



**Model Alur Kerja
Penanganan Bukti Digital Untuk Data Multimedia**

Dirman
19917002

*Tesis diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Magister Komputer
Konsentrasi Forensika Digital
Program Studi Informatika Program Magister
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
2021*

Lembar Pengesahan Pembimbing

Model Alur Kerja Penanganan Bukti Digital Untuk Data Multimedia

Dirman

19917002



Pembimbing I

Dr. Yudi Prayudi, S.Si., M.Kom

Pembimbing II

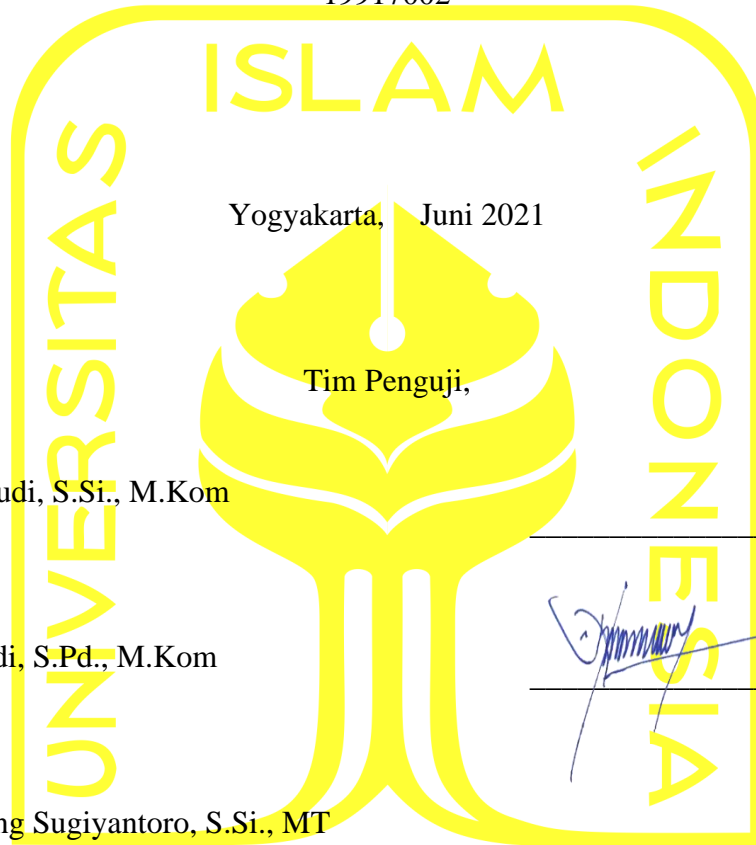
Erika Ramadhani, S.T.,M.Eng

Lembar Pengesahan Penguji

Model Alur Kerja Penanganan Bukti Digital Untuk Data Multimedia

Dirman

19917002



Dr. Yudi Prayudi, S.Si., M.Kom
Ketua

Dr. Imam Riadi, S.Pd., M.Kom
Anggota I

Dr. Ir. Bambang Sugiyantoro, S.Si., MT
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika Program Magister

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



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

Abstrak

Model Alur Kerja Penanganan Bukti Digital Untuk Data Multimedia

Kejahatan multimedia melalui *platform* dan transmisi digital merupakan kondisi yang sangat serius dan merugikan. Dewasa ini, kasus digital multimedia tidak sedikit menjadi perhatian, terutama dalam penanganan bukti multimedia yang dapat digunakan sebagai instrumen penentu kebenaran ilmiah di pengadilan. Selain itu juga, barang bukti digital multimedia sangat mudah dilakukan modifikasi dengan menggunakan aplikasi yang bisa digunakan secara bebas, sehingga keaslian data digital bisa saja rusak atau hilang. Tantangan yang dihadapi investigator dalam penanganan bukti digital multimedia adalah tuntutan variabel keabsahan proses penyidikan, penanganan, dokumentasi hingga pelaporan. Layaknya prosedur penanganan pada umumnya, investigasi kasus digital multimedia membutuhkan alur kerja sehingga tahapan investigasi bisa terkontrol dengan baik. Penelitian ini mengkaji framework, Standar operasional prosedur dan alur kerja penanganan bukti digital. Hasil pemetaan dan kajian digunakan untuk membangun model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia, menggunakan metode *design thinking* dengan pendekatan *Business Process Model and Notation* (BPMN) yang memanfaatkan tools Bizagi Modeler dengan *output* akhir adalah 45 alur kerja forensik multimedia. Pengujian hasil dengan memvalidasi 50 kali elemen BPMN alur kerja dan pengujian alur kerja oleh 4 ahli forensik dari lembaga yang berbeda dengan nilai 70.75.

Kata kunci

Alur Kerja, Forensik Multimedia, *Design Thinking*, BPMN, Bukti Multimedia

Abstract

Workflow Model

Digital Evidence Handling For Multimedia Data

Multimedia crime through digital platforms and transmission is a severe and detrimental condition. Nowadays, digital multimedia cases have received much attention, especially in handling multimedia evidence that can be used as an instrument to determine scientific truth in court. In addition, multimedia digital evidence is straightforward to modify using applications that can be used freely so that the authenticity of digital data can be damaged or lost. The challenge faced by investigators in handling multimedia digital evidence is the variable demands for the investigation's validity, handling, documentation, and reporting processes. Like handling procedures in general, digital multimedia case investigations require a workflow so that the investigation stages can be well controlled. This study examines the framework, standard operating procedures, and workflows for handling digital evidence. The results of the mapping and study are used to build a workflow model for handling digital evidence for multimedia data, using the design thinking method with a Business Process Model and Notation (BPMN) approach that utilizes the Bizagi Modeler tools with the final output of 45 multimedia forensic workflows. Testing the results by validating 50 times the BPMN workflow elements and testing the workflow by 4 forensic experts from different institutions with a scale value of 70,75.

Keywords

Workflow, Multimedia Forensics, Design Thinking, BPMN, Multimedia Evidence

Pernyataan Keaslian Tulisan

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini merupakan tulisan asli dari penulis, dan tidak berisi material yang telah 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 analisis statistik, desain survei, analisis data, prosedur teknis yang bersifat signifikan, dan segala bentuk aktivitas penelitian yang dipergunakan atau dilaporkan dalam tesis ini telah secara eksplisit disebutkan dalam tesis ini.

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

Yogyakarta, Juni 2021



Dirman, S.Kom

Daftar Publikasi

Publikasi yang menjadi bagian dari tesis.

Publikasi berikut menjadi bagian dalam penulisan tesis ini.

Dirman, Prayudi, Ramadhani, (2021), Model Alur Kerja Penanganan Bukti Digital Untuk Data Multimedia.

Kontributor	Jenis Kontribusi
Dirman	Mendesain eksperimen (70%) Menulis <i>paper</i> (100%)
Yudi Prayudi	Mendesain eksperimen (30%) Mereview artikel
Erika Ramadhani	Mendesain eksperimen (30%) Mereview artikel

Halaman Kontribusi

Penelitian Model Alur Kerja Penanganan Bukti Digital Untuk Data Multimedia ini tidak terlepas dari dukungan saran, petunjuk serta bimbingan dari Dr. Yudi Prayudi, S.Si., M.Kom dan Erika Ramadhani, S.T., M.Eng. Sejak awal mengawali pra penelitian, seminar proposal, seminar progres sampai seminar pendadaran yang berlangsung berbulan-bulan dengan berbagai tantangan yang selalu mewarnai proses penyelesaian penelitian.

Halaman Persembahan

Bismillahirrahmanirrahim.

Dengan mengucapkan puji serta syukur kehadirat Allah SWT. Alhamdulillah tugas akhir Magister (S2) ini telah sampai pada tahap ini. Karya penelitian ini spesial saya persembahkan untuk orang-orang yang selama ini tulus memberikan dukungan moril maupun materi, serta pihak-pihak yang mampu bersabar menyaksikan dan menjadi bagian akhir dari suatu kisah studi magister di Yogyakarta. Terima kasih yang telah turut khusyuk berdoa mengiringi musafir intelektual ini. Secara khusus kepada:

1. Ayah dan Ibu saya, yang telah berniat, berusaha berupa pengorbanan materil dan berdoa dalam proses menjalani studi magister saya hingga akhir. Terima kasih juga kepada kakak dan adik-adik saya yang terus mensupport perjuangan studi magister saya.
2. Keluarga dari pihak Ayah dan pihak Ibu saya yang senantiasa memberikan harapan yang besar selama proses perjalanan pendidikan di kota Yogyakarta.
3. Dr. Yudi Prayudi,S.Si.,M.Kom dan Erika Ramadhani,S.T.,M.Eng yang tanpa henti memberikan bimbingan dan mengingatkan penyelesaian studi magister.
4. Teman-teman seperjuangan magister informatika UII angkatan 19.

Kata Pengantar

Assalamualaikum Wr Wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang tidak mengenal akhir mencurahkan hidayah dan taufiqnya kepada seluruh ciptaan. Tidak lupa pula shalawat serta salam di haturkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah berjuang kehadiran keluar umat dari penjara jahiliah dan menerangi peradaban pengetahuan dengan nafas Islam. Tesis ini disusun sebagai syarat untuk meraih gelar Magister Informatika di Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta konsentrasi Forensika Digital (FD) pada Fakultas Teknologi Industri. Study dan tugas penelitian tidak sampai pada tahap ini tanpa pemberian kesempatan dan keterlibatan pihak lain. Untuk ucapan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D, sebagai rektor Universitas Islam Indonesia (UII) yang memberikan ruang dan waktu kepada penulis untuk menempuh pendidikan di UII.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T sebagai Dekan Fakultas Teknologi Industri (FTI) Universitas Islam Indonesia (UII) yang memberikan dukungan kebutuhan fasilitas proses awal hingga penyelesaian studi magister.
3. Ibu Izzati Muhimmah, S.T., M.Sc., Ph.D, Sebagai Ketua Program Studi Informatika Program Magister Fakultas Teknologi Industri UII yang senantiasa mengarahkan mahasiswa memperhatikan segala aktivitas perkuliahan dan menyelesaikan tesis.
4. Bapak Dr. Yudi Prayudi, S.Si., M.Kom dan Ibu Erika Ramadhani, S.T., M.Eng sebagai dosen pembimbing yang berkontribusi banyak dalam bentuk pemikiran, saran dan motivasi proses penelitian dari pra penelitian hingga akhir.
5. Civitas Fakultas Teknologi Industri dan Magister Informatika UII yang berkontribusi langsung dan tidak langsung dalam studi magister serta penyelesaian penelitian ini.
6. Ayah, Ibu, Kakak dan Adik yang senantiasa mencurahkan kasih sayang setiap saat. Seluruh keluarga, kerabat yang memberikan dukungan berupa doa yang baik.
7. Mahasiswa MI secara umum dan mahasiswa konsentrasi Forensika Digital secara khusus yang sama-sama berjuang dan memberi energi positif secara langsung maupun tidak langsung.

Daftar Isi

Lembar Pengesahan Pembimbing	i
Lembar Pengesahan Penguji.....	ii
Abstrak	iii
<i>Abstract</i>	iv
Pernyataan Keaslian Tulisan	v
Daftar Publikasi	vi
Halaman Kontribusi.....	vii
Halaman Persembahan	viii
Kata Pengantar.....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Glosarium	xv
BAB 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Metode Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 Tinjauan Pustaka	8
2.1 Literatur <i>Review</i>	8
2.2 Alur Kerja dan <i>Framework</i>	13
2.3 Digital Forensik	13

2.3	Multimedia Forensik.....	15
2.4	Alur Kerja Investigasi Digital.....	16
2.5	Asas Investigasi Digital	17
2.6	<i>Business Process Model and Notation (BPMN)</i>	17
2.7	Elemen BPMN.....	19
2.8	<i>Design Thinking</i>	20
2.8.1	<i>Empathize</i>	21
2.8.2	<i>Define</i>	21
2.8.3	<i>Ideate</i>	22
2.8.4	<i>Prototype</i>	22
2.8.5	<i>Test</i>	22
BAB 3 Metodologi Penelitian		23
3.1	Identifikasi Masalah.....	23
3.2	Literatur <i>Review</i>	23
3.3	<i>Design Thinking</i>	24
3.3.1	<i>Empathize</i> Dalam Proses Penelitian	25
3.3.2	<i>Define</i> Dalam Proses Penelitian	27
3.3.3	<i>Ideate</i> Dalam Proses Penelitian	27
3.3.4	<i>Prototype</i> Dalam Proses Penelitian	27
3.3.5	<i>Test</i> Dalam Proses Penelitian	28
BAB 4 Hasil dan Pembahasan.....		29
4.1	<i>Empathize</i>	29
4.1.1	Identifikasi	31
4.1.2	Wawancara	39
4.2	<i>Define</i>	41
4.2.1	Ulasan Empati Dari User.....	41
4.2.2	Bagaimana Penanganan Bukti Digital.....	42

4.3	<i>Ideate</i>	43
4.4	<i>Prototype</i>	45
4.4.1	Pembuatan Model Alur Kerja.....	48
4.4.2	Pembuatan Aktor Dalam Model Alur Kerja.....	49
4.4.2	Analisa Hasil Alur Kerja	49
4.5	<i>Test</i>	55
4.5.1	Validasi dan Pengujian Elemen.....	57
4.5.2	Pengujian Alur Kerja Pada Ahli Forensik	61
BAB 5 Kesimpulan.....		65
Daftar Pustaka		66

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Literatur <i>Review</i>	10
Tabel 2.2 Bukti Digital Multimedia	15
Tabel 3.1 Template Identifikasi Model Alur Kerja Penanganan Bukti Digital.....	26
Tabel 3.2 Template Identifikasi Penanganan Bukti Digital Multimedia.....	26
Tabel 3.3 Template Identifikasi Sumber Daya Manusia, Aktor dan Personil.....	26
Tabel 3.4 Template Wawancara Problem Alur Kerja Forensik Multimedia.....	27
Tabel 4.1 Identifikasi Model Alur Kerja Penanganan Bukti Digital.....	31
Tabel 4.2 Bahan Identifikasi Penanganan Bukti Digital Multimedia.....	34
Tabel 4.3 Hasil Identifikasi Multimedia Forensik.....	36
Tabel 4.4 Identifikasi Sumber Daya Manusia, Aktor atau Personil	38
Tabel 4.5 Hasil Pemetaan Wawancara Model Alur Kerja.....	40
Tabel 4.6 Pendefinisian Masalah Kebutuhan	41
Tabel 4.7 Penjelasan Alur Kerja.....	53
Tabel 4.8 Analisis Kesesuaian Model Alur dan Masalah Penelitian.....	56
Tabel 4.9 Analisis Literatur Review dan Hasil Alur Kerja	57
Tabel 4.10 Pengujian Elemen Alur Kerja Aktor dan <i>Evidence</i>	58
Tabel 4.11 Data Tanggapan Ahli Forensik.....	61
Tabel 4.12 Tabel Penentuan Nilai	62
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Model Alur Kerja	62

Daftar Gambar

Gambar 1.1 Insiden siber Indonesia 2015-2021.....	2
Gambar 1.2 Tren kejahatan siber.....	2
Gambar 1.3 Grafik pengguna sosial media.	4
Gambar 1.4 Langkah penelitian.....	6
Gambar 2.1 Elemen <i>Business Process Model and Notation</i> (Subektiningsih, 2017).....	19
Gambar 2.2 Penggunaan elemen BPMN (Subektiningsih, 2017).	20
Gambar 2.3 <i>Design thinking</i>	21
Gambar 3.1 Langkah penelitian.....	23
Gambar 3.2 Alur proses hubungan <i>design thinking</i> dengan model perancangan.....	25
Gambar 4.1 Siklus pengambilan gambar digital (Piva, 2013).....	29
Gambar 4.2 Asumsi dasar model bisnis forensik digital (Prayudi et al., 2015).	42
Gambar 4.3 Brainstorming kebutuhan alur kerja forensik multimedia.	44
Gambar 4.4 <i>Now Wow How Matrix</i> penentuan ide.	45
Gambar 4.5 Model alur kerja penanganan bukti digital.	46
Gambar 4.6 Asumsi langkah umum multimedia forensik.....	47
Gambar 4.7 Tampilan jendela Bizagi Modeler.	48
Gambar 4.8 Pola singkat model alur kerja.	49
Gambar 4.9 Aktor alur kerja.....	50
Gambar 4.10 Model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia.	52
Gambar 4.10 Nilai pengujian elemen model alur kerja.....	60

Glosarium

UII	- Universitas Islam Indonesia
CCTV	- <i>Closed-circuit Television</i>
SOP	- Standar Operasional Prosedur
BPMN	- <i>Business Process Model and Notation</i>
DFMIP	- <i>Digital Forensics Model on Investigation Process</i>
FD	- Forensika Digital
DFWM	- <i>Digital Forensics Workflow Mode</i>
COC	- <i>Chain Of Custody</i>
DAG	- <i>Directional Acyclic Graph</i>
NIST	- <i>National Institute of Standards and Technology</i>
XML	- <i>Extensible Markup Language</i>
ADFM	- <i>Abstract Digital Forensics Model</i>
DFRWS	- <i>Digital Forensics Research Workshop</i>
ACPO	- <i>Association Of Chief Officer</i>
POLRI	- Polisi Republik Indonesia
NIJ	- National Institute of Justice
DEFR	- <i>Digital Evidence First Responder</i>
DES	- <i>Digital Evidence Specialist</i>

BAB 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin masif yang diikuti dengan beragamnya kejahatan dalam dunia digital mengharuskan pengguna lebih berhati-hati dalam berinteraksi menggunakan *platform digital* (Baryamureeba & Tushabe, 2004). Pada aspek penanganan barang bukti digital dan perkembangan teknologi, setiap negara diperhadapkan dengan banyak tantangan mengungkap bukti digital untuk data multimedia yang prosedural dan ilmiah. Poin penting dalam penanganan data multimedia masih memberikan corak yang berbeda dibandingkan dengan bukti digital lain (Caldelli et al., 2010). Tantangan lain yang bisa dijadikan pijakan kasus kejahatan digital adalah lintas negara, setiap negara memiliki sistem yurisdiksi yang berbeda maka tentu berbeda pula prosedur penanganan kasus kejahatan yang melibatkan barang bukti digital (Putriyanti, 2009).

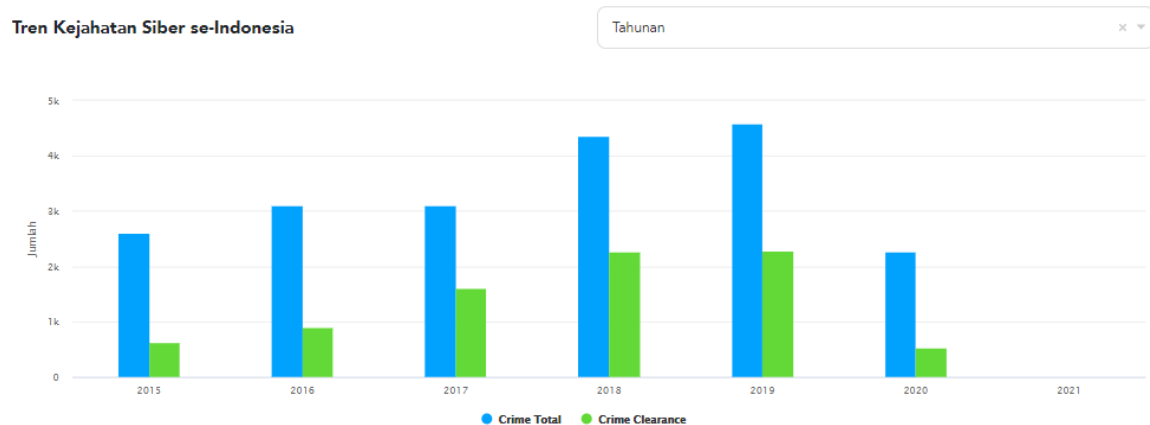
Pada tahun 2016 di Indonesia dikagetkan dengan kasus kopi sianida (Wongso et al., n.d. 2017). Kasus tersebut saat itu memiliki barang bukti berupa data digital, yakni data video yang berasal dari CCTV di tempat kejadian. Namun, saat itu ilmu forensika digital baru saja berkembang di Indonesia, sehingga proses persidangan dan proses investigasi barang bukti digital tergolong rumit dalam prosesnya. Hal ini disebabkan karena pihak persidangan belum siap untuk menerima barang bukti digital digunakan sebagai barang bukti. Kondisi saat itu belum ada sosialisasi secara penuh terhadap ahli hukum dan persidangan bagaimana memperlakukan barang bukti digital. Akibatnya, kebenaran dari barang bukti dipertanyakan. Sehingga semakin memperlambat dalam memutuskan siapa pelaku kejahatan.

Jika meninjau sajian data kasus yang terjadi. Data Patroli Siber (*Patroli Siber*, 2020) sepanjang Januari 2015 hingga Februari 2021 masih menunjukkan angka kasus yang besar, jumlah penipuan digital 8.541 kasus, pencurian data 386 kasus, pemerasan 244 kasus yang tidak dapat terhindarkan dari kemungkinan adanya masalah digital multimedia. Angka-angka ini menunjukkan bahwa dunia digital, elektronik masih sangat rentan terhadap masalah kejahatan yang dapat menimbulkan kerugian, perselisihan pada masyarakat. Potensi dapat terjadi mulai dari tingkat orang tua, generasi muda, bahkan anak yang masih usia dini. Gambar 1.1 di bawah merupakan data permasalahan yang berkaitan dengan siber di Indonesia.



Gambar 1.1 Insiden siber Indonesia.

Sementara itu, presentasi tingkat tren kasus crime di Indonesia masih sangat memprihatinkan. Tentu dunia digital saat ini wajib mendapatkan perhatian lebih. Sebab, tidak hanya meresahkan tetapi dapat menimbulkan kerugian. Gambar 1.2 adalah informasi data tren kejahatan siber se-Indonesia.



**data ini diperoleh berdasarkan jumlah Laporan Polisi yang masuk dan jumlah kasus selesai yang dilaporkan oleh Subagbinops Ditreskrimsus seluruh Polda*

Gambar 1.2 Tren kejahatan siber.

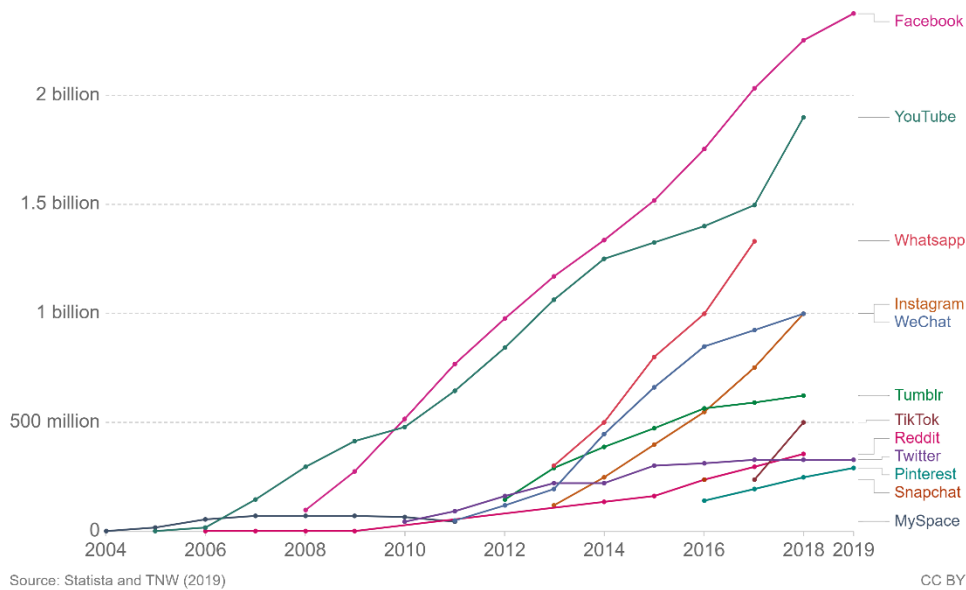
Dari data Gambar 1.1 dan Gambar 1.2. Permasalahan lain yang dihadapi pada penanganan bukti digital adalah bukti digital sangat rentan dimanfaatkan untuk tindakan-tindakan kejahatan, dilakukan modifikasi, sehingga keaslian data bisa saja hilang seiring dengan proses investigasi yang salah terhadap penanganan data digital. Secara umum, kendala inilah yang menyebabkan proses penanganan bukti digital menjadi lebih sulit untuk dilakukan. Untuk itu, pedoman dalam proses digital forensik dan siklus investigasi merupakan hal dasar dan penting (Sunde & Marie, 2017).

Menyadari banyaknya kejahatan digital yang terjadi, banyak merugikan orang lain, instansi dan negara, dipandang penting sebuah alur kerja dalam mengungkap kejahatan. Untuk menunjang keberhasilan proses digital forensik dibutuhkan alur kerja untuk memperoleh keselarasan hasil (Kohn & Eloff, 2015). Penanganan barang bukti digital yang benar adalah sangat krusial. Penelitian yang dilakukan oleh (Braid, 2001) menyebutkan bahwa barang bukti digital yang bisa digunakan pada ranah persidangan harus memiliki dasar yang jelas. Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh (Bradley, 2007) menyatakan ada dua aspek yang menentukan: aspek legal dan aspek teknis. Sehingga awal penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana model alur kerja penanganan bukti digital yang sesuai dengan kaidah digital forensik.

Ada beberapa peneliti yang dilakukan, telah merumuskan penanganan barang bukti digital dengan metode-metode yang berbeda. Penelitian yang dilakukan (Na, 2019) menganalisis karakteristik bukti digital dari media sosial, merumuskan *framework* baru dengan yang berpijak pada *pre-proses, collection, analysis*, dan terakhir *report*. Penelitian selanjutnya dilakukan (Subektiningsih, 2017) melakukan perumusan penanganan dengan *sub-model collaboration* menghasilkan sebuah *framework* yang bisa memetakan beberapa kantor, memisahkan bidang-bidang tertentu dalam penanganan bukti digital. Penelitian yang pernah dilakukan (Lizarti et al., 2017) mengembangkan *framework* dari kolaborasi forensics *image processing framework, video evidence analysis framework, audio forensics analysis*, dan *dokumen minimum requirement for digital multimedia investigation*. Dari beberapa penelitian ini belum menjelaskan bagaimana alur kerja, aktor siapa saja yang terlibat sesuai kedudukannya pada setiap tahapannya. Fokus kajian ini adalah pada model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia. Pemilihan data multimedia karena saat ini data multimedia tersebar di berbagai platform. Selain itu, data multimedia sangat mudah dibuat menggunakan aplikasi yang bisa digunakan secara bebas, yang mana orang yang menghasilkan data multimedia tersebut tidak harus memiliki kemampuan yang mumpuni dalam menggunakan aplikasi tersebut. Ini juga berkaitan dengan banyaknya *platform* sosial media yang berkembang saat ini, seperti facebook, telegram, tiktok, instagram, whatsapp, dan sebagainya. Berikut data pengguna *platform* digital dan sosial media yang dikemukakan oleh (Esteban Ortiz-Ospina, 2019) yang bisa digunakan masyarakat dunia dan berpotensi digunakan untuk jalur transfer penyebaran data multimedia dengan tujuan yang baik maupun yang tidak baik.

Number of people using social media platforms, 2004 to 2019

Estimates correspond to monthly active users (MAUs). Facebook, for example, measures MAUs as users that have logged in during the past 30 days. See source for more details.



Gambar 1.3 Grafik pengguna sosial media

Dalam mengungkap kebenaran terhadap tindak kejahatan digital, tidak bisa memutuskan secara langsung bahwa data multimedia tersebut masih dalam keadaan asli atau sudah dilakukan modifikasi. Berdasarkan kondisi, data multimedia memiliki kerentanan yang tinggi terhadap modifikasi data. Sehingga pada saat melakukan penanganan data digital untuk data multimedia bisa saja berubah keasliannya hanya karena proses penanganan barang bukti digital yang salah. Untuk memudahkan penanganan kejahatan pada ranah data multimedia, diperlukan model alur kerja untuk menunjang keberhasilan forensik multimedia.

Metode yang digunakan untuk menentukan data alur kerja, dibuat berdasarkan pada metode *design thinking* dan menggunakan pendekatan *Business Process Model and Notation* (BPMN). Berdasarkan masalah yang ada, terkait penanganan barang bukti digital data multimedia, maka penyelesaian awal perlu pemetaan dan kajian, analisis model. Penggunaan metode *design thinking* untuk mencari kebutuhan penelitiannya. Kemudian menggunakan pendekatan BPMN untuk mencari model bisnis prosesnya. BPMN menyediakan cara untuk mengkomunikasikan proses bisnis untuk personel manajemen, analisis bisnis dan pengembang, sehingga mudah untuk mendefinisikan dan menganalisis proses bisnis umum dan khusus (Subektiningsih, 2017). Diagram BPMN disusun dari sekelompok kecil elemen inti, sehingga memudahkan pengamat teknis dan non-teknis untuk memahami proses yang terlibat. Model dan Notasi Proses Bisnis tidak dimaksudkan untuk membangun model data,

tetapi untuk menunjukkan aliran pesan, data, dan asosiasi artefak data aktivitas. Penelitian ini mendesain model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia. Memetakan hubungan aktor dan bukti digital multimedia. Metode yang digunakan untuk membangun alur kerja, dibuat berdasarkan pada metode design thinking yang digunakan untuk mendapatkan data awal penelitian, kebutuhan sistem, perasaan yang dialami aktor atau ahli forensik dan menggunakan pendekatan *Business Process Model and Notation* (BPMN) untuk membuat alur kerja, mendapatkan hubungan aktor dan bukti digital multimedia. Perbedaan mendasar dari literatur yang digunakan adalah terdapat pada metode. penelitian menggunakan metode *design thinking* untuk mendapatkan masalah yang bisa mengakomodir apa yang sedang dialami ahli forensik dan kondisi data forensik terkini. penggunaan metode *design thinking* dikolaborasikan dengan BPMN melalui tools pendukung Bizagi Modeler. alur kerja yang dihasilkan memisahkan proses tiga data bukti multimedia audio, video dan gambar.

1.2 Rumusan Masalah

Ketiadaan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia menyebabkan kurangnya langkah taktis forensik data multimedia dalam bentuk model alur kerja. Untuk mewujudkan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia maka hal yang akan dikerjakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana mendesain sebuah model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia.
- b. Bagaimana hubungan aktor, bukti dan proses model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia dengan metode *design thinking*.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini adalah mewujudkan ketersediaan alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk menganalisis dan mendesain model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia.
- b. Untuk evaluasi model alur kerja yang telah didesain dalam penanganan bukti digital untuk data multimedia.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Penelitian ini dilakukan untuk mendesain model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia.
- b. Penelitian ini hanya melingkupi pemetaan aktor, bukti dan proses model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia.
- c. Penelitian ini hanya melingkupi penanganan bukti digital untuk data multimedia.

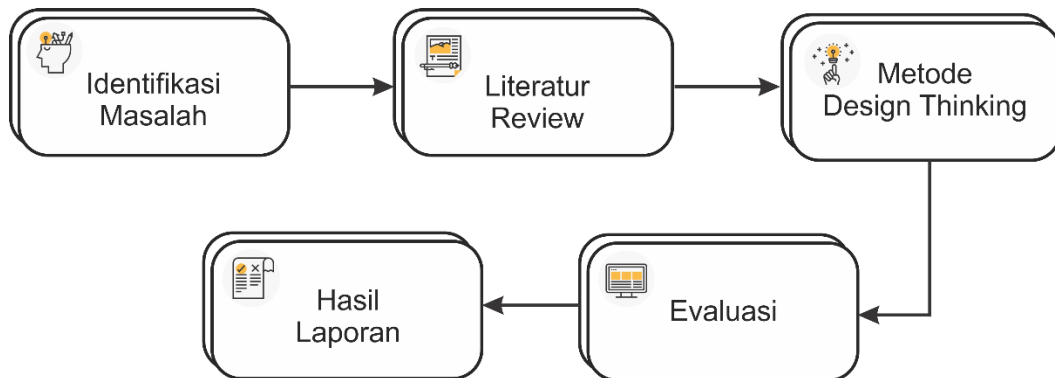
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dihasilkan dari penelitian ini adalah:

- a. Menghasilkan model alur kerja untuk digital forensik data multimedia
- b. Adanya model alur kerja ini, diharapkan dapat memberi kemudahan penanganan bukti digital untuk data multimedia.
- c. Adanya model alur kerja, kedepannya bisa menjadi kontribusi untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Metode Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilalui dari penelitian ini adalah:



Gambar 1.4 Alur proses penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam menunjang kejelasan alur penelitian, berikut gambaran umum kerangka pemahaman sistematika penulisannya:

BAB I Pendahuluan

Pendahuluan berisi pengantar permasalahan yang akan dituliskan. Mulai dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II Kajian Teori

Pada Bab ini menjelaskan tentang teori yang digunakan untuk memecahkan masalah dalam penelitian ini. Teori yang berkaitan dengan penelitian yang sedang diteliti.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini membahas tentang langkah-langkah penelitian, kebutuhan perangkat lunak, perangkat keras dan bahan penelitian yang digunakan serta perancangan antarmuka aplikasi yang akan dibuat.

BAB IV Pembahasan

Pada Bab ini membahas tentang hasil dan pembahasan, terkait dengan pembahasan penyelesaian masalah yang diangkat, penentuan hasil analisis dan evaluasi dari penelitian yang diangkat.

BAB V Penutup

Pada bab ini memuat kesimpulan akhir dari semua proses penelitian sampai kepada hasil pengujian metode dan saran yang perlu diperhatikan karena keterbatasan dalam mendapatkan materi yang dibuat selama melakukan penelitian dan rekomendasi yang dibuat untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB 2

Tinjauan Pustaka

2.1 Literatur Review

Penelitian yang dilakukan oleh (Subektiningsih, 2017). membahas tentang alur kerja dari forensika digital yang melakukan pemetaan model untuk orang yang terlibat, barang bukti, dan proses dari proses investigasi digital. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan sistematis alur kerja yang urut. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah model pengembangan *workflow* yang disebut *Digital Forensics Workflow Model* (DFWM) menggunakan pendekatan *Business Process Model and Notation* (BPMN). Kontribusi dalam penelitian ini adalah model ini bisa digunakan sebagai panduan untuk melakukan aktivitas penyelidikan digital secara terstruktur. Namun pada model ini belum terdapat skema *workflow* apabila instansi penyidik hukum ingin bekerja sama dengan pihak instansi dari luar. Selain itu, pembagian aktor juga belum dipilah-pilah sesuai dengan kedudukannya.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Lizarti et al., 2017). Mengembangkan *framework* untuk forensika multimedia. Metode yang digunakan adalah metode *composite logic* kemudian mengkolaborasikan empat *framework*: *forensics image processing framework*, *video evidence analysis framework*, *audio forensics analysis*, dan dokumen *minimum requirement for digital multimedia investigation*. Penerapan metode ini memungkinkan proses ekstraksi dan penggabungan beberapa *framework* menjadi satu kesatuan dengan tidak menghilangkan fungsi dan struktur dasar dari *framework* tersebut. Hasil dari penelitian ini berupa *framework* untuk forensik multimedia berdasarkan pada terminologi dan *composite role model* yang memiliki lima tahapan utama dengan 30 sub tahapan. *Model framework* yang dibuat sesuai dengan tahapan secara terminologi, belum menjelaskan bagaimana *workflow* dan aktor siapa saja yang terlibat pada setiap tahapan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Prayudi et al., 2014). mengembangkan sebuah *framework* untuk kabinet barang bukti digital yang digunakan untuk penanganan barang bukti digital terkait dengan *Chain Of Custody* (COC). Pemodelan dibuat berdasarkan tiga pendekatan, yakni: *Digital Evidence Management Frameworks*, *Digital Evidence Bags with Tag Cabinet*, dan Akses Kontrol serta Keamanan Jalur Komunikasi. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan solusi terhadap ketersediaan terhadap lingkungan penanganan barang bukti digital serta meningkatkan keotentikan dan kredibilitas dari barang bukti digital. Perlunya pengembangan pada *framework* ini diantaranya adalah bagaimana karakteristik

metadata bisa diterima secara teknis dan legal, bagaimana teknik merekam metadata dari data digital, dan bagaimana implementasi terhadap mekanisme kontrol akses yang diintegrasikan pada kabinet data digital.

Tulisan yang dilakukan oleh (Verdoliva, 2015). yang berjudul “*Digital Forensics Laboratories in Operation: How Are Multimedia Data and Devices Handled?*” memaparkan bagaimana tiga laboratorium forensika digital melakukan proses penanganan barang bukti digital dan perangkat digital untuk data multimedia. Laboratorium yang dikaji adalah dua laboratorium di Inggris dan satu di China.

Kajian mencakup kepada bagaimana proses operasi, prosedur forensik, teknik dan perangkat yang digunakan sesuai dengan perbedaan masing-masing aturan regulasi yang ada di negara tersebut. Tujuan dari tulisan tersebut adalah untuk melihat bagaimana penanganan barang bukti digital khususnya data multimedia dari sudut pandang sistem yurisdiksi setiap negara tersebut. Dipaparkan juga beberapa tantangan yang dihadapi pada saat melakukan penanganan barang bukti terhadap data multimedia.

Proses kajian akan dilakukan dengan memberikan pemetaan beberapa alur kerja penelitian terdahulu yang relevan dengan masalah pokok dalam penelitian model alur kerja. Metode yang digunakan adalah metode pemikiran desain yang dipergunakan untuk mendapatkan berbagai kebutuhan yang relevan dengan konten penelitian, selain itu juga design thinking berperan penting mengakomodir data dari setiap kebutuhan data setiap sub dari metode yang digunakan. Sementara itu menggunakan pendekatan BPMN untuk mendapatkan model prosesnya, dan metode design thinking digunakan untuk menyelesaikan kebutuhan alur penelitiannya. Hasilnya berupa alur kerja yang memetakan siapa saja aktor yang terlibat, barang bukti, dan proses dalam proses penanganan barang bukti digital untuk data multimedia.

Alur kerja ini nantinya akan diintegrasikan dengan kondisi keterlibatan aktor sebagai sumber daya manusia yang terlibat dalam aktivitas penanganan barang bukti digital untuk data multimedia, keterangan bukti dan hubungan proses antara aktor bukti multimedia. Selanjutnya kebutuhan data-data yang dikumpulkan dapat digunakan sebagai penopang analisis. Sedangkan hasil dari semua persediaan yang telah dianalisis kemudian dikumpulkan untuk membangun model alur kerja penanganan barang bukti digital untuk data multimedia.

Tabel 2.1 Literatur Review

No.	Peneliti	Keywords	Ulasan Kritis	Pustaka
1	(Subektiningsih, 2017)	<i>Workflow, Digital, Forensik, BPMN, Investigation Model</i>	Pengembangan <i>workflow</i> DFWM menggunakan pendekatan BPMN, menjelaskan tahapan-tahapan digital forensik, mengkaji perbedaan teori <i>Digital forensic workflow</i> model dan implementasi praktik alur kerja digital forensik.	Pendekatan BPMN Untuk Pengembangan <i>Digital Forensic Workflow</i> Model Menggunakan <i>Design Science Research Methodology</i>
2	(Lizarti et al., 2017)	Framework Investigasi Multimedia Forensik, <i>Composite Logic, Logic Model</i>	Mengembangkan <i>framework</i> forensika multimedia. Menggunakan metode <i>composite logic</i> kemudian mengkolaborasikan empat <i>framework: forensics image processing framework, video evidence analysis framework, audio forensics analysis</i> , dan dokumen <i>minimum requirement for digital multimedia investigation</i> .	Penerapan <i>Composite Logic</i> Dalam Mengkolaborasikan <i>Framework</i> Terkait Multimedia Forensik
3	(Prayudi et al., 2014)	<i>Digital Evidence, Digital Chain Of Custody, Digital Evidence Cabinets, Digital Evidence Bags</i>	Mengembangkan sebuah <i>framework</i> untuk kabinet barang bukti digital yang digunakan untuk penanganan barang bukti digital terkait dengan <i>Chain Of Custody (COC)</i> . Pemodelan dibuat berdasarkan tiga pendekatan, yakni: <i>Digital Evidence Management Frameworks, Digital Evidence Bags with Tag Cabinet</i> , dan Akses Kontrol serta Keamanan Jalur Komunikasi	<i>Digital Evidence Cabines: A Proposed Framework For Handling Digital Chain Of Custody</i>

No.	Peneliti	Keywords	Ulasan Kritis	Pustaka
4	(Verdoliva, 2015)	<i>Law enforcement, Digital forensics, Laboratories, Multimedia communication, Standards, Force</i>	Memaparkan bagaimana tiga laboratorium forensika digital melakukan proses penanganan barang bukti digital dan perangkat digital untuk data multimedia. Mengkaji laboratorium di Inggris dan China terkait proses operasi, prosedur forensik, teknik dan perangkat yang digunakan.	<i>Digital Forensics Laboratories in Operation: How Are Multimedia Data and Devices Handled</i>
5	(Battiato et al., 2016)	<i>Multimedia Forensics, Image Ballistics, Camera Source Identification, Forgery Detection.</i>	Penelitian yang dilakukan adalah menganalisis keaslian dan integritas data konten multimedia seperti foto, video dan audio untuk mendapatkan bukti. Pendekatan yang dilakukan pendekatan sejarah dan akuisisi.	<i>Multimedia Forensics: discovering the history of multimedia contents</i>
6	(Fontani et al., 2011)	-	Penelitian ini menawarkan strategi penyatuan atau menampung informasi dari forensik gambar berdasarkan <i>Dempster-Shafer's Theory of Evidence</i> . Sedangkan pendekatan yang digunakan adalah perbandingan <i>disjunction-and SVM based</i> .	<i>A Dempster-Shafer Framework for Decision Fusion in Image Forensics</i>
7	Usulan	Penelitian ini mengkaji aktor, bukti dan proses penanganan barang bukti digital dan penanganan bukti digital. Kemudian hasil dari pemetaan dan kajian bisa digunakan sebagai bahan untuk membuat sebuah model alur kerja dalam penanganan bukti digital		

No.	Peneliti	Keywords	Ulasan Kritis	Pustaka
		<p>untuk data multimedia. Metode yang digunakan untuk menentukan alur kerja dibuat berdasarkan pada metode <i>Design Thinking</i> dengan pendekatan <i>Business Process Model and Natation</i> (BPMN). Hasil akhir penelitian ini menghasilkan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia.</p>		

2.2 Alur Kerja dan Framework

Alur kerja merupakan proses yang runtut, sistematis dengan kaidah pembagian yang terukur sesuai dengan bidang spesifik dan peran yang sudah ditetapkan dalam penanganan bukti digital. Pemaknaan alur kerja dapat dipahami sebagai dimensi kontrol pada proses setiap tugas wajib ada (Reijers, 2002). Alur kerja adalah paradigma khusus dengan keunggulan kuat untuk mengekspresikan rencana yang terjadwal (Wu et al., 2015). Alur kerja dimanfaatkan untuk mencapai miniatur dengan ruang lingkup yang besar dalam penyelesaian masalah, selain itu alur kerja sebagai ekspresi beban kerja yang memiliki tahapan yang mudah dipahami (Bryk et al., 2016). Dalam penelitian (Abrishami et al., 2012) alur kerja merupakan pola untuk mengilustrasikan aplikasi yang dijelaskan dengan *Directional Acyclic Graph* (DAG) yang berarti setiap tugas diwakili dengan node. Alur kerja sebagai template yang berarti pedoman untuk memastikan pembagian tahapan-tahapan umum, khusus yang diperlukan dan mudah dimengerti (Deelman et al., 2005).

Penelitian yang dilakukan oleh (Na, 2019) tentang framework Pengumpulan Bukti Digital Pada Media Sosial mengatakan *framework* sebagai instrumen yang mempermudah penyidik mengumpulkan bukti digital. Adanya *framework* akan membantu memberikan *evidence* yang akurat dengan enam tahapan, rencana, pelaksanaan, evaluasi, pengulangan, analisis dan konfirmasi (Horsman, 2019). Penanganan bukti digital yang kompleks, *framework* dibuat untuk digunakan dalam penanganan bukti digital yang relevan dengan logika *framework* yang dirancang.

2.3 Digital Forensik

Menurut penelitian (Elhoseny et al., 2020) digital forensik merupakan istilah umum investigasi insiden dunia teknologi informasi, dunia maya, dan yang berhubungan secara langsung maupun tidak dengan digital. Ilmu pengetahuan forensik digital berupaya mendapatkan dan menyajikan informasi ilmiah, investigasi yang prosedural, dan laporan memuat data analisis, temuan yang dapat diterima di pengadilan. Manajemen barang bukti dan bukti digital dalam forensik digital yang sah harus dipertahankan kebenarannya karena akan menjadi variabel penilaian kepada seseorang yang akan mendapatkan hukuman sebagai tersangka. Sebagai upaya menjaga keaslian bukti digital, dapat memanfaatkan tindakan blockchain yang akan mengontrol keaslian, transparansi dan audit bukti digital (Li et al., 2021). Pentingnya bukti digital dalam mengungkap kejahatan yang berjalan diberbagai

aspek platform teknologi informasi, digital forensik mendapatkan akreditasi standarisasi internasional ISO/IEC 17025, selain itu juga terdapat kode etik dan prinsip regulator ilmu forensik. Hal ini bertujuan memberikan pemahaman terkait kualitas yang sistematis, memahami resiko, metode, validasi perangkat sebagai keterangan bahwa proses terpenuhi (Tully et al., 2020).

Spesifikasi ilmu yang digolongkan dengan investigasi berbagai kejahatan komputer adalah forensik digital (Na, 2019). Forensik digital selalu menjadi solusi setiap pembahasan mengenai rekonstruksi catatan kejadian dan artefak yang harus ditafsirkan sehingga dapat menjadi bukti digital yang utuh (Bhandari & Jusas, 2020). Sementara ini proses investigasi forensik digital dibagi menjadi 4 yang dirumuskan *National Institute of Standards and Technology* (NIST) yaitu *collection* (pengumpulan), *examination* (pemeriksaan), *analysis* (analisis), dan *reporting* (pelaporan), 4 unsur ini akan memberikan gambaran umum dalam pelaksanaan investigasi (Karen Kent, Suzanne Chevalier, Tim Grance, 2006). Sebagai langkah awal *collection* bertujuan mengumpulkan data-data yang relevan dengan insiden yang sedang di hadapi, temuan data dilakukan pengindentifikasian, perekaman data dengan standar khusus investigasi digital sebagai komitmen terhadap integritas bukti. Data yang telah terkumpul ditinjau lebih khusus lagi, pada tahap kedua ini disebut *examination*, prosesnya dapat menggunakan metode-metode yang relevan untuk memastikan kelayakan bukti dan tidak mengganggu integritas data, pemeriksaan ini dilakukan secara konvensional atau otomatis. Setelah semua data melalui proses pemeriksaan, peninjauan kembali terhadap langkah-langkah sebelumnya harus dilakukan, bobot hasil pengumpulan dan pemeriksaan dipastikan akurat, hal ini diperlukan agar informasi dapat memberikan pesan yang bermanfaat di pengadilan, fase ini disebut sebagai proses *analysis*. Selanjutnya, sebagai tahap terakhir adalah *reporting*. Untuk dapat menghasilkan laporan yang baik dan benar, laporan harus berisi catatan pemeriksaan perolehan bukti digital disertai definisi, maksud dari temuan investigasi dan alasan konkret mengapa semua data layak ada dalam laporan hasil pemeriksaan forensik digital.

Sementara definisi lain dari (Al-Azhar, 2012) digital forensik adalah aplikasi disiplin ilmu teknologi komputer yang berorientasi untuk pembuktian kebenaran *pro justice* (pembuktian hukum), dari bukti hukum yang diperoleh sebagai pendukung penegasan terhadap kebenaran pelaku kejahatan. Selain itu, digital forensik sebagai jalan ilmiah untuk mengumpulkan, menganalisis, mengevaluasi, mendokumentasikan dan melaporkan barang dan bukti digital. Sedangkan menurut (Sulianta, 2008) yang disampaikan melalui bukunya yang mengenai komputer forensik merupakan upaya untuk mengumpulkan serta

menganalisa yang menyangkut aspek komputer, sistem operasi komputer, *network* komputer, jalur komunikasi, dan semua media yang menyimpan data digital.

2.4 Multimedia Forensik

Menurut (Battiato et al., 2016) Multimedia forensik merupakan bagian dari forensik digital yang muncul pada permulaan tahun 2000 yang berfokus menganalisis masalah yang menyangkut file multimedia seperti audio, foto dan video. Terkait data multimedia disebutkan bahwa konten multimedia dapat didistribusikan melalui digital informasi yang berupa foto, video dan audio (Bhowmik & Feng, 2017). Multimedia forensik menjadi perhatian. Sebab, ia sebagai data yang sangat mudah dimanfaatkan banyak orang. selain itu menyangkut keamanan informasi. Disebutkan, konten multimedia sangat mudah dimodifikasi yang menggunakan tools-tools pengubah data atau aplikasi pengeditan yang tersebar luas di jejaring internet (Yang et al., 2013). Penelitian yang dilakukan (Namasudra et al., 2021) menyebutkan bahwa file multimedia tiap waktu terus menunjukkan peningkatan ukuran *gigabyte*, *terabyte* sampai dengan petabyte karena perkembangan data *real-time* yang sangat besar sebagian pengiriman lewat internet.

Penelitian lain juga dilakukan (Poisel & Tjoa, 2011) menerangkan bahwa multimedia forensik memiliki lingkungan data yang terbagi menjadi tiga yaitu *visual data*, *audio data*, *video data* sebagaimana dijelaskan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Barang Bukti Multimedia

No	Bukti Elektronik	Bukti Digital
1	Digital Recorder	<i>Image File</i>
2	Kamera Video, CCTV	<i>Audio File</i>
3	Kamera Digital	<i>Video File</i>

Menurut (Caldelli et al., 2010) terkait dengan forensik multimedia bisa didefinisikan suatu ilmu yang berusaha untuk menganalisa sumber digital yang ditargetkan dalam penyelidikan, kemudian memberikan *value* terhadap informasi hasil penyelidikan yang menyangkut insiden kejahatan digital. Informasi hasil penyelidikan selanjutnya diekstrak menjadi bukti digital yang disajikan dalam bentuk dokumen informasi yang berguna dalam pembuktian kebenaran. Pondasi Ide awal forensik multimedia berhubungan erat dengan pengamatan. proses akuisisi konten digital dan semua operasi *post-processing* selalu

meninggalkan jejak unik pada data, dapat disebut sidik jari digital. menganalisa sidik jari digital bisa mengamankan *teamwork* analisis untuk menetapkan sumber dari data gambar atau video dan memutuskan keaslian dari data digital yang ditemukan.

Menurut (Böhme et al., 2009) pada forensik multimedia bisa dikategorikan menjadi dua perintah yang dapat dilakukan di data *evidence* tersebut, yaitu :

1. *Characteristic of source devices*

Memeriksa, mengamati dan menyelidiki informasi mengenai sumber *devices* yang dipakai untuk menghasilkan data *evidence* atau dokumen-dokumen multimedia.

2. *Artifacts of previous processing*

Memastikan setiap tahapan manipulasi yang terjadi pada dokumen-dokumen multimedia. diantaranya *copy, paste, skala, editing, insert*, kompresi.

Pada prinsipnya ada sebagian fokus yang diperoleh di digital forensik dan forensik multimedia ini. Secara umum ada kesamaan, namun secara khusus beda. Yang bisa membedakan digital forensik dan forensik multimedia adalah sifat.

2.5 Alur Kerja Investigasi Digital

Problem merugikan yang terjadi melalui alat-alat teknologi elektronik semakin marak terjadi. Dunia yang semakin terdigitalisasi selalu memberi dampak yang negatif kepada penggunaannya atas pemanfaatan yang salah oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab. Masalah kejahatan yang berkaitan dengan komputer dan digital membutuhkan proses investigasi digital ketika telah berhadapan dengan hukum. Investigasi digital sangat perlu dilakukan untuk mendapatkan bukti yang relevan untuk mengungkap kejahatan. Dalam praktiknya investigasi digital, banyak alur kerja yang di kembangkan dari berbagai negara (Selamat et al., 2008). Sementara itu, prosedur investigasi digital dapat membantu proses mendapatkan bukti dengan integritas data (Saadah & Wulandari, 2015).

Beberapa penelitian menawarkan *framework*, prosedur, model investigasi digital. (Ruuhwan et al., 2016) mengatakan dalam penelitiannya, ada beberapa tahapan proses yang harus dilalui *pre-prosesor, proactive proses, reactive process*, dan *post-proces*. Penelitian lain juga dari (Lizarti et al., 2017), membagi prosesnya menjadi lima tahapan, pertama *preparation, preservation, examination, enhancement & analysis* dan tahap terakhir *output*. Penjabaran grafik alur kerja disampaikan dengan konten yang mudah dipahami dan dapat juga dimanfaatkan banyak pihak untuk rujukan dalam investigasi forensik.

2.6 Asas Investigasi Digital

Tujuan secara umum yang dikemukakan (Karen Kent, Suzanne Chevalier, Tim Grance, 2006) pada penelitiannya bahwa investigasi digital memperoleh pemahaman dari suatu peristiwa dengan teknik menemukan dan menganalisis fakta-fakta yang berhubungan dengan kejadian tersebut. Ketergantungan masyarakat dunia pada teknologi otomatis digital forensik menempati posisi dan peran sangat penting (Sammons, 2015) karena semakin banyak kejahatan yang ditimbulkan dengan memanfaatkan komputer dan jaringan. Kejahatan tersebut akan meninggalkan barang bukti, dapat berupa bukti elektronik maupun bukti digital (Raditio, 2014). Barang bukti tersebut harus memenuhi lima karakteristik penting, seperti *admissible, authentic, complete, reliable, believable* (Richter et al., 2010). Forensika digital merupakan penerapan ilmu pengetahuan yang digunakan untuk identifikasi, pengetahuan, pemeriksaan, dan melakukan analisis data dengan tetap menjaga integritas informasi dan *chain of custody* (Kent & Souppaya, 2006). Menurut (Wedge, 2012) terdapat prinsip umum yang perlu diterapkan untuk mendukung seluruh proses forensik, yaitu: Mempertahankan bukti asli. Memudahkan dokumentasi secara lengkap, rinci, dan menyeluruh atas apa yang telah dilakukan. Dokumentasi ini dapat berupa foto, catatan tertulis, sketsa, maupun video. Catatan dalam dokumentasi harus memuat rincian, tentang siapa, apa dimana, kapan, dan bagaimana dari segala bentuk yang telah didokumentasikan. *Chain of custody* yang merupakan bagian dari dokumentasi berupa serangkaian pencatatan yang dimulai dari awal pengumpulan bukti hingga kasus resmi ditutup. Kunci dari *chain of custody* ini adalah keamanan dari penyimpanan barang bukti. Sehingga bukti tidak dapat diubah, dicuri atau dirusak. Validasi, untuk memastikan bahwa alat teknik, dan prosedur, yang dilakukan tepat dan memberikan hasil yang konsisten dan dapat diandalkan. *Locard's Exchange Principle*, yaitu jejak yang tertinggal akibat kontak dari dua benda. Jejak yang ada dari lingkungan digital dapat berupa *log file, key registry*.

2.7 Business Process Model and Notation (BPMN)

BPMN merupakan standar untuk memodelkan proses bisnis (Rosing et al., 2012). BPMN menyediakan notasi grafis yang dapat digunakan untuk mendefinisikan proses bisnis dalam diagram proses bisnis. Model ini memberikan notasi standar yang mudah dipahami oleh pengguna bisnis yang mampu mewakili proses semantik yang kompleks. BPMN dirilis pertama pada tahun 2004 oleh *Business Process Management Institute* (BPMI) dengan spesifikasi yang mampu memberikan notasi yang mudah dipahami oleh pengguna bisnis,

penerapan teknologi dari proses, hingga kemudahan bagi orang yang mengelola dan mengamati proses.

BPMN menyediakan cara untuk mengkomunikasikan proses bisnis untuk personel manajemen, analisis bisnis dan pengembang, sehingga mudah untuk mendefinisikan dan menganalisis proses bisnis umum dan pribadi. BPMN ini membantu memastikan bahwa dokumen *extensible markup language* (XML) yang dirancang untuk implementasi proses bisnis dapat divisualisasikan dengan notasi umum. Diagram BPMN disusun dari sekelompok kecil elemen inti, sehingga memudahkan pengamat teknis dan non-teknis untuk memahami proses yang terlibat.

Selain itu penelitian yang disampaikan oleh (Subektiningsih, 2017) ada 3 kategori utama elemen BPMN, yaitu; *flow objects*, *connecting objects*, *swimlanes*. Elemen-elemen *flow objects* dilambangkan dengan gambar geometris (lingkaran, persegi panjang, berlian). *Flow objects* menunjukkan insiden dan aktivitas tertentu. *Connecting objects* digunakan untuk menghubungkan antara elemen-elemen objek mengalir. *Connecting objects* ini bisa berupa garis padat, garis putus-putus, dan garis putus-putus yang berisi panah untuk menunjukkan arah proses. Elemen selanjutnya adalah *swimlanes* yang dilambangkan dengan garis lurus yang memanjang dalam persegi panjang. *Swimlanes* berfungsi untuk mengatur aliran objek dalam berbagai kategori yang memiliki fungsi serupa.





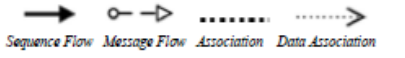
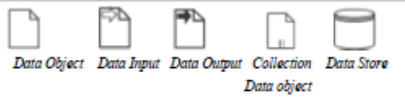


BPMN dirancang untuk memodelkan proses bisnis dan menciptakan proses bisnis *end-to-end* (Rogowski & Swoboda, 2020). Menurut Sub-model BPMN digunakan sebagai bentuk pemodelan ada 3 jenis, yaitu:

1. Orkestrasi, yang terdiri dari tiga jenis, yaitu *Private non-executable*, *Private executable*, dan *Public Process*. Sub-Model Proses Publik digunakan untuk menggambarkan interaksi ke dan dari peserta atau proses yang terjadi yang dapat dimodelkan secara terpisah atau dalam bentuk kolaborasi untuk menunjukkan arah aliran pesan.
2. Koreografi, menggambarkan interaksi dari serangkaian pertukaran pesan atau lebih yang terdiri dari dua atau lebih peserta.
3. Kolaborasi, menggambarkan interaksi antara dua atau lebih entitas bisnis yang terdiri dari dua kelompok atau lebih yang mewakili peserta. Kelompok atau objek dalam kolaborasi terhubung ke aliran pesan untuk menunjukkan pertukaran pesan yang terjadi. Kolaborasi dapat berisi kombinasi kumpulan, proses, atau koreografi.

Model dan Notasi Proses Bisnis tidak dimaksudkan untuk membangun model data, tetapi untuk menunjukkan aliran pesan, data, dan asosiasi artefak data aktivitas.

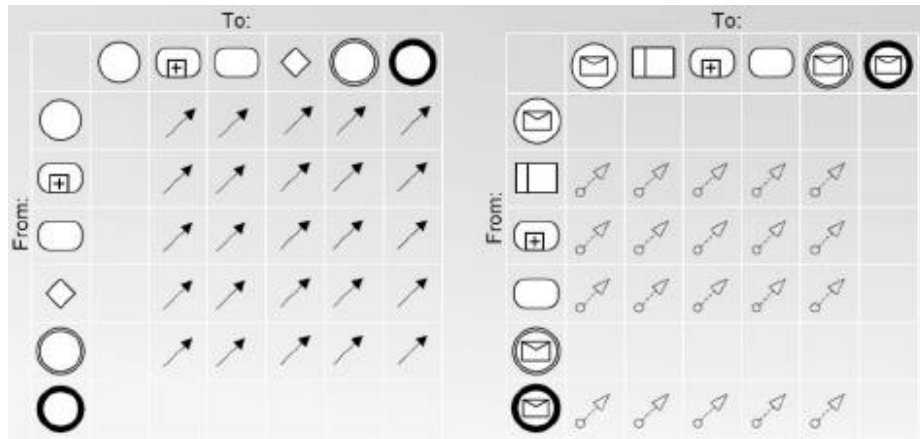
2.8 Elemen BPMN

Komponen untuk membangun suatu model BPMN menggunakan elemen aliran untuk menggambarkan maksud masing-masing komponen setiap peran. Objek aliran pada BPMN simbolnya berupa gambar lingkaran, persegi panjang, dan diamonds (gambar geometri). Simbol aliran memetakan peristiwa dan aktivitas. Untuk menghubungkan simbol aktivitas, peristiwa dan aliran proses dibutuhkan *connecting objects* dengan elemen khusus garis putus-putus atau garis solid yang akan menunjukkan muara proses. Sedangkan *swimlanes* berbentuk elemen garis lurus yang bertugas untuk manajemen *flow objects* (Subektiningsih, 2017). *Business Process Model and Notation (BPMN)* bertujuan untuk membangun pemodelan proses bisnis *end-to-end*. Berikut adalah elemen yang dapat digunakan dalam proses penerapan BPMN:

No.	Kategori elemen	Nama elemen	Bentuk elemen	Fungsi
1.	Flow Objects	Activities	 None User Task Manual Task Send Task Receive Task Sub-Process	Untuk menunjukkan pekerjaan atau aktivitas yang dilakukan. Aktivitas ini dapat berdiri sendiri atau membentuk gabungan. Terdiri dari <i>task</i> dan <i>sub-process</i>
		Gateway	 Exclusive Inclusive Parallel Event-based Complex Parallel-event based	Untuk mengontrol percabangan atau penggabungan dari <i>sequence flow</i> dengan tujuan menentukan keputusan yang akan dilakukan dalam sebuah proses. Gateway mempunyai kontrol perilaku yang berbeda, sesuai tanda.
		Event	 Start Sub-Process non-Interrupting Intermediate and Boundary non-Interrupting End	Suatu hal yang terjadi selama proses berlangsung. Event mempengaruhi aliran proses yang mempunyai penyebab (<i>trigger</i>) dan hasil.
		Trigger	 Message (receive) Message (send) Timer (catch)	Jenis-jenis Trigger.
2.	Connecting Objects		 Sequence Flow Message Flow Association Data Association	Menghubungkan <i>flow objects</i> dengan membentuk aliran proses, dengan posisi arah anak panah menunjukkan arah proses
3.	Data Objects		 Data Object Data Input Data Output Collection Data Store Data object	Sebagai input atau output untuk proses kegiatan, dapat mewakili benda tunggal atau kelompok. <i>Data Store</i> , terjadinya proses membaca dan menulis data, contoh: database, lemari arsip
4.	Artifacts		 Text Annotation Annotation Marker Group	Berfungsi untuk menambahkan informasi dalam model proses. <i>Group</i> , untuk mengelompokkan kategori yang sama. <i>Artifacts</i> tidak mempengaruhi aliran proses.
5.	Swimlanes		 Pool Lane	Untuk mengatur <i>flow objects</i> dalam kategori beragam yang mempunyai fungsi serupa. <i>Pool</i> merupakan representasi dari <i>participant</i> dalam model kolaborasi. <i>Lane</i> , sub-bagian dari <i>pool</i> . Dapat dibentuk secara <i>horizontal</i> atau <i>vertical</i>

Gambar 2.1 Elemen *Business Process Model and Notation* (Subektiningsih, 2017)

BPMN menggunakan beberapa aturan untuk memastikan model yang di bangun sesuai ketentuan yang berlaku dan proses bisnis juga terancang dengan benar. Sebagaimana yang telah dijelaskan pada penelitian sebelumnya oleh (Widhyaestoeti, 2015) dapat dilihat pada gambar yang disajikan pada Gambar 1.4:

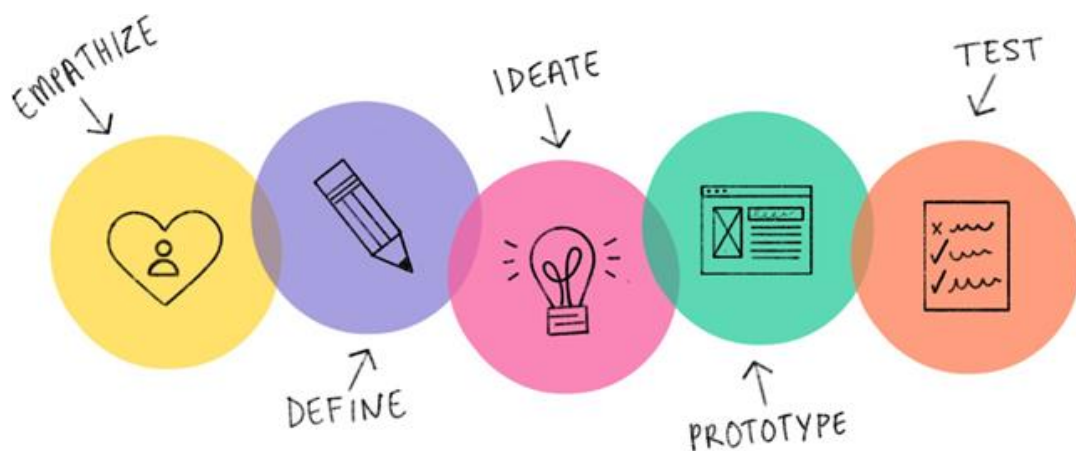


Gambar 2.2 Penggunaan elemen (Subektiningsih & Prayudi, 2017)

2.9 Design Thinking

Design thinking adalah salah satu metode baru yang dapat dipergunakan dalam melakukan proses desain (Matthews & Wrigley, 2011). Dalam konteks masalah pemikiran desain dapat dipergunakan pada aspek implementasi kreatif yang mendukung dan memicu pemikiran manajemen yang bisa digunakan dalam setiap tahap pemecahan masalah penelitian (Schumacher & Mayer, 2018). Pemikiran desain mengakomodir tanggapan yang sedang dialami user, dalam forensik multimedia mampu mengakomodir permasalahan terkini, perkembangan modus teknologi kejahatan baru, mengakomodir permasalahan dari *first responder*, ahli forensik, profesional IT, analis forensik, petugas kepolisian, investigator dan yang lainnya. Pemikiran desain sebagai indikator proses baru dalam mewujudkan solusi pemecahan masalah yang bersumber dari empati *user*. selain itu melakukan pendekatan yang lebih interaktif dari masalah yang ada, mempertimbangkan kinerja manusia (Stefaniak, 2019). Dengan menggunakan *design thinking* dapat memberikan inovasi dengan kompleksitas proses (Goldman & Kabayadondo, 2016). Metode yang diakui sebagai proses pemecahan masalah secara kreatif dan formal (Dell’Era et al., 2020). Dari sisi lain *design thinking* merupakan metode penyelesaian masalah yang berfokus pada *human-centered approach* (pengguna). Pemikiran desain menjadi metode perolehan *value* untuk pemakai yang didasari pada korespondensi penampilan, fungsi, keinginan, kelangsungan serta kelayakan. *Design thinking* sendiri dipopulerkan oleh David Kelley dan Tim Brown pendiri IDEO –

sebuah konsultan desain yang berlatar belakang desain produk berbasis inovasi. Metode ini sangat relevan untuk digunakan dalam proses penelitian yang membutuhkan informasi terupdate. Hal ini diperkuat dengan kompleksitas komponen yang ada dalam *design thinking*. Dalam penelitian pembuatan model alur kerja membutuhkan data-data update terkait masalah, tantangan dan kemungkinan sehingga produk yang dihasilkan bisa relevan dengan kebutuhan lapangan. Selain itu, *design thinking* mengakomodir penemuan ide baru dalam penelitian, sehingga pemecahan masalah melalui kajian yang lebih fokus dan matang. *Design thinking* memiliki lima proses dalam mencapai suatu tujuan. Adapun lima tahap tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Design thinking (*facilitator network Singapore*)

Penelitian yang dilakukan (Tschimmel, 2012) menyebutkan bahwa dalam prosesnya *design thinking* memiliki 5 tahapan:

2.9.1 *Empathize*

Metode pendekatan design thinking menekankan pada aspek yang ada dalam user-centered design, dimana fokus proses berpikir berada pada nilai-nilai manusia sebagai pengguna dan kemanusiaan itu sendiri. Dengan empati, desain dari sebuah inovasi akan relevan dengan nilai-nilai manusia dan kemanusiaan. Maka dari itu, secara otomatis kebutuhan-kebutuhan manusia akan sebuah solusi juga akan terpenuhi. Akan didapati sebuah tirikan dari hasil interaksi antara pembuat keputusan dan pengguna.

2.9.2 *Define*

Proses pendefinisian akan membantu tim desainer untuk mengumpulkan ide yang akan digunakan dalam pencarian ide terkait fitur, kegunaan, dan elemen-elemen yang akan memungkinkan untuk memecahkan masalah yang ada. Proses ini memiliki hasil sebuah

pernyataan singkat dan jelas atas hasil pemahaman aktivitas riset dan inspirasi. Dalam tahap *define*, pengumpulan data yang selesai dibuat dan dikelompokkan dalam tahapan *empathise*. Proses *define* akan mengidentifikasi atau menganalisis dari suatu pengamatan untuk menentukan inti masalah yang sebelumnya diidentifikasi. Proses ini harus berupaya mengidentifikasi problem sebagai catatan masalah dengan penyelesaian yang fokus pada user atau manusia.

2.9.3 Ideate

Ideate adalah tahap pengembangan ide atau biasa disebut dengan *brainstorming*. Dalam proses ini akan muncul banyak ide yang memungkinkan untuk menjadi solusi sebuah masalah. Seluruh ide-ide tersebut bernilai dalam kata lain, tidak ada ide yang tidak berguna. Pada proses inilah otak dipaksa untuk menjadi kreatif dengan merumuskan banyak ide.

2.9.4 Prototype

Tahapan *prototype* yang biasa disebut purwarupa atau arketipe dalam Bahasa Indonesia adalah bentuk awal (contoh) atau standar ukuran dari sebuah model. Hasil yang kompleks representasinya dapat diperoleh melalui bangunan *prototype*. Dalam melakukan pemodelan, *prototype* membutuhkan metode yang dipilih bebas oleh pihak yang akan membangun pemodelan.

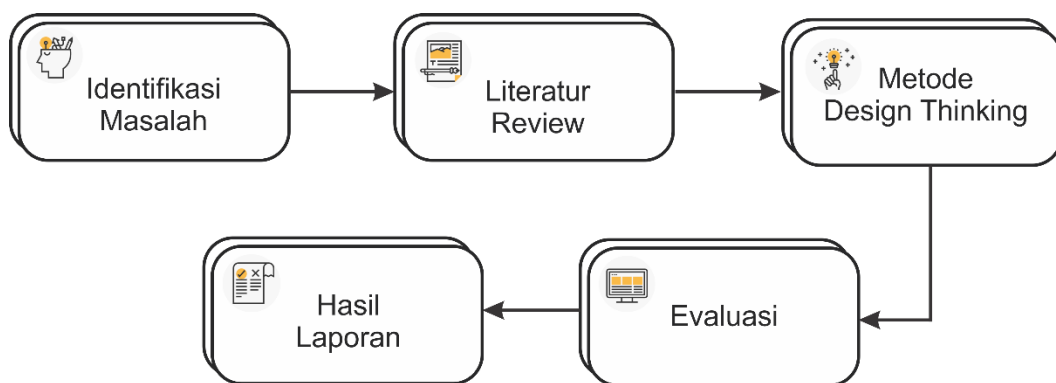
2.9.5 Test

Proses pengujian dari produk model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia menggunakan validasi model BPMN dan pengujian model alur kerja oleh ahli forensik. Tahap pengujian berupaya untuk memastikan produk yang telah dihasilkan telah sesuai. Fase ini adalah lanjutan setelah adanya solusi dan pemecahan masalah penelitian yang berbentuk alur kerja. Selain itu, dapat dimaknai sebagai bagian dari tahapan penelitian yang bertujuan melihat ulang, uji kelayakan alur kerja penanganan bukti digital data multimedia. Dalam di tahap ini bermaksud mengukur seberapa baik hubungan elemen dan konten alur kerja, aktor dan barang bukti yang dihasilkan.

BAB 3

Metodologi Penelitian

Langkah penelitian ini, pertama memberikan gambar alur yang ditempuh dari awal hingga akhir penelitian. Selanjutnya untuk mendapatkan *empathize, define, ideate, prototype* dan test dengan menggunakan metode *design thinking*. Tahap evaluasi sebagai proses memberikan ulasan dari alur kerja yang dihasilkan. Terakhir hasil laporan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian, jurnal dan laporan tugas akhir. Lima langkah penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur proses penelitian

Gambar 3.1 bertujuan memberikan ilustrasi tegas proses kerja dalam menyelesaikan problem penelitian yaitu mendesain sebuah model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia dengan metode *design thinking* untuk mendapatkan kebutuhan dan untuk memperoleh hubungan aktor, bukti dan proses model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia dengan menggunakan pendekatan *Business Process Model and Notation* (BPMN).

3.1 Identifikasi Masalah

Sebagai tahap pertama identifikasi masalah dari penelitian ini. Mulai dari identifikasi masalah sehingga diperoleh judul penelitian terkait pembuatan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia.

3.2 Literatur Review

Kemudian literatur *review*, mencari dokumen berupa data terdahulu sehingga hasil filter di peroleh enam dokumen penanganan bukti digital. Literatur *review* ini bertujuan memperkuat

argumentasi terhadap perkembangan permasalahan. Melalui bagian ini, mempelajari, menuliskan lebih spesifik literatur terkait, teori yang memungkinkan relevan dengan problem penelitian. Bahan rujukan diperoleh melalui buku, *e-book*, jurnal, artikel, paper, *website* dan sumber lain yang layak sesuai standar studi penelitian ilmiah.

3.3 Design Thinking

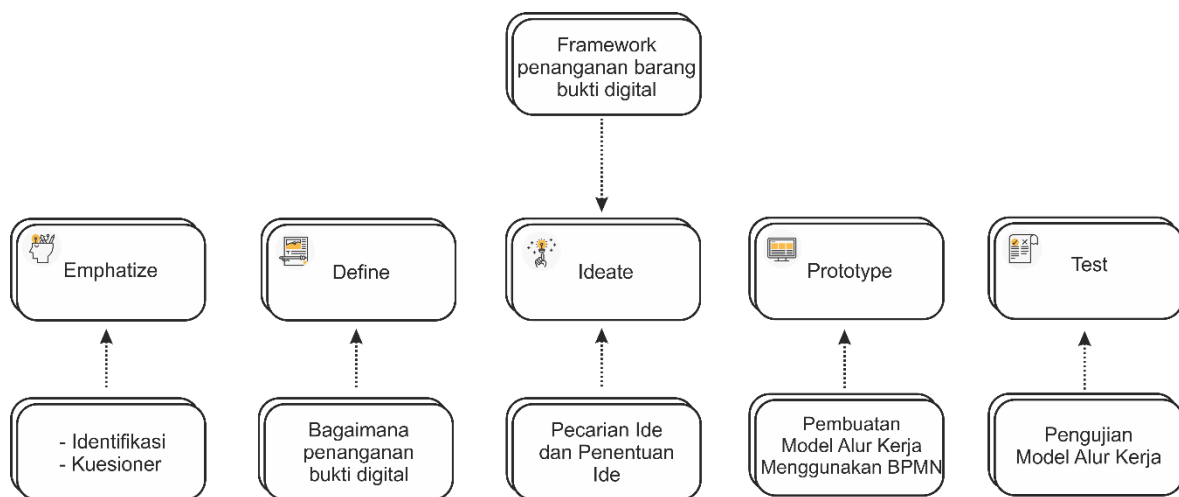
Penelitian ini menggunakan metode *design thinking* untuk alur proses penelitiannya, selain itu, pemikiran desain sebagai siklus untuk menyelesaikan persoalan yang berangkat data dan dari pendekatan pengguna. Menggunakan pendekatan BPMN untuk mencari model bisnis prosesnya. *Design thinking* pada forensik multimedia merupakan bagian dari proses kerangka yang akan dilalui. Di tahap ini juga, metode penelitian *design thinking* didukung dengan BPMN sebagai pendefinisian lebih khusus dalam fase penjabaran model alur kerja. *Design thinking* dengan komponen turunan yang akan dilalui yaitu *empathy*, *define*, *ideation*, *prototyping* dan *test*. Model alur kerja investigasi penanganan bukti digital multimedia akan berpijak pada alur kerja penelitian sebelumnya.

Design thinking memuat identifikasi masalah, analisis data sebagai tahap awal. Mengulas problem secara umum hingga pembahasan lebih rinci sesuai kaidah penulisan, mengumpulkan informasi terkait data fakta kesenjangan yang fokus pada suatu bidang untuk melihat problem yang terjadi. Menghadirkan data pendukung masalah yang telah ditemukan. Lebih lanjut, mencari data pendukung tentang alur kerja penanganan barang bukti digital yang relevan. Kemudian dari penemuan masalah, kajian diteruskan untuk menghasilkan ide alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia. Identifikasi masalah dan kajian literatur juga berusaha mengamati perkembangan metode penelitian sebelumnya, melihat kembali data-data yang ada, metode apa saja yang telah digunakan pada investigasi kasus digital. Dari pengamatan ini kemudian dikonsepsikan kembali, sehingga dalam penelitian ini akan menggunakan metode *design thinking*. Metode ini menekankan pada pendekatan yang diharapkan serta pengalaman user dan keterlibatan pihak dalam proses penanganan bukti digital untuk data multimedia. Untuk mendukung maksimalnya proses *design thinking*, maka dihadirkan pendefinisian *Bisnis Proses Model and Notation* (BPMN) sehingga dapat dijadikan sebagai standar ilmiah pada kasus-kasus kejahatan digital yang menyangkut data multimedia.

Konsep metode penelitian juga memiliki relevansi dengan studi literatur. Dari penjabaran dapat dipahami maknanya mengenai apa saja yang perlu dilakukan untuk mengumpulkan dan melengkapi referensi penelitian. Memetakan penelitian serupa dalam

beberapa tahun belakangan, baik yang telah disajikan dalam bentuk buku cetak, e-book, jurnal, makalah dan artikel penemuan sebelumnya yang dipercaya sebagai sumber yang kredibel, relevan dan teruji yang dapat membantu proses dalam penanganan bukti digital secara umum atau secara khusus untuk data multimedia. Studi literatur mendasari pemikiran tentang penguatan teori dengan alur kerja baru yang akan direncanakan.

Alur proses untuk mencapai tujuan penelitian model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia di desain dengan struktur *design thinking* sebagai keselarasan metode dan tahapan penyelesaian penelitian. Penggunaan *design thinking* untuk menjadi instrumen menyelesaikan problem penelitian. *design thinking* memiliki struktur yang sangat mendukung untuk mendapatkan kebutuhan dari ketiadaan data awal. Tindakan yang dilakukan adalah lima tahapan *sub-design thinking*, mulai dari *empathize*, *define*, *ideate*, *prototype* dan *test*. Untuk mendapatkan model alur kerja menggunakan metode pendekatan *Business Process Model and Notation (BPMN)*. Tahapan yang dilalui untuk melaksanakan penelitian ini dengan metode *design thinking* adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Alur proses hubungan *design thinking* dengan model perancangan

Gambar 3.2 sebagai proses dalam kerangka yang akan dilakukan pada penelitian ini. Tahap yang membatasi tiap-tiap makna dari konten yang lebih spesifik dari seluruh proses metode alur kerja penanganan bukti digital data multimedia. Lebih lanjut, pada bagian ini merupakan langkah awal untuk menggambarkan dengan mudah memahami komponen permasalahan apa yang ada sehingga dibuatlah sebuah sistem yang mudah di pahami.

3.3.1 *Empathize* Dalam Proses Penelitian

Proses selanjutnya *empathize* untuk mendapatkan data dan memperoleh pemahaman empatik dari masalah yang ingin dipecahkan. Pada tahap ini dilakukan pendekatan terhadap pengguna.

Apa sebenarnya yang diharapkan oleh mereka dalam masalah yang sedang dihadapi. Fase ini dilakukan dengan tindakan terlibat langsung ke lokasi bertemu dengan pihak yang bersangkutan untuk melakukan kuesioner. Dari tindakan yang dilakukan secara langsung ini permasalahan *customer* yang benar-benar diharapkan untuk diselesaikan dapat berjalan dengan lancar.

Fase *empathize* di dalamnya terdapat dua tahap proses identifikasi data framework, alur kerja dan wawancara dengan pendekatan kuesioner untuk mengumpulkan data lebih jauh masalah yang dihadapi, kebutuhan penelitian seperti alur kerja, sumber daya manusia dalam penanganan bukti digital dari praktisi multimedia forensik. Ada pun *template* penjabaran pencarian data untuk identifikasi sebagai berikut.

Tabel 3.1 Template Identifikasi Model Alur Kerja Penanganan Bukti Digital

No	Peneliti/Lembaga	Nama Model/Judul	Keterangan
1			
2			
3			

Tabel 3.2 Template Identifikasi Penanganan Bukti Digital Multimedia

No	Peneliti/Lembaga	Nama Model/Judul	Keterangan
1			
2			
3			

Tabel 3.3 Template Identifikasi Sumber Daya Manusia, Aktor dan Personil

No	Peneliti/Lembaga	Keterangan
1		
2		
3		

Berikut ini adalah model *template* kuesioner. kuesioner ditujukan kepada aktor yang terlibat dalam penanganan barang bukti dan bukti digital seperti professional IT, investigator kepolisian dan praktisi lainnya yang memiliki pengalaman yang mumpuni pada dunia komputer forensik atau digital forensik. Tujuannya untuk mendapatkan permasalahan yang

masih terus ada dalam penanganan kasus bukti digital, apa yang perlu menjadi perhatian pada investigasi penanganan bukti digital untuk data multimedia.

Tabel 3.4 Template Kuesioner Problem Alur Kerja Forensik Multimedia

No	Pertanyaan	Ya/Tidak	Keterangan
1	Apakah anda pernah menangani bukti digital multimedia?		
2	Apakah perlu pemahaman alur kerja untuk penanganan bukti digital multimedia?		
3	Apakah perlu ada, alur kerja penanganan bukti digital khusus data multimedia?		
4	Apakah ada problem menggunakan alur kerja selama penanganan bukti digital multimedia?		
5	Apakah tantangan keberadaan alur kerja selama menangani bukti digital multimedia?		
6	Siapa saja yang terlibat dalam proses penanganan bukti multimedia?		
7	Selain bukti digital multimedia (gambar, video dan audio). apakah masih ada bukti multimedia lain?		
8	Apa saja kebutuhan yang digunakan pelaku, dalam melakukan kejahatan multimedia?		

3.3.2 *Define* Dalam Proses Penelitian

Data yang berupa informasi yang telah dihasilkan selama proses *Empathize*, harus dianalisis dan disintesis aspek apa yang relevan dan jelas untuk menetapkan masalah substansi yang akan diidentifikasi. Hasil dari fase *define* yang dihasilkan ini akan bermanfaat membantu memecahkan permasalahan yang dihadapi *customer* dalam menghadapi berbagai kasus yang menyangkut urusan penanganan dalam dunia forensik digital karena telah dilakukan penetapan final masalah.

3.3.3 *Ideate* Dalam Proses Penelitian

Tahap ideate ini adalah proses untuk melahirkan gagasan akhir suatu ide. Selanjutnya seluruh ide-ide yang telah dihasilkan akan dikumpulkan agar memecahkan suatu masalah yang telah

final pada tahap *define*. Bagian ini sangat mementingkan mengumpulkan sebanyak-banyaknya ide. Selanjutnya memilih sebagai dasar awal penemuan solusi di awal tahapan. Untuk tahap akhir ialah penyelidikan dan pengujian ide-ide yang terkumpul untuk memfilter cara terbaik diantar ide-ide yang ada untuk menyelesaikan masalah atau menyediakan komponen yang dibutuhkan untuk menghindari kemungkinan masalah- masalah dimasa mendatang yang nantinya bisa terjadi.

3.3.4 *Prototype* Dalam Proses Penelitian

Pada tahap ini akan dihasilkan versi produk yang murah dan diperkecil, atau fitur khusus yang ditemukan dalam produk, sehingga dapat menawarkan model untuk semua praktisi yang berfokus dalam penanganan barang bukti digital data multimedia. Setiap konten yang diimplementasikan pada *prototype* ini merupakan hasil proses dari tahapan metode *design thinking*. Jika tahap sebelumnya menyajikan masalah, perbandingan, dan uraian kebutuhan. *prototype* menyelidiki dan membangun solusi. *Prototype* ini diuji langsung oleh user yang telah lama bekerja menangani barang bukti digital. Ketika ada masukan maka dilakukan perbaikan lagi pada *prototype* ini, sehingga dihasilkan *prototype* yang benar-benar bagus.

1. *Business Process Model and Notation* (BPMN)

Memanfaatkan pendekatan BPMN dalam pemodelan *prototype* forensik digital multimedia ini karena tools ini bisa menerapkan orkestrasi sub-model dan kolaborasi mampu memperjelas gambar interaksi yang terjadi mulai dari awal kondisi ke proses forensik digital multimedia dan dapat menerjemahkan hubungan antara aktor dengan aktivitas forensik digital multimedia yang dilakukan. Menggunakan pendekatan BPMN juga bisa melakukan penyesuaian elemen dan kesesuaian proses.

3.3.5 *Test* Dalam Proses Penelitian

Prototype yang telah dibuat, selanjutnya dimasukan dalam proses pengujian, Pengujian akan dilakukan dengan teknik validasi melalui fitur bawaan *software* yang digunakan dalam membangun model alur kerja dengan metode BPMN. BPMN alur kerja dibuat dengan tools Bizagi Modeler. Validasi akan dilakukan sebanyak 50 kali pengulangan, hal ini dapat membantu dalam memberikan keterangan elemen BPMN digunakan dengan baik. Memvalidasi *prototype* merupakan pengujian secara standar dan penilaian terhadap konten yang telah di bangun. Model alur kerja yang telah selesai dibuat akan diuji dengan pengujian yang lebih nyata, dalam hal ini ahli forensik dari lembaga atau instansi yang berbeda-beda. Pengujian pada manusia dengan memberikan pertanyaan seputar model alur kerja penanganan bukti digital multimedia yang telah dihasilkan.

BAB 4

Hasil dan Pembahasan

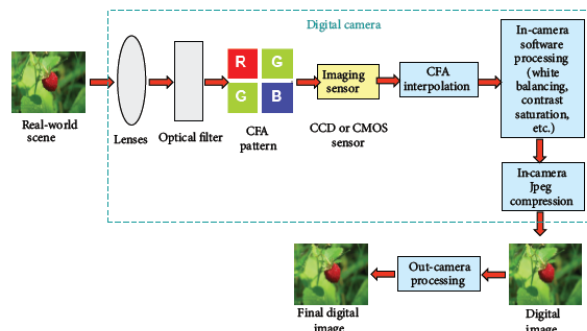
Pemecahan masalah penelitian ini bermula dari sub-proses *design thinking* yaitu *empathize*. Tujuannya untuk mengidentifikasi berbagai kebutuhan penelitian, mulai dari data yang relevan hingga keterangan user sebagai aktor yang terlibat langsung dalam penyelesaian masalah kasus. Data-data ini mendukung pembuatan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia.

4.1 *Empathize*

Tahap pertama penelitian dengan metode *design thinking* menjelaskan hasil dari temuan data yang menyangkut multimedia forensik, data yang dirasakan user sebagai praktisi. Kemudian data temuan sebagai inputan sub-proses *design thinking*. berikut ini adalah data awal dari multimedia yang memiliki beberapa pembahasan. Dalam pendekatan multimedia forensik setiap bidang terdapat perbedaan yang spesifik dari pendekatan data multimedia yang dihasilkan:

1. Gambar

Gambar digital ini adalah hasil dari tangkapan kamera yang bersumber gambar asli. Media elektronik selanjutnya mengkonversinya menjadi *pixel* kecil. Pada gambar digital terdapat bagian-bagian *pixel* yang ditampilkan dengan nilai array. Setiap nilai *pixel* gambar terdiri dari nilai tunggal *vector* (Sayood, 2013). Selain itu juga pada gambar digital terdapat informasi ketika ditelusuri lebih dalam menggunakan tools atau teknik tertentu, datanya seperti format RAW, type kamera, resolusi, setelan fokus dan tanggal dari gambar digital. Gambar 4.1 merupakan alur proses dari gambar asli ke gambar digital.



Gambar 4.1 Siklus pengambilan gambar digital (Piva, 2013)

2. Audio

Data berikutnya audio yang berisi informasi dari rekaman suara, karakteristik untuk mengenali data forensik asli dari bukti audio dapat melalui pendekatan artefak bukti rekaman seperti analisis *pitch*, *graphical distribution*, *spectrogram* dan *formant* (Al-Azhar, 2011). Namun sebelumnya berawal dari suara kemudian menjadi sinyal analog yang di konversi dengan angka biner hingga menjadi audio. Penelusuran artefak audio ini membutuhkan teknik audio forensik untuk mengungkap bukti yang dapat diakui secara hukum. Cara bisa dengan *authenticity* dan *enhancement* (Maher, 2009).

3. Video

Video pada umumnya dapat diperoleh melalui aktivitas manusia atau mesin elektronik yang merekam gambar objek tertentu. Penemuan (Shanableh, 2013) bahwa kamera bisa menghasilkan video digital dari tempat-tempat umum dan objek lainnya. video digital tersebut disimpan dalam ukuran data yang kecil yang dapat disebut format lossy yang memuat artefak video digital. Dalam artefak terdapat bukti asli yang khas (metadata) mampu mengukur kualitas yang melekat pada video digital untuk dijadikan barang bukti di pengadilan. Keaslian dari video digital juga dapat dianalisa dari tumpukan *pixel* seperti titik-titik putih, *writing library*, informasi *encoding setting*, dan *writing application*.

Empathize merupakan awal ulasan pada bagian hasil dan pembahasan penelitian ini. Disini menjabarkan data-data penting yang dibutuhkan. Pada *empathize* terdapat identifikasi lanjutan untuk mendapatkan data pendukung dari *framework*, alur kerja yang akan dianalisis dan penyebaran kuesioner untuk memperoleh data sub digital thingking yang berbasis user. Dibutuhkan *empathize* dari aktor yang terlibat langsung pada penanganan bukti digital dan elektronik. *Empathize* sebagai proses mendapatkan yang berkaitan dengan data, aktor serta *evidence* yang bersumber dari hasil identifikasi. Penelitian ini mengeksplorasi beberapa data evaluasi dan analisis yang menghasilkan beberapa tabel. Tabel 4.1, terdapat 8 dokumen yang berisi hasil analisis penanganan bukti digital yang di seleksi sesuai variabel tahapan alur *preparation*, *collection*, *examination*, *analysis* dan *reporting*. Tabel 4.2, terdapat 5 dokumen hasil analisis multimedia forensik dan Tabel 4.3, terdapat 4 dokumen identifikasi sumber daya manusia yang dijadikan kebutuhan untuk mendapatkan aktor, bukti digital dan pemetaan hubungan yang digunakan dalam pembuatan alur kerja penanganan bukti digital

untuk data multimedia. Dari identifikasi dan kuesioner, selanjutnya diproses ke tahap dua dari design thinking. Data identifikasi sebagai berikut:

4.1.1 Identifikasi

Identifikasi ini memanfaatkan model-model alur investigasi digital yang telah dikumpulkan dari temuan ilmiah dan data selanjutnya diolah menjadi informasi akhir. Berikutnya informasi digunakan sebagai rujukan pembuatan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia. Dari hasil identifikasi ditambah dengan proses dari user sebagai data penyelidikan untuk merencanakan model alur kerja yang sesuai dengan terminologi proses yang terdapat pada investigasi kasus multimedia yang sangat dialami, dibutuhkan user.

Pemetaan identifikasi model-model alur kerja penanganan bukti digital dirumuskan dalam bentuk tabel yang bersumber dari hasil penelitian sebelumnya. Pada tahap ini mengklasifikasi data dengan nama peneliti atau lembaga yang menyertakan tahun penelitian, selanjutnya nama model atau judul dari penelitian, dan terakhir adalah keterangan yang menjabarkan poin-poin penting dari proses investigasi digital secara umum. Untuk lebih jelas, dapat melihat tabel 4.1.

Tabel 4.1 Identifikasi Model Alur Kerja Penanganan Bukti Digital

No	Peneliti/Lembaga	Nama Model/Judul	Keterangan
1	(Cohen, 2009)	<i>Abstract Digital Forensics Model (ADFM)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identification 2. Preparation 3. Approach Strategy 4. Preservation 5. Collection 6. Examination 7. Analysis 8. Presentation 9. Returning Evidence
2	(Rogers et al., 2006)	<i>Computer Forensics Field Triage Process Model (CFFTPM)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planning 2. Triage 3. User Usage Profile 4. Chronology 5. Timeline

No	Peneliti/Lembaga	Nama Model/Judul	Keterangan
			6. <i>Internet</i> 7. <i>Case-Specific</i>
3	(Korolev & Kuchanov., 1982)	<i>Digital Forensics Research Workshop (DFRWS)</i>	1. <i>Identification</i> 2. <i>Preservation</i> 3. <i>Collection</i> 4. <i>Examination</i> 5. <i>Analysis</i> 6. <i>Presentation</i>
4	(Perumal & Norwawi, 2010)	<i>Digital Forensic Model On Malaysian Investigation Process (DFMMIP)</i>	1. <i>Planning</i> 2. <i>Identification</i> 3. <i>Reconnaissance</i> 4. <i>Transport & Storage</i> 5. <i>Analysis</i> 6. <i>Proof & Defense</i> 7. <i>Archive Storage</i>
5	(Kent & Souppaya, 2006)	<i>National Institute Of Standards and Technology</i>	1. <i>Collection</i> 2. <i>Examination</i> 3. <i>Analysis</i> 4. <i>Reporting</i>
6	(Williams, 2012)	<i>Association Of Chief Officers (ACPO). ACPO Good Practice Guide for Digital Evidence v5</i>	1. <i>Preparation</i> 2. <i>Preserving</i> 3. <i>Collecting</i> 4. <i>Confirming</i> 5. <i>Identifying</i>
7	POLRI	SOP Laboratorium Forensik Digital POLRI	1. SOP 1 Tentang prosedur analisa forensika digital 2. SOP 2 Tentang komitmen jam kerja 3. SOP 3 Tentang pelaporan digital forensik

No	Peneliti/Lembaga	Nama Model/Judul	Keterangan
			4. SOP 4 Tentang menerima barang bukti elektronik dan/atau digital
			5. SOP 5 Tentang penyerahan kembali barang bukti elektronik dan/atau digital
			6. SOP 6 Tentang <i>triage</i> forensik (penanganan barang bukti komputer di TKP)
			7. SOP 7 Tentang akuisisi langsung
			8. SOP 8 Tentang akuisisi <i>harddisk, flashdisk, dan memory card</i>
			9. SOP 9 Tentang analisa <i>harddisk, flashdisk dan memory card</i>
			10. SOP 10 Tentang akuisisi ponsel dan <i>simcard</i>
			11. SOP 11 Tentang analisa ponsel dan <i>simcard</i>
			12. SOP 12 Tentang analisa forensik audio
			13. SOP 13 Tentang analisa forensik video
			14. SOP 14 Tentang analisa gambar digital
			15. SOP 15 Tentang analisa forensik jaringan
8	National Institute Of Justice (NIJ)		1. <i>Policies and procedures</i> 2. <i>Digital evidence assessment</i> 3. <i>Acquisition</i>

No	Peneliti/Lembaga	Nama Model/Judul	Keterangan
	<i>U.S Department of Justice</i>		4. <i>Analysis</i> 5. <i>Documentation and reporting</i>
9	POLRI	Aturan Yuridis No. 10/2010 Prosedur Penanganan Barang Bukti Digital	1. Legalitas 2. Transparan 3. Proporsional 4. Akuntabel 5. Efektif dan efisien

Dari Tabel 4.1 Identifikasi Model Alur Kerja Penanganan Bukti Digital adalah bagian proses design thinking untuk memperoleh kebutuhan penelitian yang berupa model-model alur kerja secara umum dalam penanganan bukti digital. Dari hasil identifikasi ini diperoleh 9 model, setiap model memiliki perbedaan tahapan dan fungsi. 9 model ini merupakan bahan untuk membuat model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia.

Selanjutnya, tahap ini merupakan ulasan dari proses identifikasi metode-metode investigasi multimedia yang masuk bagian tahapan *design thinking*. Mengumpulkan metode investigasi multimedia bertujuan menelaah *framework*, alur kerja penanganan bukti digital relevan yang termuat dalam draft penelitian terdahulu untuk mencukupi kebutuhan data. Identifikasi alur kerja, *framework* dan model penanganan multimedia forensik dibuat dengan bentuk tabel yang gampang di dimengerti.

Dalam menampilkan data hasil identifikasi ini, pemetaannya menggunakan tiga variabel untuk mengenali bagian tabel. Yang pertama baris peneliti/lembaga menjelaskan pemilik dokumen atau pemilik hasil penelitian. Kemudian nama model/judul, bagian ini menampilkan berupa judul penelitian, nama model yang tema penelitian dan terakhir keterangan, bertujuan memberikan pernyataan penelitian, yang membedakan satu dengan yang lainnya, tentu baris keterangan ini menyajikan dasar pemahaman dari kekhasan penelitian.

Fase klasifikasi penelitian penanganan bukti digital multimedia digunakan sebagai pijakan data dan motivasi pembuatan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia. Tabel 4.2 ini merupakan konten yang masih termasuk proses pencarian data empati user melalui penelitian terdahulu.. Untuk memahami lebih jelas terkait identifikasi penanganan bukti digital multimedia penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Bahan Identifikasi Penanganan Bukti Digital Multimedia

No	Peneliti/Lembaga	Nama Model/Judul	Keterangan
1	(Lizarti et al., 2017)	Penerapan <i>composite logic</i> dalam mengkolaborasikan <i>framework</i> terkait multimedia forensik	Metode <i>composite logic</i>
2	(Ledesma, 2015)	<i>A proposed framework for forensic image enhancement</i>	<i>Image enhancement</i> pada citra digital
3	(Al-Azhar, 2012)	<i>Audio Forensics Analysis</i>	<i>File audio forensic</i>
4	(SWGDE., 2010)	<i>SWGDE minimum requirement for quality assurance in the processing of digital and multimedia evidence</i>	<i>Minimum requirement</i> pada multimedia
5	(AlShaikh & Sedky, 2016)	<i>Post incident analysis framework for automated video forensic investigation</i>	Otomatisasi investigasi forensik video

Pada Tabel 4.2 merupakan data hasil identifikasi temuan forensik multimedia yang digunakan dalam penyelesaian kasus kejahatan yang menyangkut data multimedia. Hasil filter diperoleh lima dokumen, pertama dari Lizarti memakai tema penelitian penerapan *composite logic* dalam mengkolaborasikan *framework* terkait multimedia forensik, Ledesma menggunakan tema *A proposed framework for forensic image enhancement*, Al-Azhar penelitian tentang *Audio Forensics Analysis*, SWGDE tema terkait *SWGDE minimum requirement for quality assurance in the processing of digital and multimedia evidence*, dan terakhir dari Al Shaikh dengan fokus penelitiannya *Post incident analysis framework for automated video forensic investigation*. Data tabel ini sangat relevan untuk pijakan yang dapat digunakan sebagai kebutuhan pembuatan model alur kerja.

Ulasan informasi lebih rinci dari Tabel 4.2, pemetaan dilakukan pada tabel Tabel 4.3 yang menjelaskan lebih spesifik mengumpulkan data yang menyangkut penanganan bukti multimedia. Konten dari data ini Tabel 4.3 dijadikan rujukan untuk membuat model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia.

Tabel 4.3 Hasil Identifikasi Multimedia Forensik

No	Framework Multimedia Forensik	Forensics Image Processing Framework	SWGDE	Video Evidence Analysis Framework	Audio Forensics Analysis DFAT
1	<i>Consideration</i>	<i>Record Log</i>	<i>Preparation</i>	<i>Evidence Collection</i>	<i>Acquisition</i>
2	<i>Equipment Preparation</i>	<i>Ensure Playback</i>	<i>Examination Request</i>	<i>HDD Cloning</i>	<i>Audio Enhancement</i>
3	<i>Examination Request</i>	<i>Adjust bit Depth > 16 bit</i>	<i>Evidence Preservation</i>	<i>Video Extraction</i>	<i>Decoding</i>
4	<i>Evidence Collection</i>	<i>Visual Analysis</i>	<i>Visual Inspection</i>	<i>Video Conversion</i>	<i>Voice Recognition</i>
5	<i>Acquisition</i>	<i>Consideration</i>	<i>Forensic Duplication</i>	<i>Requirement Capturing</i>	
6	<i>Media Extraction</i>	<i>Correct Video Artifact</i>	<i>Media Examination</i>	<i>Automatic Video Analysis</i>	
7	<i>Evidence Return</i>	<i>Resize</i>	<i>Evidence Return</i>	<i>Manual Analysis</i>	
8	<i>Media Examination</i>	<i>Super-Resolution</i>	<i>Documentation Request</i>	<i>Storyline Creation</i>	
9	<i>Correct Media Artefact</i>	<i>De-noise</i>	<i>Notes</i>	<i>Report Generation</i>	
10	<i>Ensure Playback</i>	<i>De-blur</i>	<i>Examination Report</i>	<i>Court Presentation</i>	
11	<i>Requirement Capturing</i>	<i>Distortion Correction</i>			
12	<i>Automatic Enhancement</i>	<i>Contrast/Color</i>			
13	<i>Adjust bit Depth</i>	<i>Sharpen</i>			
14	<i>Resize</i>	<i>File Output</i>			
15	<i>Super Resolution</i>	<i>Documentation</i>			
16	<i>De-noise</i>				
17	<i>De-Blur</i>				

No	Framework Multimedia Forensik	Forensics Image Processing Framework	SWGDE	Video Evidence Analysis Framework	Audio Forensics Analysis DFAT
18	<i>Distortion Correction</i>				
19	<i>Contrast/Color</i>				
20	<i>Sharpen</i>				
21	<i>Decoding</i>				
22	<i>Voice Recognition</i>				
23	<i>Manual Analysis</i>				
24	<i>File Output</i>				
25	<i>Storyline Creation</i>				
26	<i>Report Request</i>				
27	<i>Report Generation</i>				
28	<i>Chain of Custody</i>				
29	<i>Notes</i>				
30	<i>Court Presentation</i>				

Selanjutnya, identifikasi sumber daya manusia, aktor atau personil penanganan bukti elektronik dan bukti digital ini bermaksud memaksimalkan kepastian keterlibatan user. Tahap ini hanya membagi dua variabel, yang pertama peneliti atau lembaga yang berteori terkait aktor apa saja yang dibutuhkan, sumber daya manusia bagaimana yang dibutuhkan. Yang berkontribusi sebagai aktor dan sumber daya manusia pada penanganan kejahatan elektronik adalah mereka yang memiliki legalitas secara hukum seperti pihak kepolisian penindakan kejahatan, praktisi laboratorium forensik kepolisian, investigator yang memiliki sertifikat khusus forensik dan terakhir aktor, SDM yang berasal dari akademisi sebagai praktisi investigator atau saksi ahli di pengadilan. Hasil identifikasi penanganan bukti berdasarkan tahap dalam penanganan bukti digital. Dalam pemetaan menggunakan variabel. Pembuatan alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia dibutuhkan keterlibatan ahli forensik yang menjadi aktor penting dalam penanganan tindakan kejahatan di dunia digital. Hasil dari identifikasi sumberdaya manusia, aktor atau personil ini diolah pada tahap design thinking selanjutnya untuk mendukung pembuatan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia. Identifikasi ini dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.4 Identifikasi Sumber Daya Manusia, Aktor atau Personil

No	Peneliti/Lembaga	Keterangan
1	(National Institute of Standards and Technology.,2006)	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Investigator</i> 2. <i>Professionals</i> 3. <i>Insiden handlers</i>
2	(Cosic, 2012)	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>First responder</i> 2. <i>Forensic investigators</i> 3. <i>Court expert witness</i> 4. <i>Law enforcement personal/police officers or crime inspectors</i> 5. <i>Victim</i> 6. <i>Suspect</i> 7. <i>Passerby</i>
3	(Standar Nasional Indonesia ISO/IEC 27037:2014)	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Digital Evidence First Responder (DEFRR)</i> 2. <i>Digital Evidence Specialist (DES)</i> 3. <i>Other Authorities</i>
4	(Subektiningsih, 2017)	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Responden Pertama (First Responder)</i>

No	Peneliti/Lembaga	Keterangan
		2. Penyidik (<i>Investigators</i>), Penyidik Digital, Penyidik Forensik
		3. Petugas Kepolisian
		4. Profesional IT

4.1.2 Wawancara

Di tahap ini adalah upaya upgrade kebaruan problem melalui kuesioner yang dialami atau dirasakan user sebagai aktor atau personil forensik multimedia yang mampu memahami perkembangan model penanganan, modus kasus kejahatan elektronik dan digital. Hasil kuesioner ini diperoleh dari beberapa praktisi yang telah berperan aktif dalam penanganan kasus kejahatan yang berkaitan dengan forensik elektronik dan forensik multimedia. Aspek ini lebih pada pendekatan alur kerja yang didalamnya mengenai persoalan langkah-langkah penanganan kasus kejahatan yang bermuatan data multimedia, keterlibatan aktor praktek lapangan, kesesuaian antara alur kerja investigasi umum dan alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia. Selain itu, berkaitan dengan prosedur apa yang belum ada pada alur kerja atau prinsip selama penanganan kasus forensik multimedia. Dalam pembuatan alur kerja forensik multimedia tentu praktisi merasakan langsung tantangan-tantangan penanganan, sehingga pada kuesioner ini membutuhkan pandangan user dalam hal ini penyidik, profesional IT, kepolisian atau lembaga yang telah legal dan dapat diakui keahliannya di pengadilan.

Empathize dari tahap ini adalah mengumpulkan tiap-tiap permasalahan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Data-data yang dihimpun merupakan yang dialami langsung para pengguna atau praktisi yang berkecimpung dalam penanganan bukti digital dan bukti digital untuk data multimedia. Data yang dihasilkan pada empathize ini merupakan hasil proses design thinking berupa alur kerja penanganan bukti digital umum dan penanganan bukti digital untuk data multimedia. Tahap wawancara ini ditempuh dengan cara membagikan kuesioner, hasil yang diperoleh adalah enam data yaitu dari Yana (Profesional IT), Pratomo Djati Nugroho (Dosen Digital Forensik dan Profesional IT), Ayubi Wirara (Staf Subdirektorat Forensik Digital dan Analisis Kripto), Nur Amin Kadir (Digital Forensic Examiner), Grawas Sugiharto (Pemeriksa Digital Forensik PUSLABFOR POLRI), Buyung Gde (Petugas Kepolisian) dan no name (Penyidik, Penyidik Digital, Penyidik Forensik, Dosen Digital Forensik). Dari data wawancara, pemetaan ditampilkan dalam bentuk tabel

yang berisi Nama sebagai user atau yang memberikan data, kedua keterangan status perlu Alur Kerja atau sebaliknya, ketiga Problem yang dialami petugas dalam penanganan bukti digital data multimedia, keempat Tantangan apa saja yang mungkin timbul, dan terakhir aktor yang terlibat dalam investigasi untuk mengungkap kejahatan yang melibatkan bukti data multimedia. Untuk memahami lebih jelas terkait pemetaan wawancara model alur kerja penanganan bukti digital untuk multimedia dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pemetaan Wawancara Model Alur Kerja

No	Nama	Alur Kerja	Problem	Tantangan	Aktor
1	Yana	√	Belum ada	<i>Evidence</i> yang diterima hasil olahan <i>software editing</i>	<i>Forensics analyst</i>
2	Pratomo Djati Nugroho	√	Belum ada	<i>Noise Delay</i>	<i>Team DFIR</i>
3	Ayubi Wirara	√	Banyaknya alur kerja, perkembangan teknologi	Banyaknya sumber bukti digital	Forensics analyst dan BSSN
4	Nur Amin Kadir	√	Belum ada	Alur kerja yang terpublish memungkinkan dimanfaatkan oleh pihak lawan untuk menyerang dari sisi lain.	Penyidik, Ahli forensik, Pengelola laboratorium digital forensik.
5	Grawas Sugiharto	√	Pemeriksaan barang bukti elektronik	Barang bukti rusak & data bukti digital terhapus.	<i>Client</i> /penyidik, Petugas penerima barang bukti, Petugas ruang barang bukti, Pemeriksa barang

No	Nama	Alur Kerja	Problem	Tantangan	Aktor
					bukti digital.
6	Buyung Gde	√	Ada	Menentukan asal/origin dan asli/tempering	Pemilik, Penyidik, Pemeriksa

4.2 Define

4.2.1 Ulasan Empati Dari User

Define merupakan ulasan problem dari user atau aktor yang bersumber dari *empathize*. Hasilnya adalah terdapat beberapa masalah yang sedang dihadapi. Pertama poin pentingnya, masih ada problem pemeriksaan barang bukti, perkembangan teknologi saat ini masih menjadi permasalahan penting dalam menghadapi fenomena kebaruan modus kejahatan dan proses penanganan. Sedangkan tantangan *user*, keberadaan *evidence* hasil editing, banyaknya sumber bukti digital, alur kerja yang terpublikasi alur kerja dimanfaatkan pihak lawan untuk menyerang, barang bukti rusak atau terhapus dan penentuan asal bukti original. Sedangkan aktor yang terlibat pertama *forensics analyst, team Digital Forensics and Incident Response (DFIR)*, Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN), penyelidik, ahli forensik, pengelola digital forensik, petugas penerima barang bukti, petugas ruangan bukti digital, pemeriksa barang bukti. Dari beberapa data dari aktor yang digunakan dalam penelitian ini difokuskan pada kebutuhan membuat model alur kerja. Pendefinisian masalah ini kembali memetakan lebih jelas apa saja yang dialami users dalam praktik nyata kasus forensik multimedia. Pada semua langkah-langkah penanganan bukti data multimedia kebutuhan apa yang perlu ada.

Tabel 4.6 Pendefinisian Masalah Kebutuhan

Kasus Multimedia		
Bukti digital Image	Bukti digital Video	Bukti digital Audio
Keperluan		
Respon pertama Penyidik, Profesional IT, Petugas Kepolisian, DFIR, BSSN	Model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia	Analisis Forensik, Hubungan aktor dan <i>evidence</i>
Wawasan		

Lokasi bukti elektronik dan bukti digital	Sumber daya manusia dan dunia digital	Model kasus atau modus dan perkembangan teknologi.
---	---------------------------------------	--

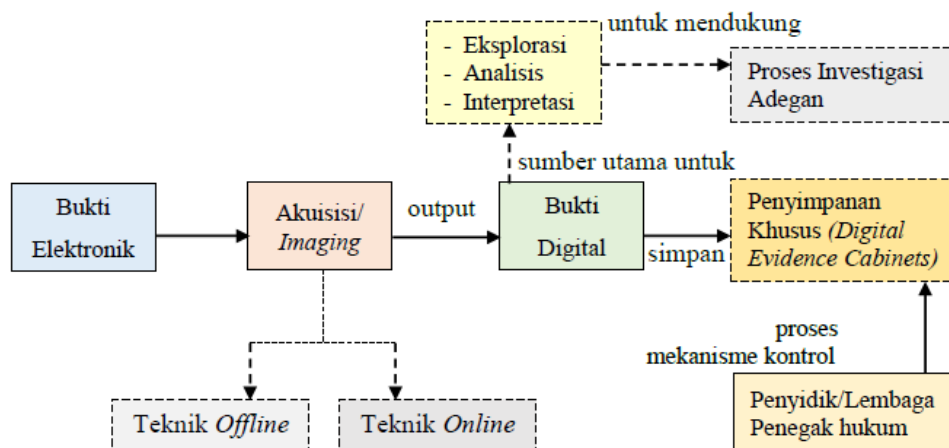
Manajemen

Dalam penanganan barang bukti elektronik dan bukti digital. *User* membutuhkan manajemen klasifikasi alur penanganan, model media penyimpanan bukti, analisis bukti dan manajemen proses pendokumentasian, pelaporan akhir dari kasus forensik multimedia.

4.2.2 Bagaimana Penanganan Bukti Digital

Pembuatan model alur kerja penanganan bukti digital membantu praktisi penyidik, professional IT, dan kepolisian di Indonesia dalam menangani kasus *cybercrime*. Sebelum membuat model alur kerja, langkah awal harus menyelidiki prinsip utama investigasi digital yang sesuai dengan payung hukum yang berlaku di Indonesia. Menurut (Kent et al., 2006) proses umum yang dilakukan saat melakukan penanganan bukti digital mulai dari pengumpulan informasi dari media.

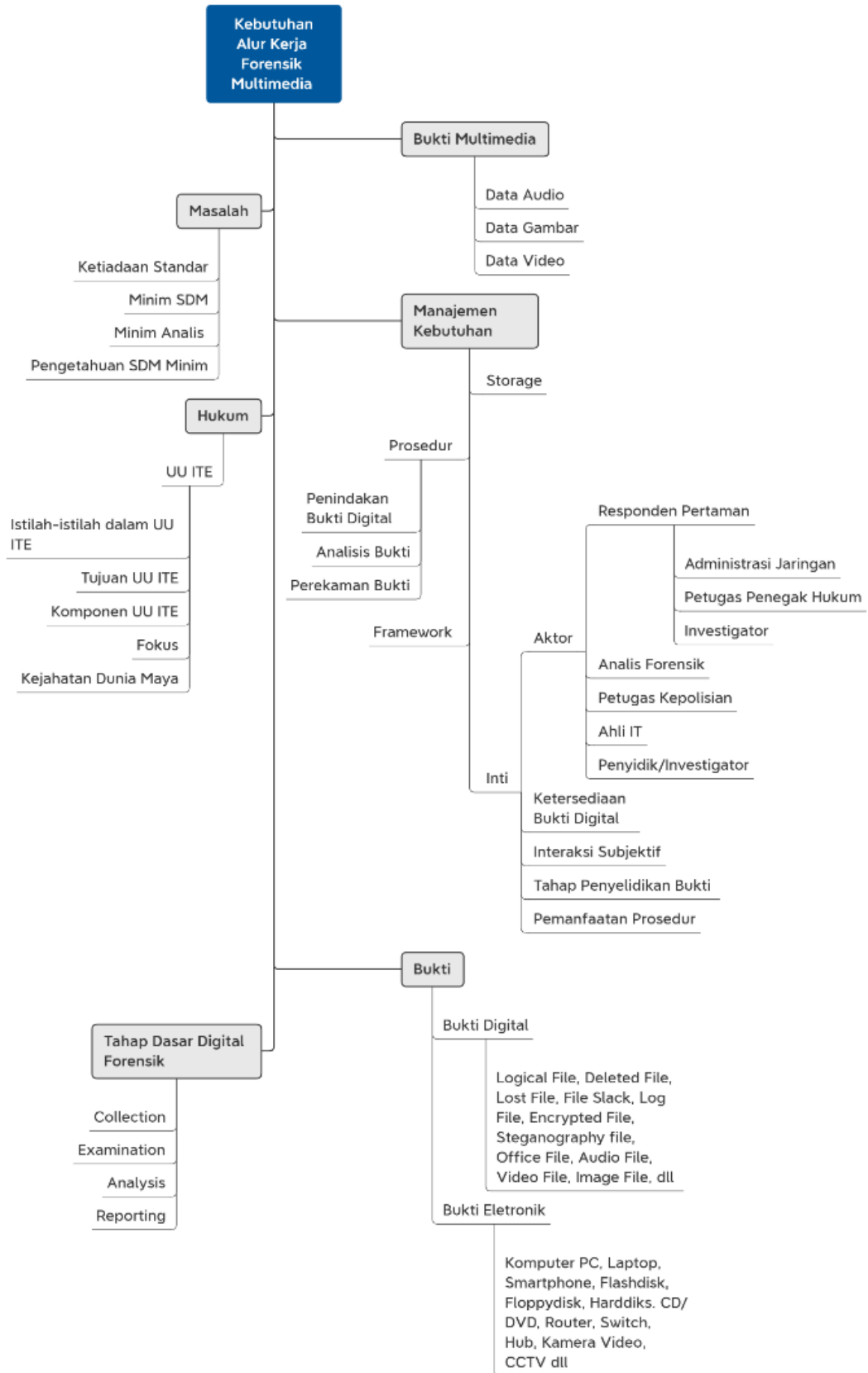
Define ini menjelaskan kebutuhan variabel penelitian yang jelas dibutuhkan untuk membuat model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia. Tahap ini sebagai pengantar untuk memahami konten yang penting dalam membangun model alur kerja. Hasil dari *define* sebagai buah proses dari metode yang digunakan pada penelitian ini. Adapun asumsi dasar yang bisa menjadi penopang membangun model alur kerja dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.2 Asumsi dasar model bisnis forensik digital (Prayudi et al., 2015)

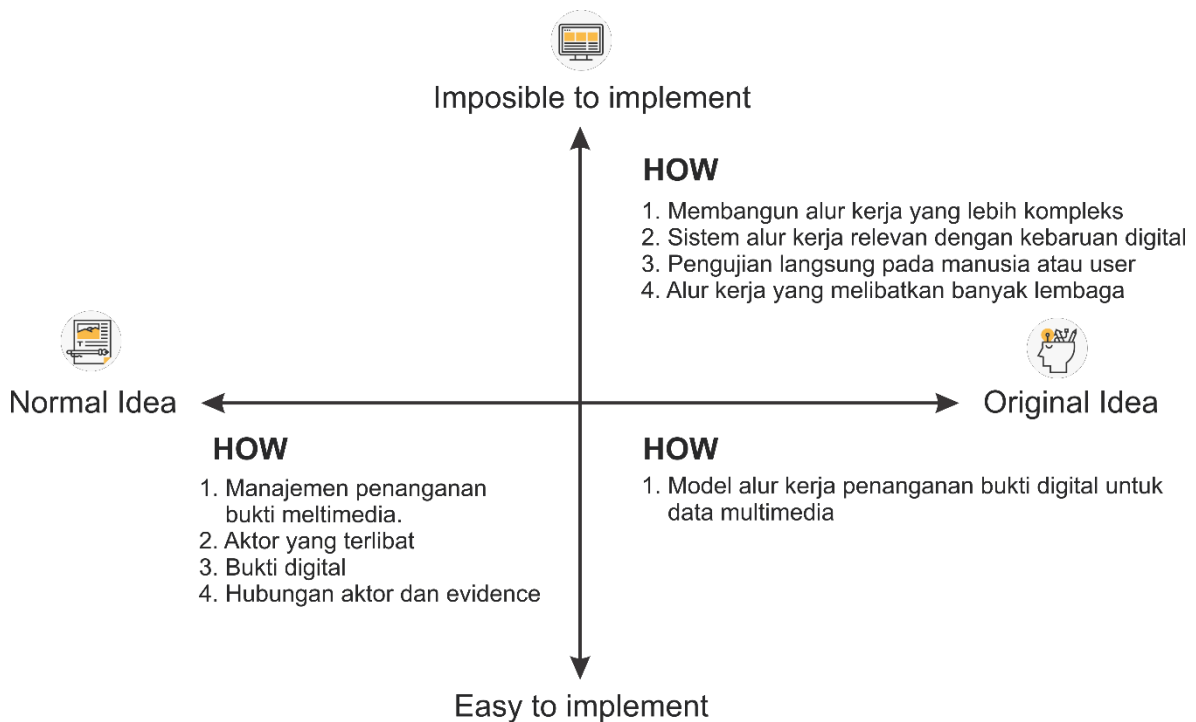
4.3 *Ideate*

Tahap *ideate* ini bersumber dari proses *empathize* dan *define* untuk memberikan *brainstorming* gagasan dan mencatat ide-ide yang dianggap penting untuk disampaikan. Selanjutnya implementasi ide pada proses *prototype*. Dasar dari *ideate* merupakan hubungan tingkat lanjut dari penjabaran hasil sub *design thinking*, perasaan user dan yang kedua dari analisis dari wawancara user. Langkah ini merupakan pengantar untuk menjelaskan kebutuhan mendasar dari user. Pada tahap ini dapat dipahami sebagai sumber pengantar dari kebutuhan alur kerja forensik multimedia dalam bentuk *mapping*. Sebagai penjabaran lanjutan dari masalah yang disampaikan user, diawali dengan topik besar Kebutuhan Alur Kerja Forensik Multimedia dengan beberapa sub-tema. Pertama adalah Bukti Multimedia yang mengkategorikan data digital. Kedua adalah problem yang dialami user sebagai praktisi penyelenggara investigasi. Ketiga Manajemen Kebutuhan, terkait poin-poin penting yang akan menjadi ukuran dalam alur kerja penanganan bukti digital data multimedia, selain itu untuk memetakan kontrol kerja yang bisa membantu investigasi. Keempat Bukti, yang mengklarifikasi bukti digital dan bukti elektronik. Kelima merupakan Tahapan Dasar Digital Forensik. Terakhir adalah Hukum, bertujuan memberikan gambaran terkait legalitas aturan pada kasus-kasus digital. *Mapping* kebutuhan ini sebagai pendukung keputusan untuk membuat model alur kerja penanganan bukti digital data multimedia. Pada gambar 4.3 mind map *brainstorming* terdapat enam kebutuhan yang menjadi pijakan perancangan model alur kerja. Enam kebutuhan adalah bukti multimedia, masalah, manajemen kebutuhan, hukum, bukti dan tahapan dasar digital forensik. Dari hasil *brainstorming* yang dipilih hanya ide yang mendukung pembuatan model alur kerja.



Gambar 4.3 *Brainstorming* kebutuhan alur kerja forensik multimedia

Proses pencarian ide, penentuan ide menggunakan metode *Now Wow How Matrix*. Metode ini dapat menyerap tiga perspektif yang berbeda dalam pemilihan ide untuk model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia. Dalam definisi, bahwa *Now* sebagai instrumen ide yang dapat diaplikasikan dengan kurun waktu yang cepat. *Wow* sebagai instrumen ide bisa menjadi pilihan untuk melakukan inovatif dan diimplementasikan (Dam et al., 2020). Dan terakhir *How* adalah instrumen ide yang menjadi opsi untuk inovatif dan diterapkan. Hasil *Now Wow How Matrix* dibuat dengan tampilan matrix sederhana yang diperoleh dari analisa brainstorming kebutuhan alur kerja forensik multimedia. Adapun hasil dapat dilihat pada Gambar 4.4:



Gambar 4.4 *Now Wow How Matrix* penentuan ide

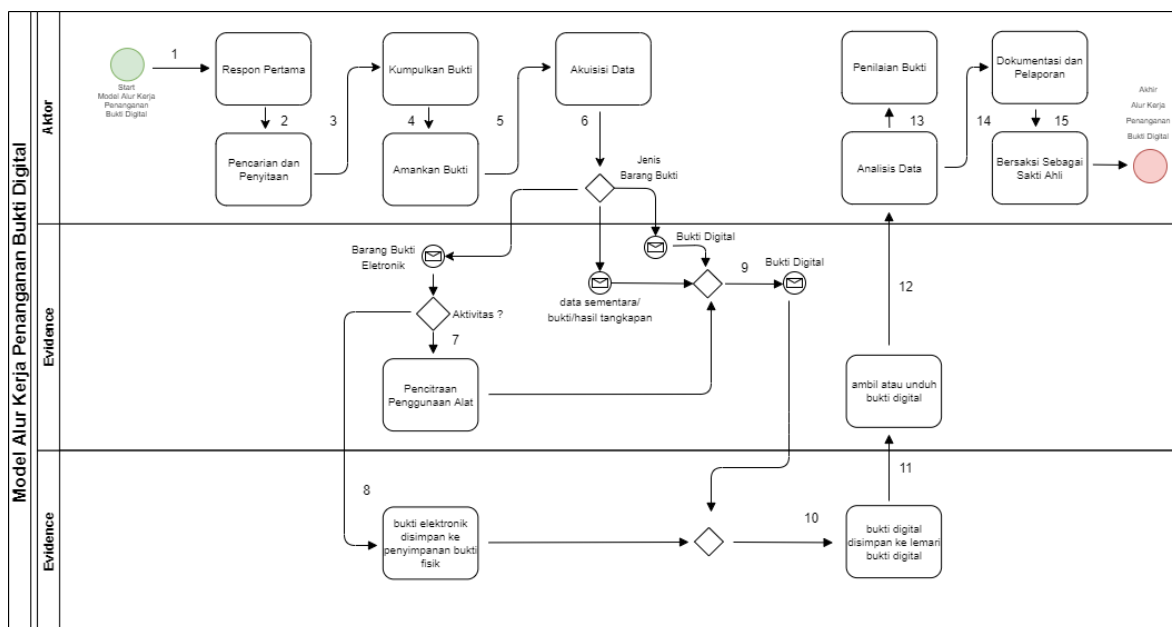
Evaluasi *Ideate* ini menghasilkan kesimpulan kritis yang menggunakan perspektif *Now Wow How Matrix*. Selanjutnya realisasi ide diproses dan dibentuk pada *prototype*.

4.4 Prototype

Gambar 4.5 di bawah ini hasil pemetaan alur kerja penanganan barang bukti digital menggunakan BPMN. mulai dari peran aktor dengan sembilan elemen, respon pertama, pencarian dan penyitaan, kumpulkan bukti, analisis bukti, penilaian bukti, dokumentasi dan pelaporan dan terakhir pertanggung jawaban di pengadilan. Sembilan poin merupakan kolaborasi dari alur kerja hasil proses design thinking. Kemudian di alur *evidence* terdapat

pemanfaatan *tools* forensik dan pengelolaan bukti digital hingga penyimpanan barang bukti elektronik dan bukti digital. Selanjutnya alur kerja dengan pendekatan model BPMN, pengembangan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia di jelaskan di tahap *prototype* yang merupakan sub dari *design thinking*.

Pada tahap *prototype* ini menjelaskan pembuatan model alur kerja dan penjelasan hasil pembuatan model alur kerja, berbentuk model bisnis yang menggunakan metode *design thinking* dengan pendekatan *Business Process and Notation* (BPMN). selain itu tahap ini menjelaskan posisi dari aktor/personil serta sumber daya manusia yang ikut terlibat pada proses kasus digital forensik untuk data multimedia. *Prototype* dari hasil ini dapat menjadi pedoman penanganan barang bukti digital untuk data multimedia.



Gambar 4.5 Model alur kerja penanganan bukti digital

Asumsi langkah umum multimedia forensik masih tidak terlalu memberikan perbedaan yang sangat signifikan dengan langkah umum digital forensik. Langkah umum ini sebagai desain model alur kerja acuan yang perlu dilewati ketika melakukan penelusuran bukti untuk kasus data multimedia Langkah umum pertama adalah respon pertama yang memungkinkan admin atau aktor yang sering terlibat langsung dengan sistem tangga ketika ada masalah yang mencurigakan. Selanjutnya identifikasi untuk memastikan kebenaran tempat temuan bukti elektronik atau bukti digital. Jika tahap dua telah selesai maka tahap berikutnya pengamanan bukti digital agar terhindar dari kerusakan bukti digital. Tahap keempat adalah analisis untuk meninjau kembali temuan dan aspek keakuratan bukti. Selanjutnya dokumentasi sebagai tahap pembuatan draf yang terjaga keilmiahannya.

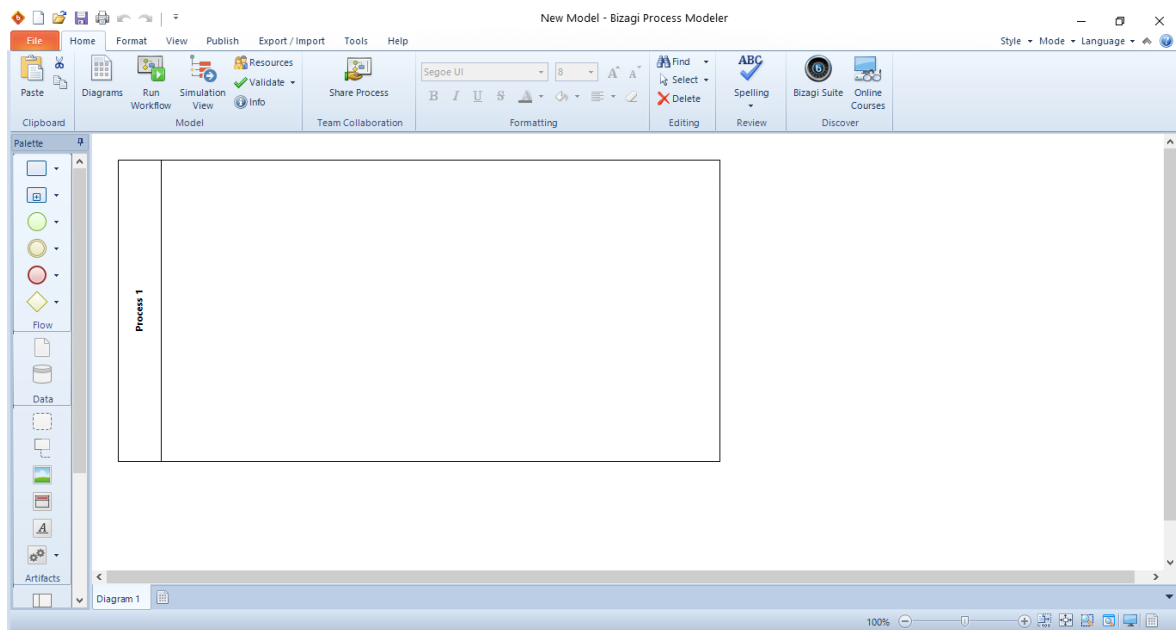
Berikutnya tahap 6 presentasi merupakan sistematika informasi singkat dan jelas dari *draft* penanganan bukti digital data multimedia. Dan tahap terakhir adalah saksi di pengadilan. Aktor saksi dalam kasus digital harus dapat diakui dan memiliki legalitas hukum dan keilmuan di bidang yang sedang diselidiki. Saksi ahli juga perlu memiliki pandangan hukum sesuai kebutuhan yang sedang diselidiki. Untuk melihat desain asumsi langkah umum forensik multimedia dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Asumsi langkah umum multimedia forensik

4.4.1 Pembuatan Model Alur Kerja

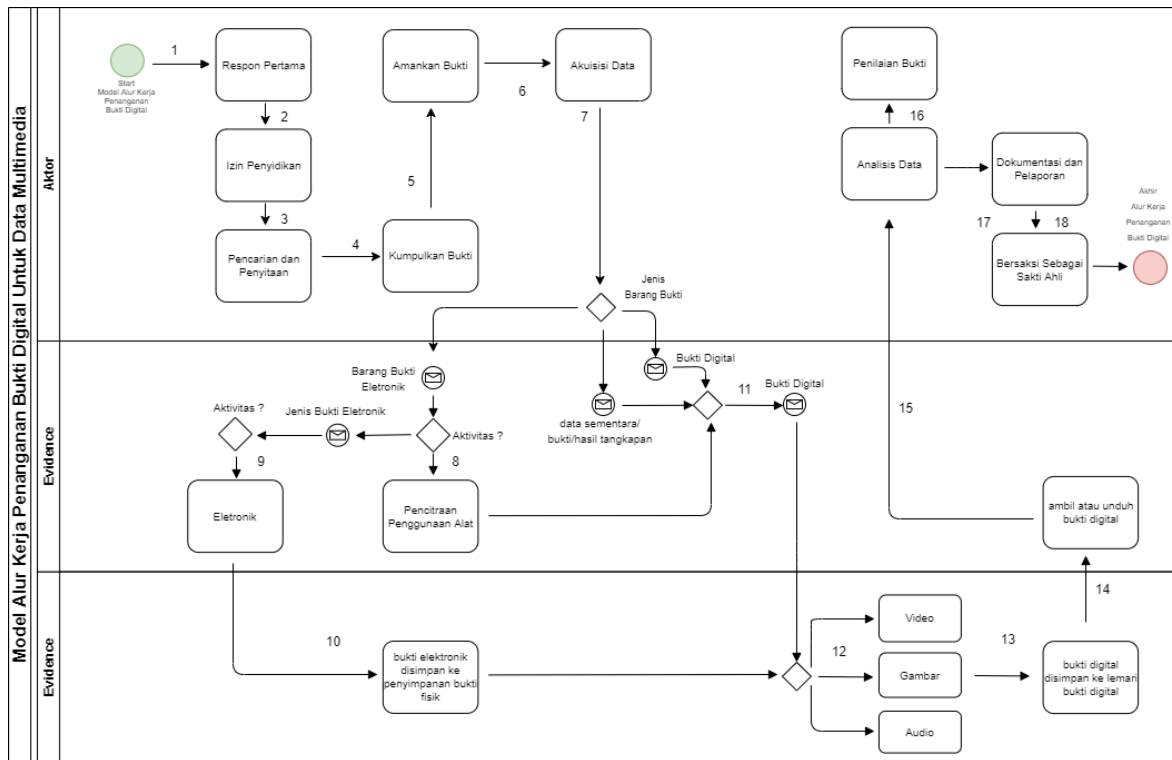
Pembuatan *prototype* model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia menggunakan tools pendukung Bizagi Modeler. Tools Bizagi memiliki fitur diagram alir yang dapat digunakan untuk membuat pemodelan bisnis sesuai dengan kaidah-kaidah *Business Process and Notation* (BPMN). Selain itu, tools Bizagi Modeler dapat memenuhi kebutuhan pembuatan alur kerja.



Gambar 4.7 Tampilan jendela Bizagi Modeler

Proses penelitian pada tahap pembuatan model alur kerja menggunakan pendekatan BPMN untuk membangun model prosesnya. Alur BPMN dapat mudah dipahami dengan gaya khas prosesnya tersusun berurutan dari yang paling awal hingga proses akhir. Setelah melalui tahapan *empathize*, *define* dan *ideate*. Selanjutnya *prototype* dibuat dengan menggunakan elemen *Business Process Model and Notation* (BPMN) sehingga model alur kerja bisa terstruktur, sistematis dan mudah dipahami. ada pun konten BPMN alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia adalah hasil dari proses metode *design thinking* penelitian yang telah melewati proses dengan data yang dikumpulkan sesuai kebutuhan penelitian. Kemudian data yang terkumpul dikonversi menjadi bagian-bagian proses alur kerja yang diimplementasikan pada tahap *prototype* ini.

Berikut adalah hasil dari proses *design thinking* yang disajikan dalam bentuk model alur kerja versi *Business Process Model and Notation* (BPMN) berdasarkan pembagian tugas dan bidang dalam penyelesaian penanganan bukti digital untuk data multimedia:



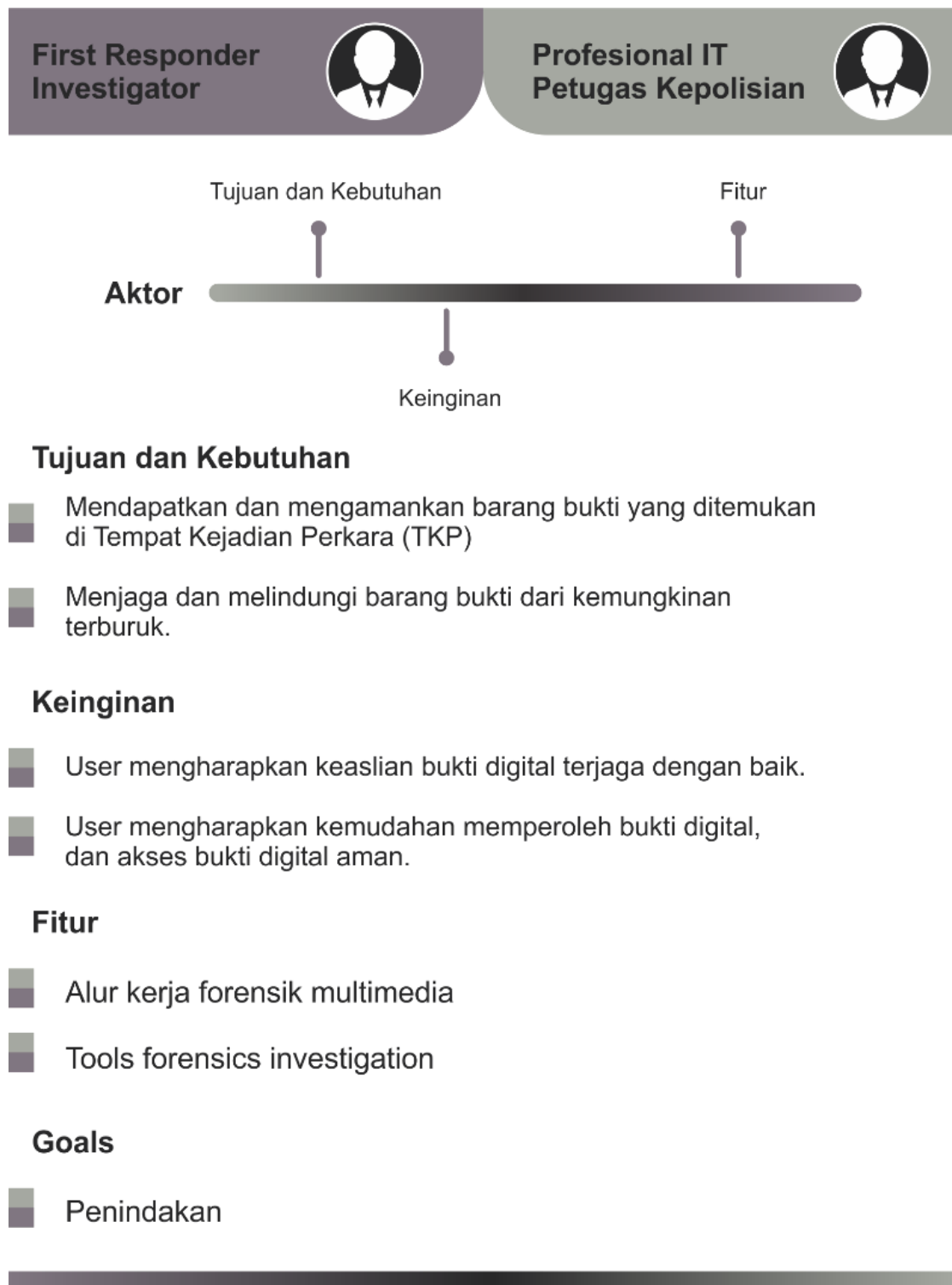
Gambar 4.8 Pola singkat model alur kerja

4.4.2 Penjelasan Aktor Dalam Model Alur Kerja

Membangun alur kerja sangat bergantung pada siapa yang akan menggunakannya. Sehingga bagian ini merupakan hasil gambaran secara global terkait keterlibatan aktor dalam dokumen model alur kerja forensik multimedia. Aktor yang ditempatkan pada alur kerja adalah *first responder*, *investigator*, professional IT dan petugas kepolisian. Empat aktor ini merupakan penamaan umum untuk mewakili aktor bidang lain dalam penanganan bukti digital multimedia seperti analis forensik, penyidik, ahli forensik, pengelola laboratorium digital forensik, petugas penerima barang bukti, petugas ruang barang bukti, dan pemeriksa barang bukti digital.

Penjelasan keterlibatan ini untuk menstimulasi keberadaan aktor, sehingga memiliki gambaran yang jelas secara universal aktivitas aktor pada rancangan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia. Pertama aktor memiliki tujuan untuk menyelesaikan masalah, dengan demikian aktor mencari mencari bukti digital, setelah ditemukan, bukti diamankan sesuai prosedur yang dapat diakui oleh hukum. Tujuan lain menjaga dan melindungi bukti digital dari masalah yang bisa membuat bukti tidak dapat digunakan. Aktor memiliki keinginan, bukti digital tetap aman. Untuk menyelesaikan kasus membutuhkan fitur alur kerja forensik multimedia, perangkat lunak forensik investigasi multimedia yang dapat mendukung keberlangsungan investigasi. Penempatan aktor

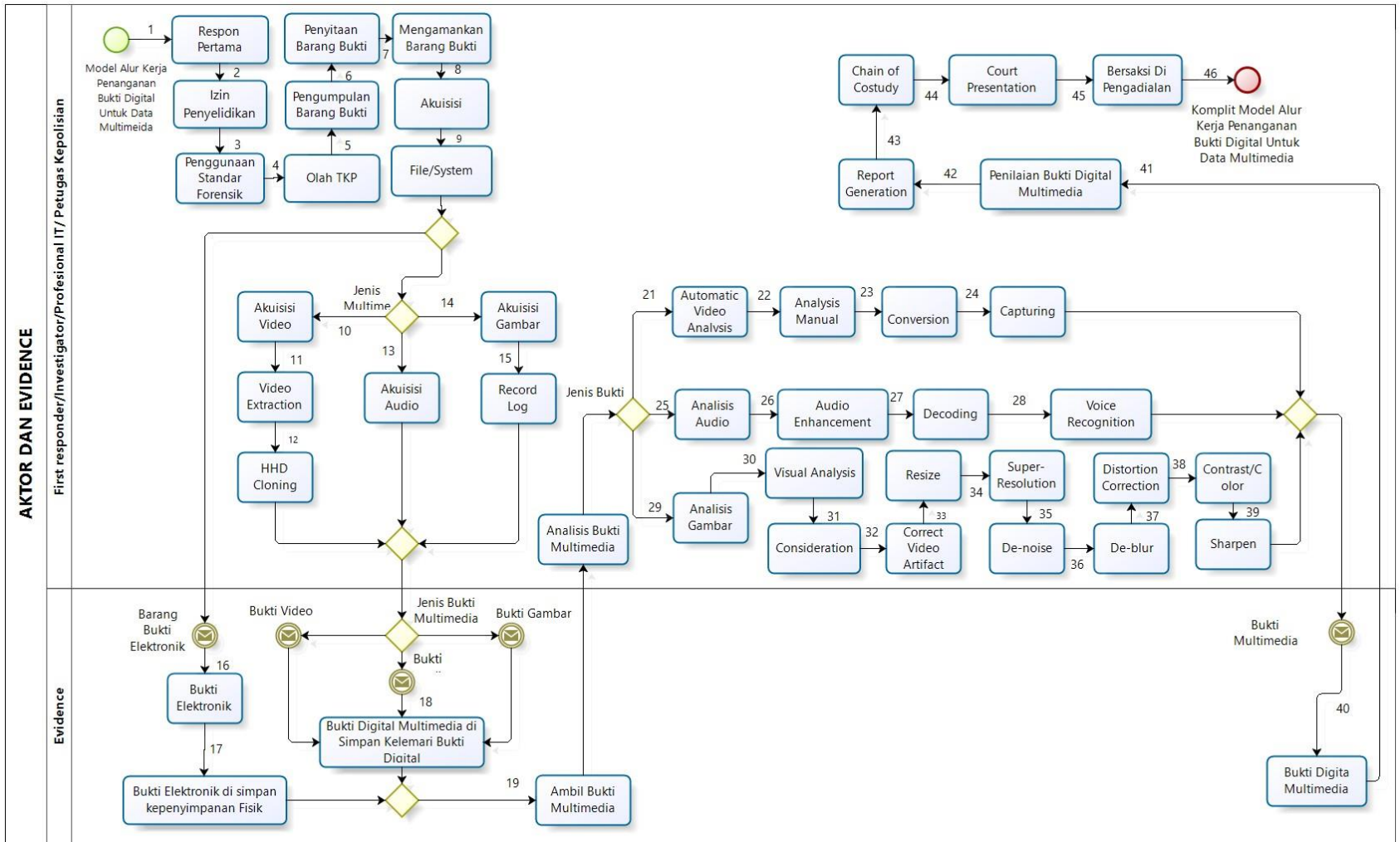
selanjutnya di implementasikan pada model alur kerja. Gambaran aktor secara global dapat dilihat pada Gambar 4.9:



Gambar 4.9 Aktor alur kerja

Setelah melalui tahapan *empathize*, *define* dan *ideate*. Selanjutnya proses *prototype* dibuat dengan menggunakan metode *Business Process Model and Notation* (BPMN). Untuk mendapatkan model proses, pemetaan aktor dan *evidence* menggunakan bantuan tools diagram Bizagi Modeler. Konten BPMN alur kerja forensik data multimedia adalah hasil dari proses identifikasi *empathize*, *define* dan *ideate* yang telah dikonversi menjadi bagian-bagian proses model alur kerja. Penjelasan dari model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia ini secara umum menentukan keterlibatan aktor, *evidence* dan hubungan model proses penanganan bukti digital untuk data multimedia dengan tetap memperhatikan penggunaan elemen *Business Process Model and Notation* (BPMN).

Business Process Model and Notation (BPMN) mampu memberikan informasi hubungan *evidence* dan aktor *first responder*, Investigator, Profesional IT, Petugas Kepolisian yang akan bertugas memberikan penanganan terhadap insiden yang terjadi. Berikut adalah penjelasan hasil dari proses *Business Process Model and Notation* (BPMN) yang dapat ditinjau di Tabel 4.7 yang menjelaskan secara terstruktur dan sistematis alur kerja yang telah jadi dan desain alur kerja menggunakan BPMN secara grafik dapat dilihat pada Gambar 4.8:



Gambar 4.10 Model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia

Model alur kerja yang dihasilkan dapat terdapat 45 lima poin utama untuk penanganan bukti digital untuk data multimedia. Pembagian alur kerja ini ada tiga aspek penting, pertama keterlibatan aktor atau personil yang bertanggung jawab atas penyelidikan, pengamanan, laporan dan kesaksian di pengadilan. Dalam model alur kerja yang dihasilkan, penyebutan konten-konten bukti digital multimedia ada dalam alur aktor. Sebab, yang kedua adalah tentang *evidence* yang menjelaskan keberadaan dan posisi bukti digital multimedia. Berikut penjelasan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia:

Tabel 4.7 Penjelasan Alur Kerja

No	Alur Kerja	Bagian
1	Fase awal dalam kasus digital forensik adalah insiden respon terkait kemungkinan yang akan menjadi penyelidikan, memastikan tempat yang menjadi area penyelidikan;	
2	Sebagai investigator forensik menyampaikan proses izin lanjut penyelidikan;	
3	Mempersiapkan dan memahami kembali prosedur standar dalam penanganan kasus digital forensik;	
4	Melakukan proses pendokumentasian, observasi di sekitar TKP;	<i>First responder/</i>
5	Mengumpulkan barang-barang bukti yang telah ditemukan di TKP;	Investigator / Profesional IT/
6	Barang bukti yang terkumpul dan terindikasi kuat, berhubungan dilakukan penyitaan;	Petugas Kepolisian
7	Barang bukti yang telah disita, selanjutnya di amankan untuk menghindari kerusakan pada bukti penyitaan;	
8	Akuisisi bukti ini dilakukan pada file bukti dan system yang bersumber dari TKP.	
9	File bukti dan system untuk memisahkan jenis bukti digital multimedia;	
10	Akuisisi video, langkah untuk mengolah bukti digital video penyitaan.	

No	Alur Kerja	Bagian
11	Video diekstraksi sebagai upaya mengembalikan kebenaran video;	
12	Memperoleh salinan dari penyimpanan (HDD <i>Cloning</i>);	
13	Akuisisi audio, langkah untuk mengelola bukti digital audio penyitaan;	
14	Akuisisi gambar, langkah untuk mengelola bukti digital gambar penyitaan;	
15	<i>Record log</i> , mendapatkan rekaman catatan dari hasil akuisisi gambar;	
16	Memisahkan bukti elektronik yang telah melalui proses pengambilan bukti digital multimedia;	
17	Bukti elektronik disimpan ke penyimpanan fisik untuk menjaga keaslian barang bukti;	<i>Evidence</i>
18	Bukti digital multimedia di simpan ke lemari bukti digital untuk menjaga keamanan dan keaslian bukti digital;	
19	Mengambil bukti multimedia dari penyimpanan;	
20	Analisis bukti multimedia yang telah melalui proses akuisisi;	
21	Menganalisis bukti video secara otomatis;	
22	Menganalisis bukti video secara manual;	
23	Mengkonversi bukti video yang telah dianalisis;	
24	Capturing hasil analisis dan konversi bukti video;	
25	Menganalisis secara otomatis dan manual pada bukti audio;	<i>First responder/ Investigator /</i>
26	<i>Audio enhancement</i> , memastikan kebenaran bukti audio. Peningkatan atau perbaikan;	Profesional IT/ Petugas Kepolisian
27	Penguraian kode pada bukti digital audio (<i>decoding</i>)	
28	Memastikan kebenaran terhadap suara pada audio (<i>Voice recognition</i>)	
29	Menganalisis otomatis dan manual pada bukti gambar;	
30	Melihat analisis dari gambar (<i>visual analysis</i>);	
31	Mempertimbangkan analisis pada bukti gambar	

No	Alur Kerja	Bagian
	(<i>consideration</i>);	
32	Memastikan artefak gambar yang benar (<i>correct image artifact</i>);	
33	Mengubah urutan yang ke ukuran sebenarnya (<i>resize</i>);	
34	Memberikan resolusi yang baik pada gambar tanpa mengubah data gambar (<i>super-resolution</i>);	
35	Melakukan <i>de-noise</i> pada bukti gambar;	
36	Melakukan <i>de-blur</i> pada bukti gambar;	
37	Melakukan <i>distortion correction</i> pada bukti gambar;	
38	Melakukan proses kontras/warna;	
39	Sharpen, mempertajam pada bukti digital;	
40	Bukti digital multimedia telah selesai proses analisis;	<i>Evidence</i>
41	Penilaian bukti digital multimedia;	
42	Pembuatan laporan penanganan bukti digital multimedia;	
43	Kronologi semua pendokumentasian bukti digital multimedia;	<i>First responder/</i> <i>Investigator /</i>
44	Presentasi hasil pendokumentasian bukti digital multimedia di pengadilan (<i>court presentation</i>);	Profesional IT/ Petugas Kepolisian
45	Memberikan kesaksian terhadap barang bukti digital di pengadilan;	

4.4.3 Analisa Hasil Alur Kerja

Ada beberapa analisa dari hasil alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia. Analisa yang dimaksud adalah analisa penggunaan metode dalam membangun alur kerja, analisa kesesuaian model alur kerja dan masalah penelitian, analisa literatur review dan hasil alur kerja, analisa *external feedback* dari model alur kerja. Berikut penjelasan dari empat analisa:

Analisa pertama terkait dengan metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah penelitian. Penelitian ini menggunakan metode *design thinking* yang cukup efektif untuk menghendaki memperoleh data terupdate mulai dari masalah alur, bukti, aktor dan masalah yang langsung dialami oleh investigator, penyidik, petugas kepolisian, ahli forensik.

Penelitian ini juga menggunakan pendekatan *Business Process Model and Notation* (BPMN) sebagai metode untuk membuat model alur kerja. Secara konsep, BPMN adalah instrumen yang mudah dipahami yang menjelaskan rentetan aktivitas yang bermuatan pesan apa yang sedang dikerjakan. Dalam pembuatan alur kerja, BPMN sangat efektif untuk menyampaikan alur, pesan dengan pemodelan grafik.

Pada Tabel 4.8 ini merupakan hasil analisa dari alur kerja yang dihasilkan dan hubungannya dengan permasalahan penelitian, data ini ditampilkan dengan variabel masalah yang berisi kerterangan masalah penelitian, kemudian variabel hasil yang diberikan keterangan dua kondisi dengan simbol \surd , dan jika tidak sesuai ditandai dengan simbol X. sedangkan variabel keterangan adalah informasi fakta dari produk model alur kerja yang dihasilkan. Tabel ini sesuai dengan fakta dari hasil penelitian.

Tabel 4.8 Analisis Kesesuaian Model Alur dan Masalah Penelitian

No	Masalah	Hasil	Keterangan
1	Pembuatan alur kerja multimedia	\surd	Model alur kerja yang dihasilkan fokus pada multimedia forensik. Data multimedia yang terakomodir dalam alur kerja ini adalah Audio, Video dan gambar.
2	Hubungan aktor dan <i>evidence</i>	\surd	Kebutuhan alur kerja yang dibangun terdapat aktor dan <i>evidence</i> . Dari dua kebutuhan ini memiliki hubungan yang continue ketika aktor memiliki izin investigasi dari kasus digital multimedia. Garis hubungan yang continue ini diperoleh dari penggunaan BPMN dalam membangun model alur kerja.
3	Menghasilkan alur kerja	\surd	Indikator yang dapat dijadikan sampel adalah struktur alur yang jelas. Mulai dari persiapan, pengumpulan, pengamanan, akuisisi, penyimpanan, analisa, pendokumentasian sampai dengan penyampaian di pengadilan.

Tabel 4.9 adalah catatan hasil evaluasi dari analisis terhadap literatur *review* yang digunakan dalam penelitian ini. Disini hasil analisa disajikan untuk menggambarkan objek

penelitian atau metode penyelesaian masalah penelitian yang digunakan. Untuk menyampaikan informasi, bagian ini menggunakan tiga variabel yaitu nama model atau judul penelitian, variabel objek penelitian, dan terakhir adalah variabel metode. Adapun hasil dari analisa ini dapat dilihat dalam informasi tabel, sebagai berikut.

Tabel 4.9 Analisa Literatur Review dan Hasil Alur Kerja

No	Judul	Objek	Metode
1	Pendekatan BPMN untuk pengembangan digital <i>forensic workflow</i> model menggunakan <i>Design Science Research Methodology</i>	Pengembangan Multimedia	X
2	Penerapan <i>Composite Logic</i> Dalam Mengkolaborasi <i>Framework</i> Terkait Multimedia Forensik	Kolaborasi Multimedia	X
3	<i>Digital Evidence Cabines: A Proposed Framework</i> Terkait Multimedia Forensik	<i>Chain of Custody</i>	X
4	<i>Digital Forensics Laboratories in Operation: How Are Multimedia Data and Device Handled</i>	Data Multimedia dan Perangkat	X
5	<i>Multimedia Forensics: discovering the history of multimedia contents</i>	Konten Multimedia	X
6	<i>A Dempster-Shafer Framework Decision Fusion</i>	<i>Image Forensics</i>	X
7	Model Alur Kerja Penanganan Bukti Digital Untuk Data Multimedia.	Alur Kerja Multimedia	√

4.5 Test

4.5.1 Validasi dan Pengujian Elemen

Pengujian alur kerja pertama dilakukan dengan validasi elemen untuk memastikan tahapan-tahapan yang telah dibangun dengan baik dan benar dalam model alur kerja. Pada bagian pengujian ini menggunakan metode validasi bawaan tools Bizagi Modeler. Validasi ini merupakan proses untuk mengetahui seberapa tepat menggunakan elemen BPMN dalam membangun model alur kerja. Pengujian memastikan semua elemen terhubung dengan baik dengan memberikan nilai skenario 50 kali uji pengulangan pada Aktor dan *Evidence*. Di saat

skenario dijalankan maka semua elemen akan diproses, apabila terdapat elemen yang salah, skenario tidak berjalan. Dalam kondisi ini model alur kerja perlu peninjauan kembali. Jika elemennya digunakan dengan baik skenario dapat berjalan. Setiap elemen tidak sepenuhnya mendapat poin 50, keadaan nilai kurang dari 50 disebabkan beberapa faktor, pertama posisi alur tidak sempurna, kedua aliran elemen terbagi, sehingga nilai pengulangan juga akan terbagi. Dari pengujian alur kerja, sistem mengeluarkan tiga poin penting, pertama adalah nama yang berisi identitas setiap tahapan alur kerja, kedua *type* adalah keterangan dari aktivitas setiap elemen. Dan terakhir *instances completed* adalah informasi nilai yang dihasilkan dari skenario. Adapun data dari skenario pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.10.

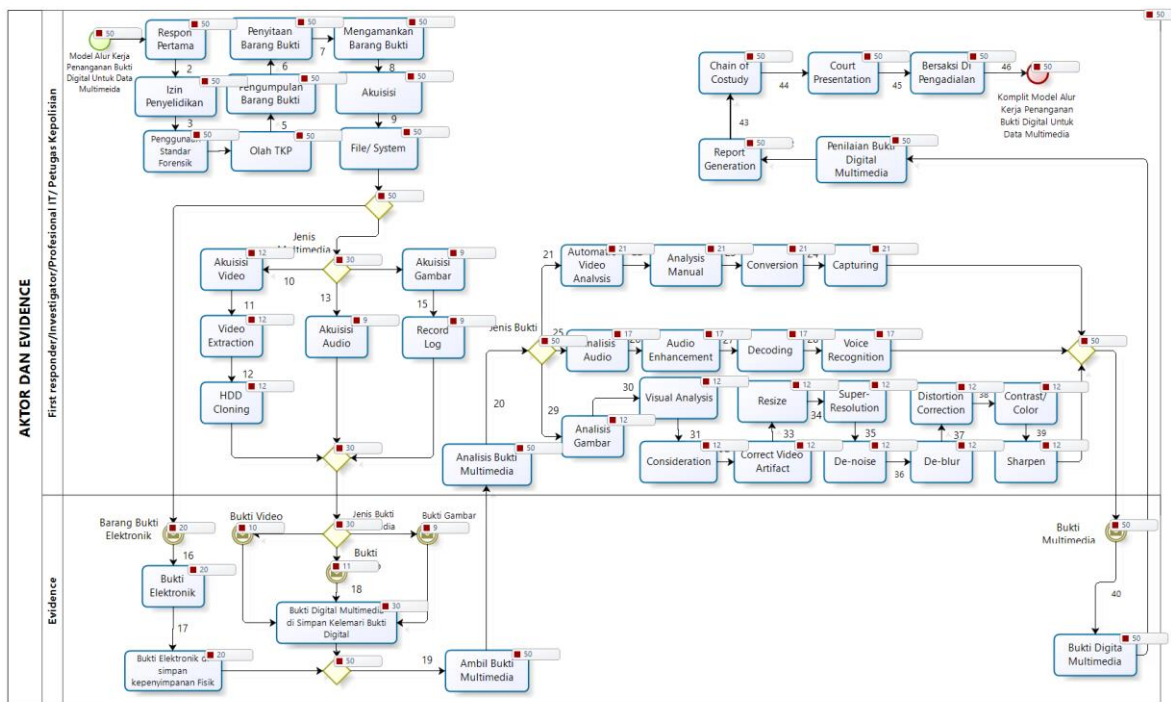
Tabel 4.10 Pengujian Elemen Alur Kerja Aktor dan *Evidence*

Nama	Type	Instances completed
<i>AKTOR DAN EVIDENCE</i>	<i>Process</i>	50
Model Alur Kerja Penanganan Bukti Digital Untuk Data Multimedia	<i>Start event</i>	50
Respon Pertama	<i>Task</i>	50
Izin Penyelidikan	<i>Task</i>	50
Penggunaan Standar Forensik	<i>Task</i>	50
Olah TKP	<i>Task</i>	50
Pengumpulan Barang Bukti	<i>Task</i>	50
Penyitaan Barang Bukti	<i>Task</i>	50
Mengamankan Barang Bukti	<i>Task</i>	50
Akuisisi	<i>Task</i>	50
<i>File/System</i>	<i>Task</i>	50
<i>ExclusiveGateway</i>	<i>Gateway</i>	50
Jenis Multimedia	<i>Gateway</i>	50
Akuisisi Video	<i>Task</i>	8
<i>Video Extraction</i>	<i>Task</i>	8
HDD Cloning	<i>Task</i>	8
Akuisisi Audio	<i>Task</i>	8
Akuisisi Gambar	<i>Task</i>	9
<i>Record Log</i>	<i>Task</i>	9

Nama	Type	Instances completed
Bukti Elektronik	<i>Task</i>	25
Bukti Elektronik disimpan ke penyimpanan Fisik	<i>Task</i>	25
<i>ExclusiveGateway</i>	<i>Gateway</i>	50
Jenis Bukti Multimedia	<i>Gateway</i>	25
Bukti Gambar	<i>Intermediate event</i>	7
Bukti Video	<i>Intermediate event</i>	10
Bukti Audio	<i>Intermediate event</i>	8
Bukti Digital Multimedia disimpan Kelemari Bukti Digital	<i>Task</i>	25
<i>ExclusiveGateway</i>	<i>Gateway</i>	50
Ambil Bukti Multimedia	<i>Task</i>	50
Analisis Bukti Multimedia	<i>Task</i>	50
Jenis Bukti	<i>Gateway</i>	50
<i>Automatic Video Analysis</i>	<i>Task</i>	21
<i>Analysis Manual</i>	<i>Task</i>	21
<i>Conversion</i>	<i>Task</i>	21
<i>Capturing</i>	<i>Task</i>	21
Analisis Audio	<i>Task</i>	14
<i>Audio Enhancement</i>	<i>Task</i>	14
<i>Decoding</i>	<i>Task</i>	14
<i>Voice Recognition</i>	<i>Task</i>	14
Analisis Gambar	<i>Task</i>	15
<i>Visual Analysis</i>	<i>Task</i>	15
<i>Consideration</i>	<i>Task</i>	15
<i>Correct Video Artifact</i>	<i>Task</i>	15
<i>Resize</i>	<i>Task</i>	15
<i>Super-Resolution</i>	<i>Task</i>	15
<i>De-noise</i>	<i>Task</i>	15
<i>De-Blur</i>	<i>Task</i>	15
<i>Distortion Correction</i>	<i>Task</i>	15
<i>Contrast/Color</i>	<i>Task</i>	15

Nama	Type	Instances completed
Sharpen	Task	15
ExclusiveGateway	Task	50
Bukti Multimedia	Task	50
Bukti Digital Multimedia	Task	50
Penilaian Bukti Digital Multimedia	Task	50
Report Generation	Task	50
Chain of Custody	Task	50
Court Presentation	Task	50
Bersaksi di Pengadilan	Task	50
Komplit Model Alur Kerja Penanganan Bukti Digital Untuk Data Multimedia	End event	50

Setelah simulasi pengujian dilakukan, secara otomatis sistem memberikan respon dengan tampilan kotak merah di pojok atas, didalamnya terdapat nilai hasil uji elemen. Berikut tampilan hasil pengujian dari model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia:



Gambar 4.11 Nilai pengujian elemen model alur kerja

4.5.2 Pengujian Alur Kerja Pada Ahli Forensik

Bagian dua ini merupakan proses pengujian dari sisi ahli yang berpengalaman di bidang digital forensik untuk menilai model alur kerja yang dihasilkan. Proses pengujian yang dilakukan sebagai *feedback* eksternal untuk mendapatkan penilaian yang berimbang dari sisi peneliti dan ahli forensik. Proses pengujian ini dilakukan dengan memberikan pertanyaan dengan sistem kuesioner. Responden menjawab terkait kesesuaian, ketiadaan alur, kekurangan dan kelayakan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia kepada anggota, petugas instansi, organisasi atau lembaga terkait yang bergerak dalam masalah digital forensik. Dalam pengujian ini di pilih 4 ahli forensik dari lembaga atau instansi berbeda. Adapun nama-nama yang melakukan pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Data Tanggapan Ahli Forensik

No	Nama	Lembaga/Instansi	Singkatan
1	Arhemi Dutimarshelly	IT Konsultan	IT-K
2	Nur Amin Kadir	Direktorat Jenderal Pajak	DJP
3	Ayubi Wirara	Badan Siber dan Sandi Negara	BSSN
4	Setyadi Ari Murtopo	Pusat Laboratorim Forensik POLRI	PUSLABFOR

Dalam pengujian model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia, responden diwajibkan memberikan jawaban pada setiap pertanyaan. Pertama responden memberikan penilaian keselarasan hasil alur kerja dengan investigasi yang dilakukan secara nyata. hasilnya, empat responden menjawab pertanyaan pertama bahwa model alur kerja yang dibuat selaras dengan fakta investigasi langsung. Pertanyaan kedua tentang alur yang belum ada dalam dalam praktik langsung. Satu responden menyatakan masih ada yang belum terakomodir dalam alur kerja, tiga responden menyatakan tidak ada atau alur forensik multimedia tercover pada alur kerja yang dibuat. Pertanyaan bagian tiga, terkait kebaruan yang ada dalam model alur kerja. Dua responden memberikan nilai bahwa “tidak” artinya pada alur kerja yang dihasilkan belum terdapat alur baru, dan yang dua responden menerangkan terdapat kebaruan pada alur kerja. Selanjutnya bagian empat, pertanyaan mengenai kelayakan alur kerja untuk dijadikan literatur dalam praktek nyata. semua responden memberikan keterangan bahwa model alur kerja bisa menjadi literatur untuk pengungkapan kasus forensik data multimedia. Pertanyaan terakhir adalah pemberian nilai dari keseluruhan hasil penelitian model alur kerja. Pemberian skala nilai ditentukan dari

angka 1 sampai dengan angka 10. Angka 1 merupakan nilai terkecil yang berarti alur kerja masih sangat jauh dari kata maksimal, sedangkan angka 10 adalah nilai tertinggi, angka ini dapat dikategorikan pada tingkat sangat maksimal. Berikut pemberian nilai pertanyaan 6:

Tabel 4.12 Tabel Penentuan Nilai

1 = 10	2 = 20	3 = 30	4 = 40	5 = 50	6 = 60	7 = 70	8 = 80	9 = 90	10 = 100
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	----------

Adapun hasil pemberian skala nilai, tiga responden memberikan nilai yang berbeda-beda. dua responden memberikan nilai 7, responden selanjutnya memberikan nilai 8, responden ketiga memberikan nilai 9 dan responden terakhir memberikan nilai 7. Dari skala yang diberikan responden, dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus rata-rata, diperoleh nilai rata-rata 7,75. Hasil pengujian nomor 6 untuk model alur kerja penanganan bukti digital data multimedia berada di angka 70.75. Untuk melihat lebih jelas hasil dari data pengujian model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Model Alur Kerja

No	Pertanyaan	IT-K	BSSN	DJP	PUSLABFOR
1	Apakah model alur kerja forensik multimedia yang dibuat selaras dengan proses investigasi data multimedia secara nyata?	√	√	√	√
2	Adakah tahapan model alur kerja forensik multimedia yang belum ada dalam praktik langsung?	√	X	X	X
3	Adakah tahapan proses forensik multimedia secara praktik baru terdapat dalam Model Alur Kerja Forensik Multimedia yang dibuat?	X	√	X	√
4	Apakah model alur kerja forensik multimedia layak dijadikan literatur dalam praktik nyata?	√	√	√	√

No	Pertanyaan	IT-K	BSSN	DJP	PUSLABFOR
5	Apakah Model Alur Kerja Forensik Multimedia yang dibuat sudah memberikan kejelasan hubungan antara aktor forensik dengan evidence?	√	√	√	√
6	Berikan penilaian kesesuaian model alur kerja forensik multimedia dalam praktik nyata, dari skala 1-10.	7	9	8	7

Evaluasi dari pengujian ini pertama adalah masih menggunakan tujuh lembaga dan instansi sebagai responden untuk menguji model alur kerja. Namun, yang tercover hanya tiga responden dari ahli forensik yang bernaung dibawah lembaga yang bergerak pada kasus-kasus digital forensik. Beberapa poin evaluasi diperoleh dari responden, pertama dalam alur kerja forensik multimedia perlu ada tahap kloning sebelum melakukan penyimpanan barang bukti, model alur kerja perlu dibuatkan *working copy* yang bisa dijadikan wadah untuk melakukan analisa.

BAB 5

Kesimpulan

Setelah menyelesaikan proses penelitian, yang dapat dikesimpulkan mulai dari input, proses dan output adalah:

1. Penelitian ini menggunakan metode *design thinking* dengan pendekatan *Business Process Model and Notation* (BPMN) untuk mendapatkan data dan hasil penelitian. Data diperoleh dari penelitian ilmiah terdahulu yang bersumber dari artikel, jurnal, buku dan sumber lain yang dapat dipertanggung jawabkan. Data tersebut model penanganan bukti digital, model penanganan bukti digital multimedia dan data aktor forensik. Selain itu juga, data bersumber dari wawancara hasil empati ahli forensik yang sudah memiliki pengalaman dalam menangani kasus digital forensik, beberapa ahli forensik dari lembaga negara. Semua data yang terkumpul diidentifikasi dan yang digunakan hanya data yang berhubungan dengan kebutuhan dalam pembuatan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia. Setiap rangkaian pengumpulan data dan kebutuhan penelitian menggunakan sub bagian proses *design thinking* yaitu *empathize*, *define* dan *ideate*.
2. *Business Process Model and Notation* (BPMN) merupakan instrument untuk menghasilkan model proses alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia, pada penelitian ini BPMN alur kerja dibuat dengan tools pendukung Bizagi Modeler. Konten tahapan alur kerja dalam BPMN bersumber dari filter akhir *empathize*, *define* dan *ideate*. Hasil akhir pembuatan model adalah terdapat 45 model alur kerja yang terhubung antara aktor dan *evidence* sesuai garis proses yang harus dilalui dalam penanganan bukti digital data multimedia.
3. Proses validasi dan pengujian model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia menggunakan dua aspek. Pertama validasi elemen BPMN alur kerja. Validasi ini menggunakan fasilitas simulasi bawaan Bizagi Modeler untuk memastikan pembuatan alur kerja sesuai standar. Dan pengujian terakhir model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia di uji oleh ahli forensik dari lembaga dan instansi yang berbeda.
4. Penelitian ini menghasilkan model alur kerja penanganan bukti digital untuk data multimedia. Hasil dari pengujian model adalah 80% sesuai dengan kebutuhan ahli dan 20% masih terdapat kekurangan dalam model alur kerja.

Daftar Pustaka

- Abrishami, S., Naghibzadeh, M., & Epema, D. H. J. (2012). Cost-driven scheduling of grid workflows using partial critical paths. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 23(8), 1400–1414. <https://doi.org/10.1109/TPDS.2011.303>
- AlShaikh, A., & Sedky, M. (2016). Post Incident Analysis Framework for Automated Video Forensic Investigation. *International Journal of Computer Applications*, 135(12), 1–7. <https://doi.org/10.5120/ijca2016908300>
- Baryamureeba, V., & Tushabe, F. (2004). The enhanced digital investigation process model. *Proceedings of the Digital Forensic Research Conference, DFRWS 2004 USA*, 1–9.
- Battiato, S., Giudice, O., & Paratore, A. (2016). Multimedia forensics: Discovering the history of multimedia contents. *ACM International Conference Proceeding Series*, 1164(June), 5–16. <https://doi.org/10.1145/2983468.2983470>
- Bhandari, S., & Jusas, V. (2020). An abstraction based approach for reconstruction of timeline in digital forensics. *Symmetry*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/SYM12010104>
- Bhowmik, D., & Feng, T. (2017). The multimedia blockchain: A distributed and tamper-proof media transaction framework. *International Conference on Digital Signal Processing, DSP, 2017-Augus*. <https://doi.org/10.1109/ICDSP.2017.8096051>
- Böhme, R., Freiling, F. C., Gloe, T., & Kirchner, M. (2009). Multimedia forensics is not computer forensics. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 5718 LNCS, 90–103. https://doi.org/10.1007/978-3-642-03521-0_9
- Bradley, S. (2007). Digital Evidence: Representation and Assurance. *Thesis*, 1–198. [http://www.google.co.uk/url?sa=t&source=web&cd=23&ved=0CCQQFjACOBQ&url=http://eprints.qut.edu.au/16507/1/Bradley_Schatz_Thesis.pdf&rct=j&q=forensics calculate clock skew&ei=a9L3TMT4L8mWhQevy-nFDw&usq=AFQjCNHe8jEflkZ89sX2Ywr3AVVH-a56jQ%5Cnpapers2](http://www.google.co.uk/url?sa=t&source=web&cd=23&ved=0CCQQFjACOBQ&url=http://eprints.qut.edu.au/16507/1/Bradley_Schatz_Thesis.pdf&rct=j&q=forensics%20calculate%20clock%20skew&ei=a9L3TMT4L8mWhQevy-nFDw&usq=AFQjCNHe8jEflkZ89sX2Ywr3AVVH-a56jQ%5Cnpapers2)
- Braid, M. (2001). *Australian Computer Emergency Response Team Collecting Electronic Evidence After a System Compromise Why Collect Electronic Evidence ?* 1–13.
- Bryk, P., Malawski, M., Juve, G., & Deelman, E. (2016). Storage-aware Algorithms for Scheduling of Workflow Ensembles in Clouds. *Journal of Grid Computing*, 14(2), 359–378. <https://doi.org/10.1007/s10723-015-9355-6>

- Caldelli, R., Amerini, I., Picchioni, F., & Innocenti, M. (2010). Fast image clustering of unknown source images. *2010 IEEE International Workshop on Information Forensics and Security, WIFS 2010, 1*, 1–5.
<https://doi.org/10.1109/WIFS.2010.5711454>
- Cohen, F. (2009). Two models of digital forensic examination. *4th International Workshop on Systematic Approaches to Digital Forensic Engineering, SADFE 2009, 1(3)*, 42–53. <https://doi.org/10.1109/SADFE.2009.8>
- Cosic. (2012). Chain of Custody and Life Cycle of Digital Evidence. *Computer Technology and Application, 3(2012)*, 126–129.
<http://www.davidpublishing.com/davidpublishing/upfile/3/29/2012/2012032902750283.pdf>
- Deelman, E., Singh, G., Su, M. H., Blythe, J., Gil, Y., Kesselman, C., Mehta, G., Vahi, K., Berriman, G. B., Good, J., Laity, A., Jacob, J. C., & Katz, D. S. (2005). Pegasus: A framework for mapping complex scientific workflows onto distributed systems. *Scientific Programming, 13(3)*, 219–237. <https://doi.org/10.1155/2005/128026>
- Dell’Era, C., Magistretti, S., Cautela, C., Verganti, R., & Zurlo, F. (2020). Four kinds of design thinking: From ideating to making, engaging, and criticizing. *Creativity and Innovation Management, 29(2)*, 324–344. <https://doi.org/10.1111/caim.12353>
- Elhoseny, M., Selim, M. M., & Shankar, K. (2020). Optimal Deep Learning based Convolution Neural Network for digital forensics Face Sketch Synthesis in internet of things (IoT). *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*.
<https://doi.org/10.1007/s13042-020-01168-6>
- Esteban Ortiz-Ospina. (2019). The rise of social media - Our World in Data. In *September 18*. <https://ourworldindata.org/rise-of-social-media>
- Fontani, M., Bianchi, T., De Rosa, A., Piva, A., & Barni, M. (2011). A Dempster-Shafer framework for decision fusion in image forensics. *2011 IEEE International Workshop on Information Forensics and Security, WIFS 2011*.
<https://doi.org/10.1109/WIFS.2011.6123156>
- Goldman, S., & Kabayadondo, Z. (2016). Taking design thinking to school: How the technology of design can transform teachers, learners, and classrooms. In *Taking Design Thinking to School: How the Technology of Design Can Transform Teachers, Learners, and Classrooms*. <https://doi.org/10.4324/9781317327585>
- Horsman, G. (2019). Formalising investigative decision making in digital forensics: Proposing the Digital Evidence Reporting and Decision Support (DERDS)

- framework. *Digital Investigation*, 28, 146–151.
<https://doi.org/10.1016/j.diin.2019.01.007>
- Karen Kent, Suzanne Chevalier, Tim Grance, H. D. (2006). Guide to integrating forensic techniques into incident response (NIST Special Publication 800-86). *NIST Special Publication, August*, 800–886.
<http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-86.pdf>
- Kent, K., & Souppaya, M. (2006). Guide to Computer Security Log Management. *Nist Special Publication*.
- Kohn, M., & Eloff, J. H. P. (2015). *Framework for a Digital Forensic Investigation. January 2006*.
- Ledesma, S. A. (2015). *A PROPOSED FRAMEWORK FOR FORENSIC IMAGE ENHANCEMENT*.
- Li, M., Lal, C., Conti, M., & Hu, D. (2021). LEChain: A blockchain-based lawful evidence management scheme for digital forensics. *Future Generation Computer Systems*, 115, 406–420. <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.09.038>
- Lizarti, N., Sugiantoro, B., & Prayudi, Y. (2017). Penerapan Composite Logic Dalam Mengkolaborasikan Framework Terkait Multimedia Forensik. *JISKa*, 2(1), 26–33.
- Maher, R. C. (2009). Audio forensic examination. *IEEE Signal Processing Magazine*, 26(2), 84–94. <https://doi.org/10.1109/MSP.2008.931080>
- Matthews, J. H., & Wrigley, C. (2011). Design and design thinking in business and management education and development. *25th Annual Australian and New Zealand Academy of Management Conference: The Future of Work and Organisations*, 10(1), 41–54. <http://eprints.qut.edu.au/48017/>
- Na, M. (2019). *Framework Pengumpulan Bukti Digital Pada Media Sosial Framework Pengumpulan Bukti Digital Pada Media Sosial*.
- Namasudra, S., Chakraborty, R., Majumder, A., & Moparthy, N. R. (2021). Securing Multimedia by Using DNA-Based Encryption in the Cloud Computing Environment. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications and Applications*, 16(3s). <https://doi.org/10.1145/3392665>
- Patroli Siber*. (2020). <https://PatroliSiber.Id/Statistic>. <https://patroliSiber.id/statistic>
- Perumal, S., & Norwawi, N. (2010). Integrated computer forensic investigation model based on Malaysian standards. *International Journal of Electronic Security and Digital Forensics*, 3(2), 108–119. <https://doi.org/10.1504/IJESDF.2010.033780>
- Piva, A. (2013). An Overview on Image Forensics. *ISRN Signal Processing*, 2013, 1–22.

- <https://doi.org/10.1155/2013/496701>
- Poisel, R., & Tjoa, S. (2011). Forensics investigations of multimedia data: A review of the state-of-the-art. *Proceedings - 6th International Conference on IT Security Incident Management and IT Forensics, IMF 2011*, 48–61.
<https://doi.org/10.1109/IMF.2011.14>
- Prayudi, Y., Ashari, A., & K Priyambodo, T. (2014). Digital Evidence Cabinets: A Proposed Framework for Handling Digital Chain of Custody. *International Journal of Computer Applications*, 107(9), 30–36. <https://doi.org/10.5120/18781-0106>
- Putriyanti, A. Y. U. (2009). *Oleh* : 1–16.
- Reijers, H. a. (2002). *Design and Control of Workflow Processes: Business Process Management for the Service Industry* (Issue 2002). <https://doi.org/10.6100/IR557134>
- Richter, J., Kuntze, N., & Rudolph, C. (2010). Securing digital evidence. *5th International Workshop on Systematic Approaches to Digital Forensic Engineering, SADFE 2010*, 119–130. <https://doi.org/10.1109/SADFE.2010.31>
- Rogers, M., Goldman, J., Mislán, R., Wedge, T., & Debrotá, S. (2006). Computer Forensics Field Triage Process Model. *The Journal of Digital Forensics, Security and Law*, 1(2), 19–38. <https://doi.org/10.15394/jdfsl.2006.1004>
- Rogowski, W., & Swoboda, W. (2020). Business Process Model and Notation. In *Management im Gesundheitswesen* (pp. 159–170). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26982-1_12
- Rosing, M. von, White, S., & Man, H. de. (2012). The Complete Business Process Handbook Body of Knowledge From Process Modelling to BPM. In *The Complete Business Process Handbook* (Vol. 1). <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-33155-8>
- Ruuhwan, R., Riadi, I., & Prayudi, Y. (2016). Penerapan Integrated Digital Forensic Investigation Framework v2 (IDFIF) pada Proses Investigasi Smartphone. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 2(1).
<https://doi.org/10.26418/jp.v2i1.14369>
- Saadah, S., & Wulandari, G. S. (2015). Information Science and Applications. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 339, 777–784. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-46578-3>
- Sammons, B. (2015). G. Larry Mays and Richard K. Ruddell: Do the Crime, Do the Time: Juvenile Criminals and Adult Justice in the American Court System. *Journal of Youth and Adolescence*, 44(3), 769–772. <https://doi.org/10.1007/s10964-014-0241-5>

- Sayood, K. (2013). Digital image formats. In *Digital Image Forensics: There is More to a Picture than Meets the Eye* (Vol. 9781461407, pp. 79–121). Springer New York.
https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0757-7_3
- Schumacher, T., & Mayer, S. (2018). Preparing Managers for Turbulent Contexts: Teaching the Principles of Design Thinking. *Journal of Management Education*, 42(4), 496–523. <https://doi.org/10.1177/1052562917754235>
- Selamat, S. R., Yusof, R., & Sahib, S. (2008). Mapping process of digital forensic investigation framework. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 8(10), 163–169.
http://paper.ijcsns.org/07_book/html/200810/200810025.html
- Shanableh, T. (2013). Detection of frame deletion for digital video forensics. *Digital Investigation*, 10(4), 350–360. <https://doi.org/10.1016/j.diin.2013.10.004>
- Stefaniak, J. (2019). The Utility of Design Thinking to Promote Systemic Instructional Design Practices in the Workplace. *TechTrends*. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00453-8>
- Subektiningsih. (2017). *Pendekatan BPMN Untuk Pengembangan Digital Forensic Workflow Model Menggunakan Design Science Research Methodology*. 169.
- Sunde, N., & Marie, I. (2017). Non-technical Sources of Errors When Handling Digital Evidence within a Criminal Investigation. *Department of Information Security and Communication Technology, Master*(June 2017), 152.
- Tschimmel, K. (2012). Design Thinking as an effective Toolkit. *Action for Innovation: Innovating from Experience. Barcelona*, 1–20.
- Tully, G., Cohen, N., Compton, D., Davies, G., Isbell, R., & Watson, T. (2020). Quality standards for digital forensics: Learning from experience in England & Wales. *Forensic Science International: Digital Investigation*, 32(xxxx), 200905.
<https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2020.200905>
- Verdoliva, L. (2015). Handbook of Digital Forensics of Multimedia Data and Devices [Book Reviews]. *IEEE Signal Processing Magazine*, 33(1), 164–165.
<https://doi.org/10.1109/msp.2015.2488018>
- Wedge, T. (2012). The Basics of Digital Forensics. *Computers & Security*, 31(6), 800.
<https://doi.org/10.1016/j.cose.2012.06.006>
- Williams, J. (2012). *ACPO Good Practice Guide for Digital Evidence v5* (Issue March).
<https://www.ihsti.com/CIS/document/328589>
- Wongso, K., Media, D. I., Www, O., Com, K., Wr, U., Dgyhuwlvqlj, L., Iurp, U., Qhzv,

- W. K. H., Wklv, R. I., Friihh, F. D., & Dqg, V. F. (n.d.). *Media www.kompas.com* ` By : 4(2).
- Wu, F., Wu, Q., & Tan, Y. (2015). Workflow scheduling in cloud: a survey. *Journal of Supercomputing*, 71(9), 3373–3418. <https://doi.org/10.1007/s11227-015-1438-4>
- Yang, X., Liu, D., & Huang, Y. (2013). Neural-network-based online optimal control for uncertain non-linear continuous-time systems with control constraints. *IET Control Theory and Applications*, 7(17), 2037–2047. <https://doi.org/10.1049/iet-cta.2013.0472>
- Korolev, S. V., & Kuchanov, S. I. (1982). A Road Map for Digital Forensic Research. *Polymer Science U.S.S.R.*, 24(3), 709–719. [https://doi.org/10.1016/0032-3950\(82\)90064-8](https://doi.org/10.1016/0032-3950(82)90064-8)
- Ec-Council. (2012)
- Raditio, R. (2014). *Aspek Hukum Transaksi Elektronik Perikatan, Pembuktian dan Penyelesaian Sengketa* (2nd ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu
- ACPO. (2012). *ACPO Good Practice Guide*. Acpo, (March). Retrieved from https://learningedge.edgehill.ac.uk/bbcswebdav/pid-2746223-dt-content-rid13602935_1/courses/2018_CIS3144/ACPO_Good_Practice_Guide_for_Digital_Evidence_v5.pdf
- Badan Standarisasi Nasional. (2014). *Standar Nasional Indonesia (ISO/IEC 27037:2014) – Teknologi Informasi-Teknik Keamanan-Pedoman Identifikasi, Pengumpulan, Akuisisi dan Preservasi Bukti Digital*. Indonesia.
- Kepala, P., Laboratorium, P., Reserse, B., & Polri, K. *Standar Operasional Prosedur Pemeriksaan dan Analisa Digital Forensik*, Pub. L. No. 1, 132 (2014). Indonesia
- Nuh Al-Azhar, M. (2012). *digital forensics*. 302.
- Dam, R. F., & Siang, T. Y. (2020). *How to Select the Best Idea by the end of an Ideation Session*. Retrieved from.