level siaga yang dilakukan oleh operator Pusdalops PB BPBD DIY.

Dalam *case* koordinasi line level II ini terdapat beberapa *stage* diantaranya adalah *stage* pertukaran informasi. Pada *stage* ini terdapat dua *task* yaitu informasi

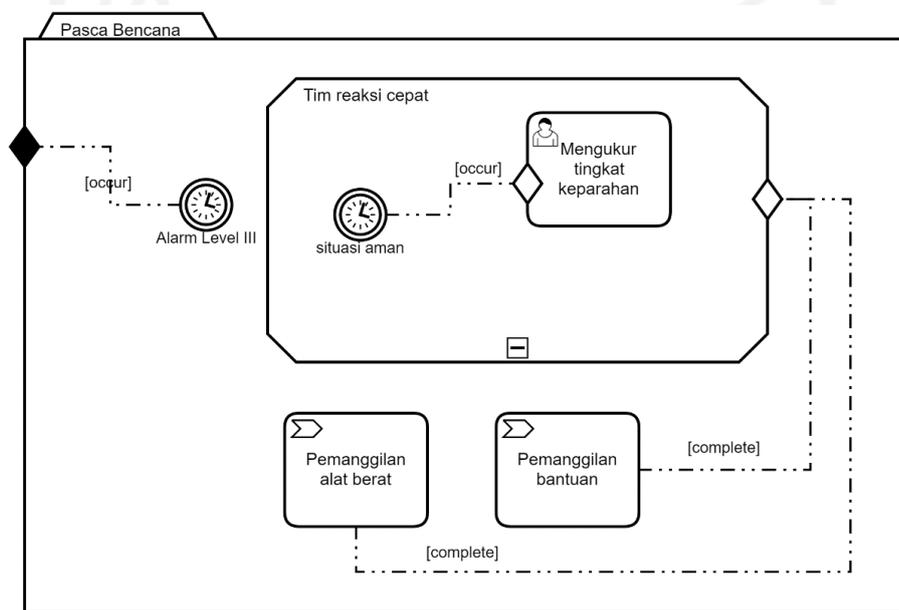
cek instrumen manual dan informasi persiapan evakuasi. Pada *task* informasi cek instrumen manual yang merupakan *case task* yang akan membentuk *task* baru yaitu *task* cek instrumen manual. *Task* ini merupakan hasil dari *case* manual checking sensor yang ada di lapangan seperti Gambar . Kemudian pada *stage* informasi persiapan evakuasi terdapat *planning table* yang digunakan *knowledge worker* untuk menyusun informasi rencana evakuasi sesuai dengan situasi yang ada di lapangan.

Selanjutnya adalah *stage* perintah yang terdapat *task* setting alarm peringatan level awas yang merupakan *task* proses yang dilakukan operator pusat. Pada *task* ini terdapat pemrosesan yang harus segera dilakukan oleh operator pusat dan dipastikan *task* tersebut berjalan. Selanjutnya adalah *stage* pengarahan yang terdapat *task* persiapan evakuasi dan pengarahan ke titik kumpul. Pada *task* persiapan evakuasi yang merupakan *case task* yang akan membentuk *task* baru eksekusinya bergantung pada *case task* persiapan evakuasi dan kondisinya bisa berbalik sesuai keadaan lapangan. Kedua *teks* tersebut merupakan *teks* yang saling bergantung antara satu dan yang lain. Penjelasan detail untuk *case* evakuasi dijelaskan pada Gambar. Dalam pemodelan koordinasi line level siaga ini terdapat dua *task* yang merupakan bagian *milestone* eksekusi, dimana *milestone* tersebut menggambarkan *task* yang dilakukan di dunia nyata secara berurutan, menyesuaikan kondisi lapangan dan bisa saja dilakukan secara bersamaan. Dalam hal ini *milestone* eksekusi bisa digunakan sebagai acuan untuk pengelompokan *task* dimana aktivitasnya merupakan eksekusi dari kasus yang terjadi. Kemudian lebih ditekankan untuk pengetahuan seorang *knowledge worker* dalam bidang *rescue* sangat penting untuk menunjang kinerja terutama dalam hal evakuasi bencana alam dan pengetahuan EWS yang digunakan saat ini.

Selanjutnya adalah *stage* koordinasi yang terdapat *task* validasi instrumen oleh BPBD Kabupaten dan Provinsi dan *task* koordinasi level siaga BPBD Kabupaten dan Provinsi. Untuk *task* validasi instrumen akan menghasilkan laporan hasil validasi. Dalam hal ini laporan validasi berisi kondisi sensor EWS secara real yang berarti kondisi sensor di lapangan. Dari laporan cek manual sensor kemudian divalidasi oleh BPBD Kabupaten dan Provinsi menjadi laporan validasi sensor yang

digunakan untuk bahan pertimbangan pengambilan keputusan selanjutnya. Kemudian untuk *task* koordinasi level siaga antara BPBD Kabupaten dan Provinsi akan menghasilkan laporan koordinasi level siaga. Dari laporan ini akan digunakan untuk pengambilan keputusan atas kenaikan level awas. Dalam pemodelan koordinasi line level siaga terdapat dua *task* yang merupakan bagian dari *milestone* koordinasi, dimana kedua *task* tersebut digunakan untuk menggambarkan pengelompokan sesuai aktivitasnya.

### 5.1.5 Pasca Bencana



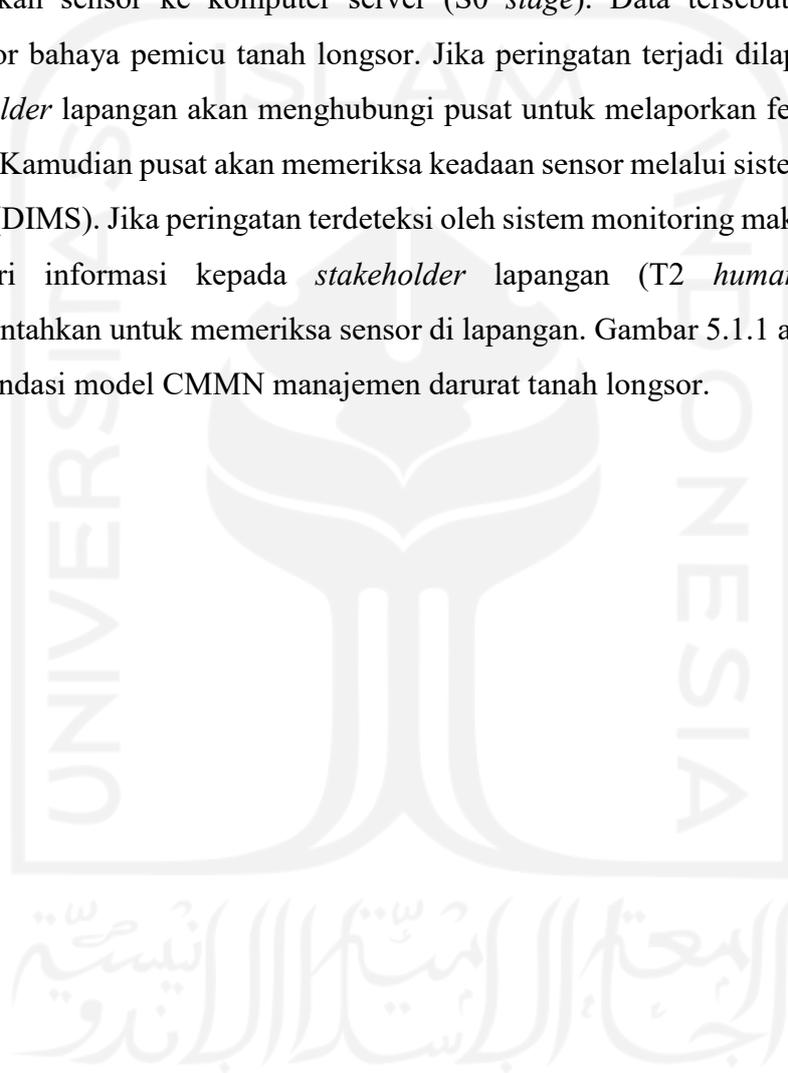
Gambar 5.1.5 Model CMMN Pasca Bencana

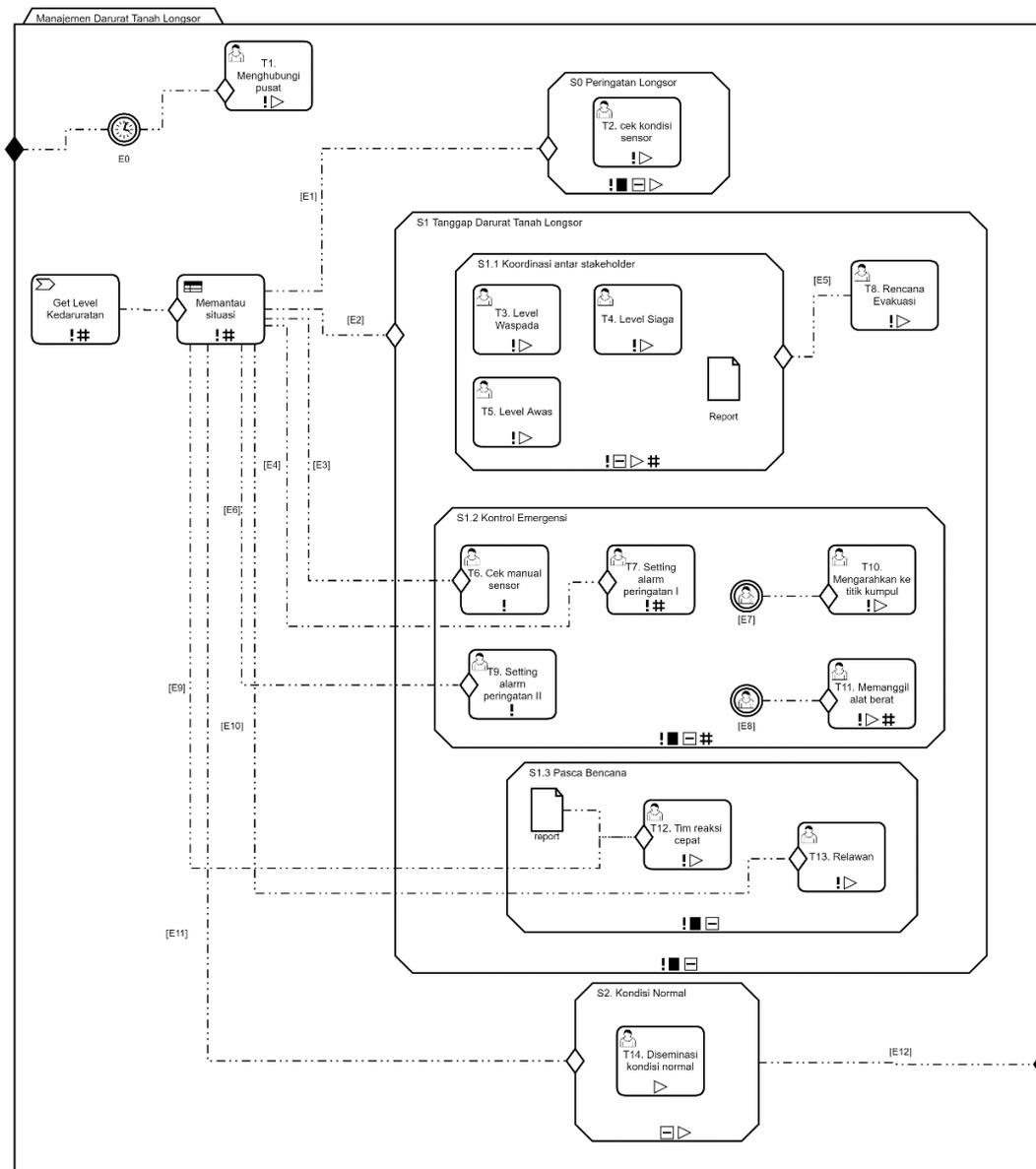
Gambar 5.1.5 adalah pemodelan *case* pasca bencana menggunakan CMMN. Setelah longsor terjadi EWS akan mengalami kerusakan dan tidak berfungsi lagi. Data valid yang dapat diproses pada fase ini hanya dari *stakeholder* lapangan melalui komunikasi via whatsapp atau Handy Talky (HT). Untuk mengkaji lebih dalam BPBD memerintahkan tim reaksi cepat pada saat lokasi sudah dinyatakan aman. Pada saat bersamaan pemanggilan bantuan dan pemanggilan alat berat juga dilakukan untuk melakukan evakuasi pasca bencana.

## 5.2 Rekomendasi Model CMMN Manajemen Darurat Tanah Longsor

Pada pembahasan kali ini akan dibahas mengenai manajemen darurat tanah longsor, dimana *case* sudah dimodelkan menggunakan CMMN. Rekomendasi

model ini merupakan penggabungan dari *case* kegiatan yang terjadi saat keadaan darurat berlangsung. *Case* dimulai dari peringatan dari sensor EWS (*E0 event listener*) mendeteksi adanya indikasi longsor. Terdapat dua sisi peringatan yang diberikan oleh sensor EWS, yang pertama adalah peringatan dari lapangan (*T1 human task*) yang melapor ke pusat. Biasanya terjadi fenomena alam yang dapat menyebabkan pemicu tanah longsor. Kemudian yang kedua dari sisi data yang dikirimkan sensor ke komputer server (*S0 stage*). Data tersebut menunjukkan indikator bahaya pemicu tanah longsor. Jika peringatan terjadi di lapangan, maka *stakeholder* lapangan akan menghubungi pusat untuk melaporkan fenomena yang terjadi. Kemudian pusat akan memeriksa keadaan sensor melalui sistem monitoring sensor (*DIMS*). Jika peringatan terdeteksi oleh sistem monitoring maka pusat akan memberi informasi kepada *stakeholder* lapangan (*T2 human task*) dan memerintahkan untuk memeriksa sensor di lapangan. Gambar 5.1.1 adalah gambar rekomendasi model CMMN manajemen darurat tanah longsor.





Gambar 5.2.1 Model CMMN Rekomendasi Perbaikan

Jika grafik indikator bahaya semakin meningkat maka koordinasi antar *stakeholder* dan pemantauan terhadap sensor semakin ditingkatkan. Maka S1 Tanggap Darurat Tanah Longsor akan berjalan. Kemudian disusul dengan S1.1 Koordinasi Antar Stakeholder yang akan menangani peningkatan level. Terdapat 3 level untuk mengukur indikator bahaya, yaitu level waspada, and siaga dan awas. Selain digunakan untuk pemantauan berkala, koordinasi juga digunakan untuk menyusun rencana evakuasi untuk menanggulangi resiko bencana.

Selanjutnya terdapat *stage* S1.2 Kontrol Emergenasi, dalam *stage* ini berisi kumpulan *human task* (T6, T7, T9, T10 dan T11) yang melakukan kontrol terhadap

kejadian. T6 merupakan *human task* cek manual sensor yang dilakukan oleh *stakeholder* lapangan setelah adanya perintah dari pusat karena adanya peningkatan *value* sensor. T7 merupakan setting alarm peringatan I, disini setting alarm dilakukan ketika wilayah rawan longsor terjadi hujan lebat. Peringatan berupa pesan yang disampaikan lewat pengeras suara. T9 merupakan setting alarm peringatan II, disini setting alarm dilakukan ketika kondisi lapangan sudah menunjukkan level awas. Selain itu juga terdapat *human event listener* (E7 dan E8) untuk memicu T10 dan T11. E7 merupakan pemicu *stakeholder* lapangan untuk T10 mengarahkan ke titik kumpul. Hal ini dilakukan ketika sudah ada rencana evakuasi yang dibuat. E8 merupakan pemicu T11 pemanggilan alat berat jika dibutuhkan dan menyesuaikan dengan rencana evakuasi.

Selanjutnya adalah S1.3 Pasca Bencana, *stage* ini akan berjalan apabila longsor telah terjadi. T12 merupakan *human task* penurunan tim reaksi cepat berdasarkan perintah Pusdalops PB BPBD DIY. Tim reaksi cepat ini merupakan tim yang bertugas untuk meneliti tingkat keparahan tanah longsor. Setelah tim reaksi cepat menganalisa longsor dan telah mendapatkan data tingkat keparahannya, kemudian tim reaksi cepat menyusun laporan untuk kemudian digunakan untuk pemantauan dan penanganan pasca bencana oleh BPBD daerah maupun provinsi. T13 merupakan *human task* penurunan relawan untuk melakukan evakuasi dan penyelamatan. Selanjutnya adalah S2. Kondisi Normal, *stage* ini akan berjalan setelah adanya analisis kondisi aman di tempat kejadian. Dalam hal ini tugas sepenuhnya diambil oleh tim pemantau (T14 *human task* tim pemantau). Untuk penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Tabel 5.1.

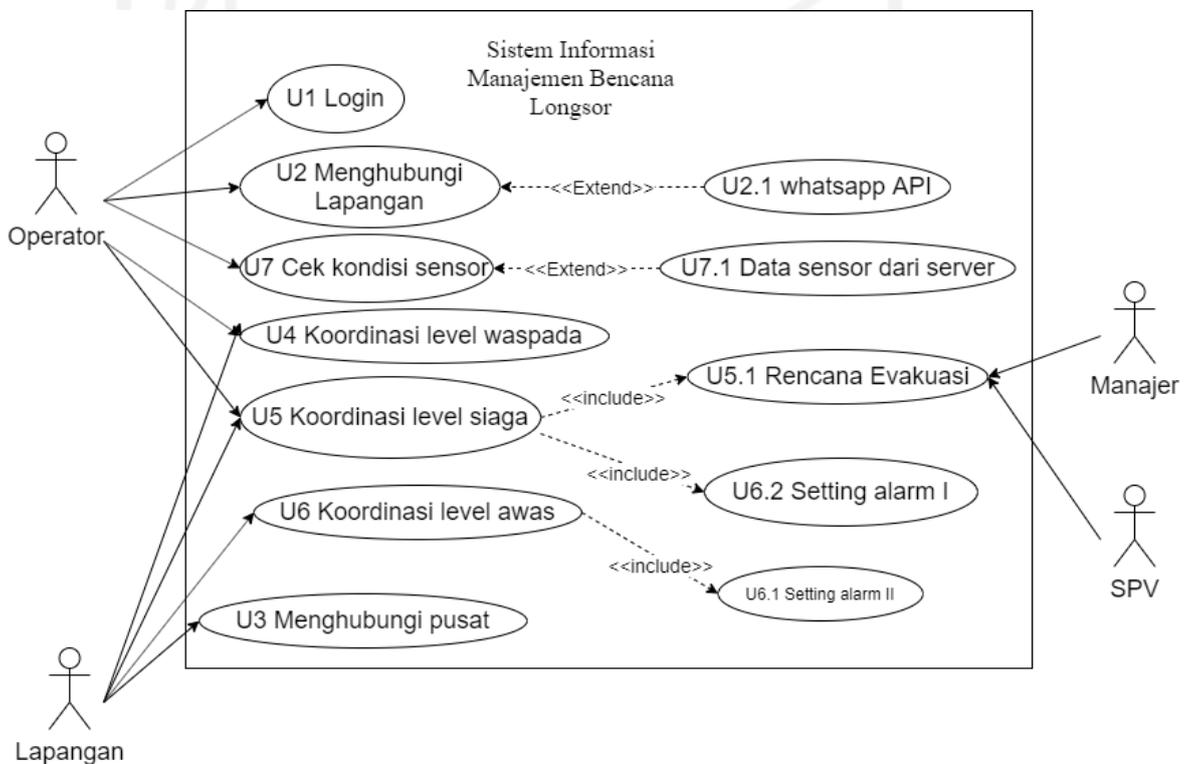
Tabel 5.2.1 Keterangan Model dan Penjelasan Halaman Mock Up

Stage	ID	Deskripsi Kejadian	ID	Deskripsi Respon	Kode Use Case	Aktivitas lain
<b>0</b>	E0	Sensor mendeteksi adanya indikasi longsor	T1	Koordinasi antar <i>stakeholder</i>	U2, U2.1,U3	Lapangan menghubungi pusat
	E1	Peringatan longsor	T2	Cek kondisi sensor	U7, U7.1	-
<b>1.1</b>	E2	Sensor mengirimkan data real time	T3	Koordinasi Level Waspada	U4	Melalui grup whatsapp
			T4	Koordinasi Level Siaga	U5	Melalui grup whatsapp
			T5	Koordinasi Level Awas	U6	Melalui grup whatsapp
	E5	Hasil validasi pemantauan lapangan	T8	Rencana Evakuasi	U5.1	Koordinasi BPDB prov, kab dan wilayah
<b>1.2</b>	E3	Peningkatan <i>value</i> sensor	T6	Cek sensor manual	-	Cek sensor di lapangan
	E4	Sensor mengirimkan peningkatan intensitas indikasi longsor	T7	Setting alarm peringatan I	U5.2	-
	E6	Level awas	T9	Setting alarm peringatan II	U6.1	-
	E7	Evakusai warga	T10	Mengarahkan warga ke titik kumpul	-	Evakuasi warga
	E8	Meminta Bantuan	T11	Memanggil alat berat	-	Jika dibutuhkan
<b>1.3</b>	E9	Pasca bencana	T12	Tim reaksi cepat	-	Penurunan tim reaksi cepat
	E10	Evakuasi tempat kejadian	T13	Tim Relawan	-	Penurunan tim relawan
<b>2</b>	E11	Penurunan Level	T14	Informasi level normal	-	Infomrasi kepada masyarakat
	E12	Emergensi berakhir	-			

### 5.3 Rekomendasi Perbaikan Sistem Informasi Manajemen Bencana Milik BPBD DIY

Setelah melakukan analisis terhadap model sistem informasi DIMS, sistem monitoring EWS dan SOP penanganan bencana yang sudah berjalan di BPBD DIY, penulis memiliki beberapa rekomendasi untuk pengembangan sistem informasi manajemen bencana milik BPBD DIY.

#### 5.3.1 Rekomendasi Desain Sistem Informasi



Gambar 5.3.1 Use Case Rekomendasi Perbaikan Sistem Informasi

Dalam pengembangan software seorang sistem analis perlu memahami programmer dan tim developer lain terkait analisis kebutuhan sistem yang telah dibuat. Oleh karena itu, sistem analis perlu membuat model lain selain CMMN sebagai pengantar untuk programmer dalam pengembangan software. Dalam hal ini, sistem analis memilih menerjemahkan model CMMN menjadi diagram use case. Gambar 5.2.1 adalah use case diagram rekomendasi sistem informasi manajemen bencana longsor.

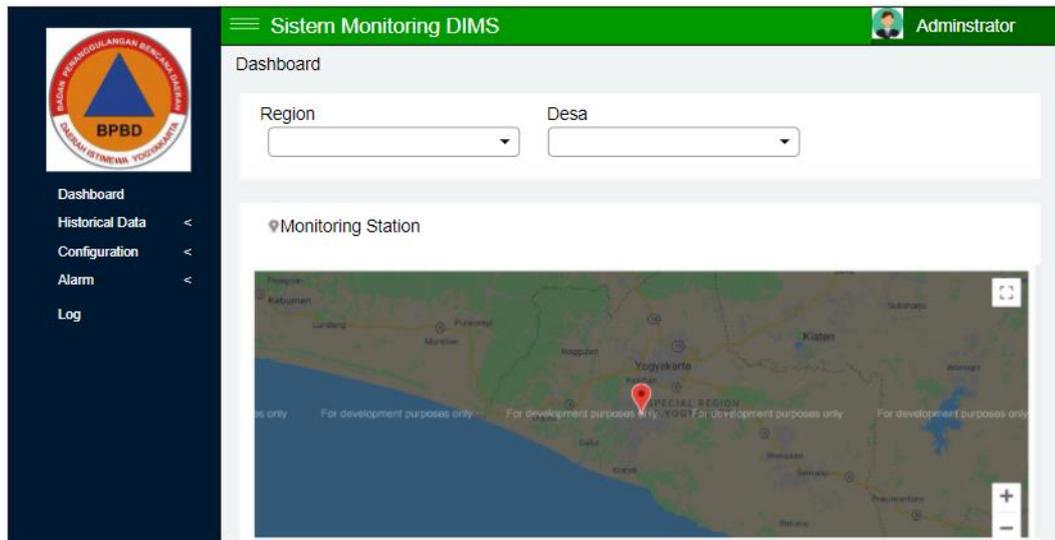
Selama masa darurat berlangsung, *even* E0 sensor mendeteksi adanya indikasi longsor akan melakukan *user task* T1 koordinasi antar stakeholder akan diterjemahkan menjadi U2 menghubungi lapangan menggunakan U2.1 tersambung ke Whatsapp API. Kemudian, U8 cek kondisi sensor secara berkala terjadi dengan bantuan U8.1 data sensor akan dikirim secara *real time*, yaitu terjemahan dari T2 cek kondisi sensor ketika itu E1 masuk level waspada. E2 pada saat sensor mengirimkan data *real time* ketika masa darurat T3, T4, dan T5 koordinasi setiap level berlangsung. Koordinasi dapat dilakukan secara langsung maupun melalui whatsapp. U5, U6 dan U7 merupakan terjemahan dari T3, T4 dan T5. T4 koordinasi level siaga, kemudian E4 sensor terus mengirimkan data yang mengindikasikan longsor, maka T7 setting alarm peringatan I. T7 diterjemahkan kedalam use case sebagai U6.2 yang juga merupakan hasil koordinasi U6. Selanjutnya, E6 ketika *event listener* sudah memasuki level awas, T9 setting alarm peringatan II yang diterjemahkan kedalam use case sebagai U7.1. Sebelum melakukan U7.1 *stakeholder* melakukan U7 yang merupakan line koordinasi level awas, kemudian dari koordinasi tersebut terdapat keputusan U7.1.

### **5.3.2 Rekomendasi Mock Up Sistem Informasi**

Setelah melakukan analisis mulai dari memahami SOP BPBD DIY, memodelkan tanggap darurat hingga merekomendasikan perbaikan menggunakan model CMMN, selanjutnya penulis akan memvisualisasikan rekomendasi model menjadi Mock Up. Terdapat dua rekomendasi dari penulis yaitu, mock up komunikasi antar *stakeholder* menggunakan teknologi whatsapp API dan *approval* dari atasan mengenai laporan yang dibuat oleh operator terkait kondisi sensor dan kegiatan yg dilakukan selama masa darurat.

#### **5.3.2.1 Mock Up Komunikasi Menggunakan Whatsapp API**

Pertimbangan peneliti merekomendasikan perbaikan sistem informasi ini adalah berdasarkan *habit knowledge worker* yang sudah berjalan di lingkungan BPBD DIY.

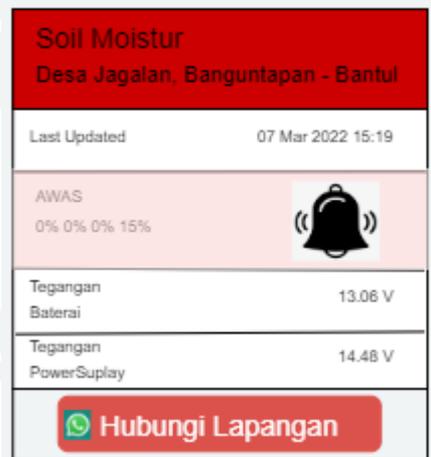


Gambar 5.3.2 Halaman Dashboard DIMS

Koordinasi antar bidang dilakukan menggunakan aplikasi whatsapp karena mengingat terdapat jarak diantara *knowledge worker*. Selain itu biasanya koordinasi juga dilakukan menggunakan *walkie talkie*. Gambar 5.2.2 adalah halaman dashboard sistem monitoring sensor.



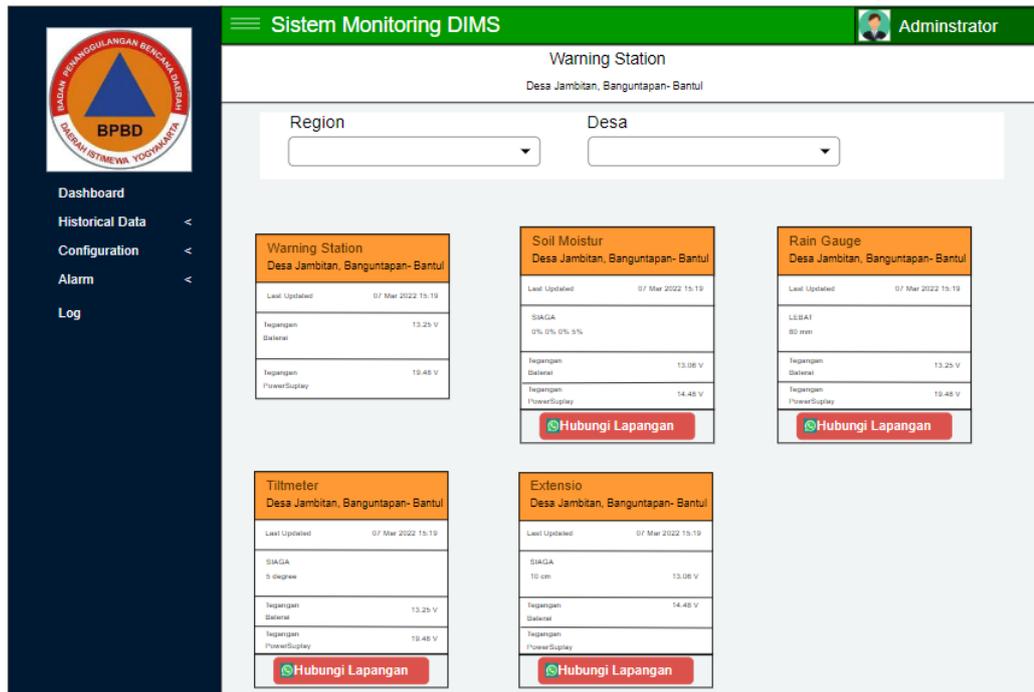
Gambar 5.3.4 Monitoring Sensor Pada Wilayah



Gambar 5.3.3 Monitoring Sensor Pada Aplikasi

Gambar 5.2.4 adalah halaman pemantauan sensor yang dapat dilihat pada setiap wilayah. Pada halaman ini user dapat melakukan pemantauan sensor melalui pemetaan secara geografis pada peta yang tersedia. Bila terjadi masalah pada sensor maka dapat terdeteksi melalui perubahan warna seperti Gambar 5.2.3. Kemudian apabila terjadi pergerakan data, operator pusat dapat langsung menghubungi

lapangan melalui aplikasi sistem informasi monitoring yang langsung akan disambungkan ke aplikasi whatsapp.



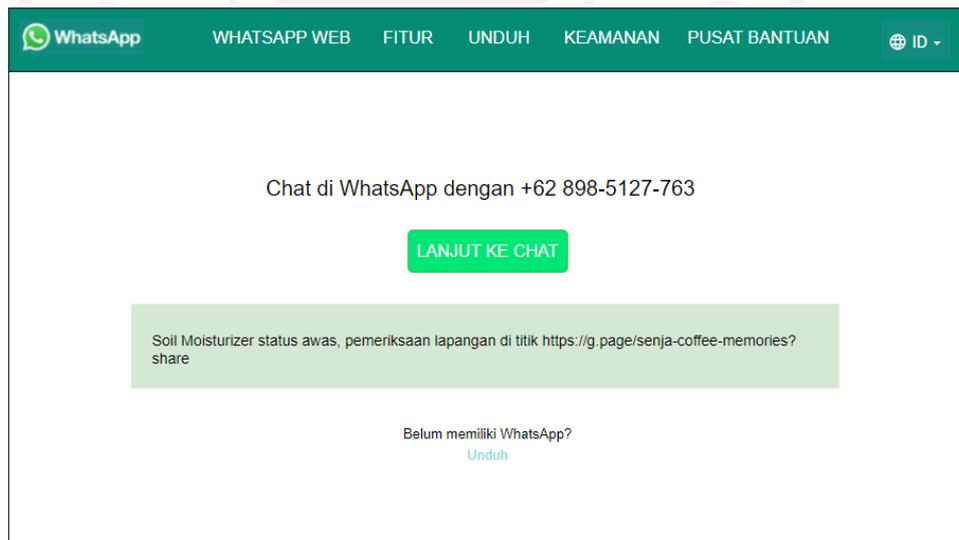
Gambar 5.3.5 Monitoring Sensor Keseluruhan Level Siga

Gambar 5.2.5 adalah monitoring sensor level siaga. Pada halaman ini operator dapat melakukan klik tombol Hubungi Lapangan untuk langsung menghubungi *connect* ke Whatsapp API. Pesan yang akan muncul pada aplikasi whatsapp *stakeholder* lapangan akan menyesuaikan sensor apa yang mengalami masalah dan menyesuaikan level *warning* yang terjadi saat itu. Tombol Hubungi Lapangan merupakan visualisai dari kode use case U2 dan U2.1 koordinasi antar *stakeholder*. Kemudian untuk



Gambar 5.3.6 Whatsapp API Sensor Rain Gauge

Salah satu contoh terdapat pada Gambar 5.2.6 adalah halaman whatsapp API yang akan dibuat untuk pemantauan lapangan sensor Rain Gauge. Pesan tersebut akan muncul apabila monitoring sensor berwarna orange atau data curah hujan sudah masuk pada angka 50 – 100 mm/hari.

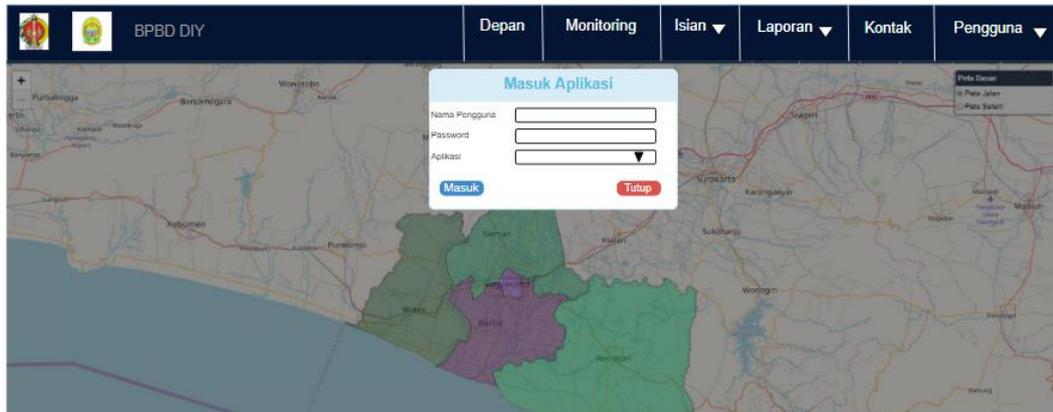


Gambar 5.3.7 Whatsapp API Sensor Soil Moisturizer

Contoh komunikasi antar stakeholder menggunakan whatsapp API adalah pada gambar 5.2.7, yaitu pesan untuk *stakeholder* lapangan terkait sensor soil moisturizer. Pesan yang berkaitan dengan sensor soil moisturizer akan menyesuaikan level pada monitoring sensor.

### 5.3.2.2 Mock Up Approval

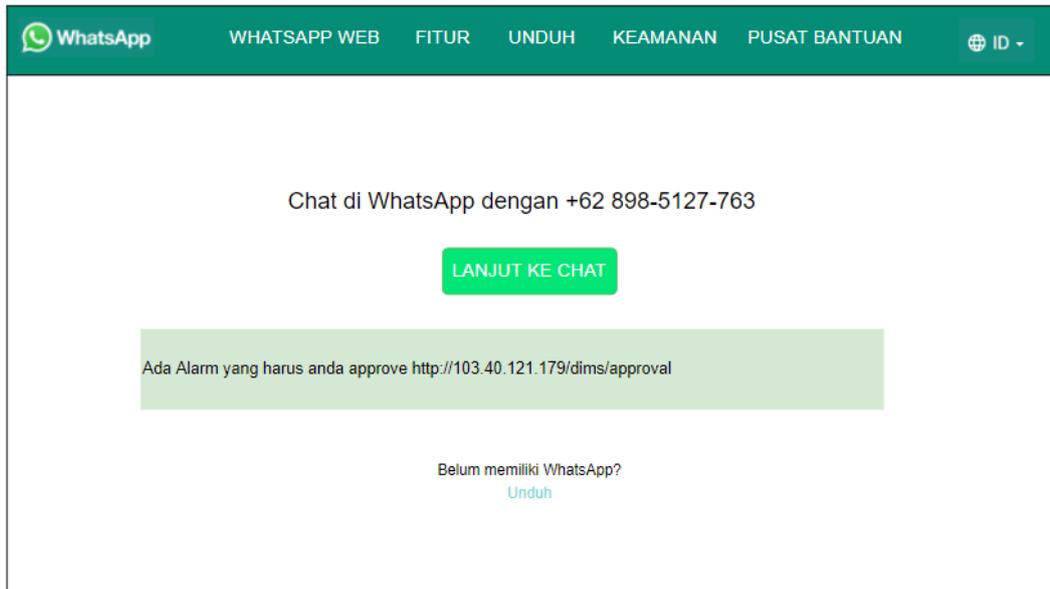
Pertimbangan peneliti merekomendasikan fitur ini adalah agar dapat memberi informasi kepada atasan atas kondisi yang terjadi dilapangan. Selain itu agar atasan dapat memantau kinerja bawahannya ketika masa darurat terjadi.



Gambar 5.3.8 Halaman Login DIMS

Gambar 5.2.8 adalah halaman login untuk masuk ke sistem. Halaman ini dapat digunakan oleh operator apabila ingin membuat form *approval* dan dapat digunakan atasan untuk *approve* laporan yang dibuat oleh operator.

Gambar 5.3.9 Halaman Form Approval



Gambar 5.3.10 Halaman Whatsapp Api untuk Atasan

Gambar 5.2.9 adalah *from approval* untuk operator membuat laporan kemudian akan di submit dan langsung diterima oleh atasan dalam bentuk notifikasi whatsapp. Gambar 5.2.10 adalah whatsapp API yang akan dikirim kepada atasan langsung melalui sistem.

BPBD DIY		Depan	Monitoring	Isian ▼	Laporan ▼	Kontak	Pengguna ▼
Form Aproval Menejer							
Alarm	Deskripsi Masalah						
Desa Jaglrn, Banguntapan, Bantul	sensor soil desa Jaglrn, Banguntapan, Bantul pada pukul 15.45 WIB mengirimkan 15% kadar air dalam tanah. Kondisi lapangan hujan deras dengan angin kencang. sensor tiltmeter mengirimkan kemiringan lerang 14 derajat kondisi AWAS						Approve Reject
Desa Jambitan, Banguntapan, Bantul	sensor extensio desa Jambitan, Banguntapan Bantul pada pukul 12.09 WIB mengirimkan data 18cm lebar rekahan tanah						Approve Reject
Desa Tambalan, Sri Martani, Bantul	sensor Rain Gauge di desa Tambahalan, Sri Martani, Bantul pada pukul 14.23 WIB mengirimkan data 110 mm debit air terdeteksi sensor.						Approve Reject

Gambar 5.3.11 Halaman List Approval Atasan

Gambar 5.2.11 adalah halaman *list approval* yang dibuat oleh operator kemudian pada halaman ini atasan dapat melakukan *approve* atau *reject* laporan

yang dibuat oleh operator. Hasil dari keputusan atasan ini yang akan dieksekusi pada rencana penanganan darurat.

#### 5.4 Pengujian

Pengujian dilakukan kepada pakar bencana yang ada di BPBD DIY, yaitu supervisor Pusdalops PB BPBD DIY dengan melakukan presentasi hasil analisis dan menyampaikan rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil analisis. Tabel 5.3.1 adalah skenario pengujian Mock Up visualisasi sistem informasi BPBD DIY dan rekomendasi perbaikannya.

Tabel 5.4.1 Skenario Pengujian

NO	Aktivitas	Alat yang digunakan
1	Penjelasan mengenai sistem informasi manajemen bencana yang digunakan oleh BPBD yang berkaitan dengan peristiwa tanggap darurat berdasarkan <i>early warning system</i> tanah longsor	Komputer, mock up DMIS dan sistem monitoring EWS
2	Penjelasan mengenai kegiatan yang dilakukan BPBD, Pusdalop dan stakeholder lapangan selama masa darurat berjalan	Komputer, slide presentasi *isi slide presentasi adalah hasil analisa peneliti dari studi literatur, wawancara dan observasi yang telah dilakukan sebelumnya
3	Validasi kesesuaian penjelasan dan visualisasi oleh peneliti	Jawaban pertanyaan pengujian
4	Penjelasan mengenai rekomendasi dari hasil analisa peneliti	Komputer, mock up DIMS dan sistem monitoring EWS
5	Tanggapan dari BPBD mengenai rekomendasi yang diberikan oleh peneliti	DIMS dan sistem monitoring EWS (Arahan dan sanggahan dari BPBD)

Penjelasan mengenai sistem informasi manajemen bencana ini disampaikan dengan cara presentasi menggunakan microsoft powerpoint kemudian peneliti

melakukan demo menggunakan Mock Up yang telah disiapkan. Mock Up yang dipresentasikan merupakan gambaran umum dari sistem informasi manajemen bencana. Selain itu peneliti juga menyampaikan penjelasan mengenai SOP BPBD untuk memastikan apakah Setelah peneliti melakukan presentasi, pakar bencana mengomentari apa yang peneliti sampaikan. Dalam komentarnya pakar menyampaikan mengenai perubahan warna pada sistem monitoring sensor. Bahwa warna yang selama ini muncul pada sistem hanya hijau, orange dan merah. Namun, setelah dilihat pada aplikasi terdapat 4 indikator warna yaitu hijau, kuning, orange dan merah. Setelah itu, pakar menyatakan bahwa penjelasan dan Mock Up sistem informasi manajemen bencana sesuai dengan yang sudah berjalan di BPBD DIY. Tabel 5.3.2 adalah hasil pengujian kesesuaian visualisasi dengan sistem informasi yang berjalan.

Tabel 5.4.2 Hasil Pengujian Kesesuaian Visualisai dengan SI yang berjalan

NO	Parameter Pengujian	Kesesuaian		Alasan Tidak Sesuai
		Sesuai	Tidak Sesuai	
1	kesesuaian visualisasi level waspada dengan SI yang berjalan sekarang	✓		
2	kesesuaian visualisasi level siaga dengan SI yang berjalan sekarang	✓		
3	visualisasi level awas dengan SI yang berjalan sekarang	✓		
4	Penjelasan langkah penyelesaian kasus tanggap bencana longsor	✓		
5	Penjelasan kegiatan yang dilakukan pasca bencana longsor terjadi	✓		

Selanjutnya peneliti menjelaskan mengenai rekomendasi fitur untuk sistem informasi manajemen bencana. Mock Up yang digunakan untuk pengujian adalah visualisasi dari sistem informasi monitoring sensor dan sistem informasi manajemen sensor. Pada dasarnya kedua sistem ini adalah sistem yang saling

terintegrasi, hanya beda dalam penggunaannya. Pertama peneliti mempresentasikan rekomendasi penambahan fitur whatsapp API pada monitoring sensor. Tanggapan dari pakar bencana adalah menerima penambahan fitur tersebut. Kemudian, peneliti menjelaskan mengenai penambahan fitur approval pada sistem informasi manajemen sensor. Kali ini pakar bencana menolak untuk menerima penambahan fitur tersebut karena menurut pakar bencana fitur ini kurang sesuai dengan mobilitas *stakeholder* saat keadaan darurat terjadi. Mobilitas saat keadaan darurat terjadi sangat cepat dan fleksibel, *stakeholder* lebih nyaman menggunakan panggilan whatsapp atau telepon seluler untuk melakukan komunikasi dengan atasan karena dirasa lebih cepat.

Tabel 5.4.3 Hasil Pengujian Rekomendasi SI Manajemen Bencana BPBD DIY

No	Parameter Pengujian	Respon Pakar		Alasan Reject
		Approve	Reject	
1	Koordinasi kondisi cuaca melalui whatsapp API pada level waspada	✓		
2	Penyampaian informasi kepada <i>stakeholder</i> lapangan dari sensor extensio jika terjadi retakan tanah sebesar 2 cm-5 cm masuk level waspada dan meminta untuk cek kondisi lapangan	✓		
3	Penyampaian informasi kepada <i>stakeholder</i> lapangan dari sensor tiltmeter jika kemiringan tanah sudah masuk level waspada yaitu $2^0$ dan meminta untuk cek kondisi lapangan	✓		

4	Penyampaian informasi kepada <i>stakeholder</i> lapangan dari sensor soil moisturizer jika kelembaban tanah telah masuk ke level waspada dan meminta untuk cek kondisi lapangan	✓		
5	Penyampaian informasi kepada <i>stakeholder</i> lapangan dari sensor extensio jika terjadi retakan tanah sebesar 6 cm- 10 cm masuk level siaga dan meminta untuk cek kondisi lapangan	✓		
6	Penyampaian informasi kepada <i>stakeholder</i> lapangan dari sensor tiltmeter jika kemiringan tanah sudah masuk level siaga yaitu $5^{\circ}$ dan meminta untuk cek kondisi lapangan	✓		
7	Penyampaian informasi kepada <i>stakeholder</i> lapangan dari sensor soil moisturizer jika kelembaban tanah telah masuk ke level siaga dan meminta untuk cek kondisi lapangan	✓		
8	Penyampaian informasi kepada <i>stakeholder</i> lapangan dari sensor extensio jika	✓		

	terjadi retakan tanah sebesar 11 cm- 20 cm masuk level awas dan meminta untuk cek kondisi lapangan			
9	Penyampaian informasi kepada <i>stakeholder</i> lapangan dari sensor tiltmeter jika kemiringan tanah sudah masuk level awas yaitu 15 <sup>0</sup> dan meminta untuk cek kondisi lapangan	✓		
10	Penyampaian informasi kepada <i>stakeholder</i> lapangan dari sensor soil moisturizer jika kelembaban tanah telah masuk ke level awas dan meminta untuk cek kondisi lapangan	✓		
11	Form Approval, dibuat oleh operator untuk melaporkan kejadian kepada atasan		✓	Mobilitas saat keadaan darurat terjadi sangat tinggi, tidak sesuai dengan hal tersebut
12	Approval koordinasi untuk melakukan tindakan berikutnya yang dilakukan oleh atasan		✓	Mobilitas saat keadaan darurat terjadi sangat tinggi, tidak sesuai dengan hal tersebut

13	Notifikasi kepada atasan apabila terdapat <i>case</i> yang harus diberikan tanggapan		✓	Lebih cepat menggunakan panggilan telepon secara langsung
14	Notifikasi kepada operator bahwa <i>case</i> telah ditanggapi oleh atasan		✓	Lebih cepat menggunakan panggilan telepon secara langsung

### 5.5 Manajemen Resiko Implementasi Rekomendasi Fitur

Rekomendasi perbaikan sistem informasi bencana alam telah divalidasi oleh pakar bencana BPBD DIY. Sesuai dengan model yang telah dibuat, sebelumnya peneliti telah membuat sebuah manajemen resiko untuk penerapan di BPBD DIY. Penanganan bencana alam terjadi sangat cepat, tidak terprediksi dan fleksibel. Karena hal tersebut teknologi yang digunakan juga harus menyesuaikan dengan pekerjaan *stakeholder* yang bertugas. Pemilihan teknologi Whatsapp API sebagai *supporting* komunikasi antar *stakeholder* memiliki nilai utilitas kelebihan dan kekurangan. Jika dilihat dari sisi operator, laporan dan informasi akan lebih cepat tersampaikan. Sedangkan manajemen resiko yang dibuat dapat menjadi *future research*, terutama pada penambahan fungsi pada formulir *Approval*. Tabel 10 merupakan detail pembahasan mengenai manajemen resiko jika fitur rekomendasi tersebut diterapkan.

Tabel 4 Manajemen Resiko

No	Fitur	Kelebihan	Kekurangan	Manajemen Resiko
1.	Monitoring sensor menggunakan Whatsapp API	Informasi lebih mudah diakses dan cepat tersampaikan	<i>Stakeholder</i> yang tidak siaga sehingga menimbulkan <i>delay</i> informasi	Melatih <i>stakeholder</i> lapangan agar mengerti alarm dan fenomena alam jika akan terjadi longsor
2.	Formulir <i>Approval</i> yang dibuat oleh operator	Kejadian saat keadaan darurat terjadi tercatat dengan baik, sehingga dapat dijadikan sebagai catatan apabila terjadi kasus yang sama. Maka keputusan tersebut dapat dijadikan sebagai <i>machine learning</i>	Operator harus meluangkan waktu untuk mengisi formulir tersebut, sehingga memerlukan waktu.	Penambahan fungsi GET pada formulir <i>Approval</i> untuk mendapatkan data <i>real time</i> sensor. Sehingga operator dapat menambahkan deskripsi kejadiannya setelah keadaan darurat terjadi.
3.	<i>List Approval</i> untuk atasan	Atasan dapat memantau kinerja bawahannya melalui laproran tersebut	Atasan tidak siaga sehingga membuat <i>delay</i> informasi	Membuat fitur Whatsapp API sehingga notifikasi langsung dapat disampaikan

# BAB VI

## Kesimpulan dan Saran

### 6.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini didapat kesimpulan bahwa telah berhasil dimodelkan tanggap bencana tanah longsor berdasarkan peringatan dini menggunakan CMMN. Terdapat 2 model CMMN yang telah dibuat oleh penulis, pertama model CMMN gambaran umum tanggap bencana tanah longsor yang sudah berjalan di BPBD DIY. SOP tanggap bencana ini berjalan beriringan dengan sistem informasi manajemen bencana. Jadi bisa dipastikan SOP tersebut juga digunakan untuk *role* dalam sistem informasi. Kemudian, yang kedua adalah rekomendasi model CMMN untuk perbaikan sistem informasi yang sudah ada. Adapun langkah-langkah untuk mendapatkan model tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sistem analisis menggunakan pemodelan BPMN untuk lebih memahami alur proses bisnis sistem informasi manajemen bencana yang sudah berjalan. Alur proses bisnis sistem informasi manajemen bencana ini diperoleh dari hasil wawancara dan observasi lapangan.
2. Kemudian setelah itu sistem analisis dapat melengkapi modelnya dengan CMMN. Semua model hasil analisis tersebut dapat dijadikan acuan sebagai rekomendasi perbaikan sistem informasi manajemen bencana longsor milik BPBD DIY.
3. Namun tidak hanya model CMMN dan BPMN yang menjadi acuan, untuk dapat dimengerti oleh programmer seorang sistem analisis harus menerjemahkannya ke dalam model lain. Dalam hal ini diterjemahkan ke dalam sebuah Use Case.
4. Setelah itu, sistem analisis membuat visualisasi UI rekomendasi perbaikan sistem informasi manajemen bencana longsor menggunakan Mock Up. Visualisasi ini dibuat untuk memudahkan dalam melakukan pengujian dan validasi kepada pakar bencana alam. Setelah dilakukan pengujian dan mendapatkan konfirmasi dari pakar bencana, didapatkan

hasil model sistem informasi manajemen bencana longsor dan SOP BPBD DIY adalah valid.

5. Kemudian untuk model rekomendasi perbaikan sistem informasi manajemen bencana longsor, pada bagian rekomendasi penggunaan whatsapp API untuk memudahkan koordinasi dengan *stakeholder* lapangan mendapat *approve*. Sedangkan untuk bagian *approval* untuk laporan kepada atasan mendapat *reject*.

Dari hasil pemodelan dan pengujian tersebut diharapkan dapat berkontribusi untuk pengembangan sistem informasi manajemen bencana di BPBD DIY dan dapat membantu dalam pengambilan keputusan ketika keadaan darurat terjadi.

## 6.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian ini adalah pengembangan teknologi *networking* sensor supaya jaringan pada sensor dapat bertahan walaupun cuaca buruk dan bagaimana caranya agar biaya yang dikeluarkan lebih sedikit. Kemudian, diadakannya penelitian lebih lanjut mengenai akurasi parameter sensor supaya parameter yang dihasilkan sensor lebih akurat.

## Daftar Pustaka

- Artha, O. O., Rahmadya, B., & Putri, R. E. (2018). Sistem Peringatan Dini Bencana Longsor Menggunakan Sensor Accelerometer dan Sensor Kelembabapan Tanah Berbasis Android. *Journal of Information Technology and Computer Engineering*, 2(02), 64–70. <https://doi.org/10.25077/jitce.2.02.64-70.2018>
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2017). Buku Saku Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana. *Badan Nasional Penanggulangan Bencana*, 62. [https://siaga.bnpb.go.id/hkb/po-content/uploads/documents/Buku\\_Saku-10Jan18\\_FA.pdf](https://siaga.bnpb.go.id/hkb/po-content/uploads/documents/Buku_Saku-10Jan18_FA.pdf)
- BNPB. (2012). PERKA BNPB No.1/2012 - pedoman umum desa kelurahan tangguh bencana. *עלון*, 66, 1–47. <https://www.bnpb.go.id/uploads/24/peraturan-kepala/2012/perka-1-tahun-2012-tentang-pedoman-umum-desa-dan-kelurahan-tangguh-bencana.pdf>
- Breitenmoser, R., & Keller, T. (2015). Case Management Model and Notation - A Showcase. *European Scientific Journal*, 11(25), 332–347.
- Carvalho, R., Boubaker, A., Gonzalez-, J., Mili, H., & Ringuette, S. (2016). *ON THE ANALYSIS OF CMMN ON THE ANALYSIS OF CMMN EXPRESSIVENESS: REVISITING WORKFLOW PATTERNS D' epartement d' informatique UQAM Montr' eal , Qc , Canada eal , Qc , Canada Xerox Innovation Group Xerox Research Center Webster Mailstop 128-29E*.
- Fadli, M. R. (2021). Memahami desain metode penelitian kualitatif. *Humanika*, 21(1), 33–54. <https://doi.org/10.21831/hum.v21i1.38075>
- Grudzińska-Kuna, A. (2013). *grudzi ka \_supporting\_ ISIM\_2\_1\_2013.pdf*.
- Herzberg, N., Kirchner, K., & Weske, M. (2015). Modeling and monitoring variability in hospital treatments: A scenario using CMMN. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 202, 3–15. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-15895-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-15895-2_1)

- Kirchner, K., Herzberg, N., Rogge-Solti, A., & Weske, M. (2013). Embedding conformance checking in a process intelligence system in hospital environments. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 7738 LNAI, 126–139. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-36438-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-642-36438-9_9)
- Liao, Z., Hong, Y., Wang, J., Fukuoka, H., Sassa, K., Karnawati, D., & Fathani, F. (2010). Prototyping an experimental early warning system for rainfall-induced landslides in Indonesia using satellite remote sensing and geospatial datasets. *Landslides*, 7(3), 317–324. <https://doi.org/10.1007/s10346-010-0219-7>
- Marin, M. A. (2016). *Introduction to the Case Management Model and Notation (CMMN)*. 1–23. <http://arxiv.org/abs/1608.05011>
- Marrella, A., Mecella, M., Russo, A., Steinau, S., Andrews, K., & Reichert, M. (2015). A survey on handling data in business process models. *23rd Italian Symposium on Advanced Database Systems, SEBD 2015*, 304–311.
- Rose, J., & Johnson, C. W. (2020). Contextualizing reliability and validity in qualitative research: toward more rigorous and trustworthy qualitative social science in leisure research. *Journal of Leisure Research*, 51(4), 432–451. <https://doi.org/10.1080/00222216.2020.1722042>
- Shahrah, A. Y., & Al-Mashari, M. A. (2017). Modelling emergency response process using case management model and notation. *IET Software*, 11(6), 301–308. <https://doi.org/10.1049/iet-sen.2016.0209>
- Susilo, A. (2011). Dengan Penerapan Sensor Kelembaban Dan Getaran. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12, 283–289.
- Syambudi, I. (n.d.). *Banjir dan Tanah Longsor di Bantul, 2 Orang Tewas, 4.000 Mengungsi*. Retrieved May 18, 2022, from <https://tirto.id/banjir-dan-tanah-longsor-di-bantul-2-orang-tewas-4000-mengungsi-djKe>
- Y., A., & A., M. (2017). Adaptive Case Management Framework to Develop Case-

based Emergency Response System. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(4), 57–66.

<https://doi.org/10.14569/ijacsa.2017.080408>



## Lampiran

### Form Validasi

Dengan form validasi ini saya sebagai validator:

Nama : Sri Wahyuno

Jabatan : Supervisor Pusdalop PB BPBD DIY

Menyatakan bahwa penelitian yang dilakukan oleh peneliti dibawah ini:

Nama : Sarah Ayu Safitri Ekamas

NIM : 18917129

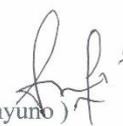
Telah melakukan validasi model Tanggap Bencana Tanah Longsor dengan media Mock Up atau desain UI. Adapun topik yang dipresentasikan adalah sebagai berikut:

1. Mock Up DIMS
2. Mock Up Sistem Informasi Monitoring Sensor EWS
3. Mock Up Rekomendasi perbaikan sistem informasi monitoring sensor dan DIMS

Menurut presentasi yang disampaikan peneliti kami sebagai validator menyatakan model Tanggap Bencana Tanah Longsor valid. Demikian yang dapat kami sampaikan, semoga model Tanggap Bencana Tanah Longsor ini dapat di implementasikan menjadi sebuah aplikasi yang bermanfaat bagi BPBD DIY.

Yogyakarta, 5 April 2022

Validator

  
( Sri Wahyuno )