

**インドネシア共和国**  
**(科学技術)**  
**火山噴出物の放出に伴う災害の軽減に**  
**関する総合的研究プロジェクト**  
**終了時評価調査報告書**

平成 30 年 10 月  
(2018 年)

**独立行政法人国際協力機構**  
**地球環境部**

環境
JR
18-141



**インドネシア共和国**  
**(科学技術)**  
**火山噴出物の放出に伴う災害の軽減に**  
**関する総合的研究プロジェクト**  
**終了時評価調査報告書**

平成 30 年 10 月  
(2018 年)

**独立行政法人国際協力機構**  
**地球環境部**



# 目 次

プロジェクト位置図

写 真

略語表

終了時評価調査結果要約表（和文）

終了時評価調査結果要約表（英文）

第1章 合同終了時評価調査の概要 .....	1
1-1 背景 .....	1
1-2 調査の目的 .....	2
1-3 プロジェクトの概要 .....	2
1-4 評価の方法 .....	2
1-4-1 評価の枠組みと評価基準 .....	2
1-4-2 評価のプロセス .....	3
1-4-3 評価設問と必要なデータ・評価指標 .....	3
1-5 合同終了時評価調査の構成 .....	4
1-6 終了時評価調査日程 .....	5
第2章 プロジェクトの実績 .....	6
2-1 投入の実績 .....	6
2-2 アウトプットの達成度 .....	6
2-3 プロジェクト目標の達成状況 .....	10
2-4 上位目標の達成見込み .....	12
2-5 実施プロセスにおける特記事項 .....	13
2-5-1 コミュニケーション .....	13
2-5-2 モニタリング .....	13
第3章 5項目評価による評価結果 .....	14
3-1 妥当性：「高い」 .....	14
3-1-1 インドネシア国政府の政策・開発計画との整合性 .....	14
3-1-2 日本国政府の支援政策との整合性 .....	14
3-1-3 ニーズとの整合性 .....	14
3-1-4 プロジェクト対象地選定の適切性 .....	14
3-1-5 「仙台防災枠組 2015-2030」との整合性 .....	15
3-2 有効性：「高い」 .....	15
3-2-1 プロジェクト目標の達成度 .....	15
3-2-2 プロジェクト目標・成果達成にかかる貢献要因 .....	16
3-2-3 プロジェクト目標・成果達成にかかる阻害要因 .....	16
3-3 効率性：「概ね高い」 .....	16

3-3-1 人的投入.....	16
3-3-2 物的投入.....	17
3-3-3 本邦研修.....	17
3-3-4 投入（予算）.....	17
3-4 インパクト：「概ね高い」.....	17
3-4-1 波及効果.....	17
3-5 持続性：「概ね高い」.....	18
3-5-1 政策面.....	18
3-5-2 技術・組織面.....	18
3-5-3 財政面.....	19
3-6 結論.....	20
第4章 提言と教訓.....	21
4-1 提言.....	21
4-2 教訓.....	22

付属資料

1. PDM Ver.1
2. PDM Ver.2
3. 主要面談者
4. 専門家派遣
5. 供与機材
6. 本邦研修
7. カウンターパート人材の配置
8. プロジェクト予算
9. 評価グリッド
10. 英文合同調査結果報告会議事録ミニッツ（ミニッツ添付資料含む）



プロジェクト位置図





写 真



CVGHM 本部



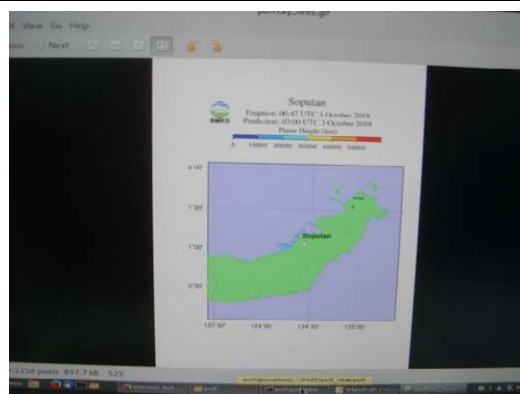
XバンドMP レーダー (メラピ)



BPPTKG 観測センター



メラピ火山に出現しているドーム  
(BPPTKG 観測センターのモニターより：  
2018年10月11日)



浮遊火山灰警戒システムの画面  
(BMKG)



BNPB マゼランのデータセンター



Balai Sabo



ケルート山観測所



ケルート山観測ポイント



メラピ流域水文センサー



関係者協議 (CVGHM)



JCC におけるミニッツサイン

## 略 語 表

略語	英語もしくはインドネシア語	日本語
BMKG	(Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) <i>Agency for Meteorology, Climatology and Geophysics</i>	インドネシア国 気象気候地球物理庁
BNPB	(Badan Nasional Penanggulangan Bencana) National Disaster Management Agency	インドネシア国 国家防災庁
BPBD	(Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Regional Disaster Management Agency	インドネシア国 地方防災局
BPPTKG	(Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi) Research and Technology Development Center for Geological Disaster, CVGHM, ESDM	地質災害研究技術開発センター
C/P	Counterpart Personnel	カウンターパート
CVGHM	Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation, ESDM	火山地質災害軽減センター
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル
DNS	Direct Numerical Simulation	直接数値シミュレーション
ESDM	(Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral) Ministry of Energy and Mineral Resources	インドネシア国 エネルギー・鉱物資源省
GNSS	Global Navigation Satellite System	全球測位衛星システム
GPV	Grid Point Value	格子点値
GSM	Global Spectral Model	気象庁全球モデル
IDR	Indonesian Rupiah	インドネシア・ルピア
JAKSTRA PB	Kebijakan dan Strategi Penanggulangan Bencana (Policies and Strategies for Disaster Management)	災害管理政策・戦略
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JPY	Japanese Yen	日本円
JMA	Japan Meteorological Agency	気象庁
JST	Japan Science and Technology Agency	科学技術振興機構
MEXT	Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology of Japan	文部科学省
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリクス
PO	Plan of Operation	活動計画
PU	(Kementerian Pekerjaan Umum) Ministry of Public Works	インドネシア国 公共事業省
PUSAIR	(Pusat Litbang Sumber Daya Air) Research Center for Water Resources (RCWR), PU	水資源研究センター
PVMBG	(Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi) Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation	火山地質災害軽減センター
R/D	Record of Discussions	討議議事録
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力

SOP	Standard Operational Procedure	標準手順
SSDM	Support System for Decision Making	意思決定支援システム
STC	Sabo Technical Center (known as Balai Sabo), PUSAIR, PU	公共事業省砂防技術センター
UGM	( <i>Universitas Gadjah Mada</i> ) Gadjah Mada University	ガジャマダ大学
VSAT	Very Small Aperture Terminal	(通信衛星を介する双方向通信システム)

## 終了時評価調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：インドネシア共和国	案件名：（科学技術）火山噴出物の放出に伴う災害の軽減に関する総合的研究プロジェクト
分野：防災	援助形態：技術協力プロジェクト - 科学技術
所轄部署：地球環境部	協力金額（評価時点）：3.9 億円
協力期間	2014 年 4 月～2019 年 4 月 (5 年間)
	先方関係機関： CVGHM（火山地質災害軽減センター）、UGM（ガジヤマダ大学）、BMKG（気象気候地球物理庁）、Balai Sabo（公共事業省砂防技術センター）
	日本側協力機関： 京都大学、東京大学、筑波大学、神戸大学、新潟大学、東北大学、高知大学など
	他の関連協力：なし
<p><b>1-1 協力の背景と概要</b></p> <p>インドネシアは 127 の活火山が存在する世界有数の火山国であり、現在でも 1 年に 10 程度の火山が噴火するなど、依然として火山災害の危険性は非常に高い。インドネシアの国土は火山噴出物とその侵食による土砂で覆われており、火山噴火による火砕流や土石流、斜面崩壊などが同時に起こる複合土砂災害のリスクが存在している。また、異常豪雨などの常襲地域であるインドネシアでは、噴火後に多様な土砂移動現象が発生し、しばしば甚大な土砂災害に見舞われている。さらに、火山灰の拡散も大きな問題となっており、1982 年に発生した西ジャワのガルングン火山の噴火による火山灰はジャンボジェット機の全エンジンを停止させ、世界中の航空関係者に火山灰の脅威を知らしめる出来事となった。</p> <p>以上を背景に、火山噴出物の放出に起因する災害を総合的に軽減するために、過去に実施された SATREPS（地球規模課題対応国際科学技術協力）の火山分野における研究（2009 年 5 月から 3 年間に亘り SATREPS「インドネシアにおける地震火山の総合防災策プロジェクト」実施）を発展させ、火山災害対策と土砂災害対策を一連の課題として扱う SATREPS プロジェクトが要請されるに至った。プロジェクトは、2013 年 12 月の R/D（討議議事録）署名交換を経て 2014 年 4 月より開始され、5 年間の計画で進められている。今般、終了まで半年となり、インドネシア側および日本側の双方による合同終了時評価調査が実施された。</p>	
<p><b>1-2 協力内容</b></p> <p><b>(1) 上位目標</b></p> <p>科学技術的根拠に基づいて開発された SSDM（複合土砂災害対策意思決定支援システム）が施策に活用され、官庁の業務と地方自治体の防災対策に利用される。</p> <p><b>(2) プロジェクト目標</b></p> <p>火山噴火早期警戒システム、統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ、浮遊火山灰警戒システム</p>	

を統合した SSDM が構築され、防災関係機関や自治体などの関係機関が活用できる状態にある。

### (3) 成果

- 1) 地盤変動センサー、X バンド MP レーダー、水文センサー群からなる、土砂災害を誘発する基本量を把握するための総合観測システムが構築される。
- 2) 火山灰放出率の現状把握と予測に基づく火山噴火に対する早期警戒・予測システムが構築される。
- 3) 土砂災害予測のための統合 GIS 複合土砂災害シミュレータが構築される。
- 4) 噴火に伴う火山灰が検知され、浮遊火山灰警戒システムが構築される。
- 5) 上記を統合した複合土砂災害対策意思決定支援システムが構築される。

### (4) 投入

(日本側)

- 1) 専門家派遣：短期専門家として計 26 名を派遣。この他、長期専門家 1 名（業務調整専門家）がバンドンの CVGHM に常駐。
- 2) 供与機材：地盤変動観測機器、水文観測システム、X バンド MP レーダー、サーバー等
- 3) 本邦研修：56 名（JST およびローカルコスト含む。うち一名は JICA による長期研修員。）
- 4) 現地活動費：2018 年 6 月までで約 43 億ルピア（一般現地業務費、航空運賃、旅費等）

(インドネシア側)

- 1) カウンターパート：CVGHM よりプロジェクトダイレクターおよびプロジェクトマネジャーを配置するとともに、CVGHM、UGM、Balai Sabo、BMKG の職員 80 名。
- 2) プロジェクト事務所：CVGHM 内に提供（インターネット等のオフィス設備含む）
- 3) プロジェクト活動費：CVGHM から約 11 億ルピアを支出

## 2. 評価調査団の概要

調査者		氏名	分野	所 属
日本側	1	植木 雅浩	総括	地球環境部 防災第一チーム 課長
	2	小野 濟	評価計画	地球環境部 防災第一チーム
	3	十津川 淳	評価分析	佐野総合企画株式会社 海外事業部 部長
	4	井口 正人	研究代表者	京都大学 防災研究所 桜島火山研究センター 教授
	5	藤井 敏嗣	研究主幹	科学技術振興機構
	6	姫野 敦子	オブザーバー	科学技術振興機構 国際部 SATREPS グループ担当
インド ネシア側	1	Gede Suantika	Leader	Head of Administration, CVGHM
調査期間	2018 年 10 月 2 日～2018 年 10 月 24 日			評価種類：終了時評価

### 3. 評価結果の概要

#### 3-1 実績の確認

##### 3-1-1 成果1の達成状況（総合観測システムの構築）

成果1は終了時評価時点において概ね達成されている。

プロジェクトは対象火山の各観測地に地盤変動センサー、XバンドMPレーダー、水文センサー群からなる各種資機材を設置し、総合観測システムを構築した。これらは現時点において、一部の水文センサーを除き順調に稼働しており、成果2から4が担当する火山噴火早期警戒システム、統合GIS複合土砂災害シミュレーション、浮遊火山灰警戒システムの運用に必要な各種データを提供している。今後、プロジェクト終了までに水文センサーの修理および再稼働が予定されており、成果1は所期の目標が達成される見込みである。なお、指標は水文センサーによる観測を求める指標2を除き、他の二つの指標は既に充足されている。

##### 3-1-2 成果2の達成状況（火山噴火早期警戒・予測システムの構築）

成果2は終了時評価時点で既に達成済みである。

プロジェクトでは対象火山それぞれについて過去のイベントを辿り、最大の噴火規模を規定する噴火事象系統樹（噴火シナリオ）を作成した。また合わせて、火山灰噴出率の予測可能なモデルと現状をリアルタイムで把握できる手法を開発し、将来の噴火発生と規模予測を可能とする早期警戒・予測システムを構築することに成功した。また、指標も充足されている。

##### 3-1-3 成果3の達成状況（統合GIS複合土砂災害シミュレータの構築）

成果3は順調に進捗しており、プロジェクト終了までにすべての成果目標事項を達成できる見込みが高い。

プロジェクトでは、火山噴火により直接的に放出される火砕流、溶岩流、降下火山灰や降雨によって引き起こされるラハール、地形変動、河床変動などの土砂移動現象のシミュレーション・エンジンの開発と修正を行なった。今後、事前シミュレーションのデータベースである「プレアナリシスデータ」を導入する作業が残っているが、本作業もプロジェクト期間中に終了する見込みである。二つの指標についても、それぞれ充足済みおよび充足される見込みである。

##### 3-1-4 成果4の達成状況（浮遊火山灰警戒システムの構築）

成果4は順調に進捗しており、プロジェクト終了までにすべての成果目標事項を達成できる見込みが高い。

プロジェクトでは、大気中での火山灰移流・拡散予測モデルとして実績のあるPUFFモデルを適用し、リアルタイムの火山灰拡散予測を実施している。今後は更に噴出率を考慮し、火山灰濃度も反映した火山灰情報を提供できるようにする計画であり、同作業もプロジェクト期間中に終了する見込みである。二つの指標についても、それぞれ充足済みおよび充足される見込みである。

##### 3-1-5 成果5の達成状況（SSDMへの統合・構築）

成果5は順調に進捗しており、プロジェクト終了までにすべての成果目標事項を達成できる

見込みが高い。

本成果は1) 成果1から4までのサブシステムの統合作業と、2) SSDMを稼働させるための、人的・組織的なフレームワークを整備することの二点から成っている。このうち、1)のサブシステムの統合作業は計画通りに進捗しており、完成の見込みが既に立っている。今後、SSDMの稼働に向けて、SSDM管理・オペレーションの体制作りやルール等の明確化作業が残されている。2)の人的・組織的なフレームについては、コンソーシアム・メラピが既に設立されており、関係者間の意識および技術知見の交流も深まっている。二つの指標についても、充足される見込みである。

### 3-1-6 プロジェクト目標の達成状況

プロジェクトは順調に進捗しており、プロジェクト終了までに所期のプロジェクト目標を達成する見込みが高い。

プロジェクトは各種サブシステムの開発に成功し、そのうえで各システムを統合した複合土砂災害意思決定システム(SSDM)の構築にほぼ至っている。今後プロジェクト終了までに、上記システムにかかる一部の追加作業(プレアナリシスデータの導入など)が残されているが、既にシステムそのものの稼働は担保されている状況にある。また、システムの受益者であるコンソーシアム・メラピに対する情報共有、理解促進のセミナー等の活動も随時実施されており、SSDMが積極的に活用される環境整備も順調に進んでいる。6つの指標についても、プロジェクト終了までに充足される見込みである。

### 3-2 評価結果の要約

\*評価結果は「高い」、「概ね高い」、「中程度」、「やや低い」、「低い」の5段階とした。

#### (1) 妥当性「高い」

インドネシア国の主要な開発政策である「中期国家開発計画2015-2019」は、災害リスクの削減、災害に強い社会づくりの推進を掲げている。また、国家防災庁が発表した「防災政策・戦略2015-2019」は、火山災害を含めた各種の災害軽減にかかる「必要な活動リスト」を示しており、本プロジェクト対象地もその優先リストに掲げられている。加えて、プロジェクトは仙台防災枠組2015-2030の優先行動にも即した内容となっており、政策面の整合性が確認できる。また、プロジェクト内容はカウンターパート組織の技術ニーズにも適合している。以上から、本プロジェクトの妥当性は高いと判断できる。

#### (2) 有効性「高い」

プロジェクトは目標である「SSDMの構築及び利用」に向けて進捗している。プロジェクトはSSDMの構築のみならず、管理者かつ受益者であるコンソーシアム・メラピも設立した。有効性は「高い」と評価できる。

#### (3) 効率性「概ね高い」

日本およびインドネシアは対象研究分野での経験を豊富に有する人材を投入しており、プロ



プロジェクト目標達成に貢献した。しかしながら、インドネシア側のカウンターパートは、折々で現業に忙しく、日本人専門家との協同作業の時間を確保することが難しい局面も見られた。このことは継続的な技術移転を困難にさせる結果となった。

資機材の投入は適切であったが、現時点において水文センサーの一部が稼働していないことが効率性におけるマイナス要素として指摘される。そのため、効率性は「概ね高い」となった。

#### (4) インパクト「概ね高い」

上位目標「SSDM の他地域への展開」は「一部で達成が見込める」と判断された。SSDM を構成する一部のサブシステムは、観測機材が一定レベルで整備されている地域において、今後展開されることが期待できる。

他方、本プロジェクトでは組織面や技術面、学術面などで多様なインパクトが既に発現している。また、負のインパクトは見られない。

そのため、インパクトは「概ね高い」と評価できる。

#### (5) 持続性：「概ね高い」

火山噴火にかかる災害対策を重視する政府の方針は、今後も維持される可能性が高く、政策面での持続性は高いと予測できる。技術・組織面の持続性も概ね担保されているが、更にその確実性を高めるために SSDM の管理・オペレーション体制の明確化や IT 面の強化が求められる。財政面については、観測資機材にかかる予算確保が必要である。CVGHM における予算確保の申請は今後の取り組みとなるため、現時点では約束されていない。そのため、総合的な持続性評価は「概ね高い」となった。

### 3-3 効果発現に貢献した要因

#### (1) 実施プロセスに関すること

- 日本とインドネシアの長年に亘る信頼関係

日本とインドネシアは従前の SATREPS 「インドネシアにおける地震火山の総合防災策プロジェクト（2009 年～2012 年）」を含め、さまざまなチャンネルを通して大学・研究機関同士の共同研究など良好な協力関係を維持してきた。本プロジェクトは、この長年に亘って培った人的な信頼関係および従前プロジェクト等で供与してきた観測資機材を有効活用しながら、プロジェクト活動を円滑に進めた。結果、効率的な成果達成およびプロジェクト目標の達成に大きく貢献した。

### 3-4 問題点及び問題を惹起した要因

特になし

### 3-5 結論

本プロジェクトは、火山災害の軽減に寄与することを目的とした取り組みで、インドネシアの政策および技術ニーズにも即したものであり、妥当性は「高い」と評価される。またプロジェクトは順調に進捗しており、終了までにプロジェクト目標である「SSDM の構築および利用」を達

成できる可能性が高く、さらにプロジェクトは SSDM の構築のみならず、管理者かつ受益者であるコンソーシアム・メラピも計画通りに設立しているため、有効性は「高い」と評価される。

他方、効率性に関して、本邦研修等の効果的な投入や円滑な資器材の投入があったものの、水文センサーの非稼働などの課題が見られたことや、継続的な技術移転が一部で困難だったこと等の理由に拠り、効率性は「概ね高い」と評価される。またインパクトも、組織面や学術面で正のインパクトを生んだ一方、上位目標の達成見込みについては「部分的に達成できる」に留まったため、同じく「概ね高い」と評価される。持続性については、技術面における大きな懸念事項は無いものの、持続性をより強固にするために、SSDM 管理・オペレーション体制を明確に定めることや IT 面を強化することが求められているため「概ね高い」と評価される。

総じて、本プロジェクトは目標達成に向けて順調な進捗を示しており、かつ正のインパクトも多数確認できるなど、大きな成果を生んだプロジェクトと評価できる。今後、残された課題を確実に成し遂げ、更に確実な持続性を担保することが求められる。

### 3-6 提言

- 1) SSDM サーバーの運用および管理にかかる IT 面の強化
- 2) 組織内部における技術移転の促進

### 3-7 教訓

- 1) 現業機関をカウンターパートとした実施体制による社会実装の実現

本プロジェクトは火山災害対策を現業とする組織をカウンターパートとして実施してきた。そのため、プロジェクトの成果である SSDM は、おのずと社会実装に直結するものとなった。SATREPS が重視する社会実装を実現させるうえで、現業機関をカウンターパートにすることは非常に効果的な実施体制といえる。

- 2) 長年の信頼関係

本プロジェクトの目標達成にかかる貢献要因のひとつに、日本、インドネシア両国関連組織の信頼関係が挙げられている。長年に亘って培われた信頼関係は、プロジェクト運営の円滑化に極めて効果的である。

### 3-8 フォローアップ

特になし

以上

## Terminal Evaluation Summary Sheet

<b>1. Outline of the Project</b>		
Country : Republic of Indonesia	Project title : The Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcano	
Issue/Sector : Disaster Risk Reduction	Cooperation scheme : Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	
Division in charge: Disaster Risk Reduction Group, Global Environment Department		Total cost : about 390 million Yen
Period of Cooperation	Cooperation period: April 2014 to April 2019	Partner Country's Implementing Organization : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation (CVGHM)</li> <li>• Universitas Gadjah Mada (UGM)</li> <li>• STC/Balai Sabo</li> <li>• Agency for Meteorology, Climatology and Geophysics (BMKG)</li> </ul>
		Supporting Organization in Japan : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kyoto University, Tsukuba University, The University of Tokyo, Niigata University, Kobe University and other universities</li> </ul>
<b>1-1 Background of the Project</b>		
<p>As archipelago country, Indonesia contains over 127 active volcanoes. Volcanic eruptions produce many kinds of materials, such as volcanic ash, pyroclastic flow and lava flows. The volcanic products completely destroy their deposit area and volcanic ash is widely dispersed beyond borders of countries. In addition, deposited volcanic ash induces lahars triggered by heavy rain and the lahars cover not only neighboring of volcanoes but also distant place from the volcanoes. Furthermore, the slope of volcanoes is eroded by the lahars and multimodal sediment disaster is induced such as shallow landslide, deep landslide, flash flood and so on. Indonesia is one of the highest risk countries, which are suffered by such multimodal disasters generated by volcanic eruptions.</p> <p>The Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcano (hereinafter as the Project) shall develop an integrated system to mitigate many kinds of disasters which are generated by volcanic eruptions and extended by rain fall and wind, based on scientific technical cooperation between Japanese and Indonesian organizations concerned. The integrated system will be ready to be utilized by national and local governments for mitigation of volcanic and sediment disasters and for countermeasures against volcanic ash for airlines.</p> <p>The Project began in April 2014 following the signing of R/D in December 2013 under the scheme of</p>		

Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (hereinafter as SATREPS), which is jointly supported by JICA and Japan Science and Technology Agency (JST). In October 2018, at the final stage of its cooperation term of 5 years, the Project is required to undergo the Terminal evaluation jointly conducted by JICA and relevant Indonesian authorities.

## **1-2 Project Overview**

### **(1) Overall Goal**

The capacity of volcanic disaster management of related organizations is enhanced by the utilization of SSDM (Support System for Decision Making) to governance and disaster management in Indonesia.

### **(2) Project Purpose**

The SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation is established, and utilized by disaster management authorities and related organizations.

### **(3) Outputs**

- 1) Integrated observation system composed by the ground deformation sensor, X-band radar and hydrological sensors is established to obtain fundamental quantity which induces volcanic and sediment disasters.
- 2) Early warning system for volcanic eruption is established based on the current status and prediction.
- 3) Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta is established to predict sediment movement.
- 4) Early warning system for floating ash is established based on detection and simulation of the volcanic ash dispersion.
- 5) The SSDM composed by Output 1 to 4 is established.

### **(4) Inputs**

#### Japanese side

- 1) Experts: 26 short term expert, 1 long term expert as Project Coordinator
- 2) Persons who participated in trainings in Japan: 1 person from CVGHM by Long-term training, and 55 persons by short term training (17 from CVGHM including observatories, 7 from UGM, 6 from Balai Sabo, 2 from BPPTKG, 2 from BMKG, 13 from BPBD and others).

The number includes the training or visits by JST budget and the Project Local Cost.

- 3) Equipment: X-band MP radars, GNSS, short-period seismometers, surface mount tilt meters, AD converters, hydrophone, hydrological observation system and others

#### Indonesian side

- 1) Counterparts: 80 personnel in total
- 2) Local cost for daily local activities: 1.1 billion Rp.

<b>2. Evaluation Team</b>			
Members of Evaluation Team	Name	Title	Position and Organization
Japanese side	Mr. Masahiro UEKI	Leader	Director, Disaster Risk Reduction Team1, Disaster Risk Reduction Group, Global Environment Department, JICA
	Mr. Wataru ONO	Cooperation Planning	Deputy Director, Disaster Risk Reduction Team 1, Global Environment Department, JICA
	Mr. Jun TOTSUKAWA	Evaluation Analysis	Sano Planning Co., Ltd.
	Prof. Masato IGUCHI	Project Leader	Sakurajima Volcano Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University
	Prof Emer. Toshitsugu FUJII	Research Supervisor	Japan Science and Technology Agency (JST)
	Ms. Atsuko HIMENO	Observer	Japan Science and Technology Agency (JST)
Indonesian side	Dr. Ir. Gede Suantika	Leader	Head of Administration, CVGHM
Period of Evaluation	2/October/2018-24/October/2018		Type of Evaluation : Terminal Evaluation
<b>3. Results of Evaluation</b>			
<b>3-1 Accomplishment of the Project</b>			
<b>3-1-1 Achievement of Output 1: Establishment of Observation system</b>			
<p>The Project established the integrated observation system mostly as planned, which is composed of ground deformation sensors, X-band MP radars, and hydrological sensors. The system has been operated at each monitoring point in the Project target area except hydrological sensors at this moment. After repairing and rebooting the hydrological sensors, it will be judged whether the integrated observations system is completely established. As to the fulfillment of the “Verifiable indicators”, the indicator 2, which is to require monitoring by hydrological sensors, are not fulfilled, while other two indicators were already fulfilled.</p>			
<b>3-1-2 Achievement of Output 2: Establishment of Early warning system for volcanic eruption</b>			
<p>Output 2 was already achieved as of the Terminal evaluation.</p> <p>The Project investigated the past records/history of eruptions at each targeted volcano as well as conducted geological surveys. Through these steps, the eruption scenarios were elaborated for each volcano. In addition, the Project developed the model which can predict the discharge rate of volcanic ash and the method to grasp the present situation of volcanic ash discharge.</p> <p>Based on these outputs, the early warning system, which enables to predict the eruption timing and its eruption scale, was successfully established. As to the fulfillment of the “Verifiable indicators”, the</p>			

indicator was already fulfilled.

### **3-1-3 Achievement of Output 3: Establishment of Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta**

The Project has been progressing towards achievement. It is likely to be achieved by the end of the Project.

The simulation engines for pyroclastic flow, lava flow and ash fall directed from craters and lahar were developed as planned, and already finished some modification works. The major remaining issue towards completion of the simulator is to make the “pre-analysis data”, which is the database of pre-simulations. It is expected to finish its creation and installation by the end of the Project. As to the fulfillment of the “Verifiable indicators”, one of the two indicators was already fulfilled, and the other is likely to be done by the end of the Project.

### **3-1-4 Achievement of Output 4: Establishment of Early warning system for floating ash**

The Project has been progressing towards achievement. It is likely to be achieved by the end of the Project.

The Project has already been applying the PUFF model to all the target volcanoes and providing the forecasts of floating zone of volcanic ash. In addition, the Project is now planning to input the volcanic ash particle density in consideration of the discharge rate of volcanic product. Its reflection works are planned to be completed by the end of the Project. As to the fulfillment of the “Verifiable indicators”, one of the two indicators was already fulfilled, and the other is likely to be done by the end of the Project.

### **3-1-5 Achievement of Output 5: Integration of subsystems to SSDM**

The Project has been progressing towards achievement. It is likely to be achieved by the end of the Project.

This Output is composed of two targeted items, that is; 1) to integrate subsystems made in Output 1 through Output 4, and 2) to establish an organizational framework for operation and utilization of SSDM, Consortium Merapi. As to 1), the integration works of the subsystems has been steadily progressing until now, and it is likely to be completed by the end of the Project.

As to 2), Consortium Merapi was already established. The members of the consortium already started exchanging views and technical information. As to the fulfillment of the “Verifiable indicators”, two indicators are likely to be fulfilled by the end of the Project.

### **3-1-6 Achievement of the Project Purpose**

The Project has proceeded steadily until the Terminal evaluation. It is likely to achieve the Project purpose by the end of the Project.

The Project has developed subsystems or close to their completion. Although there are some remaining works such as introduction of pre-analysis data into Integrated GIS simulator, it can be judged that

establishment of SSDM is already promising. Along with SSDM establishment, user environment has been also developed step by step as Consortium Merapi. Through a series of seminars and workshops the understandings of Consortium Merapi members on SSDM have been gradually deepened until now. As to the fulfillment of the “Verifiable indicators”, all of six indicators are likely to be fulfilled by the end of the Project.

### **3-2 Summary of Evaluation**

\* Five categories are evaluated by five ranks: high, relatively high, moderate, relatively low, and low.

#### **(1) Relevance: High**

The “National Medium-term Development Plan 2015-2019” calls for the necessity to deal with the risks of natural disaster. As a specific sectoral policy, the “Disaster Management Policies and Strategies 2015-2019” lists the necessary actions and strategies including the volcanic disaster risk reduction, which shows the Project target site as one of priority areas. In addition, the Project is line with Sendai Framework for Disaster Reduction as well. The Project met with technical needs of the counterpart organizations as well. In this line, the relevance of the Project is evaluated high.

#### **(2) Effectiveness: High**

“Development and utilization of SSDM” as the Project purpose has been progressing towards full completion. Not only development of SSDM but also user group “Consortium Merapi” was also successfully created by the Project. The effectiveness is evaluated high.

#### **(3) Efficiency: Relatively high**

Both Japanese and Indonesian sides assigned personnel who have rich experiences and knowledge in the relevant fields. The inputs from these personnel contributed to achieving the Project purpose and Outputs. However, the Indonesian counterparts were frequently busy in their original tasks, which raised challenges in efficient technical transfer. The material inputs were evaluated reasonable, though some of hydrological sensors have not been properly functioned for a certain period until now. It is pointed out as a negative factor of the efficiency.

Overall, the efficiency is evaluated relatively high.

#### **(4) Impact: Relatively high**

The possibility to achieve the Overall goal, which is to extend SSDM to other locations in Indonesia, is expected “partly possible”. A part of subsystems of SSDM can be applied at where they have a certain level of monitoring equipment and system.

On the other hand, a variety of ripple effects are observed in organizational, technical and academic aspects. Negative impacts are not observed.

In this line, the impact is evaluated relatively high.

### **(5) Sustainability: Relatively high**

It is likely for Indonesian government to continuously support mitigation efforts of disasters risks including volcanic eruption. The policy aspect has high sustainability. The technical and organizational sustainability is almost ascertained, but in order to enhance it, the Project needs to tackle issues including operation and maintenance of SSDM from IT viewpoint, setup of SSDM operation structure, etc. As to the financial aspect, the sustainability is not ascertained. Budgetary commitment by CVGHM on monitoring is necessary in order to ensure sustainability.

### **3-3 Contribution Factors**

#### **(1) Things about Implementation Process**

- Effective use of assets on personal relation between Japan and Indonesia as well as infrastructure

Japan and Indonesia have kept long and good relationship for researches on volcano eruption including the former SATREPS project, “Multi-disciplinary Hazard Reduction from Earthquakes and Volcanoes in Indonesia”. The Project was able to proceed on the basis of such historical assets not only personal relationship but also monitoring equipment which was installed by the SATREPS project. This environment contributed significantly to smooth achievement of the Outputs as well as the Project purpose.

### **3-4 Inhibition Factors**

There were no significant factors to inhibit achievement of the Project purpose and Outputs.

### **3-5 Conclusion**

The Project is significantly crucial to mitigate volcanic disaster risks, and has met with the policy and the needs of Indonesia. The relevance is, therefore, evaluated high.

The Project has been almost steadily progressing until the time of Terminal evaluation. Not only development of SSDM but also user group “Consortium Merapi” was also successfully created. The effectiveness is evaluated high as well.

The efficiency is evaluated relatively high. Effective inputs were observed such as training in Japan and smooth installation of equipment. On the other hand, data transmission of some hydrological sensors has been paused as of the Terminal evaluation.

Ripple effects are observed in organizational, academic and technical aspects, while the achievement prospect of Overall goal is considered “partly possible” in the limited time framework. The impact is relatively high in this line.

Sustainability is also relatively high. There are no serious concerns on technical aspect though it is necessary to set up solid organizational structure for SSDM and to strengthen IT technical capacity for ensuring the sustainability.

Overall, it is evaluated that the Project has proceeded towards achievement of the Project purpose



and already produced a variety of impacts satisfactorily. At the same time, the Project still has some of remaining tasks for completion of the Project purpose and for ensuring the sustainability. All the personnel involved in the Project need to accelerate all the necessary actions with detailed time line until the end of the Project.

### **3-6 Recommendations**

- 1) To strengthen IT technical capacity for management and operation of SSDM at CVGHM and BPPTKG
- 2) To disseminate technical knowledge among all the organizations

### **3-7 Lessons Learned**

- 1) Effective implementation structure towards social application

The Project has been implemented with the counterparts whose original tasks are to work for volcanic disaster mitigation. Therefore, the output of the Project, SSDM, can directly reach Indonesian society. In other words, the Project can realize social application owing to its implementation structure.

- 2) Effective use of assets on personal and organizational relation

The relationship created for a long time is quite effective for smooth implementation of projects.

### **3-8 Follow up**

Nil



# 第 1 章 合同終了時評価調査の概要

## 1-1 背景

地震・火山の現象とその防災に関して、日本とインドネシアは共通点が多い。両国とも環太平洋火山帯に位置し、プレート境界や内陸活断層で大地震が発生すること、百を超える活火山が存在しそのほとんどが人口密集地に近いこと、また、これらの自然災害の調査・研究、対策が国家の主要課題として取り組まれ、対応する国の機関が多くの省庁にまたがっていることなどである。

インドネシアでは、2004年12月にスマトラ島沖地震（死者22万人）、2009年9月の西スマトラ州パダン沖地震（死者1,100人）などの大地震や、2006年5月及び2010年10月のメラピ火山の噴火（2010年は死者386人、避難者40万人）など地震火山活動が立て続けに発生しており、地震・火山・津波防災は国家の重要な課題として取り組んでいく必要がある。

そのような状況の中、インドネシアより地震火山分野の防災対策を行うためのプロジェクトが要請され、2009年5月から3年間に亘り SATREPS「インドネシアにおける地震火山の総合防災策プロジェクト」が実施された。同プロジェクトでは、過去の地震の履歴調査、津波浸水域の予測、過去の火山噴火の履歴調査、シナブン火山やメラピ火山における火山活動の予測、また工学的見地からの津波被害の軽減、液状化ハザードマップの作成、住宅の耐震性向上に向けた提案など、地震・津波・火山災害を軽減するための総合的な研究が日本とインドネシア共同で行われた。

しかし、インドネシアは127の活火山が存在する世界有数の火山国であり、現在でも1年に10程度の火山が噴火するなど、依然として火山災害の危険性は非常に高い。インドネシアの国土は火山噴出物とその侵食による土砂で覆われており、火山噴火による火砕流や土石流、斜面崩壊などが同時に起こる複合土砂災害のリスクが存在している。

また、異常豪雨などの常襲地域であるインドネシアでは、噴火後に多様な土砂移動現象が発生し、しばしば甚大な土砂災害に見舞われている。さらに、火山灰の拡散も大きな問題となっており、1982年に発生した西ジャワのガルングン火山の噴火による火山灰はジャンボジェット機の全エンジンを停止させ、世界中の航空関係者に火山灰の脅威を知らしめる出来事となった。

以上を背景に、火山噴出物の放出に起因する災害を総合的に軽減するために、過去に実施された SATREPS の火山分野における研究を発展させ、火山災害対策と土砂災害対策を一連の課題として扱う SATREPS プロジェクトが要請されるに至った。上述の通り、火山噴出物に起因する災害は火山災害、土砂災害、火山灰の拡散（気象）等複数分野に亘るものであるため、本プロジェクトでは CVGHM（エネルギー・鉱物資源省地質庁火山地質災害軽減センター）を中心に、UGM（ガジャマダ大学）、Balai Sabo（公共事業省水資源研究所砂防技術センター）、BMKG（気象気候地球物理庁）と共同で実施される。

プロジェクトは、2013年12月のR/D（討議議事録）署名交換を経て2014年4月より開始され、5年間の計画で進められている。今般、終了まで半年となり、インドネシア側および日本側双方による合同終了時評価が実施された。

## 1-2 調査の目的

合同終了時評価調査の目的は次の通りである。

- 1) JICA 事業評価ガイドラインに基づき、評価 5 項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性）の観点から、プロジェクトが成果達成に向けて実施されているかを評価する。
- 2) プロジェクトの残り期間における成果達成及びプロジェクト終了後の成果の活用・持続性にかかる提言を取りまとめる。
- 3) 上記の評価結果及び提言を評価レポートに取りまとめ、併せて協力枠組み等の修正案につき協議し、結果を協議議事録（M/M）にまとめて、双方の代表者で署名・交換を行う。

## 1-3 プロジェクトの概要

### (1) プロジェクト期間

2013 年 4 月～2019 年 4 月（5 年間）

### (2) 上位目標

科学技術的根拠に基づいて開発された SSDM（複合土砂災害対策意思決定支援システム）が施策に活用され、官庁の業務と地方自治体の防災対策に利用される。

### (3) プロジェクト目標

火山噴火早期警戒システム、統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ、浮遊火山灰警戒システムを統合した SSDM が構築され、防災関係機関や自治体などの関係機関が活用できる状態にある。

### (4) 成果

- 1) 地盤変動センサー、X バンド MP レーダー、水文センサー群からなる、土砂災害を誘発する基本量を把握するための総合観測システムが構築される。
- 2) 火山灰放出率の現状把握と予測に基づく火山噴火に対する早期警戒・予測システムが構築される。
- 3) 土砂災害予測のための統合 GIS 複合土砂災害シミュレータが構築される。
- 4) 噴火に伴う火山灰が検知され、浮遊火山灰警戒システムが構築される。
- 5) 上記を統合した SSDM が構築される。

## 1-4 評価の方法

### 1-4-1 評価の枠組みと評価基準

本終了時評価調査では、「JICA 事業評価ガイドライン」を指針として、プロジェクトの実績と実施プロセスを把握し、プロジェクトの妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性を総合的に検証した。

(1) 妥当性

妥当性は、プロジェクトの上位目標やプロジェクトの目標が、インドネシア国の政策、日本国の対インドネシア国協力方針、ターゲットグループのニーズに合致しているか否か、プロジェクトアプローチとしての適切さ等を評価する。

(2) 有効性

有効性は、プロジェクトによって産出された成果により、どの程度プロジェクト目標が達成されたのか、あるいは達成が見込まれるのか等を評価する。

(3) 効率性

効率性は、実施過程の中でさまざまな投入がいかに効率的に成果に結びつけられたか、人的投入、物的投入、研修等の各側面から評価する。

(4) インパクト

インパクトはプロジェクト実施の結果、起こる影響や変化を評価する視点である。インパクトは上位目標に対する影響のほか、直接的・間接的な影響・変化、望ましい、あるいは望ましくない影響・変化などさまざまな側面が含まれる。

(5) 持続性

持続性は、外部からの支援がなくなった段階でもプロジェクトの便益が持続するかどうかという視点において評価する。

#### 1-4-2 評価のプロセス

本評価調査にあたっては、評価グリッドにおいて設定した調査項目/サブ項目への調査・検討を中心に据えながら、日本・インドネシアからの合同評価団によって調査を実施した。現地調査では、プロジェクトの記録や各種資料の精査に加え、日本人専門家、カウンターパートである CVGHM、BPPTKG、Balai Sabo、UGM、BMKG の他、ステークホルダーである BPBD（インドネシア国 地方防災局）や PUSAIR（水資源研究センター）等に対する質問票や聞き取り調査等を通して、本評価調査に必要な情報収集を行なった。

加えて、本プロジェクトの設置機材（メラピ博物館に設置した X バンド MP レーダー、メラピ流域に設置した水文センサー群、ケルト山設置の観測資機材）の実見、ケルト山観測所施設を実見した。

#### 1-4-3 評価設問と必要なデータ・評価指標

本調査における主要な調査項目は、評価 5 項目に即した下表の内容である。また、必要な情報・データについては上述のとおり、多様な関係者への質問票回答依頼、聞き取り調査、並びにプロジェクトが作成した資料に拠った。

表 1-1 終了時評価の主要な調査項目

5 項目	サブ項目
妥当性	インドネシア国政策との整合性
	日本援助方針との整合性
	ターゲットグループ・ニーズ（インドネシア政府）
	C/P としての妥当性
	プロジェクト・デザインの適切性
	日本の技術の優位性・経験蓄積の有無
有効性	プロジェクト目標および成果達成の見込み
	達成にかかる貢献要因
	達成にかかる阻害要因
	外部条件の充足
効率性	人的投入（日本・インドネシア国側）
	物的投入（日本・インドネシア国側）
	本邦研修の効果
	調達機材の効果・妥当性
	その他の効率性促進要因
	重複活動の有無
インパクト	上位目標達成見通し
	波及効果（政策、組織、制度、財政、社会、経済、環境）
持続性	政策面
	技術面
	組織面
	財政面
	社会経済面

#### 1-5 合同終了時評価調査の構成

	氏名	分野	所属
日本側			
1	植木 雅浩	総括	地球環境部 防災第一チーム 課長
2	小野 濟	評価計画	地球環境部 防災第一チーム
3	十津川 淳	評価分析	佐野総合企画株式会社 海外事業部 部長
4	井口 正人	研究代表者	京都大学 防災研究所 桜島火山研究センター 教授
5	藤井 敏嗣	研究主幹	科学技術振興機構（JST）
6	姫野 敦子	オブザーバー	科学技術振興機構（JST）国際部 SATREPS グループ担当
インドネシア側			
7	Dr. Ir. Gede Suantika	Leader	Head of Administration, CVGHM

## 1-6 終了時評価調査日程

	日程		コンサルタント (十津川団員)	JICA (植木団長、 小野団員)	JST 姫野団員	井ロリーダー	JST 藤井団員
1	10/2	火	東京 → ジャカルタ				
2	10/3	水	BMKG 聞き取り				
3	10/4	木	BNPB 聞き取り、 Jakarta-Bandung 移動 (陸路)				
4	10/5	金	CVHGM 聞き取り				
5	10/6	土	レポート作成				
6	10/7	日	レポート作成				
7	10/8	月	CVHGM 聞き取り				
8	10/9	火	PUSAIR 聞き取り Bandung→Jogyakarta (JT745 16:25-17:30)				
9	10/10	水	Balai Sabo 聞き取り、 BPBD Magelan 聞き取り				
10	10/11	木	UGM 聞き取り、 BPBD Sleman 聞き取り				
11	10/12	金	BPPTKG 聞き取り、 X-バンド MP レーダー実見				
12	10/13	土	水文センサー実見 (メラビ)、 Jogya-Jakarta (GA213 16:20- 17:40)	Tokyo (NH855 10:15)→ Jakarta (15:55)			
13	10/14	日	Jakarta →Malang Sriwijaya Air: SJ250(06:20-07:50) Malang→Kelud (陸路) ケルウト観測所聞き取りおよび実見				
14	10/15	月	ケルウト観測所、ケルウト山実見、 Kelud→Surabaya(GA373 17:45-19:20)→Bandung				
15	10/16	火	CVGHM 打合せ				
16	10/17	水	年次ワークショップ				
17	10/18	木	AM:年次ワークショップ、 PM:MM 協議 (CVGHM, Balai Sabo, UGM, BMKG)				
18	10/19	金	AM: MM 協議 (CVGMH, Balai Sabo, UGM, BMKG) PM: Bandung-Medan (JT961 16:50-19:10) (植木団長、藤井団員、姫野団員、井ロリーダー)				
19	10/20	土	Medan-Karo, シナブン観測所実見 (同上 4 団員)				
20	10/21	日	Sinabung-Medan-Bandung (JT 902 13:15-15:35) (同上 4 団員)				
21	10/22	月	JCC(評価結果発表)、M/M 署名 バンドン→ジャカルタ移動		JCC バンドン→ジ ヤカルタ→	JCC バンドン→シ ンガポール (SQ5195 16:40- 19:30)	
22	10/23	火	JICA 事務所報告 ジャカルタ →		→ 東京	→ 東京	
23	10/24	水	→ 東京		-	-	

## 第2章 プロジェクトの実績

### 2-1 投入の実績

日本・インドネシア双方の投入の概要は、下表のとおりである。

表 2-1 日本側およびインドネシア側による投入実績一覧

項目		概要
インドネシア側	人材	<ul style="list-style-type: none"> <li>* プロジェクトダイレクター : CVGHM 所長</li> <li>* プロジェクトマネジャー : CVGHM 観測部長</li> <li>* カウンターパート : 80 人 (CVGHM、BPPTKG、Balai Sabo、UGM、BMKG)</li> </ul>
	施設機材	* プロジェクト事務所 (CVGHM 内)
	事業費	* カウンターパート旅費、GNSS 修理費、事務所光熱費 計約 11 億ルピア (=約 825 万円)
日本側	人材	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 専門家派遣 (短期専門家) 26 人、計 59.7 MM (2018 年 9 月時点) (長期専門家) 1 人 (常駐)</li> </ul>
	施設・設備・機材	* GNSS (15 台)、地上設置型傾斜計、短周期地震計 (10 台)、Wi-Fi 伝送 (10 台)、広帯域地震計 (4 台)、X バンド MP レーダー (2 台)、雨量計、水位計、流砂計、土石流監視カメラ等
	本邦研修	* 計 56 名 (JST 予算含む)

### 2-2 アウトプットの達成度

アウトプット (成果) の達成状況は以下のとおりである。

表 2-2 成果 1 の達成状況

成果 1 : 地盤変動センサー、X バンド MP レーダー、水文センサー群からなる、土砂災害を誘発する基本量を把握するための総合観測システムが構築される	
指標	活動実績および指標達成状況
1-1 地震計、傾斜計及び GNSS による火山観測が行われ、火山活動の早期警報システム及び火山噴出物のリアルタイム噴出率予測にデータが利用できる状態にある。	<p>指標 1-1 は終了時評価時点において達成されている。</p> <p>各地に設置された地震計によるデータはリアルタイムで解析され、噴出率のデータに変換されている。傾斜計も本プロジェクトが対象とする規模の変動 (一定規模以上の噴火) に対しては、噴出率予測に活用できるデータをリアルタイムで取得している。また、GNSS は自動的に 1 日 1 回の観測点の座標値が自動的に出力されており、長期的 (1 カ月から 1 年) な溶岩の噴出率の評価に活用できる状態となっている。</p> <p>つまり、地震計、傾斜計、GNSS はすべて観測に供されており、指標が規定する「データが有効利用できる状態」を維持している。</p>



1-2 統合 GIS 複合土砂災害シミュレータのパラメータとして、出水率や土砂の移動量がリアルタイムで観測できる。	指標 1-2 は達成に向けて、取り組むべき課題がある。 ラハール等の土砂の移動量や出水率は、雨量計や水位計、土石流カメラ（IP カメラ）により計測されている。しかしながら、終了時評価時点において、それら機材の一部が不具合を起こしており正常なデータ転送が停止している。同機材の管理責任を有している UGM は、早急にその原因および対策を取る予定である。
1-3 降雨量と火山灰の拡散範囲が X バンド MP レーダーによってリアルタイムかつ空間的に高解像度に把握できる。	指標 1-3 は終了時評価時点において達成している。 現在、メラピ火山とシナブン火山において X バンド MP レーダーが稼働しており、降雨量分布がリアルタイムかつ空間的に高解像度に把握されている。また、高濃度の火山灰の拡散範囲もレーダーでリアルタイムかつ空間的に高解像度に把握されている。
<p><b>評価総括：</b></p> <p>成果 1 は終了時評価時点において概ね達成されている。</p> <p>プロジェクトは対象火山の各観測地に地盤変動センサー、X バンド MP レーダー、水文センサー群からなる各種資機材を設置し、総合観測システムを構築した。これらは現時点において、一部の水文センサーを除き順調に稼働しており、成果 2 から 4 が担当する火山噴火早期警戒システム、統合 GIS 複合土砂災害シミュレーション、浮遊火山灰警戒システムの運用に必要な各種データを提供している。</p> <p>今後、プロジェクト終了までに水文センサーの修理および再稼働が予定されており、成果 1 は所期の目標が達成される見込みである。</p>	

表 2-3 設置された主要機材の一覧（火山噴火早期警戒システム）

火山	GNSS (15 台)	地上設置型傾斜計	短周期地震計 (10 台)	Wi-Fi 伝送 (10 台)	広帯域地震計 (4 台)
スメル	4 点設置 (2015 年 9 月)	- ボアホール傾斜計 1 台設置 (2017 年 11 月)	2 台設置	設置 (2014 年 12 月)	機動的観測機器として活用。利用実績：プロモ火山、ラウン火山、ババンダヤン火山
ガルングン	3 点設置 (2015 年 4 月)	1 点設置 (2015 年 4 月)	2 台設置	設置 (2015 年 4 月)	
ケルート	4 点設置 (2015 年 3 月)	1 点設置 (2015 年 3 月)	2 台設置	設置 (2015 年 3 月)	
メラピ	既存観測点(9 台) 1 点をリプレース	1 点設置 (2015 年 4 月)	2 台設置	既存設備を利用	
グントール	既存 1 点をリプレース	1 点設置 (2015 年 4 月)	2 台設置	既存施設を利用	
シナブン	既存 火砕流の危険区域内で障害のあった 2 点の代わりに 2 点設置	-	1 台設置	既存施設を利用	

表 2-4 設置された主要機材の一覧（統合 GIS 複合土砂災害シミュレーションおよび浮遊火山灰警戒システム）

火山	X バンド MP レーダー	雨量計	水位計	流砂計	土石流監視カメラ
メラピ	メラピ火山博物館	メラピ流域			
シナブン	シナブン火山観測所	-			

表 2-5 成果 2 の達成状況

成果 2 : 火山灰放出率の現状把握と予測に基づく火山噴火に対する早期警戒・予測システムが構築される	
指標	活動実績および指標達成状況
2-1 火山活動推移モデルにおいて対象 5 火山の現在の火山活動の長期的位置づけが明らかになる	<p>指標 2-1 は終了時評価時点において既に達成済みである。</p> <p>地質調査および過去の噴火歴を調査することによって、対象火山の現在の火山活動の長期的位置づけが明らかになった。</p> <p>グントール及びガルングン火山については地震活動が 2011 年以降、低下傾向が明瞭であり静穏な状態にある。</p> <p>ケルト火山も 2014 年の噴火（2-3 億立方メートルの火山灰・軽石を噴出）以降は静穏である。</p> <p>スメル火山は 1 日 100 回程度の小規模噴火が発生しているが、定常的な噴火活動が継続する状態にある。</p> <p>メラピ火山は、2018 年 5 月に水蒸気噴火が発生し、8 月には山頂に溶岩が出現しており、火山活動は上昇傾向にある。現在はまだ低い活動レベルにとどまっているが、今後は火山活動の活発化が懸念される最重点火山である。</p> <p>2017 年に対象火山に追加したシナブン火山の噴火活動は終息に向かっている。</p>
<p><b>評価総括：</b></p> <p>成果 2 は終了時評価時点で既に達成済みである。</p> <p>プロジェクトでは対象火山それぞれについて過去のイベントを辿り、最大の噴火規模を規定する噴火事象系統樹（噴火シナリオ）を作成した。また合わせて、火山灰噴出率の予測可能なモデルと現状をリアルタイムで把握できる手法を開発し、将来の噴火発生と規模予測を可能とする早期警戒・予測システムを構築することに成功した。</p>	

表 2-6 成果 3 の達成状況

成果 3 : 土砂災害予測のための統合 GIS 複合土砂災害シミュレータが構築される	
指標	活動実績および指標達成状況
3-1 火砕流、溶岩流、降下火山灰や降雨によって引き起こされるラハール、地形変動、河床変動などさまざまな土砂災害をシミュレーションするための各シミュレーション・エンジンが開発される	<p>指標 3-1 は終了時評価時点において既に達成済みである。</p> <p>火山噴火及びその後の主要な土砂移動現象である火砕流、溶岩流、ラハール、河床変動、洪水氾濫のシミュレーション・エンジンの開発と修正が行なわれた。ラハールについては、液相密度を変化させた条件で土石流シミュレーションと流砂実験を実施し、液相密度に関する経験則を導いた。</p> <p>終了時評価時点において、火砕流、溶岩流、降雨によって引き起こされるラハールのシミュレーション・エンジンは SSDM に実装済みである。</p>
3-2 各シミュレーション	指標 3-2 は達成に向けて進捗している。

<p>ン・エンジンが統合 GIS 複合土砂災害シミュレータとして統合され、複合土砂災害のシミュレーションが可能となる</p>	<p>シミュレーション・エンジンは統合 GIS 複合土砂災害シミュレータとして統合済みである。現在、プロジェクトは「プレアナリシス・データベース」を作成中であり、同データベースを組み入れることによって、シミュレーションが完成することになる。</p>
<p><b>評価総括：</b></p> <p>成果 3 は順調に進捗しており、プロジェクト終了までにすべての成果目標事項を達成できる見込みが高い。</p> <p>プロジェクトでは、火山噴火により直接的に放出される火砕流、溶岩流、降下火山灰や降雨によって引き起こされるラハール、地形変動、河床変動などの土砂移動現象のシミュレーション・エンジンの開発と修正を行なった。</p> <p>今後、事前シミュレーションのデータベースである「プレアナリシスデータ」を導入する作業が残っているが、本作業もプロジェクト期間中に終了する見込みである。</p>	

表 2-7 成果 4 の達成状況

<p>成果 4：噴火に伴う火山灰が検知され、浮遊火山灰警戒システムが構築される</p>	
<p>指標</p>	<p>活動実績および指標達成状況</p>
<p>4-1 火山灰の粒子密度の時空間分布がシミュレーション・エンジンによって予測される</p>	<p>指標 4-1 は終了時評価時点において既に達成している。</p> <p>プロジェクトは火山灰移流・拡散予測モデルとして実績のある PUFF モデルを利用することによって、火山灰粒子密度の時空間分布を予測することとした。終了時評価時点において、PUFF モデルは BMKG に設置され、既に活用されている。</p>
<p>4-2 航空機の安全運航のための火山灰粒子密度の警戒レベルの閾値が提案され、火山灰粒子密度と警戒範囲をリアルタイムで表示する浮遊火山灰警戒システムが構築される。</p>	<p>指標 4-2 は達成に向けて進捗している。</p> <p>火山灰粒子密度の警戒レベルの閾値については、評価に値する噴火がプロジェクト期間中には発生しなかった。そのため、2010 年エイヤフィヤトルヨークトル火山噴火後に欧州で設定された標準閾値を用いて、本成果の浮遊火山灰警戒システムを構築している。</p> <p>なお、火山灰の粒子密度については、噴出率を考慮したデータ情報を提供できるように、反映作業を進めることとしている。</p>
<p><b>評価総括：</b></p> <p>成果 4 は順調に進捗しており、プロジェクト終了までにすべての成果目標事項を達成できる見込みが高い。</p> <p>プロジェクトでは、大気中での火山灰移流・拡散予測モデルとして実績のある PUFF モデルを、グントール、ガルングン、メラピ、ケルート、スメル、シナブンの 6 火山に適用し、NOAA/NCDC（米国海洋大洋局/米国国立気象局）の発表する風向き・風速の予測情報を用いることによって、リアルタイムの火山灰拡散予測を実施している。</p> <p>今後は更に噴出率を考慮し、火山灰濃度も反映した火山灰情報を提供できるようにする計画であり、同作業もプロジェクト期間中に終了する見込みである。</p>	

表 2-8 成果 5 の達成状況

成果 5：上記を統合した複合土砂災害対策意思決定支援システムが構築される	
指標	活動実績および指標達成状況
5-1 複合土砂災害対策意思決定支援システムが構築され、防災対策に活用できる	<p>指標 5-1 は達成に向けて進捗している。</p> <p>複合土砂災害対策意思決定支援システムは、上記のサブシステムを結合したものの総称であり、ハードウェアの設置は完了している。統合 GIS 複合土砂災害シミュレータと他のサブシステムとのインターフェース、データベース検索（特に観測データによるシミュレーションデータベース検索）、ハザード情報の表示、WEB インターフェースの実装は完了している。</p>
5-2 複合土砂災害対策意思決定支援システムの活用を促進するためのコンソーシアムが設立され、同システムが火山活動の段階に応じた住民への防災教育や災害軽減に活用される	<p>指標 5-2 は達成に向けて進捗している。</p> <p>コンソーシアム設立のための意見交換や各種会議等を経て、コンソーシアム・メラピが 2015 年 11 月に設立された。終了時評価時点において、コンソーシアム・メラピのユーザーメンバーの SSDM にかかる理解は徐々に進んでいる。</p> <p>また、プロジェクトが開催してきたワークショップには、県行政の災害担当組織である BPBD のみならず、警察や関係役所も参加しており、災害軽減にむけた地域一帯の取り組みの基礎が醸成され始めている。</p>
<p><b>評価総括：</b></p> <p>成果 5 は順調に進捗しており、プロジェクト終了までにすべての成果目標事項を達成できる見込みが高い。</p> <p>本成果は 1) 成果 1 から 4 までのサブシステムの統合作業と、2) SSDM を活用するための、人的・組織的なフレームワークを整備することの二点から成っている。このうち、1) のサブシステムの統合作業は計画通りに進捗しており、完成の見込みが既に立っている。今後、SSDM の稼働に向けて、SSDM 管理・オペレーションの体制作りやルール等の明確化作業が求められている。他方、2) の人的・組織的なフレームについては、コンソーシアム・メラピが既に設立されており、関係者間の意識および技術知見の交流も深まっており、所期の計画通りに進捗している。</p>	

## 2-3 プロジェクト目標の達成状況

プロジェクト目標にかかる達成状況は以下のとおりである。

表 2-9 プロジェクト目標の達成状況

プロジェクト目標：火山噴火早期警戒システム、統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ、浮遊火山灰警戒システムを統合した複合土砂災害意思決定支援システム（SSDM）が構築され、防災関係機関や自治体などの関係機関が活用できる状態にある	
指標	活動実績および指標達成状況
1. SSDM が火山活動と気	指標 1 は達成に向けて進捗しており、プロジェクト終了までに

<p>象条件の変化条件に応じて正常に作動し結果を出力する</p>	<p>達成する見込みが高い。</p> <p>サブシステムそれぞれの進捗状況は下記のとおりである。</p> <p>1. 火山噴火早期警戒システム</p> <p>SSDM を構成する各システムのうち、火山噴火早期警戒システムはリアルタイムで稼働しており、現状の噴出率と予測値が随時出力されている。</p> <p>2. 統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ</p> <p>統合 GIS 複合土砂災害シミュレータも、既に稼働可能な状況である。噴出物量の予測値に基づき、事前シミュレーションのデータベースである「プレアナリスデータ」を検索することによって、火砕流、ラハールの流下予測範囲が出力されることとなる。プレアナリスデータの導入作業を以て、同シミュレータは完成といえる。</p> <p>3. 浮遊火山灰警戒システム</p> <p>浮遊火山灰警戒システムも既に正常稼働の状況にあるが、今後、火山灰拡散シミュレーションに火山灰噴出率を取り込む作業を追加する予定である。</p> <p>総じて、SSDM の各システムは現状でほぼ完成しており、今後の一部追加作業を以て、最終形を目指す状況といえる。</p>
<p>2. コンソーシアム内の C/P が SSDM の技術研修会を行っている</p>	<p>指標 2 は達成に向けて進捗しており、プロジェクト終了までに達成する見込みが高い。</p> <p>インドネシア側カウンターパートは 2018 年以降、コンソーシアム・メラピのメンバー（特に BPBD に対する）セミナーを開催している。終了時評価時点において、既に 8 回のセミナーを実施しており、関係者の SSDM にかかる理解は深まっている。</p>
<p>3. C/P 機関もしくはコンソーシアムメンバーによる SSDM のメンテナンスが定期的もしくは必要に応じて実施されている</p>	<p>指標 3 は達成に向けて進捗している。</p> <p>* SSDM にかかるハードウェアの側面</p> <p>観測資機材は一部の水文センサーを除いて、適正なメンテナンスが為されており、必要なデータ提供を継続している。</p> <p>* SSDM にかかるアプリケーションの側面</p> <p>アプリケーションシステムとしての SSDM をメンテナンスするためには、CVGHM および BPPTKG の IT 担当者の関与が必要となる。複雑なシステムの管理を両組織の IT 担当者が実施できるか否かは、技術的に若干の懸念がある。プロジェクト終了までに、実効性のあるメンテナンス体制を整備することが必要である。</p>

<p>4. SSDM が、CVGHM と BPPTKG のプロジェクト対象火山における災害対応への情報源の 1 つとなる。</p>	<p>指標 4 は達成に向けて進捗している。 SSDM そのものはほぼ稼働できる状況に至っている。しかしながら、いまだ CVGHM において SSDM の管理責任者やオペレーターが定められていない。今後、これらの体制を明確に定めたいと、SSDM は真に活用されることとなる。なお、BPPTKG は既に SSDM の管理・オペレーション体制が明確に定められている。</p>
<p>5. SSDM が、Balai Sabo と UGM のメラピ火山における土砂災害対応への情報源の 1 つとなる。</p>	<p>指標 5 は達成に向けて進捗している。 Balai Sabo および UGM は既に SSDM に繋がっている。今後 SSDM が正式に稼働し始めた際には、重要な情報源として活用することを表明している。</p>
<p>6. SSDM が、BMKG のプロジェクト対象火山の浮遊火山灰追跡・予測にかかる取組みへの情報源の 1 つとなる。</p>	<p>指標 6 は達成に向けて進捗している。 BMKG はまだ SSDM と繋がっていない。追ってシステムが繋がった後には、SSDM からの噴出率データなどを重要な情報として活用する予定である。</p>
<p><b>評価総括：</b></p> <p>プロジェクトは順調に進捗しており、プロジェクト終了までに所期のプロジェクト目標を達成する見込みが高い。</p> <p>プロジェクトは成果 2 から 4 が担当した火山噴火早期警戒システム、統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ、浮遊火山灰警戒システムのそれぞれを開発することに成功し、そのうえで各システムを統合した複合土砂災害意思決定システム（SSDM）の構築にほぼ至っている。同システムは既にメラピ火山を対象としたコンソーシアム・メラピのメンバー等に活用されることが見込まれている。</p> <p>今後プロジェクト終了までに、上記システムにかかる一部の追加作業（プレアナリシスデータの導入など）が残されているが、既にシステムそのものの稼働は担保されている状況にあると判断できる。また、システムの受益者であるコンソーシアム・メラピに対する情報共有、理解促進のセミナー等の活動も随時実施されており、SSDM が積極的に活用される環境整備も順調に進んでいる。</p> <p>他方、現時点における課題のひとつは、SSDM が設置されている CVGHM において SSDM の管理・オペレーション体制が明確に定まっていないことである。今後、オペレーションにかかる体制やルールを整備することが合わせて求められる。</p>	

## 2-4 上位目標の達成見込み

<p>上位目標：科学技術的根拠に基づいて開発された複合土砂災害対策意思決定支援システムが施策に活用され、官庁の業務と地方自治体の防災対策に利用される</p>	
<p>指標</p>	<p>指標達成見込み</p>
<p>5-1 SSDM がインドネシアの他の火山でも利用さ</p>	<p>プロジェクト終了3-5年後までに、すべてのサブシステムを有する SSDM を他地域に展開することはやや困難が予想される。</p>

れる	しかしながら、既に観測体制が整備されている地域であれば、サブシステムのうちの一部が展開される可能性は十分に見込まれる。
5-2 SSDM のアウトプットが、土砂災害対応に向けてコンソーシアムメンバーに参照される	指標は終了時評価時点において、既に一部達成されている。コンソーシアムメンバーは、ラハールの発生予測を可能とする「スネークライン」を、Balai Sabo のホームページにおいてリアルタイムで参照できる状態になっている。
<b>達成見込み：</b> プロジェクト終了から 3-5 年後までに、サブシステムの一部が他地域に展開される可能性は十分に存する。	

## 2-5 実施プロセスにおける特記事項

### 2-5-1 コミュニケーション

プロジェクトのカウンターパートは、管轄の異なる複数の組織から構成されていたため、いわゆる組織の壁に阻まれ、コミュニケーションおよびデータ等の情報交換が時に困難となっていた。そのため、この点はプロジェクト前半において活動の阻害要因のひとつとして指摘されていた。しかしながら、プロジェクトが進むにつれ、個々の人間関係も生まれ始めたことに伴い、コミュニケーションはしだいに改善した。終了時評価調査時点において、組織の壁は依然として少なからず存在するものの、プロジェクト期間を通じた関係者の努力により、現在ではコミュニケーションが少なくともプロジェクト活動の阻害要因とはなっていない。

### 2-5-2 モニタリング

本プロジェクトでは技術課題ごとに構成される研究グループによって、それぞれの活動がモニタリングされてきた。

また、各研究グループによる個々のモニタリングに加えて、プロジェクトでは全体進捗を確認し合う JCC、および技術発表を行なう年次ワークショップを設けてきた。これらの体制を通じて、関係者はプロジェクト全体の動きをモニタリングしてきたといえる。

## 第3章 5項目評価による評価結果<sup>1</sup>

### 3-1 妥当性：「高い」

本プロジェクトは、インドネシア国の政策並びに日本の対インドネシア支援政策に整合した取り組みである。また、一連の活動や目指す方向性は、関係機関のニーズに整合している。これら観点から、本プロジェクトの妥当性は「高い」。

#### 3-1-1 インドネシア国政府の政策・開発計画との整合性

インドネシア国の主要な開発政策である「中期国家開発計画 2015-2019」は、防災面にかかる取り組みにおいて、災害リスクの削減、災害に強い社会づくりの推進を掲げている。

また、国家防災庁が発表した「防災政策・戦略 2015-2019」は、火山災害を含めた各種の災害軽減にかかる「必要な活動リスト」を示している。このリストの中で、No.47) 火山噴火危険地域における早期警報の整備、No.59) 火山噴火にかかる避難計画・避難施設の整備が記載されている。

以上から、本プロジェクトはインドネシア政府の掲げる政策方針に合致した取り組みと判断できる。

#### 3-1-2 日本国政府の支援政策との整合性

我が国の対インドネシア国別援助方針（2012年4月）では、3つの重点分野のひとつに「不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」が掲げられており、そのなかで防災・災害対策支援の重要性が示されている。本プロジェクトは同援助方針に付属する「事業展開計画」において、防災能力向上プログラムの一角を占めるプロジェクトに位置付けられている。

#### 3-1-3 ニーズとの整合性

本プロジェクトのカウンターパート組織である CVGHM、BPPTKG、Balai Sabo、UGM および BMKG は、火山災害の軽減にかかる研究やアラート情報発信等を重要ミッションのひとつとしている。これまでも各組織は、さまざまな実績および知見を積み重ねて来たものの、更に信頼性の高い災害情報にかかる支援システムの構築を求めている。

本プロジェクトは、このようなカウンターパート組織のニーズに即したプロジェクト内容となっている。

#### 3-1-4 プロジェクト対象地選定の適切性

プロジェクト対象地は、上記「防災政策・戦略 2015-2019」が示す優先地域、およびプロジェクト実施上の効率性の両観点から選定されており、適正な選定と評価できる。

<sup>1</sup> 評価は「高い」、「概ね高い」、「中程度」、「やや低い」、「低い」の5段階とした。



第一に「防災政策・戦略 2015-2019」は災害リスクの観点から優先地域を定めており、このうちメラピ、ガルングン、スメル、シナブンの4火山が該当している。

第二に、プロジェクト対象火山のうち4火山（スメル、ケルト、メラピ、グントゥール）では、従前の SATREPS プロジェクトである「インドネシアにおける地震火山の総合防災策プロジェクト（2009年5月～2012年5月）」によって地震計やGPSといった機材が設置されていた。本プロジェクトでは、これら観測資機材を有効利用することで、観測システムの構築を行なうことができた。コスト面からの効率性に繋がった選定と評価できる。

### 3-1-5 「仙台防災枠組 2015-2030」との整合性

本プロジェクトは仙台防災枠組 2015-2030 が宣言した「4つの優先行動」に合致した内容であり、特に「優先行動」の1、2、4に整合している。

優先行動	具体的な活動内容	優先行動内容と整合するプロジェクト活動
優先事項 1: 災害リスクの理解	✓ 災害データおよび実地的な情報の利用促進	SSDM の構築
	✓ 確実な情報伝達	
	✓ 科学的根拠を有する情報の発信	SSDM の構築
	✓ 災害リスクモデル、アセスメント、マルチハザード早期警戒システムの構築	
優先事項 2: 災害リスク管理のための災害リスクガバナンス	✓ GIS を含む信頼性の高い、リアルタイム情報の促進	SSDM の構築
	✓ 政府職員の能力強化	プロジェクト活動全般
優先事項 4: 効果的な応急対応に向けた準備の強化と「より良い復興 (Build Back Better)	✓ 調整フォーラムの設立および強化	メラピ・コンソーシアムの設立・強化
	✓ 早期警戒システムおよびハザードモニタリングへの投資	SSDM の構築

注：優先事項3は「強靱化に向けた防災への投資」である。

### 3-2 有効性：「高い」

プロジェクトは目標である「SSDM の構築及び利用」に向けて進捗している。プロジェクトはSSDM の構築のみならず、管理者かつ受益者であるコンソーシアム・メラピも設立した。有効性は「高い」と評価できる。

#### 3-2-1 プロジェクト目標の達成度

プロジェクト目標の「SSDM の構築及び利用」は、終了時評価時点まで順調に進捗している。サブシステムの一部に残された作業があることや、SSDM の管理・オペレーション体制の確立、関係者の果たす役割の明確化など、今後の取り組みも残っているものの、プロジェクト終了ま

では、これら作業もすべて完了する可能性が高い。プロジェクト目標の達成はほぼ担保されている状況と判断できる。

### 3-2-2 プロジェクト目標・成果達成にかかる貢献要因

本プロジェクトの成果およびプロジェクト目標の進捗に対して、下記の点が主たる貢献要因として挙げられる。

#### (1) 日本とインドネシアの長年に亘る信頼関係

日本とインドネシアは従前の SATREPS「インドネシアにおける地震火山の総合防災策プロジェクト（2009年5月～2012年5月）」を含め、さまざまなチャンネルを通して大学・研究機関同士の共同研究など良好な協力関係を維持してきた。本プロジェクトは、この長年に亘って培った人的な信頼関係および従前プロジェクト等で供与してきた観測資機材を有効活用しながら、プロジェクト活動を円滑に進めた。

### 3-2-3 プロジェクト目標・成果達成にかかる阻害要因

終了時評価時点までの間、特記すべき阻害要因は見られなかった。

## 3-3 効率性：「概ね高い」

日本およびインドネシアは対象研究分野での経験を豊富に有する人材を投入しており、プロジェクト目標達成に貢献した。しかしながら、インドネシア側のカウンターパートは、折々で現業に忙しく、日本人専門家との協同作業の時間を確保することが難しい局面も見られた。このことは継続的な技術移転を困難にさせる結果となった。

資機材の投入は適切であったが、現時点において水文センサーの一部が稼働していないことが効率性におけるマイナス要素として指摘される。

以上から、効率性は「概ね高い」と評価された。

### 3-3-1 人的投入

#### (1) 日本側投入

日本側は、火山研究およびそれらモデリング等の分野における高い専門性を有した専門家を大学から投入している。また、これら短期専門家に加えて、長期専門家である業務調整専門家の投入も行なわれた。投入分野並びに投入量ともに、終了時評価時点においては適切な人的投入と考えられる。

#### (2) インドネシア側投入

インドネシア側は、政府組織の CVGHM、BPPTKG、Balai Sabo、BMKG のみならず、同国を代表する大学のひとつである UGM の人材を配置した。これらの人的投入はプロジェクト目標の達成に貢献した適切な投入と評価できる。

他方、「継続的なプロジェクト参加」という観点において、一部のカウンターパートで困難な状況が見られた。現業に忙しいカウンターパートは日本人専門家との協同作業の時間を確保することが難しく、結果的に継続的な技術移転が困難となった。

### 3-3-2 物的投入

プロジェクト目標を達成するにあたり、適正な資機材が投入されたと評価できる。

投入された資機材のほとんどは適正にメンテナンスが施されており、順調に稼働している。唯一、終了時評価時点において水文センサーが稼働していない点が、早急に解決すべき課題として指摘される。

### 3-3-3 本邦研修

カウンターパートは本邦研修の機会を以て、データの解析方法や資機材の維持管理方法等について学んだ。帰国後は、これら知見を以てプロジェクトでの各種活動に当たっている。日本において体系的かつ集中的に研修を実施できたことは、上記の人的投入の項で指摘された「継続的な技術移転」の難しさを補填する効果も生まれた。

### 3-3-4 投入（予算）

プロジェクト実施にあたり、適正な規模の予算が適正なタイミングで支出された。

## 3-4 インパクト：「概ね高い」

本プロジェクトでは組織面や技術面、学術面など、多様なインパクトが既に発現している。他方、上位目標達成の見込みは「一部で達成が見込める」と判断された。以上から、インパクトは「概ね高い」と評価できる。

### 3-4-1 波及効果

これまで下記の波及効果を確認できる。

#### (1) 組織面

- カウンターパート機関の組織関係強化

カウンターパート間のコミュニケーションは、プロジェクト前半において活動の阻害要因のひとつに指摘されていたが、プロジェクトが進むにつれてしだいに改善した。このことは結果的に個人のレベルを越えて、組織間の関係強化を促すことにも繋がった。終了時評価時点においては、SSDMの持続性を視野に入れた組織間のMOUもしくはAgreement締結の動きが模索されている。

#### (2) 技術面

- プロジェクト対象地外での火山噴火に対する対応

本プロジェクトの対象外における火山噴火に際して、観測資機材の一部を有効利用してデータ提供を行なった。一例としては、広域地震計を移動型観測資機材として利用し、プロモ、ラウン、パパンダヤンの各火山で観測を行なったことが挙げられる。

また、浮遊火山灰警戒システムは本プロジェクトの対象火山のみならず、全国 127 カ所の火山を網羅しており、火山の状況に応じて随時情報提供を行なっている（2018 年 10 月 3 日時点においては、噴煙が見られる 9 火山に対する情報提供が行なわれていた。これら 9 火山のうち、5 火山が本プロジェクト対象外の火山である）。

### (3) 学術面

#### ● 学術論文の投稿・発表

国際誌および日本国内誌に対して論文が多数発表されている。終了時評価時点において、計 33 本の論文が国際誌で発表済みである。

なお、終了時評価時点において負のインパクトは見られない。

## 3-5 持続性：「概ね高い」

火山噴火にかかる災害対策を重視する政府の方針は、今後も維持される可能性が高く、政策面での持続性は高いと予測できる。技術・組織面の持続性も概ね担保されているが、更にその確実性を高めるために SSDM の管理・オペレーション体制の明確化や IT 面の強化が求められる。財政面については、観測資機材にかかる予算確保が必要である。CVGHM における予算確保の申請は今後の取り組みとなるため、現時点では約束されていない。総じて持続性は「概ね高い」と評価される。

### 3-5-1 政策面

政策面の持続性は高い。

火山噴火を含めた災害軽減のための取り組みを重視する政府の姿勢は、今後も継続される可能性が高い。現在の中期開発計画およびセクター戦略からも、その方向性は明らかと考えられる。

### 3-5-2 技術・組織面

技術・組織面の持続性は概ね高い。

SSDM の継続活用にかかる持続性を検証するにあたり、1) SSDM 稼働の大前提である「観測」の視点、2) SSDM というアプリケーションシステムを「維持管理する」視点、および 3) SSDM を「利用する」視点に分けて検証する。

第一の「観測」については、技術面および組織面での大きな課題は見られない。本プロジェクト期間を通じた技術移転によって、資機材の日常的メンテナンスは観測地点に常駐する観測員および CVGHM 職員によって可能な状況となっている。唯一、現時点ではガジャマダ大学が維持管理の責を負う、水文センサーが稼働していないことが指摘されるが、これら原因も基本

的にはデータ転送に必要なプリペイド・クレジットの補填や部品交換で対応できるものであり、技術的に困難な問題には当たらない。

第二に SSDM の「維持管理」については、技術面および組織面においてプロジェクト終了までに課題を整理し、体制を確認することが必要である。

まず SSDM を IT 的な観点から維持管理できるように体制を担保することが求められる。現状、CVGHM には 2 名の IT 技術者が在籍するが、IT セキュリティおよび仮にハードディスクが損壊した際の復旧方法において、その技術に確信を持ってない状況にある。BPPTKG については、IT 技術者が直接プロジェクトに関わっており、日本人専門家からの技術移転も比較的継続して受けてきたため技術力は高まっているものの、上記の技術課題については同じく自信を持ってない状況にある。

この他、CVGHM 内においては SSDM の責任者、オペレーターが明確に定まっていないことも課題として挙げられる（BPPTKG はこの点が明確となっている）。

なお、SSDM を構成するサブシステムの運営そのものは、それぞれの関係機関において技術が定着しており、この観点において大きな課題は見られない。

第三に SSDM（の情報）を「利用」する点については、技術面および組織面での大きな課題は無いが、プロジェクト終了までに更に強化することが求められる。

SSDM の裨益者である、コンソーシアム・メラピの地方行政担当者の SSDM に対する理解はプロジェクト活動を通じて深まっている。しかしながら、その理解もまだ緒に就いたばかりであるため、今後のプロジェクト残期間を通じて SSDM を実際に利用するデモを行なうなど、具体的な紹介活動を継続することが求められる。

総じて、技術・組織面の持続性は概ね確保されているが、SSDM の IT 保守管理、運営体制の構築などの作業が残されている。同活動を以て、持続性を更に高める努力が期待される状況にあると結論できる。

### 3-5-3 財政面

財政面の持続性は評価することが困難である。

SSDM の継続利用に必要なランニングコストは、さほど多額ではない。最も大きなランニングコストとしては、X バンド MP レーダーの使用にかかるレーダー使用料が挙げられる（2 カ所で年間 8 千万ルピア=約 60 万円）。他方、予期せぬ資機材の故障やスペアパーツおよび代替品の購入となった場合には、その規模に応じて多額の資金が必要である。CVGHM は必要予算として、まずはランニングコストを申請する計画であるが、終了時評価時点においてはまだ担保されていない。

水文センサーの維持管理は、UGM の負担となる。UGM は必要な予算を研究予算の中から確保することを表明している。UGM は今般対象機材を含め、同大学が設置する機材の維持管理予

算として、毎月 300 万ルピア（約 22 千円）を確保しており、この他にも必要に応じて研究予算を振り分ける意向を示している。

### 3-6 結論

本プロジェクトは、火山災害の軽減に寄与することを目的とした取り組みであり、インドネシアの政策に整合している。また、本プロジェクトの活動内容はカウンターパート組織の技術ニーズにも即したものである。以上から、妥当性は「高い」。

また、プロジェクトの各種活動は順調に進捗しており、終了までにプロジェクト目標である「SSDM の構築および利用」を達成できる可能性が高い。プロジェクトは SSDM の構築のみならず、管理者かつ受益者であるコンソーシアム・メラピも計画通りに設立した。有効性は「高い」と評価できる。

他方、効率性は「概ね高い」となった。本邦研修等の効果的な投入があったものの、水文センサーの非稼働などの課題が見られたことや、継続的な技術移転が一部で困難だったこと等に拠る。

インパクトも同じく「概ね高い」結果となった。プロジェクトで構築されたシステムや資機材の一部は、プロジェクト対象地外でも有効に活用されるなど、正のインパクトを生んだ。他方、上位目標の達成見込みについては「部分的に達成できる」に留まった。

持続性については、プロジェクト期間を通じてカウンターパートへの技術移転が進んでおり、技術面における大きな懸念事項は無い。ただし、持続性をより強固にするために、CVGHM 内の SSDM 管理・オペレーション体制を明確に定めることや IT 面を強化することが求められている。また、財政面の持続性も担保できるように CVGHM の今後の予算申請の努力が期待される状況にある。以上から、持続性は「概ね高い」との評価である。

総じて、本プロジェクトは目標達成に向けて順調な進捗を示しており、かつ正のインパクトも多数確認できるなど、大きな成果を生んだプロジェクトと評価できる。今後、残された諸々の課題を確実に成し遂げ、更に持続性を担保することが求められる状況にある。

## 第4章 提言と教訓

### 4-1 提言

#### プロジェクト期間内における提言

##### (1) SSDM の管理およびオペレーションにかかる体制整備

CVGHM 内に設置されている SSDM の管理およびオペレーションにかかる CVGHM 内の人員体制を整備することを提言する。CVGHM については終了時評価時点において、SSDM サーバーのオペレーションに関わる人員が特定されていない。プロジェクト期間内に、オペレーション人員の特定および役割分担を明確にすることが求められる。

##### (2) SSDM の継続的な管理・オペレーションのための体制検討

末端の観測資機材から SSDM サーバーまでを含む SSDM 全体の継続的なオペレーションに際しては、オペレーターである CVGHM、BPPTKG のみならず、Balai Sabo、UGM、BMKG といったステークホルダーの継続関与も重要となる。それぞれの組織の役割、責任についても明確化することを提言する。

また関係組織間での協同体制促進に資する方策の検討も併せて提言する。関係組織間の MOU 締結なども考えられるが、全関係組織が受け入れることができ、かつ実効性のあるものが望まれる。

##### (3) SSDM 全体の維持管理にかかる予算確保

SSDM の継続利用に際して、観測資機材を含む SSDM 全体の維持管理予算の確保が必須となる。本プロジェクトで投入した各資機材は、追って CVGHM および UGM が責任組織となる予定であるため、両組織は十分な維持管理予算を確保することが求められる。

##### (4) 水文センサー機器にかかる修理および維持管理の徹底

終了時評価時点において、一部の水文センサーのデータ転送が行なわれていない状態が続いている。管理を担当する UGM は、早急に水文センサーの現状および原因を精査し、有効な対策を取ることが求められる。

##### (5) コンソーシアム・メラピ内の SSDM にかかる理解促進

これまでのプロジェクト活動を通して、SSDM にかかる BPBD の理解は徐々に深まっている。今後、セミナーやミーティング等を通して、SSDM の共通理解をコンソーシアムメンバー間で更に深めるとともに、参加組織内の情報共有体制も合わせて強化することが望ましい。

##### (6) SSDM 利活用・維持管理にかかる短期計画および中長期計画の作成検討

SSDM の安定的な利活用を目的として、SSDM 利活用・維持管理にかかる短期計画および中長期計画の作成を、関係者間で検討することを提言する。

## プロジェクト終了後に対する提言

### (1) SSDM サーバーの運用および管理にかかる IT 面の強化

SSDM サーバーの運用および維持管理を IT 面から支えるため、アウトソーシングの活用なども視野に入れながら、CVGHM および BPPTKG における IT 分野の対応能力を強化することを提言する。

### (2) 組織内部における技術移転の促進

本プロジェクトで得られた技術知見を、カウンターパートから他職員に普及し、組織全体としての技術力向上に結び付けることを提言する。

## 4-2 教訓

### (1) 現業機関をカウンターパートとした実施体制による社会実装の実現

本プロジェクトは火山災害対策を現業とする組織をカウンターパートとして実施してきた。そのため、プロジェクトの成果である SSDM は、おのずと社会実装に直結するものとなった。

SATREPS が重視する社会実装を実現させるうえで、現業機関をカウンターパートにすることは非常に効果的な実施体制といえる。

### (2) 長年の信頼関係

本プロジェクトの目標達成にかかる貢献要因のひとつに、日本、インドネシア両国関連組織の信頼関係が挙げられている。長年に亘って培われた信頼関係は、プロジェクト運営の円滑化に極めて効果的である。



## 付 属 資 料

1. PDM Ver.1
2. PDM Ver.2
3. 主要面談者
4. 専門家派遣
5. 供与機材
6. 本邦研修
7. カウンターパート人材の配置
8. プロジェクト予算
9. 評価グリッド
10. 英文合同調査結果報告会議事録ミニッツ（ミニッツ添付資料含む）



付属資料 1: Project Design Matrix (PDM) Ver.1

Created on June 2015

Project Title: The Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products  
 Implementing Agency: Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation (CVGHM)  
 Duration: March 2014 - March 2019 (5 years)

Narrative Summary	Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumptions
<p><b>&lt;Overall Goal&gt;</b>                      The capacity of volcanic disaster management of related organizations is enhanced by the utilization of the support system for decision making (SSDM) to governance and disaster management in Indonesia.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Warning is issued considering result of observation and simulation from SSDM.</li> <li>Utilization of SSDM is included in disaster risk reduction plan of central or local governments.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Report of the result of simulation</li> <li>Record of forecasting and warning</li> <li>Plan of Disaster risk reduction of central or local government</li> </ol>	
<p><b>&lt;Project Purpose&gt;</b>                      The SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation is established, and utilized by disaster management authorities and related organizations.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>SSDM works normally and outputs results according to volcanic activity and change of meteorological condition.</li> <li>C/P (Indonesian side) conduct technical training courses to the consortium members.</li> <li>C/P or consortium members maintain SSDM periodically (e.g. once a month) or when necessary.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Report of record of SSDM works</li> <li>Records of technical training courses and the materials</li> <li>Report of maintenance</li> </ol>	
<p><b>&lt;Outputs&gt;</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Integrated observation system composed by the ground deformation sensor, X-band radar and hydrological sensors is established to obtain fundamental quantity which induces volcanic and sediment disasters.</li> <li>Early warning system for volcanic eruption is established based on the current status and prediction.</li> <li>Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta is established to predict sediment movement.</li> <li>Early warning system for floating ash is established based on detection and simulation of the volcanic ash dispersion.</li> <li>The SSDM composed by 1. to 4. is established.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1-1. Volcanic phenomena are monitored by seismometers, tiltmeters and GNSS and the data are available to early warning system of volcanic activity and estimation of discharge rate of volcanic product in real time.</li> <li>1-2. Water and sediment discharge in rivers can be monitored in real time for parameters of Integrated GIS based simulator.</li> <li>1-3. Precipitation and dispersion of volcanic ash can be grasped by a radar in real time with specio-temporally high resolution.</li> <li>2-1. Present volcanic activity of the five volcanoes can be positioned in the transition model of volcanic activity.</li> <li>3-1. Individual simulation engines are developed and utilized for pyroclastic flow, lava flow and ash fall directed from craters and lahar (debris/mud) flow induced by precipitation, and topography change, e.g. river bed variation due to movement of sediment.</li> <li>3-2. Individual simulation engines are integrated as GIS simulator and multimodal sediment movement can be simulated.</li> <li>4-1. Specio-temporal distribution of density of volcanic ash particle can be forecasted by a simulation engine.</li> <li>4-2. Alert level of density of volcanic ash particle is proposed for aviation safety and density of ash particle and alert zone are displayed.</li> <li>5-1. Decision-making support system for volcanic sediment disaster mitigation is developed and is available to decision-making for multimodal sediment disaster.</li> <li>5-2. Consortium is founded to promote utilization of the support system of decision making and the system is utilized in education and hazard mitigation according to stages of volcanic activity.</li> </ol>		Necessary budget and manpower for the counterpart organizations, disaster management authorities, and related organizations are properly allocated.

<p>&lt;Activities&gt;</p> <p>(Activities for Output 1)</p> <p>1-1. To develop the observation system for prediction of volcanic eruption and real time evaluation of eruption scale.</p> <p>1-2. To develop the observation system for prediction of sediment movement.</p> <p>1-3. To develop the radar system for detection of nimbus and volcanic ash cloud.</p> <p>(Activities for Output 2)</p> <p>2-1. To develop the transition model based on the database of volcanic activities.</p> <p>2-2. To develop the prediction models of eruption rate.</p> <p>(Activities for Output 3)</p> <p>3-1. To develop the prediction models of individual sediment movement phenomena.</p> <p>3-2. To develop the integrated GIS simulator of complex movement of volcanic ejecta.</p> <p>(Activities for Output 4)</p> <p>4-1. To upgrade the model of volcanic ash dispersion.</p> <p>4-2. To develop early warning system for volcanic ash.</p> <p>(Activities for Output 5)</p> <p>5-1. To integrate the systems developed in outputs 1 to 4 into SSDM.</p> <p>5-2. To promote utilization of SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation.</p>	<p>&lt;Inputs&gt;</p> <p>Input from Japan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispatch of long-term expert,</li> <li>• Dispatch of short-term experts,</li> <li>• Provision of equipment, and</li> <li>• Training of the counterpart personnel in Japan.</li> </ul> <p>Input from the Indonesian side</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assignment of the counterpart personnel,</li> <li>• Provision of office space and facilities necessary for the Project, and</li> <li>• Allocation of the budget necessary for the Project.</li> </ul>		<p>Installed equipment is not stolen and/or seriously damaged intentionally or naturally.</p> <p>Major natural disasters do not hinder the project activities.</p>
---	---	--	--

付属資料 2: Project Design Matrix (PDM) Ver.2

Created on 20 September 2016

Project Title: The Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products  
 Implementing Agency: Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation (CVGHM)  
 Duration: March 2014 - March 2019 (5 years)

Narrative Summary	Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumptions
<p><b>&lt;Overall Goal&gt;</b>                      The capacity of volcanic disaster management of related organizations is enhanced by the utilization of the support system for decision making (SSDM) to governance and disaster management in Indonesia.</p> <p><b>&lt;Project Purpose&gt;</b>                      The SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation is established, and utilized by disaster management authorities and related organizations.</p>	<p>1. SSDM is extended to other volcanoes in Indonesia.                      2. Outputs of SSDM are referred to by the consortium members for sediment disaster mitigation.</p> <p>1. SSDM works normally and outputs results according to volcanic activity and change of meteorological condition.                      2. C/P (Indonesian side) conduct technical training courses to the consortium members.                      3. C/P or consortium members maintain SSDM periodically (e.g. once a month) or when necessary.                      4. SSDM is one of sources of information for CVGHM on disaster mitigation for the target volcanoes.                      5. SSDM is one of sources of information for Balai Sabo and UGM on sediment disaster mitigation for Merapi volcano.                      6. SSDM is one of sources of information for BMKG on volcanic ash tracking and prediction for the target volcanoes.</p>	<p>1. Report of the result of simulation                      2. Record of forecasting and warning                      3. Plan of Disaster risk reduction of central or local government</p> <p>1. Report of record of SSDM works                      2. Records of technical training courses and the materials                      3. Report of maintenance</p>	
<p><b>&lt;Outputs&gt;</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Integrated observation system composed by the ground deformation sensor, X-band radar and hydrological sensors is established to obtain fundamental quantity which induces volcanic and sediment disasters.</li> <li>2. Early warning system for volcanic eruption is established based on the current status and prediction.</li> <li>3. Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta is established to predict sediment movement.</li> <li>4. Early warning system for floating ash is established based on detection and simulation of the volcanic ash dispersion.</li> <li>5. The SSDM composed by 1. to 4. is established.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1-1. Volcanic phenomena are monitored by seismometers, tiltmeters and GNSS and the data are available to early warning system of volcanic activity and estimation of discharge rate of volcanic product in real time.</li> <li>1-2. Water and sediment discharge in rivers can be monitored in real time for parameters of integrated GIS based simulator.</li> <li>1-3. Precipitation and dispersion of volcanic ash can be grasped by a radar in real time with spatio-temporally high resolution.</li> <li>2-1. Present volcanic activity of the five volcanoes can be positioned in the transition model of volcanic activity.</li> <li>3-1. Individual simulation engines are developed and utilized for pyroclastic flow, lava flow and ash fall directed from craters and lahar (debris/mud) flow induced by precipitation, and topography change, e.g. river bed variation due to movement of sediment.</li> <li>3-2. Individual simulation engines are integrated as GIS simulator and multimodal sediment movement can be simulated.</li> <li>4-1. Spatio-temporal distribution of density of volcanic ash particle can be forecasted by a simulation engine.</li> <li>4-2. Alert level of density of volcanic ash particle is proposed for aviation safety and density of ash particle and alert zone are displayed.</li> <li>5-1. Decision-making support system for volcanic sediment disaster mitigation is developed and is available to decision-making for multimodal sediment disaster.</li> <li>5-2. Consortium is founded to promote utilization of the support system of decision making and the system is utilized in education and hazard mitigation according to stages of volcanic activity.</li> </ol>		<p>Necessary budget and manpower for the counterpart organizations, disaster management authorities, and related organizations are properly allocated.</p>

<p>&lt;Activities&gt;  (Activities for Output 1)  1-1. To develop the observation system for prediction of volcanic eruption and real time evaluation of eruption scale.  1-2. To develop the observation system for prediction of sediment movement.  1-3. To develop the radar system for detection of nimbus and volcanic ash cloud.  (Activities for Output 2)  2-1. To develop the transition model based on the database of volcanic activities.  2-2. To develop the prediction models of eruption rate.  (Activities for Output 3)  3-1. To develop the prediction models of individual sediment movement phenomena.  3-2. To develop the integrated GIS simulator of complex movement of volcanic ejecta.  (Activities for Output 4)  4-1. To upgrade the model of volcanic ash dispersion.  4-2. To develop early warning system for volcanic ash.  (Activities for Output 5)  5-1. To integrate the systems developed in outputs 1 to 4 into SSDM.  5-2. To promote utilization of SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation.</p>	<p>&lt;Inputs&gt;  Input from Japan  • Dispatch of long-term expert,  • Dispatch of short-term experts,  • Provision of equipment, and  • Training of the counterpart personnel in Japan.  Input from the Indonesian side  • Assignment of the counterpart personnel,  • Provision of office space and facilities necessary for the Project, and  • Allocation of the budget necessary for the Project.</p>		<p>Installed equipment is not stolen and/or seriously damaged intentionally or naturally.   Major natural disasters do not hinder the project activities.</p>
---	---	--	---

### 付属資料 3 : 主要面談者

#### Indonesian Side

##### 1) Implementing Organization (CVGHM, BPPTKG)

###### CVGHM

Kasbani	Head of CVGHM
Gede Suantika	Head of Administration
Wawan Irawan	Head of Division of Volcano Mitigation
Kristianto	Head of Subdivision of Volcano Mitigation
Iyan Mulyana	Researcher
Akhmad Basuki	Researcher
Umar Rosadi	Researcher
Hetty Triastuti	Researcher
Oktory Prambada	Researcher
Willi Banggur	Researcher
Agoes Loeguman	Researcher
Heri Kuswandarto	Technician
Anna Mathovanie	Technician

###### BPPTKG

Hanik Humaida	Head of BPPTKG
I Gusti Made Agung Nandaka	Researcher
Raditya Putra	Researcher
Niken Angga Rukmini	Researcher
Sulisthiyani	IT

##### 2) Relevant Organizations (BMKG, BNPB, PUSAIR, UGM, STC, BPBD, ESDM)

###### BMKG

A. Fachri Radjab	Director of Public Weather Services
Nurhayati	Senior Lecturer for Civil Servant
Enderwin	Head of Remote sensing management division
Hari Triwibowo	Head of Divison for Aviation Meteorological Information Service
Andersen L Panjaitan	Staff

###### PUSAIR

Wildan Herwindo	Head of Dissemination and Cooperation
Ira Fransisca	Team Leader of Cooperation

###### Balai Sabo

Dwi Kristianto	Head of Balai Sabo
Arif RM	Head of Technical Services
Banata Wachid Ridwan	Technical staff

UGM

Prof. Djoko Legono	Professor
Dr. Rachmad Jayadi	Associate Professor
Dr. Adam Pamudji Rabardjo	Associate Professor
Robi Hambali	Research assistant
Ani Hairani	Research assistant

BPBD Sleman

Joko Supriyanto	Head of BPBD
-----------------	--------------

BPBD Magelang

Edy Suanto	Head of BPBD
------------	--------------

---

日本側

日本人プロジェクト専門家

井口 正人	研究代表者 京都大学 防災研究所 桜島火山研究センター 教授
-------	--------------------------------

日本人個別専門家

多田 直人	防災分野個別専門家
-------	-----------

JICA インドネシア事務所

小川 亮	JICA インドネシア事務所次長
------	------------------

---



付属資料4：専門家派遣

氏名			日数計 (2018年9月時)
1	井口 正人 (京都大学)	プロジェクト・リーダー 1-1 メンバー 2-2 メンバー 4-2 メンバー 5-1 メンバー 5-2 メンバー	成果1 212
2	中道 治久 (京都大学)	事務局 グループ1リーダー 1-1 サブグループリーダー 2-1 メンバー 5-1 メンバー 5-2 メンバー	成果1 115
3	大倉 敬宏 (京都大学)	1-1 メンバー	成果1 25
4	西村 太志 (東北大学)	1-1 メンバー 2-2 サブグループリーダー	成果2 25
5	権田 豊 (新潟大学)	1-2 サブグループリーダー	成果1 122
6	堤 大三 (京都大学)	1-2 メンバー	成果1 22
7	宮田 秀介 (京都大学)	事務局 1-2 メンバー	成果1 119
8	藤田 正治 (京都大学)	1-2 メンバー グループ5リーダー 5-1 メンバー 5-2 サブグループリーダー	成果1 135
9	大石 哲 (神戸大学)	1-3 サブグループリーダーグループ4リーダー 4-2 サブグループリーダー 5-1 メンバー 5-2 メンバー	成果1 62
10	中田 節也 (東京大学)	グループ2リーダー 2-1 サブグループリーダー-5-1 メンバー 5-2 メンバー	成果2 143
11	吉本 充宏 (山梨県富士山科学研究所)	2-1 メンバー	成果2 76
12	前野 深 (東京大学)	2-1 メンバー	成果2 64
13	外西 奈津美 (東京大学)	2-1 メンバー	成果2 34
14	嶋野 岳人 (常葉大学)	2-1 メンバー	成果2 65
15	為栗 健 (京都大学)	1-1 メンバー	成果2 12
16	宮本 邦明 (筑波大学)	グループ3リーダー 3-2 サブグループリーダー-5-1 サブグループリーダー -5-2 メンバー	成果3 177
17	笹原 克夫 (高知大学)	3-1 サブグループリーダー	成果3 6
18	田中 博 (筑波大学)	4-1 サブグループリーダー	成果4 23
19	中谷 加奈 (京都大学)	3-2 メンバー	成果3 26
20	下村 誠 (筑波大学)	3-2 メンバー	成果3 217
21	鈴木 由希 (早稲田大学)	2-1 メンバー	成果2 5
22	里深 好文 (立命館大学)	3-2 メンバー	成果3 23
23	吉谷 純一 (京都大学)	(グループ4リーダー) (4-2 サブグループリーダー)	成果4 6
24	山田 孝 (三重大学)	5-2 メンバー	成果5 8
25	石塚 忠範 (土木研究所)	3-1 メンバー 5-2 メンバー	成果5 58
合計			1,791
26	和泉 守	業務調整専門家	



付属資料 5: 供与機材

No	機材名	スペック・メーカー	数	使用場所
1	GNSS	Leica Model: GR10/AR10	13	Galunggung (3), Merapi (1)*, Kelud (4), Semeru (4), Guntur (1)
2	地表設置型傾斜計	Jewell Model: 70102A	4	Galunggung (1), Guntur (1), Semeru (1), Merapi (1)
3	短周期地震計	Sismotech Co.,Ltd. Model: SSV-002	10	Guntur (2), Galunggung (2), Merapi (1), Kelud (2), Semeru (2), Back-up: PVMBG (1)
4	AD 変換器	Hakusan Co.,Ltd. Model: LS7000XT	10	Guntur (1), Galunggung (2), Merapi (1), Kelud (2), Semeru (3), Back-up: PVMBG (1)
5	広帯域地震計	Nanometri Model: Trillium 120PA	4	Back-up: CVGHM (4)
6	データローガー	Hakusan Co.,Ltd. Model: LS8800	4	Back-up: CVGHM (4)
7	X バンド MP レーダー	Furuno Model: WR-2100-ATU	2	Merapi Volcano Museum, Selorejo Dam in Kelud
8	ハイドロフォン (濁度計)	Hydrotech Co.,Ltd. Model: HTHP4/C	1	Merapi river basin
9	サーモグラフィー	Nippon Avionics Co., Ltd Model: R300SR-H	1	CVGHM
10	レーザー距離計	Vectrix Model: VECTOR21	1	CVGHM
11	水文観測システム IP カメラ 自動水位計 自動雨量計	DNtech DNtech DNtech	11 12 4	Merapi river basin
12	無線伝送装置	DNtech	10	Merapi river basin
13	シミュレーション用 PC	HP Model: ENVY 700-550D	8	CVGHM (4), BPPTKG (4)
14	サーバー	IBM Model: X3500 M5	2	CVGHM (1), BPPTKG (1)
15	UPS	APC Model: SMMC 15001	8	CVGHM (4), BPPTKG (4)



付属資料 6 : 本邦研修

2018 年 9 月

スキーム		氏名	組織	活動	期間	研修先
JICA 長期研修	1	Ms. Nurnaning Aisyah	Merapi Section, BPPTKG, CVGHM	成果 2	2015/4/1 - 2018/3/31	京都大学 防災研究所
JICA 短期研修	1	Mr. Anjar Hariwaseso	CVGHM	成果 1	2014/12/18 - 2015/1/19	京都大学 防災研究所
	2	Ms. Dyah Ayu Puspitosari	Balai Sabo	成果 3	2015/1/15 - 2015/2/14	筑波大学
	3	Mr. Dian Sisinggih	Brawijaya University	成果 1	2015/3/4 - 2015/3/31	神戸大学
	4	Mr. David Adriansyah	CVGHM	成果 3	2015/11/17 - 2015/12/26	筑波大学
	5	Mr. Akhyar Musthofa	Balai Sabo	成果 3	2015/11/17 - 2015/12/26	筑波大学
	6	Mr. Mizani Ahmad	Center for Aviation Meteorology, BMKG	活動 4-1	2016/1/13 - 2016/2/13	筑波大学
	7	Mr. Kurniaji	Center for Aviation Meteorology, BMKG	活動 4-1	2016/1/13 - 2016/2/13	筑波大学
	8	Ms. Ani Hairani	Faculty of Engineering, UGM	成果 3 活動 1-2	2016/1/13 - 2016/2/132	京都大学 防災研究所
	9	Ms. Sulistiyani	Merapi Section, BPPTKG, CVGHM	成果 1 成果 2	2016/11/17 2016/12/23	京都大学 防災研究所
	10	Mr. Ardian Alfianto	Balai Sabo	成果 1、3	2017/5/7 2017/6/10	神戸大学
	11	Mr. Hanggar Mawandha	Faculty of Engineering, UGM	成果 1、3	2017/5/7 2017/6/10	神戸大学
	12	Mr. Roby Hambali	Faculty of Engineering, UGM	成果 3	2017/11/5 2017/12/16	筑波大学
	13	Mr. Raditya Pitra	CVGHM	成果 3	2017/11/5 2017/12/16	筑波大学
	14	Mr. Mardian Hardipto	CVGHM	成果 3	2017/11/5 2017/12/16	筑波大学
	15	Mr. Ragil Andika Yuniawan	Balai Sabo	成果 3	2017/11/5 2017/12/16	筑波大学
	16	Ms. Ani Hairani	Faculty of Engineering, UGM	成果 1	2018/1/22 2018/2/21	京都大学 防災研究所
	17	Mr. Puji Harsanto	Faculty of Engineering, UGM	成果 1	2018/1/15 2018/2/14	京都大学 防災研究所
	18	Ms. Nurnaning Aisyah	Merapi Section, BPPTKG, CVGHM	成果 1	2018/6/23 2018/7/6	京都大学 防災研究所
	19	Mr. Agoes Loequman	CVGHM	成果 1	2018/6/23 2018/7/6	京都大学 防災研究所
	20	Mr. Ahmad Basuki	CVGHM	成果 1	2018/6/23 2018/7/6	京都大学 防災研究所

スキーム	氏名	組織	活動	期間	研修先	
JST 予算による 研修	1	Mr. Meg B. Bishwakarma	Hydro Lab, Nepal	-	2016/3/6 - 2016/3/11	筑波大学
	2	Mr. Muhammad Mukhlisin	Polytechnic Negeri Semarang, Indonesia	-	2016/3/6 - 2016/3/10	筑波大学
	3	Mr. Yu-shiu Chen	DPRC, National Cheng Kung Univ. Taiwan	-	2016/3/6 - 2016/3/10	筑波大学
	4	Mr. Tempa Thinley	Dept. of Roads, Min. of Works and Human Settle.	-	2016/3/6 - 2016/3/9	筑波大学
	5	Mr. Karma Tenzin	Ditto	-	2016/3/6 - 2016/3/9	筑波大学
	6	Mr. Nugroho Hari Anggoro Suyono	JASA TIRTA I, Indonesia	-	2016/3/6 - 2016/3/10	筑波大学

スキーム	氏名	組織	活動	期間	研修先	
プロジェクト 現地活動費に よる研修	1	Mr. Hery Kuswandarto	CVGHM	成果 1	2016/5/15 - 2016/5/21	桜島
	2	Mr. Ade Koswara	CVGHM	成果 1	2016/3/6 - 2016/3/10	桜島
	3	Mr. Liswanto	CVGHM	成果 1	2016/3/6 - 2016/3/10	桜島
	4	Mr. Hery Kuswandarto	CVGHM	成果 1	2017/4/16 2017/4/29	桜島
	5	Mr. Iyan Mulyana	CVGHM	成果 1	同上	桜島
	6	Ms. Anna Mathovanic	CVGHM	成果 1	同上	桜島
	7	Mr. Budi Prianto	CVGHM, Kelud Observatory	成果 1	同上	桜島
	8	Mr. Joko Supriyanto	Kab Seleman BPBD	成果 5	2017/10/23 2017/10/28	桜島
	9	Mr. Heru Saptano	Kab Seleman	成果 5	同上	桜島
	10	Mr. Sumadi Sidoel	Kab Seleman	成果 5	同上	桜島
	11	Mr. Edy Susanto	Kab Magelang	成果 5	同上	桜島
	12	Mr. Didik Wahyu Nugroho	Kab Magelang	成果 5	同上	桜島
	13	Ms. Ratna Yulianty	Kab Magelang	成果 5	同上	桜島
	14	Mr. Jaka Sawaldi	Kab Klaten	成果 5	同上	桜島
	15	Mr. Sri Purwanto	Kab Klaten	成果 5	同上	桜島
	16	Mr. Budi Prasetyo	Kab Klaten	成果 5	同上	桜島
	17	Ms. Sri Ardiningsih	Kab Boyolali	成果 5	同上	桜島
	18	Mr. Bambang Sinungharjo	Kab Boyolali	成果 5	同上	桜島
	19	Mr. Purwanto	Kab Boyolali	成果 5	同上	桜島
	20	Mr. Gembong Purwanto	Jawa Tengah	成果 5	同上	桜島
	21	Mr. Budi Santoso Wignyosukarto	Faculty of Engineering, UGM	成果 5	同上	桜島
	22	Mr. Rachmad Jayadi	Faculty of Engineering, UGM	成果 5	同上	桜島
	23	Mr. Rakhmat Hidayat	Balai Sabo	成果 5	同上	桜島
	24	Ms. Dyah Ayu Puspitasari	Balai Sabo	成果 5	同上	桜島
	25	Mr. Gede Suantika	CVGHM	成果 5	同上	桜島
	26	Ms. Hetty Triastuty	CVGHM	成果 5	同上	桜島
	27	Ms. Dewi Sri Sayudi	CVGHM	成果 5	同上	桜島
	28	Mr. Nurudin	CVGHM	成果 5	同上	桜島
	29	Mr. Khoirul Huda	CVGHM Kelud Observatory	成果 5	同上	桜島

付属資料 7 : カウンターパート人材の配置

G-1						
Group Leader	Name	Assign	with SATREPS			
			Start		Finish	
			Year	Month	Year	Month
○	Hendra Gunawan	CVGHM	2014	5	2017	12
○	Kristianto	CVGHM	2014	5	2019	3
	Akhmad Basuki	CVGHM	2014	5	2019	3
	Heri Kuswandarto	CVGHM	2014	5	2019	3
	Umar Rosadi	CVGHM	2014	5	2019	3
	Iyan Mulyana	CVGHM	2014	5	2019	3
	Cahya Patria	CVGHM	2014	5	2019	3
	IGM Agung Nandalca	CVGHM	2014	5	2019	3
	Nurudin	CVGHM	2014	5	2019	3
	Anton Susilo	CVGHM	2014	5	2017	3
	Hetty Triasuty	CVGHM	2016	7	2019	3
	Anna Mathovanie	CVGHM	2016	7	2019	3
	Rachmad Jayadi	UGM	2014	5	2019	3
	Sutikno	Balai Sabo	2014	5	2017	3
	William Putuhena	PUSAIR	2014	5	2019	3
	Riris Adriyanto	BMKG	2014	5	2016	3
	Akhyar Musthofa	Balai Sabo	2015	5	2019	3
	Djati Iswandoyo	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Rachmad Javadi	UGM	2014	5	2019	3
	Cosmas Bambang Sukotjo	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Ratih Indri Hapsari	State Polytechnic of Malang	2014	5	2019	3
	Dian Sisinggih	Brawijaya University	2014	5	2019	3
G-2						
Group Leader	Name	Assign	with SATREPS			
			Start		Finish	
			Year	Month	Year	Month
○	Agus Budianto	CVGHM	2014	5	2017	3
	Subandriyo	CVGHM	2014	5	2019	3
	Dewi Sri Sayudi	CVGHM	2014	5	2019	3
	Kushendratno	CVGHM	2014	5	2019	3
	Hetty Triastuti	CVGHM	2014	5	2019	3
	Sofyan Primulyana	CVGHM	2014	5	2019	3
	Novi	CVGHM	2014	5	2019	3
	Agung Harijoko	UGM	2014	5	2017	7
	Wayan Wannada	UGM	2014	5	2017	7
	M. Nugraha Kartadinata	CVGHM	2014	5	2019	3
	Nia Haerani	CVGHM	2014	5	2019	3
	Anjar Hariwaseso	CVGHM	2014	5	2019	3
	Oktory Prambada	CVGHM	2014	5	2019	3
	Sri Sumarti	CVGHM	2014	5	2019	3
	Rokhmat	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Andi Subiyanto	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Lucas Donny	UGM	2014	5	2017	7
	Wilfridus Barggur	CVGHM	2017	7	2019	3
	Raditya Outra	CVGHM	2017	7	2019	3
	Sulistiyani	CVGHM	2017	7	2019	3
	Niken Angga Rukmini	CVGHM	2017	7	2019	3

G-3						
Group Leader	Name	Assign	with SATREPS			
			Start		Finish	
			Year	Month	Year	Month
○	Adam Pamudji Rabardjo	UGM	2014	5	2019	3
	Teuku Faisal Fathani	UGM	2014	5	2016	12
	Jazaul Ikhsan	UGM	2014	5	2019	3
	Istiarto	UGM	2014	5	2016	12
	Ardian Alfianto	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Andi Subiyanto	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Pudji Harsanto	UGM	2014	5	2019	3
	Adhi Kumiawan	UGM	2014	5	2019	3
	Tata Yunita	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Diah Ayu Puspitasari	Balai Sabo	2014	5	2019	3
G-4						
Group Leader	Name	Assign	with SATREPS			
			Start		Finish	
			Year	Month	Year	Month
○	Nurhayati	BMKG	2016	9	2019	3
SG 1/L	Riris Adriyanto	BMKG	2014	9	2018	7
SG 1/L	Enderwin	BMKG	2018	7	2019	3
	Andersen L Panjaitan	BMKG	2014	9	2019	3
	Kerniaji	BMKG	2014	9	2018	1
	I Kadek Nova	BMKG	2018	2	2019	3
	Muhamamad Arif Munandar	BMKG	2017	9	2019	3
	Mustari Heru Jatmiko	BMKG	2014	5	2018	7
	Bagas Ega A	BMKG	2018	2	2019	3
	Hari Triwibowo	BMKG	2017	6	2019	3
	Imam Muthohar	UGM	1015	5	2016	12
G-5						
Group Leader	Name	Assign	with SATREPS			
			Start		Finish	
			Year	Month	Year	Month
○	Djoko Legono	UGM	2014	5	2019	3
	Untung Budi Santosa	Balai Sabo	2014	5	25	12
	Achmad Yusuf	Balai Sabo	2015	1	2019	3
	Adam Pamudji Rahardjo	UGM	2014	5	2019	3
	Radiana Triatmadja	UGM	2014	5	2019	3
	Muhammad Sulaiman	UGM	2014	5	2019	3
	Supliyati D Andreastuti	CVGHM	2014	5	2019	3
	Imam Santosa	CVGHM	2014	5	2019	3
	Dwi Kristianto	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	I.G.M nandaka	CVGHM	2016	12	2019	3
	Agus Budi Santoso	CVGHM	2016	12	2019	3



付属資料 8 : プロジェクト予算

Japanese Side (Currency: IDR)							
No	Items	JFY 2014	JFY 2015	JFY 2016	JFY2017	JFY 2018	Total
		Apr 2014 – Mar 2015	Apr 2015 – Mar 2016	Apr 2016 – Mar 2017	Apr 2017 - Mar 2018	Mar 2018 - Jun 2018	
1	General operational expenses (observation equipment, field office set-up, car rental)	484,608,395	876,727,590	523,387,426	650,532,606	81,048,304	2,616,304,321
2	Airfare (interpreter, guide, Interview of long-term trainee, seminar in Japan)	47,934,300	94,470,950	241,032,800	350,503,400	8,367,900	742,309,350
3	Travel expenses (interpreter, guide, interview of long-term trainee, seminar in Japan)	51,774,600	106,469,400	297,197,200	385,222,100	12,100,000	852,763,300
4	Compensation and honorarium (interpreter, porter, temporary workers, guide)	31,314,600	81,328,740	20,950,000			133,593,340
5	Meeting expenses (seminar, workshop)	4,700,000	5,073,000	14,754,000			24,527,000
	Total	620,331,895	1,164,069,680	1,097,321,426	1,386,258,106	101,516,204	4,369,497,311
Indonesian Side (Currency: IDR)							
No	Items	JFY 2014	JFY 2015	JFY 2016	JFY2017	JFY 2018	Total
		Apr 2014 – Mar 2015	Apr 2015 – Mar 2016	Apr 2016 – Mar 2017	Apr 2017 - Mar 2018	Mar 2018 - Jun 2018	
1	Travel Expenses	171,982,800	537,172,700	110,000,000	209,616,500	75,000,000	1,103,772,000
2	Meetings	3,254,000		12,041,000			15,295,000
3	Other expenses (GNSS repair)	42,000,000			15,000,000		57,000,000
	Total	217,236,800	537,172,700	122,041,000	224,616,500	75,000,000	1,176,067,000



付属資料 9：評価グリッド

**Evaluation Grid: The Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products**

Evaluation Criteria	Evaluation Items		Data Sources	Result
	Main Items	Sub-Items		
Process of Implementation	<u>System/Structure of the Project management</u>	Communication among organizations/personnel ~the extent of sharing info and challenges that are/were encountered	-Interview survey -Questionnaire	-
		Monitoring system ~practical accomplishment and its effectiveness	-Interview survey -Questionnaire	-
		Effectiveness of JCC ~ whether JCC functioned as originally expected	-Interview survey -Questionnaire	
		Arrangement of input contents and/or volume in accordance with the Project implementation process	-Interview survey -Questionnaire	
Modification of <u>Project Design</u>		Timing to modify PDM	-Interview survey	-
		Justifiability to modify PDM, if any	-Interview survey	-
		Timing and frequencies to provide “advisory and/or monitoring missions” from JICA, JST and/or other assists from Indonesian government	-Interview survey	
Relevance (To examine the justifiability or necessity for project	<u>Policy</u>	Consistency with the development policy of the government	-Documents of Indonesian policy -Questionnaire -Interview survey	-

Evaluation Criteria (implementation)	Evaluation Items		Data Sources	Result
	Main Items	Sub-Items		
	<u>Priority</u>	Consistency with Japanese ODA policy/plan (Country Assistance Policy)	-Japan's Country Assistance Program/ country-specific program	-
	<u>Selection of the target group_cum counterpart</u>	Needs of Indonesian government Needs of CP organization	-Questionnaire -Interview survey -Questionnaire -Interview survey	-
	<u>Appropriateness of project design</u>	Stakeholders' involvement ~ whether all the necessary organizations are involved in the project implementation or not. Appropriateness of the target site selection Design of PDM in terms of logical structure	-Project documents -Questionnaire -Interview survey -Questionnaire -Interview survey -Project documents -Interview survey	-
Effectiveness (To examine project effects)	<u>Output 1.</u>	Achievement status of Output 1	-Project record -Questionnaire -Interview survey	Output 1. Integrated observation system composed by the ground deformation sensor, X-band radar and hydrological sensors is established to obtain fundamental quantity which induces volcanic and sediment disasters. -Objectively verifiable indicator: 1-1. Volcanic phenomena are monitored by seismometers, tiltmeters and GNSS and the data are available to early warning system of volcanic activity and estimation of discharge rate of volcanic product in real time. 1-2. Water and sediment discharge in rivers can be monitored in real time for parameters of Integrated GIS based simulator. 1-3. Precipitation and dispersion of volcanic ash can be grasped by a radar in real time with spatio-temporally high resolution.
	<u>Output 2.</u>	Achievement status of Output 2	-Project record -Questionnaire	Output 2. Early warning system for volcanic eruption is established based on the current status and prediction.

Evaluation Criteria	Evaluation Items		Data Sources	Result
	Main Items	Sub-Items		
			-Interview survey	-Objectively Verifiable Indicator: 2-1. Present volcanic activity of the five volcanoes can be positioned in the transition model of volcanic activity.
	<u>Output 3</u>	Achievement status of Output 3	-Project record -Questionnaire -Interview survey	Output 3. Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta is established to predict sediment movement. -Objectively Verifiable Indicator: 3-1. Individual simulation engines are developed and utilized for pyroclastic flow, lava flow and ash fall directed from craters and lahar (debris/mud) flow induced by precipitation, and topography change, e.g. river bed variation due to movement of sediment. 3-2. Individual simulation engines are integrated as GIS simulator and multimodal sediment movement can be simulated.
	<u>Output 4</u>	Achievement status of Output 4	-Project record -Questionnaire -Interview survey	Output 4. Early warning system for floating ash is established based on detection and simulation of the volcanic ash dispersion. -Objectively Verifiable Indicator: 4-1. Spatio-temporal distribution of density of volcanic ash particle can be forecasted by a simulation engine. 4-2. Alert level of density of volcanic ash particle is proposed for aviation safety and density of ash particle and alert zone are displayed.
	<u>Output 5</u>	Achievement status of Output 5	-Project record -Questionnaire -Interview survey	Output 5. The SSDM composed by 1. to 4. is established. -Objectively Verifiable Indicator: 5-1. Decision-making support system for volcanic sediment disaster mitigation is developed and is available to decision-making for multimodal sediment disaster. 5-2. Consortium is founded to promote utilization of the support system of decision making and the system is utilized in education and hazard mitigation according to stages of volcanic activity.

Evaluation Criteria	Evaluation Items		Data Sources	Result
	Main Items	Sub-Items		
	<u>Project purpose</u>	Achievement forecast for the Project purpose	-Project record -Questionnaire -Interview survey	Project Purpose: The SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation is established, and utilized by disaster management authorities and related organizations. -Objectively verifiable indicator 1. SSDM works normally and outputs results according to volcanic activity and change of meteorological condition. 2. C/P (Indonesian side) conduct technical training courses to the consortium members. 3. C/P or consortium members maintain SSDM periodically (e.g. once a month) or when necessary. 4. SSDM is one of sources of information for CVGHM on disaster mitigation for the target volcanoes. 5. SSDM is one of sources of information for Balai Sabo and UGM on sediment disaster mitigation for Merapi volcano. 6. SSDM is one of sources of information for BMKG on volcanic ash tracking and prediction for the target volcanoes. -
	<u>Contribution factors</u>	Contributing factors to enhance the achievement of the Output and/or Project purpose	-Questionnaire -Interview survey	Contribution factors to achievement of the Project purpose and outputs are as follows: -
	<u>Inhibition factors</u>	Factors to inhibit the achievement of the Output and/or Project purpose	-Questionnaire -Interview survey	Inhibition factors to achievement of the Project purpose and outputs are as follows: - Important assumptions (have been secured or not, and prospects for the remaining period) -
Efficiency (To examine project efficiency)	<u>Input (manpower)</u>	Enhancement of the output by the manpower input of Japanese experts (number, expertise, timing, performance) * to see the appropriateness of the balance between manpower input and project's design/ framework	-Project record -Questionnaire -Interview survey	Japanese manpower input -

Evaluation Criteria	Evaluation Items		Data Sources	Result
	Main Items	Sub-Items		
		<p>Enhancement of the output by the manpower input of counterpart personnel assigned * same as above captioned</p> <p>Enhancement of the output by manpower input of external human resources assigned, if any * same as above captioned</p>	<p>-Project record -Questionnaire -Interview survey</p> <p>-Project record -Questionnaire -Interview survey</p>	<p>Indonesian manpower input -</p> <p>Other manpower input (local consultants, JOCV, associations, etc.) -</p>
	<u>Input (material and facility)</u>	Enhancement of the output from the viewpoint of material and facility inputs (volume, specification, timing, usability, provided targets)	-Project record -Questionnaire -Interview survey	-
	<u>Input (training in Japan)</u>	Enhancement of the output (contents, timing, period, numbers)	-Project record -Questionnaire -Interview survey	-
	<u>Input (Budget)</u>	Amount and timing of the disburse of budget	-Project record -Interview survey	-
	<u>Complementary effect</u>	Other projects/programs to promote the Project's implementation and/or results	-Questionnaire -Interview survey	-
	<u>Duplicated activities</u>	Other projects/programs to conflict or duplicate the activities of the Project	-Questionnaire -Interview survey	-
<u>Impact</u> (To examine the project's effects including the ripple	<u>Overall goal</u>	Achievement forecast for the overall goal	-Project record -Questionnaire -Interview survey	<p>Overall goal: The capacity of volcanic disaster management of related organizations is enhanced by the utilization of the support system for decision making (SSDM) to governance and disaster management in Indonesia.</p>

Evaluation Criteria	Evaluation Items		Data Sources	Result
	Main Items	Sub-Items		
effects in the Project period)				-Objectively verifiable indicator 1. SSDM is extended to other volcanoes in Indonesia. 2. Outputs of SSDM are referred to by the consortium members for sediment disaster mitigation. -
	<u>Impacts occurred as ripple effects (positive and negative)</u>	Aspects as follows: <ul style="list-style-type: none"> <li>• policy,</li> <li>• technique,</li> <li>• environment,</li> <li>• socio-economy,</li> <li>• organization</li> <li>• finance</li> <li>• gender</li> </ul> * Social application is paid attention in particular in SATREPS.	-Project record -Questionnaire -Interview survey	<b>【Positive impact】</b> - <b>【Negative impact】</b> -
Sustainability (To examine whether the Project's outputs can be produced even after the Project ends)	<u>Impacts on "Sendai Framework for Disaster Risk Reduction."</u>	Contribution to enhancement of "Sendai Framework"	-Project record -Questionnaire -Interview survey	Priorities for action under the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 1. Understanding disaster risk 2. Strengthening disaster risk governance to manage disaster risk 3. Investing in disaster risk reduction for resilience 4. Enhancing disaster preparedness for effective response and to "Build Back Better" in recovery, rehabilitation and reconstruction -
	<u>Policy aspect</u>	Prospects of policy direction	-Documents of Indonesian government policy -Questionnaire -Interview survey	-
	<u>Organizational aspects</u>	Appropriateness of the organizational capacity from the viewpoint of structure and the number of allocated staffs :		-



Evaluation Criteria	Evaluation Items		Data Sources	Result
	Main Items	Sub-Items		
		CVHGM, UGM, BMKG Feasibility for all the key players to continuously fill their own roles after the Project	-Questionnaire -Interview survey	-
	<u>Technical aspects</u>	Technical capacity of personnel and/or organizations in charge of key activities to produce the Project Outputs: CVGHM, UGM, BMKG	-Questionnaire -Interview survey	-
	<u>Financial aspects</u>	Prospects to secure sufficient financial resources to continuously produce project outputs If any concerns	-Questionnaire -Interview survey	-
	<u>Social / gender/ environmental aspects</u>		-Questionnaire -Interview survey	-



**MINUTE OF MEETINGS  
BETWEEN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
AND  
THE AUTHORITIES CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF  
THE REPUBLIC OF INDONESIA  
ON TERMINAL EVALUATION SURVEY  
FOR THE PROJECT FOR INTEGRATED STUDY ON MITIGATION OF MULTIMODAL  
DISASTERS CAUSED BY EJECTION OF VOLCANIC PRODUCTS  
IN THE REPUBLIC OF INDONESIA**

The Japanese Terminal Evaluation Team (hereinafter referred to as “the Team”), organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) headed by Mr. Masahiro Ueki visited Indonesia from October 2, 2018 to October 22, 2018 for the purpose of conducting the Terminal Evaluation on the Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products in Indonesia (hereinafter referred to as “the Project”) under the Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS).

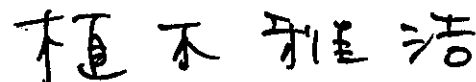
During its stay, the Team exchanged views and had a series of discussion with the Indonesian authorities concerned for the successful completion of the Project. As a result of the discussions, the Team and the Indonesian authorities concerned agreed to the matters referred to in the documents attached hereto.

Bandung, October 22, 2018



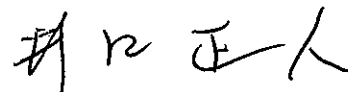

---

Mr. Kasbani  
Project Director  
Center for Volcanology and Geological  
Hazard Mitigation (CVGHM)  
The Republic of Indonesia




---

Mr. Masahiro Ueki  
Leader, Terminal Evaluation Team  
Japan International Cooperation Agency




---

Prof. Masato Iguchi  
Project Leader  
Director of Sakurajima Volcano Research  
Center of Disaster Prevention Research  
Institute  
Kyoto University

## ATTACHED DOCUMENT

### I. The result of terminal evaluation

As the result of the mutual evaluation conducted by the Joint Terminal Evaluation Team, the Terminal Evaluation Report (hereinafter referred to as "the Report" as Appendix 1) was submitted to the Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") held on October 22, 2018. The description of the Report was agreed by JCC.

### II. Main points discussed

#### 1. Project completion

Based on the result of the terminal evaluation, both sides agreed to complete the Project as scheduled.

#### 2. Recommendations within the project period

Both sides discussed the ways how the recommendations stated at Clause 4-1 in the Report can be realized. The results of the discussion are as follows:

- 1) As for recommendation 1), Indonesian side reported that the staff for SSDM management and operation at CVGHM were already assigned as below;

Manager: Kristianto, Head of Western Volcano Mitigation Subdivision

Operator: Agoes Loeqman

Wilfridus B.S.

Ahmad Basuki

Maintenance: Cipta Firmansyah

Mardian Hardipto

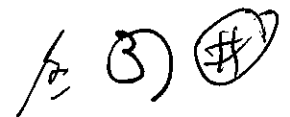
Heri Kuswandarto

- 2) As for recommendation 2), Indonesian side understood its importance and agreed to start discussions among organizations (CVGHM, BPPTKG, Balai Sabo, UGM and BMKG) for obtaining mutual consensus on roles and responsibilities of respective organizations. Besides, CVGHM mentioned that an agreement is necessary for sharing data among organizations.

- 3) As for recommendation 3), CVGHM agreed to make efforts to secure budget for maintenance of whole SSDM including the monitoring equipment. Indonesian side explained that the annual budget for maintenance can be requested after the handover of all equipment to Indonesian side. However, the handover cannot be done before the end of the Project. In order to secure the necessary budget for maintenance even before its handover, Indonesian side promised to submit the equipment list necessary for its registration to their Ministries in advance.

A B) #

- 4) As for recommendation 4), UGM agreed to identify the technical troubles on the hydrological sensors at the sites, and take necessary countermeasures by middle of November that is a deadline to spend the existing research fund. UGM also agreed to try to find the research fund for 2019 onward.
  - 5) As for recommendation 5), Indonesian side explained that the Project is planning to conduct a seminar in December for members of Consortium Merapi to promote further understanding of hazard information from SSDM.
  - 6) As for recommendation 6), UGM proposed to have a discussion on short-/mid-/long-term plans for utilization and maintenance of SSDM during a workshop to be held on October 24<sup>th</sup>, 2018. Indonesian side agreed on it.
3. Recommendations after the project period
- 1) As for recommendation 1)  
BPPTKG explained that sufficient number of IT staff is already assigned. JICA suggested that strengthening of capacity on IT is still necessary when they need to upgrade SSDM in the future.  
CVGHM explained that they will manage the system with BPPTKG.
  - 2) As for recommendation 2)  
Indonesian side agreed to disseminate technical knowledge among organizations.  
CVGHM suggested that simple agreement among the organizations will promote the dissemination smoothly.
4. X-band MP radar training for BPPTKG
- BPPTKG requested the trainings for profiling the X-band MP radar data. Japanese side will consider this request to be realized by the end of the Project. BPPTKG will appoint one or two candidates for the training in Japan by the end of November 2018.



Joint Terminal Evaluation Report

on

The Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters  
Caused by Ejection of Volcano

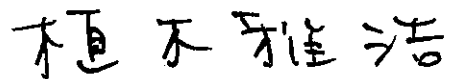
22, October, 2018

The Joint Terminal Evaluation Team



---

Dr. Ir. Gede Suantika  
Leader  
Indonesian Terminal Evaluation Team



---

Mr. Masahiro Ueki  
Leader  
Japanese Terminal Evaluation Team

## TABLE OF CONTENTS

ABBREVIATIONS.....	3
1-1. Background .....	5
1-2. Objectives .....	5
1-3. Outline of the Project.....	5
1-4. Methodology .....	6
1-5. Members of the Joint Terminal Evaluation Team .....	7
1-6. Schedule of the Joint Terminal Evaluation .....	8
2. Achievements of the Project.....	8
2-1. Records of Inputs .....	8
2-2. Results of the Activities and Achievement of the Outputs .....	10
2-3. Achievement of Project Purpose.....	15
2-4. Achievement prospect of Overall goal .....	17
2-5. Implementation Process of the Project .....	17
3. Evaluation by Five Criteria.....	18
3-1. Relevance.....	18
3-2. Effectiveness .....	20
3-3. Efficiency .....	20
3-4. Impact .....	22
3-5. Sustainability .....	23
3-6. Conclusion .....	24
4. Recommendations.....	25
4-1. Recommendations within the Project period .....	25
4-2. Recommendations after the Project period.....	25
5. Lessons learnt .....	25

## ANNEXES

- Annex 1. Project Design Matrix (the latest version: revised in September 2016)
- Annex 2. Schedule
- Annex 3. List of Interviewees
- Annex 4. Dispatch of Japanese Experts
- Annex 5. Provision of Equipment
- Annex 6. Counterpart Training
- Annex 7. Operation Budget
- Annex 8. Counterpart List

*hm* A (3) (4)

## ABBREVIATIONS

Abbreviation	Title (English and/or Indonesian)
BMKG	(Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) Agency for Meteorology, Climatology and Geophysics
BNPB	(Badan Nasional Penanggulangan Bencana) National Disaster Management Agency
BPBD	(Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Regional Disaster Management Agency
BPPTKG	(Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi) Research and Technology Development Center for Geological Disaster, CVGHM, ESDM
C/P	Counterpart
CVGHM	Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation, ESDM
DEM	Digital Elevation Model
DNS	Dynamic Numerical Simulation
ESDM	(Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral) Ministry of Energy and Mineral Resources
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPV	Grid Point Value
IDR	Indonesian Rupiah
JAKSTRA PB	Kebijakan dan Strategi Penanggulangan Bencana (Policies and Strategies for Disaster Management)
JCC	Joint Coordinating Committee
JICA	Japan International Cooperation Agency
JPY	Japanese Yen
JMA	Japan Meteorological Agency
JST	Japan Science and Technology Agency
M/M	Minutes of Meetings
MoU	Memorandum of Understanding
NCDC	National Climatic Data Center
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration, USA
PDM	Project Design Matrix
PO	Plan of Operation
PU	(Kementerian Pekerjaan Umum) Ministry of Public Works
PUSAIR	(Pusat Litbang Sumber Daya Air) Research Center for Water Resources (RCWR), PU



Abbreviation	Title (English and/or Indonesian)
R/D	Record of Discussions
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development
SOP	Standard Operating Procedure
SSDM	Support System for Decision Making
STC	Sabo Technical Center(known as Balai Sabo), PUSAIR, PU
UGM	(Universitas Gadjah Mada) Gadjah Mada University
VSAT	Very Small Aperture Terminal

1/22 A B) (H)

## **1. Outline of the Evaluation**

### **1-1. Background**

As archipelago country, Indonesia contains over 127 active volcanoes. Volcanic eruptions produce many kinds of materials, such as volcanic ash, pyroclastic flow and lava flows. The volcanic products completely destroy their deposit area and volcanic ash is widely dispersed beyond borders of countries. In addition, deposited volcanic ash induces lahars triggered by heavy rain and the lahars cover not only neighboring of volcanoes but also distant place from the volcanoes. Furthermore, the slope of volcanoes is eroded by the lahars and multimodal sediment disaster is induced such as shallow landslide, deep landslide, flash flood and so on. Indonesia is one of the highest risk countries, which are suffered by such multimodal disasters generated by volcanic eruptions.

The Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcano (hereinafter as the Project) shall develop an integrated system to mitigate many kinds of disasters which are generated by volcanic eruptions and extended by rain fall and wind, based on scientific technical cooperation between Japanese and Indonesian organizations concerned. The integrated system will be ready to be utilized by national and local governments for mitigation of volcanic and sediment disasters and for countermeasures against volcanic ash for airlines.

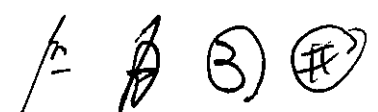
The Project began in April 2014 following the signing of R/D in December 2013 under the scheme of Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (hereinafter as SATREPS), which is jointly supported by JICA and JST. In October 2018, at the final stage of its cooperation term of 5 years, the Project is required to undergo the Terminal evaluation jointly conducted by JICA and relevant Indonesian authorities.

### **1-2. Objectives**

- (1) To review the activities of the project and its process of implementation based on the Record of Discussions (R/D).
- (2) To analyze and discuss the achievement of the project in terms of five evaluation criteria (relevance, effectiveness, efficiency, impact and sustainability).
- (3) To identify and recommend measures for solving problems on the project operation to related organizations of Indonesia and Japan based on the result of (1) and (2), and to discuss the activities of the project for the rest of the cooperation period.
- (4) To propose to revise the Project Design Matrix (PDM) and Plan of Operation (PO) based on the results of discussions, if necessary.
- (5) To prepare and agree on the Terminal Evaluation Report with the Government of Indonesia and Japan and to exchange the Minutes of Meetings (M/M).

### **1-3. Outline of the Project**

The R/D was signed in December 2013, which provides the Project outline as Master Plan. The outline is transcribed into the format of PDM so that it can be used as day-to-day management and monitoring tool for project implementation.



As of the Terminal Evaluation, the Project is implemented under the PDM Version 2, which was revised and approved by JCC in September, 2016. The full contents of the PDM are shown in Annex 1.

1) Project Duration: From April 2014 to April 2019 (5 years)

2) Implementation structure

Indonesian Side: CVGHM (Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation) - ESDM; UGM (Universitas Gadjah Mada); STC/Balai Sabo - PUSAIR - PU; and BMKG (Agency for Meteorology, Climatology and Geophysics)

Japanese Side: Kyoto University; The University of Tokyo; Niigata University; Kobe University; Tohoku University; Tsukuba University; Kochi University; and other universities.

3) Project Site

Semeru Volcano, Kelud Volcano, Merapi Volcano, Galunggung Volcano, Guntur Volcano, Sinabun Volcano

4) Overall Goal

The capacity of volcanic disaster management of related organizations is enhanced by the utilization of SSDM (Support System for Decision Making) to governance and disaster management in Indonesia.

5) Project Purpose

The SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation is established, and utilized by disaster management authorities and related organizations.

6) Outputs

(1) Integrated observation system composed by the ground deformation sensor, X-band radar and hydrological sensors is established to obtain fundamental quantity which induces volcanic and sediment disasters.

(2) Early warning system for volcanic eruption is established based on the current status and prediction.

(3) Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta is established to predict sediment movement.

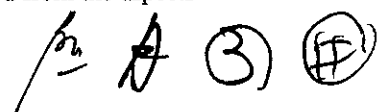
(4) Early warning system for floating ash is established based on detection and simulation of the volcanic ash dispersion.

(5) The SSDM composed by Output 1 to 4 is established.

#### 1-4. Methodology

##### 1-4-1. Method of Evaluation

The Terminal Evaluation was conducted in accordance with the latest "JICA Guidelines for Project Evaluations" issued in May 2014. Current project status and outcomes were assessed from the aspects



of the five criteria of relevance, effectiveness, efficiency, impact, and sustainability.

The Terminal Evaluation Team conducted surveys at the project sites through the interviews and questionnaires to the Project counterpart personnel, other related organizations, and the Japanese experts involved in the Project to evaluate the Project.

**1-4-2. Five Evaluation Criteria**

Description of the five evaluation criteria that were applied in the analysis for the Terminal Evaluation is given in Table 1 below.

Table 1: Description of Five Evaluation Criteria

Criteria	Definitions
Relevance	Degree of compatibility between the development assistance and priority of policy of the target group, the recipient, and the donor.
Effectiveness	A measure of the extent to attain its objectives.
Efficiency	Efficiency measures the outputs -- qualitative and quantitative -- in relation to the inputs.
Impact	The positive and negative changes produced by a development intervention, directly or indirectly, intended or unintended. This involves the impacts and effects resulting from the activity on the social, economic, environmental and other development indicators.
Sustainability	Sustainability is concerned with measuring whether the benefits of an activity are likely to continue after donor funding has been withdrawn.

Source: "JICA Guidelines for Project Evaluations", May 2014

**1-4-3. Collection Methods and Data Sources**

The specific methods to collect data/information and their sources are described below.

- Documents related to the Project
- Answers for the questionnaire  
Japanese experts and Indonesian counterparts
- Record of Inputs and Activities of the Project
- Interviews with the Project counterpart personnel, experts, and personnel in related organizations
- Field Survey

**1-5. Members of the Joint Terminal Evaluation Team**

The evaluation was conducted jointly by Japanese side and Indonesian side. The members of the Joint Terminal Evaluation Team (hereinafter referred to as "the Team") are shown below.

<Japanese Side>

Name	Title	Position and Organization
Mr. Masahiro UEKI	Leader	Director, Disaster Risk Reduction Team1, Disaster Risk Reduction Group, Global Environment Department, JICA
Mr. Wataru ONO	Cooperation Planning	Deputy Director, Disaster Risk Reduction Team 1, Global Environment Department, JICA
Mr. Jun TOTSUKAWA	Evaluation Analysis	Sano Planning Co., Ltd
Prof. Toshitsugu FUJII	Research Supervisor	Japan Science and Technology Agency (JST)
Ms. Atsuko HIMENO	Observer	Japan Science and Technology Agency (JST)

<Indonesian Side>

Name	Title	Position and Organization
Dr. Ir. Gede Suantika	Leader	Head of Administration, CVGHM

**1-6. Schedule of the Joint Terminal Evaluation**

The Terminal evaluation was conducted during the period between the 3<sup>rd</sup> of October and the 22<sup>nd</sup> of October, 2018.

**2. Achievements of the Project**

**2-1. Records of Inputs**

The following are the achievements of inputs by the time of the Terminal evaluation by both Japanese side and Indonesian side.

**2-1-1 Japanese Side**

1) Assignment of Experts

Since the beginning of the Project in April 2014, total 26 experts/researchers have been dispatched as of October 2018 on short-term basis. On long-term basis, one Project Coordinator has been on duty for the Project since September 2014. (Annex 4)

2) Training in Japan

One researcher from BPPTKG was on doctoral course at Kyoto University from April 2015 to March 2018, studying GNSS data processing and ground deformation analysis methodology as a long term training course. In total 56 researchers and governmental officers (18 from CVGHM including observatories, 7 from UGM, 6 from Balai Sabo, 2 from BPPTKG, 2 from BMKG, 13

Handwritten marks: a checkmark, the letter 'A', the number '3', and a circled hash symbol '#'. There is also a circled '3' with a hash symbol inside it.

from BPBD and 1 from Brawijaya Univ, and others) participated in training at universities in Japan. The number includes the training by JST budget and the Project Local Cost. (Annex 6)

3) Provision of Equipment

Major equipment provided includes: GNSS, short-period seismometers, surface mount tilt meters, AD converters (for ground deformation observation, activity 1-1); hydrophone, hydrological observation system (for prediction of sediment movement, activity 1-2); X-band MP radars (for detection of nimbus and volcanic ash cloud, activity 1-3); and servers and PCs (for integrated SSDM, activity 5-1). (Annex 5)

4) Operational Cost

Japanese side has shared a part of necessary local operational costs to carry out the Project activities. The expenses include general operational expenses (installation of monitoring equipment at the targeted volcanoes, installation of X-band MP radar, project office set-up, car rental, etc.), airfare, travel expenses, compensation/honorarium, and meeting expenses, totaling 4.3 billion IDR until June 2018. (Annex 7)

2-1-2 Indonesian Side

1) Indonesian counterpart and other staff

According to the R/D, the head of CVGHM is the Project Director responsible for the overall administration and implementation of the Project. The head of Volcano Monitoring and Investigation Division of CVGHM is the Project Manager responsible for day-to-day management of project activities. More than 60 staff members from CVGHM, BPPTKG, Balai Sabo, UGM, BMKG, State Polytechnic of Malang, Brawijaya University, were listed as counterpart. (Annex 8)

2) Operational cost

Indonesian side made disbursement, totaling approximately 1.1 billion IDR as of June 2018, which includes travel expenses (field trip at Galunggung, Semeru, Kelud, Sinabung for geological survey, preparatory survey for equipment installation, equipment set-up, etc.), meetings (seminars), and other expenses (some repair works). This budget does not include the budget that has been spent by other organizations (UGM, Balai Sabo, etc.) for SATREPS activities. (Annex 7)

*m* A (3) (#)

**2-2. Results of the Activities and Achievement of the Outputs**

Achievement status of the each output is as follows:

<b>Output 1: Integrated observation system composed by the ground deformation sensor, X-band radar and hydrological sensors is established to obtain fundamental quantity which induces volcanic and sediment disasters.</b>	
<b>Indicators</b>	<b>Activities and Achievement Level</b>
1-1. Volcanic phenomena are monitored by seismometers, tilt meters and GNSS and the data are available to early warning system of volcanic activity and estimation of discharge rate of volcanic product in real time.	<p>The indicator 1-1 has been achieved as of the Terminal evaluation.</p> <p>The data of seismometer have been analyzed in real time and utilized for estimation of the discharge rate of volcanic product.</p> <p>The data from tilt meters have been recorded for providing the discharge rate of volcanic product in real time as well.</p> <p>GNSS shows a coordinate value of monitoring points once a day automatically. It contributes to estimating the discharge rate of lava in the long run viewpoint from a month to a year.</p> <p>In summary, all the equipment such as seismometers, tilt meters and GNSS are well functioned and utilized for daily basis monitoring practices. All data from the equipment have been contributing to early warning system of volcanic activity and estimation of discharge rate of volcanic product in real time manner.</p>
1-2. Water and sediment discharge in rivers can be monitored in real time for parameters of Integrated GIS based simulator.	<p>The indicator 1-2 has some issues to be solved towards its achievement. The sediment discharge and the discharge rate of water such as lahar have been monitored by the rain gauge, water level recorders and IP cameras. However, some of the equipment have ceased sending data for a while at this moment. UGM is about to start identifying the causes and to take counteractions for their rebooting.</p>
1-3. Precipitation and dispersion of volcanic ash can be grasped by a radar in real time with spatio-temporally high resolution.	<p>The indicator 1-3 has been achieved as of the Terminal evaluation.</p> <p>The X-band MP radars are providing the data on precipitation distribution in real time as well as spatiotemporally in high resolution.</p> <p>The dispersion of volcanic ash is also grasped by the X-band MP radar in real time and spatiotemporal manner with high resolution quality.</p>
<p><b>Overall Assessment:</b></p> <p>The Project established the integrated observation system mostly as planned, which is composed of ground deformation sensors, X-band MP radars, and hydrological sensors. The system has been operated at each monitoring point in the Project target area except hydrological sensors at this moment. The various data from the system has been contributing to development and operation of "Early</p>	

*m A ③ (#)*

warning system for volcanic eruption”, “Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta” and “Early warning system for floating ash”, each of which is the target content of the following Output 2, 3 and 4.

After repairing and rebooting the hydrological sensors, it will be judged whether the integrated observations system is completely established.

(Reference)

Table 2-1 Equipment installed at each site (mainly for Early warning system for volcanic eruption)

Volcano	GNSS	Fixed type tilt meter	Short period seismometer	Wireless telemetry system	Broadband seismometer
Semeru	4 (2015/9)	1 (Borehole type tilt meter) (2017/11)	2	Installed by the Project (2014/12)	Using as mobile monitoring equipment
Galunggung	3 (2015/4)	1 (2015/4)	2	Installed by the Project (2015/4)	
Kelud	4 (2015/3)	1 (2015/3)	2	Installed by the Project (2015/3)	
Merapi	9 (existed) *	1 (2015/4)	2	Using the existed facility	
Guntur	1 (replaced)	1 (2015/4)	2	Using the existed facility	
Sinabung	2 (replaced)	-	1	Using the existed facility	

Note: At Merapi, four GNSS were set up by the precedent SATREPS project in 2010-2011.

Table 2-2 Primary equipment installed (mainly for Integrated GIS simulator and Early warning system for floating ash)

Volcano	X band MP radar	Rain gauge	Water level recorder	Hydrophone	IP camera
Merapi	Merapi Volcano Museum	Merapi river basin			
Sinabung	Sinabung Volcano Observatory	-			

**Output 2: Early warning system for volcanic eruption is established based on the current status and prediction.**

Indicators	Activities and Achievement Level
2-1. Present volcanic activity of the five volcanoes can be positioned in the transition model of volcanic activity.	The indicator 2-1 was already achieved. Through the geological surveys and investigation of the past record of eruptions, the present volcanic activities of the targeted volcanoes were clarified in its each transition model as follows:  - Guntur and Galunggung:

*Handwritten signature and symbols: a stylized signature, a circled 'A', a circled '3', and a circled '#'. There is also a checkmark-like symbol.*



	<p>Both volcanoes are now in the tranquil period after the seismic increase in 2011.</p> <p>- Kelud: Kelud has been also calm after the eruption in 2014, which issued volcano ash and pumice by 200 to 300 million cubic meter volume.</p> <p>- Semeru: At Semeru volcano, small scale eruptions have been still observed approximately 100 times a day, but the situation itself has been stable.</p> <p>- Merapi: After phreatic eruption in May 2018, the volcanic activities at Merapi have been stronger gradually. As of the Terminal evaluation, the activity status is still at the level that SSDM cannot detect, however, it should be regarded the volcano which needs to pay attention the most among all targeted volcanoes.</p> <p>- Sinabung: Volcano activities of Sinabung are now heading towards ending of the eruption period.</p>
--	---

**Overall Assessment:**

Output 2 was already achieved as of the Terminal evaluation.

The Project investigated the past records/history of eruptions at each targeted volcano as well as conducted geological surveys. Through these steps, the eruption scenarios were elaborated for each volcano. In addition, the Project developed the model which can predict the discharge rate of volcanic ash and the method to grasp the present situation of volcanic ash discharge.

Based on these outputs, the early warning system, which enables to predict the eruption timing and its eruption scale, was successfully established.

**Output 3: Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta is established to predict sediment movement.**

Indicators	Activities and Achievement Level
3-1. Individual simulation engines are developed and utilized for pyroclastic flow, lava flow and ash fall directed from craters and lahar (debris/mud) flow induced by precipitation, and	<p>The indicator 3-1 was already achieved.</p> <p>The Project developed and modified the simulation engines for pyroclastic flow, lava flow and ash fall directed from craters and lahar (debris/mud) flow. As to lahar, the empirical tendency about liquid phase density was obtained through a series of experiments on quicksand under the condition that liquid phase densities are changed.</p> <p>As of the Terminal evaluation, the simulation engines were already installed on SSDM.</p>

*m A 3 #*

topography change, e.g. river bed variation due to movement of sediment.	
3-2. Individual simulation engines are integrated as GIS simulator and multimodal sediment movement can be simulated.	<p>The Project has been progressing towards achievement of the indicator 3-2 as of the Terminal evaluation.</p> <p>The simulators were set up at CVGHM and BPPTKG. It is already possible to run event chain simulation.</p> <p>For full operation of the simulator, the Project needs to complete and to install "pre-analysis database".</p>
<p><b>Overall Assessment:</b></p> <p>The Project has been progressing towards achievement of Output 3 as of the Terminal evaluation. It is likely to be achieved by the end of the Project.</p> <p>The simulation engines for pyroclastic flow, lava flow and ash fall directed from craters and lahar were developed as planned, and already finished some modification works. The major remaining issue towards completion of the simulator is to make the "pre-analysis data", which is the database of pre simulations. It is expected to finish its creation and installation by the end of the Project.</p>	

<p><b>Output 4: Early warning system for floating ash is established based on detection and simulation of the volcanic ash dispersion.</b></p>	
Indicators	Activities and Achievement Level
4-1. Spatio-temporal distribution of density of volcanic ash particle can be forecasted by a simulation engine.	<p>The indicator 4-1 was already achieved.</p> <p>The Project forecasts the spatio-temporal distribution of volcanic ash density by use of the PUFF model, which is known worldwide as one of the most reliable model for volcano ash floating forecasts.</p>
4-2. Alert level of density of volcanic ash particle is proposed for aviation safety and density of ash particle and alert zone are displayed.	<p>The Project has been progressing towards achievement of the indicator 4-2 as of the Terminal evaluation.</p> <p>Since there were no major eruptions in the Project sites which can provide the chances to study and determine the alert level, the Project had to tentatively adopt the European standard as of now.</p> <p>As to the display of ash particle density, the Project is about to start its reflection works in the system with consideration of the discharge rate of volcanic product.</p>
<p><b>Overall Assessment:</b></p> <p>The Project has been progressing towards achievement of Output 4 as of the Terminal evaluation. It is likely to be achieved by the end of the Project.</p> <p>The Project has already been applying the PUFF model to all the target volcanoes and providing the forecasts of floating zone of volcanic ash. For its forecasts, the Project is now utilizing the data of wind</p>	

*Handwritten marks: a signature, the letter 'A', the number '3', and a circled hash symbol '#'. There is also a circled 'A' above the '3'.*

direction and velocity presented by NOAA/NCDC.

In addition, the Project is now planning to input the volcanic ash particle density in consideration of the discharge rate of volcanic product. Its reflection works are planned to be completed by the end of the Project.

<b>Output 5: The SSDM composed by 1. to 4. is established.</b>	
<b>Indicators</b>	<b>Activities and Achievement Level</b>
5-1. Decision-making support system for volcanic sediment disaster mitigation is developed and is available to decision-making for multimodal sediment disaster.	<p>The Project has been progressing towards achievement of the indicator 5-1.</p> <p>SSDM is a generic term, which comprises all the subsystems established in each Output from 1 to 4.</p> <p>The Project has already completed setup of SSDM hardware such as development of interface between Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta and other subsystems, database retrieval, hazard map display, WEB interface and others.</p>
5-2. Consortium is founded to promote utilization of the support system of decision making and the system is utilized in education and hazard mitigation according to stages of volcanic activity.	<p>The Project has been progressing towards achievement of the indicator 5-2.</p> <p>Consortium Merapi was established in November 2015. As of the Terminal evaluation, the Indonesian counterparts and Japanese experts have been conducting a series of seminars and workshops for local governments in order to help them understand how to use effectively the outputs of SSDM.</p>
<p><b>Overall Assessment:</b></p> <p>The Project has been progressing towards achievement of Output 5 as of the Terminal evaluation. It is likely to be achieved by the end of the Project.</p> <p>This Output is composed of two targeted items, that is; 1) to integrate subsystems made in Output 1 through Output 4, and 2) to establish an organizational framework for operation and utilization of SSDM, Consortium Merapi. As to 1), the integration works of the subsystems has been steadily progressing until now, and it is likely to be completed by the end of the Project. For completion of SSDM, the organizational arrangement such as operational structure for SSDM and its operation and management rule, etc. are necessary to develop.</p> <p>As to 2), Consortium Merapi was already established. The members of the consortium already started exchanging views and technical information. They are proceeding towards the phase of SSDM utilization step by step.</p>	

2-3. Achievement of Project Purpose

Project Purpose: The SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation is established, and utilized by disaster management authorities and related organizations.	
Indicators	Activities and Achievement Level
1. SSDM works normally and outputs results according to volcanic activity and change of meteorological condition.	<p>The Project has been progressing towards achievement of the indicator 1 as of the Terminal evaluation.</p> <p>The present status of each subsystem is as follows:</p> <p>1. Early warning system for volcano eruption</p> <p>The system is already under operation to provide the discharge rate of volcanic product in real time and its estimation figures.</p> <p>2. Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta</p> <p>The simulator is now almost ready to launch. The remaining work for completion is to make and install the “pre-analysis data”, which is the database of simulations. Once it completes the installation, the simulator will be able to predict the potential zones where pyroclastic flow and lahar surge. The installation will be completed by the end of the Project.</p> <p>3. Early warning system for floating ash</p> <p>The system has already been providing the forecasts of floating zone of volcanic ash. The Project is now trying to add information on the density level of volcanic ash particles to the system.</p> <p>Overall, it can be said that each subsystem comprising SSDM is almost completed as of the Terminal evaluation. Some of the remaining tasks for completion will be done in the remaining period.</p>
2. C/P (Indonesian side) conduct technical training courses to the consortium members.	<p>The Project has been progressing towards achievement of the indicator 2 as of the Terminal evaluation.</p> <p>Counterparts of Indonesian side have been conducting technical seminars and/or workshops continuously with the members of Consortium Merapi especially since 2018. The number of seminars/workshops already counted to 8 times by the time of the Terminal evaluation.</p>
3. C/P or consortium members maintain SSDM periodically (e.g. once a month) or when necessary.	<p>The Project has been progressing towards achievement of the indicator 3 as of the Terminal evaluation.</p>

1/A (3) #

	<p>(SSDM hardware)</p> <p>Looking at SSDM hardware, equipment for monitoring and its network have been well maintained as of the Terminal evaluation except the hydrological sensors. The sensors are necessary to be repaired and to refunction as soon as possible.</p> <p>(SSDM application)</p> <p>Maintenance of application requires the engagement of IT section personnel at CVGHM and BPPTKG. They still need to improve their technical capacity at this moment. The possible countermeasures on this issue have to be found before the Project completion.</p>
4. SSDM is one of sources of information for CVGHM on disaster mitigation for the target volcanoes.	<p>The Project has been progressing towards achievement of the indicator 4 as of the Terminal evaluation.</p> <p>SSDM is almost ready to launch at CVGHM in terms of its hardware. As the remaining task, CVGHM needs to set up operational structure and/or rules for SSDM such as the appointment of staff in charge of SSDM operation, focal point for other stakeholders, etc.</p>
5. SSDM is one of sources of information for Balai Sabo and UGM on sediment disaster mitigation for Merapi volcano.	<p>The Project has been progressing towards achievement of the indicator 5 as of the Terminal evaluation.</p> <p>UGM and Balai Sabo were already connected to SSDM. Both of them expressed intention to use SSDM as a crucial information source once SSDM starts its full operation.</p>
6. SSDM is one of sources of information for BMKG on volcanic ash tracking and prediction for the target volcanoes.	<p>The Project has been progressing towards achievement of the indicator 6 as of the Terminal evaluation.</p> <p>After the remaining works of all the subsystems are completed, BMKG will be connected with SSDM. Then, BMKG will utilize SSDM as one of crucial sources for volcanic ash tracking and prediction.</p>
<p><b>Overall Assessment:</b></p> <p>The Project has proceeded steadily until the Terminal evaluation. It is likely to achieve the Project purpose by the end of the Project.</p> <p>The Project has developed subsystems, namely, Early warning system for volcano eruption, Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta and Early warning system for floating ash. Integration works of those subsystems into SSDM are also close to the completion.</p> <p>Although there are some remaining works such as introduction of pre-analysis data into Integrated GIS simulator, it can be judged that establishment of SSDM is already promising. Moreover, along with SSDM establishment, users environment have been also developed step by step. Through a series of seminars and workshops the understandings of Consortium Merapi members on SSDM have been gradually deepened until now.</p>	

*Handwritten signature and symbols: "A" with a circled "3" and a circled "#".*

One of the crucial challenges for the Project purpose is to set up clear operational structure, rules and mutual consensus among key stakeholders for SSDM operation and utilization. By completion of this operation issues, it can be evaluated that the Project purpose is fully achieved.

**2-4. Achievement prospect of Overall goal**

**The capacity of volcanic disaster management of related organizations is enhanced by the utilization of the support system for decision making (SSDM) to governance and disaster management in Indonesia.**

Indicators	Prospects
1. SSDM is extended to other volcanoes in Indonesia.	It may be a bit challenging to extend SSDM which has all the subsystems in the short run. But it is anticipated that the some of the subsystems of SSDM are extended to other volcanoes according to the available monitoring data which the subsystems require.
2. Outputs of SSDM are referred to by the consortium members for sediment disaster mitigation.	This indicator is partly fulfilled as of the Terminal evaluation. Consortium members can access information such as "snake line" which predicts lahar movement from the server at Balai Sabo. By the end of the Project, other contents on SSDM will be open to Consortium members.

**Achievement Prospect:**  
As the stakeholders realize the effectiveness of SSDM, it is expected to start establishment of SSDM at another location in the mid to long-term perspective. In the short run, it also may be possible to extend some subsystems of SSDM to other volcanoes according to the available monitoring data which the subsystems require.


**2-5. Implementation Process of the Project**

**2-5-1 Communication**

Since the counterparts of the Project are composed of several organizations under the different ministries, they sometimes faced difficulties to have smooth communication including data/information sharing under a kind of vertical administrative structure. This was pointed out as one of challenging factors for the Project activities especially in the first half of the Project period. However, relationship among the organizations was developed gradually as the Project proceeded, and communication among organizations has improved in general. Although the communication is still a little challenging factor sometimes at the time of the Terminal evaluation, it is not regarded as an inhibition factor any more for the Project implementation.

**2-5-2 Monitoring**

Monitoring has been conducted basically by the Groups which were established corresponding to the Output defined in the PDM from 1 to 5. The progresses of the Project activities and/or issues have been

*h A B* 

well monitored by each Group. In addition to monitoring practices by each group, the Project holds the annual JCC as an official reporting event and Annual Workshop, which is to share information on the progress and research results with all the Project members.

Overall, it is evaluated that monitoring of the Project activities has been functioned.

### **3. Evaluation by Five Criteria**

Each criterion is evaluated using the following five rankings: “high”, “relatively high”, “moderate”, “relatively low”, and “low”.

#### **3-1. Relevance**

##### **Relevance of the Project is high.**

The Project is consistent with the priority of development policies of Indonesia, the needs of the key stakeholders/counterparts, and Japan’s Official Development Assistance (ODA) policy.

##### **3-1-1 Consistency with the policy of the Indonesian Government**

The Indonesian Government shows its strong will to mitigate disaster risk by volcanic eruption on the government policy.

One of the primary policies of the country, the “National Medium-term Development Plan 2015-2019” calls for the improvement of quality of the environment while addressing the necessity to deal with the risks of natural disaster.

Looking at the specific sectoral policy, the National Disaster Management Agency (BNPB) issued the “Disaster Management Policies and Strategies 2015-2019” called JAKSTRA PB as a source of guidance for ministries/agencies in promoting disaster risk reduction. The JAKSTRA PB lists the necessary actions and strategies, which include the disaster risk reduction of volcanic related ones. They are No. 47) Implementation of volcanic eruption early warning systems in risk regions; and No. 59) Availability of volcanic eruption disaster evacuation plans and necessary facilities.

In this line, it is confirmed that the Project is consistent with the direction of the National Development Plan as well as the JAKSTRA PB as a sectoral policy.

##### **3-1-2 Consistency with Japanese ODA policy/plan**

The Country Assistance Program for Indonesia sets “assistance to build safe society” as one of the three primary assistance areas. Considering the significance of necessary countermeasures for disasters including volcanic eruption, the Program stresses the necessity to improve systems and to develop capacity of organizations which play the key roles for disaster preventive actions.

In this line, the Project has been recognized as one of the important projects in the “Improvement of Disaster Management Capacity Program” under the Rolling Plan, which is attached to the County Assistance Program.

The consistency with the Japanese assistance policy is confirmed in this context.

Handwritten marks: A, A, B, and a circled symbol.

**3-1-3 Consistency with the needs**

As the responsible organizations and/or stakeholders to mitigate disaster by volcanic eruption, CVGHM, BPPTKG, Balai Sabo, BMKG had been eager to have more effective and reliable systems on early warning of volcanic eruption, prediction of pyroclastic flow, lava flow, lahar, and floating volcanic ash prediction. The purpose and activities of the Project meet with the needs of Indonesian counterpart organizations.

**3-1-4 Appropriateness of the site selection**

The targeted volcanoes were selected in accordance with the priorities claimed in the sectoral policy, JAKSTRA PB, and the efficiency viewpoint of the Project implementation.

Firstly, JAKSTRA PB shows a list of “Disaster risk index of priority target locations”, which gives priorities to some of the volcanoes. The Merapi, Galunggung, Semeru and Sinabung are addressed as the targeted volcanoes in the policy.

Secondly, the SATREPS project, “Multi-Disciplinary Hazard Reduction from Earthquake and Volcanoes in Indonesia” (May 2009 - May 2012) installed many types of monitoring equipment such as tilt meters, seismometers and GPS at the same volcanoes as the Project. The Project can utilize the equipment, which accordingly indicates enhancement of the efficiency in terms of project cost.

From these aspects, the site selection of the Project is evaluated reasonable.

**3-1-5 Consistency with the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**

The Project is exactly contributing to the “Priorities for Action” claimed in the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (2015-2030). Among the four priorities, the Project is especially in line with the actions in Priority 1, 2 and Priority 4. The details are as follows:

Priorities	Necessary Actions	Outputs of the Project corresponding to the “Necessary Actions” context
Priority 1: Understanding disaster risk	✓ To promote use of relevant (disaster) data and practical information and to ensure its dissemination	SSDM in general
	✓ To enhance the development and dissemination of science-based methodologies and to disaster risk modeling, assessment and multi hazard early warning systems	SSDM in general
	✓ To promote real time access to reliable data including GIS	SSDM (Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta)
	✓ To build knowledge of government officials	Project activities in general
Priority 2: Strengthening disaster risk governance to	✓ To establish and strengthen government coordination forums	Consortium Merapi

Handwritten marks: a signature, a circled number 3, and a circled symbol resembling a dollar sign with a cross through it.



manage disaster risk		
Priority 4: Enhancing disaster preparedness for effective response and to "Build Back Better" in recovery, rehabilitation and reconstruction	✓ To invest in and to develop early warning system and hazardous monitoring.	SSDM in general

Note: Besides the three priorities, the Priority 3 is claimed as "Investing in disaster risk reduction for resilience".

**3-2. Effectiveness**

**Effectiveness of the Project is high.**

"Development and utilization of SSDM" as the Project purpose has been progressing towards full completion. Not only development of SSDM but also users group "Consortium Merapi" was also successfully created by the Project. The effectiveness is evaluated high.

**3-2-1 Progress of Project purpose**

The Project purpose, which is to develop "establishment of the support system for decision making (SSDM) and its utilization", has been progressing towards achievement as of the Terminal evaluation. Although there are some remaining tasks on several subsystems development and setting up operational structure of SSDM at CVGHM and building mutual consensus among stakeholders, it is likely for the Project purpose to be achieved by the Project completion.

**3-2-2 Contribution factors**

1) Effective use of assets on personal relation between Japan and Indonesia as well as infrastructure  
 Japan and Indonesia has kept long and good relationship for researches on volcano eruption including the SATREPS project, "Multi-disciplinary Hazard Reduction from Earthquakes and Volcanoes in Indonesia". The Project was able to proceed on the basis of such historical assets not only personal relationship but also monitoring equipment which was installed by the SATREPS project. Many of Japanese and Indonesian counterparts of the Project had experiences to work together since the previous project. It helped both sides carry out the research activities in harmonized manner all the time.

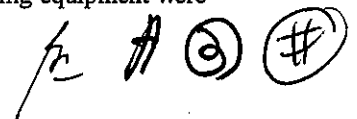
**3-2-3 Inhibition factors**

There were no significant factors to inhibit achievement of the Project purpose and Outputs.

**3-3. Efficiency**

**Efficiency of the Project is relatively high.**

Both Japanese and Indonesian sides assigned personnel who have rich experiences and knowledge in the relevant fields. The inputs from these personnel contributed to achieving the Project purpose and Outputs. However, the Indonesian counterparts were frequently busy in their original tasks, which raised challenges in efficient technical transfer. The material inputs such as various monitoring equipment were



evaluated reasonable, though some of hydrological sensors have not been properly functioned for a certain period until now. It is pointed out as a negative factor of the efficiency.

Overall, the efficiency is evaluated relatively high.

### **3-3-1 Manpower inputs**

#### **1) Japanese side**

Japanese side dispatched short-term experts with abundant experiences and knowledge on volcanic research from various perspectives and one long-term expert stationed in Indonesia as a project coordinator. The manpower input is evaluated appropriate for achievement of the expected Outputs and the Project purpose.

#### **2) Indonesian side**

Indonesian side has made effective manpower inputs in general towards achievement of the Project purpose until the Terminal evaluation. Not only from governmental organizations including CVGHM, BPPTKG, Balai Sabo and BMKG but also universities such as UGM and State Polytechnic Malang, etc. have participated in the Project.

However, there were some challenging issues in terms of continuous engagement. Many of counterparts were always busy in their original tasks. Under the condition, the counterparts sometimes faced difficulties to conduct joint researches together with Japanese experts. These situations made it difficult to make technical transfer in consecutive manner.

### **3-3-2 Equipment**

The Project procured a variety of monitoring equipment. It is evaluated reasonable inputs for the Project implementation in terms of volume, specification, timing and usability.

Although most of the monitoring equipment have been well utilized and maintained, it is pointed out that a certain number of the hydrological sensors have ceased sending data for a while as of Terminal evaluation. In order to raise efficiency of equipment usage, it is necessary to reboot those as soon as possible.

### **3-3-3 Training in Japan**

Training in Japan was an effective event for the Indonesian counterparts to obtain research methodologies and how to operate and maintain the equipment related to the Project activities.

One of the examples of the training effectiveness is that counterparts learned how to operate and to utilize SSDM, observing the cases of Japanese institutes. This experience helped the counterparts a lot to have an image of the effective use in Indonesia along with its necessary technical knowledge. Another example is that counterparts learned how to analyze radar data. These learnings have directly contributed to achieving the expected Outputs.

*h A B C*

### 3-3-4 Budget

Budget amount was appropriate for implementation of the Project, and it was also disbursed in appropriate timing.

### 3-4. Impact

#### Impact of the Project is relatively high.

The possibility to achieve the Overall goal is expected "partly possible" as mentioned in 2-3 above. On the other hand, a variety of ripple effects are observed in organizational, technical and academic aspects. In this line, the impact is evaluated relatively high.

#### 3-4-1 Positive impact

Organizational aspect:

##### 1) Stronger relationship between counterpart organizations in Indonesian side

Although communication between organizations in the different ministerial lines had been difficult especially in the first half of the Project, it became smoother gradually as the Project proceeded. This gradual change can interpret positively, that is, the Project promoted tighter relationship among counterpart organizations. Considering the importance of working together for effective use of SSDM, the stronger relationship should be noted as one of the impacts of the Project.

Technical aspect:

##### 1) Application and/or utilization for eruption at non-targeted volcanoes

Some monitoring equipment are utilized when eruption observed at non-targeted volcanoes. For example, the broadband seismometers were effectively utilized as mobile type monitoring equipment at Bromo, Raung, and Papandayan.

Early warning system for floating ash with PUFF model is also providing prediction information not only for the Project targeted volcanoes but also other volcanoes nationwide. As of the Terminal evaluation (3<sup>rd</sup> October, 2018), BMKG was providing prediction information on 9 volcanoes including 4 targeted volcanoes of the Project by using the system.

Academic aspect:

##### 1) Publication of academic papers

Japanese experts and Indonesian counterparts submitted academic papers at international and domestic fields. As of the Terminal evaluation, 33 papers were accepted at international journals.

#### 3-4-2 Negative impact

There are no negative impacts observed.

### 3-5. Sustainability

#### Sustainability of the Project is relatively high.

It is likely for Indonesian government to continuously support mitigation efforts of disasters risks including volcanic eruption. The policy aspect has high sustainability. The technical and organizational sustainability is almost ascertained, but in order to enhance it, the Project needs to tackle several issues including operation and maintenance of SSDM from IT viewpoint, setup of SSDM operation structure, etc. As to the financial aspect, the sustainability is not ascertained. Budgetary commitment by CVGHM on monitoring is necessary in order to ensure sustainability.

#### 3-5-1 Policy aspect

The sustainability of policy aspect is high.

It is highly likely for Indonesian government to be continuously engaged in mitigating efforts to disaster risks by volcanic eruption. The current national medium term development plan and the sectoral policy show the necessity to tackle with natural disaster risks with effective countermeasures. This policy direction is likely to be kept even in the next policy plan, considering that Indonesia is a country which always has to face volcanic disaster risks.

#### 3-5-2 Technical and Organizational aspect

The sustainability of technical and organizational aspect is relatively high.

This evaluation report verifies the technical and organizational sustainability for SSDM from the following three viewpoints, 1) precondition level: "monitoring" as the fundamental part to function SSDM; 2) operation level: "operation and maintenance of SSDM" as a system of computer network; and 3) utilization level: "utilization of SSDM" by stakeholders.

Firstly, there are no serious concerns on "monitoring" from technical and organizational points of view. Owing to the series of the activities in the Project and several trainings, the staffs at each observatory and CVGHM staffs are now able to handle and conduct proper maintenance of monitoring equipment. Although the stagnated condition of the hydrological sensors was pointed out in the above "effectiveness" and "efficiency" chapters, the maintenance itself does not require serious technical challenges. The most important thing is to make routine visits to the corresponding locations by UGM staffs and to make contacts with manufactures in the case of breakdown. Therefore, this issue does not affect the technical sustainability.

Secondly, the sustainability of "operation and maintenance" of SSDM is not yet confirmed as of the Terminal evaluation.

It is important to ensure SSDM operation from IT viewpoint. As of the Terminal evaluation, CVGHM has 2 staffs in charge of IT, but they are not sure how to recover SSDM hardware if it is damaged, and not confident in what IT security system is necessary for SSDM. In the case of BPPTKG, IT personnel has engaged in the Project activities more intensively and received technical transfer from Japanese experts.

But the person is not fully confident yet as well.

In addition, specific persons in charge of SSDM operation are not assigned yet in CVGHM. In order to ensure sustainability, it is necessary for CVGHM to determine the persons and to receive necessary trainings during the remaining period of the Project. On the other hand, BPPTKG already has a solid operation team.

Looking at each subsystem composing SSDM, necessary technical knowledge for data analysis and prediction methods has been accumulated at each organization in charge of respective subsystems. There are no serious concerns from this viewpoint.

Thirdly, there are no significant concerns on “utilization” from technical and organizational point of view, but continuous efforts to disseminate the role of SSDM are required until the end of the Project.

BPBD, a member of Consortium Merapi, is a user as well as a beneficiary of SSDM. Owing to the seminars and meetings with counterparts, they have been more familiar with SSDM concept step by step. However, they have not yet observed SSDM itself actually. During the remaining period of the Project, it is important to demonstrate SSDM for them and to settle their understanding how they can effectively use the information from SSDM.

Overall, the technical and organizational sustainability is almost ascertained even as of the Terminal evaluation. In the remaining period, the Project needs to tackle several issues including confirmation of operation and maintenance from IT viewpoint on SSDM, setup of SSDM operation structure. Once completing these issues, the sustainability would be enhanced further.

### **3-5-3 Financial aspect**

The sustainability of financial aspect is difficult to evaluate.

From the viewpoint of running cost, necessary budget is not so large for continuous operation of SSDM. One of the largest portion to be considered is the cost to use radar frequency, approximately 80 million Rp for two X-band MP radars per year. From the viewpoint of trouble shooting and spare parts procurement or renewal, necessary budget can be larger than running costs.

It is prospected that CVGHM can allocate corresponding budget after the Project if CVGHM requests it to its Government as a part of running expenditure. But as of the Terminal evaluation, it is not confirmed yet.

As to the hydrological sensors, UGM shows positive prospects to cover the running costs of their usage. They have been securing the budget even now for routine visits and repairs. The issue is not a budget but reliable monitoring practices.

### **3-6. Conclusion**

The Project is significantly crucial to mitigate volcanic disaster risks, and has met with the policy and the needs of Indonesia. The relevance is, therefore, evaluated high.

Handwritten signature and symbols, including a stylized signature, the number 3, and a circled hash symbol.

The Project has been almost steadily progressing until the time of Terminal evaluation. Not only development of SSDM but also users group “Consortium Merapi” was also successfully created. The effectiveness is evaluated high as well.

The efficiency is evaluated relatively high. Effective inputs were observed such as training in Japan. On the other hand, data transmission of some hydrological sensors has been paused as of the Terminal evaluation.

Ripple effects are observed in organizational, academic and technical aspects, while the achievement prospect of Overall goal is considered “partly possible” in the limited time framework. The impact is relatively high in this line.

Sustainability is also relatively high. There are no serious concerns on technical aspect though it is necessary to set up solid organizational structure for SSDM and its related rules for ensuring the sustainability.

Overall, it is evaluated that the Project has proceeded towards achievement of the Project purpose and already produced a variety of impacts. At the same time, the Project still has some of remaining tasks for completion of the Project purpose and for ensuring the sustainability. All the personnel involved in the Project need to accelerate all the necessary actions with detailed time line until the end of the Project.

#### **4. Recommendations**

Based on the observations above, it is recommended as follows:

##### **4-1. Recommendations within the Project period**

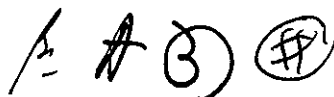
- 1) To make organizational arrangement for SSDM management and operation at CVGHM
- 2) To clarify roles and responsibilities on the organizations (CVGHM, BPPTKG, Balai Sabo, UGM and BMKG) under mutual consensus such as MOU for continuous management and operation of SSDM
- 3) To secure budget for maintenance of whole SSDM including the monitoring equipment by CVGHM and UGM
- 4) To repair and maintain the hydrological sensors by UGM
- 5) To promote understanding of SSDM among Consortium Merapi
- 6) To develop the short-term and mid-term, long-term plan for utilization and maintenance of SSDM

##### **4-2. Recommendations after the Project period**

- 1) To strengthen IT technical capacity for management and operation of SSDM at CVGHM and BPPTKG
- 2) To disseminate technical knowledge among all the organizations

#### **5. Lessons learnt**

- 1) Effective implementation structure towards social application



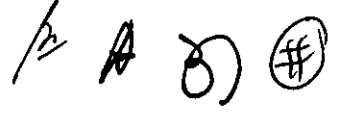
The Project has been implemented with the counterparts whose original tasks are to work for volcanic disaster mitigation. Therefore, the output of the Project, SSDM, can directly reach Indonesian society. In other words, the Project can realize social application owing to its implementation structure.

One of the aims of the SATREPS is to lead to social application, this type of implementation structure is quite effective.

2) Effective use of assets on personal and organizational relation

As a contribution factor to achieve the Project purpose, this evaluation report pointed out the effectiveness of long and good relationship for research institutions on volcano eruption between Japan and Indonesia.

The relationship created for a long time is quite effective for smooth implementation of projects.



**Annex1: Project Design Matrix (PDM) Ver.2**

Project Title: The Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products  
Implementing Agency: Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation (CVGHM)

Created on 20 September 2016

Narrative Summary	Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumptions
<p><b>&lt;Overall Goal&gt;</b> The capacity of volcanic disaster management of related organizations is enhanced by the utilization of the support system for decision making (SSDM) to governance and disaster management in Indonesia.</p> <p><b>&lt;Project Purpose&gt;</b> The SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation is established, and utilized by disaster management authorities and related organizations.</p>	<p><b>1.</b> SSDM is extended to other volcanoes in Indonesia. <b>2.</b> Outputs of SSDM are referred to by the consortium members for sediment disaster mitigation.</p>	<p>1. Report of the result of simulation 2. Record of forecasting and warning 3. Plan of Disaster risk reduction of central or local government</p>	
<p><b>&lt;Outputs&gt;</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Integrated observation system composed by the ground deformation sensor, X-band radar and hydrological sensors is established to obtain fundamental quantity which induces volcanic and sediment disasters.</li> <li>Early warning system for volcanic eruption is established based on the current status and prediction.</li> <li>Integrated GIS simulator of complex volcanic ejecta is established to predict sediment movement.</li> <li>Early warning system for floating ash is established based on detection and simulation of the volcanic ash dispersion.</li> <li>The SSDM composed by 1. to 4. is established.</li> </ol>	<p><b>1.</b> SSDM works normally and outputs results according to volcanic activity and change of meteorological condition. <b>2.</b> C/P (Indonesian side) conduct technical training courses to the consortium members. <b>3.</b> C/P or consortium members maintain SSDM periodically (e.g. once a month) or when necessary. <b>4.</b> SSDM is one of sources of information for CVGHM on disaster mitigation for the target volcanoes. <b>5.</b> SSDM is one of sources of information for Balai Sabo and UGM on sediment disaster mitigation for Merapi volcano. <b>6.</b> SSDM is one of sources of information for BMKG on volcanic ash tracking and prediction for the target volcanoes.</p> <p>1-1. Volcanic phenomena are monitored by seismometers, tiltmeters and GNSS and the data are available to early warning system of volcanic activity and estimation of discharge rate of volcanic product in real time. 1-2. Water and sediment discharge in rivers can be monitored in real time for parameters of Integrated GIS based simulator. 1-3. Precipitation and dispersion of volcanic ash can be grasped by a radar in real time with spatio-temporally high resolution. 2-1. Present volcanic activity of the five volcanoes can be positioned in the transition model of volcanic activity. 3-1. Individual simulation engines are developed and utilized for pyroclastic flow, lava flow and ash fall directed variation due to movement of sediment. 3-2. Individual simulation engines are integrated as GIS simulator and multimodal sediment movement can be simulated. 4-1. Spatio-temporal distribution of density of volcanic ash particle can be forecasted by a simulation engine. 4-2. Alert level of density of volcanic ash particle is proposed for aviation safety and density of ash particle and alert zone are displayed. 5-1. Decision-making support system for volcanic sediment disaster mitigation is developed and is available to decision-making for multimodal sediment disaster. 5-2. Consortium is founded to promote utilization of the support system of decision making and the system is utilized in education and hazard mitigation according to stages of volcanic activity.</p>	<p>1. Report of record of SSDM works 2. Records of technical training courses and the materials 3. Report of maintenance</p>	<p>Necessary budget and manpower for the counterpart organizations, disaster management authorities, and related organizations are properly allocated.</p>
<p><b>&lt;Activities&gt;</b></p> <p>(Activities for Output 1) 1-1 To develop the observation system for prediction of volcanic eruption and real time evaluation of eruption scale. 1-2 To develop the observation system for prediction of sediment movement. 1-3 To develop the radar system for detection of nimbus and volcanic ash cloud. (Activities for Output 2) 2-1 To develop the transition model based on the database of volcanic activities. 2-2 To develop the prediction models of eruption rate. (Activities for Output 3) 3-1 To develop the prediction models of individual sediment movement phenomena. 3-2 To develop the integrated GIS simulator of complex movement of volcanic ejecta. (Activities for Output 4) 4-1 To upgrade the model of volcanic ash dispersion. 4-2 To develop early warning system for volcanic ash. (Activities for Output 5) 5-1 To integrate the systems developed in outputs 1 to 4 into SSDM. 5-2 To promote utilization of SSDM for volcanic and sediment hazard mitigation.</p>	<p><b>&lt;Inputs&gt;</b> Input from Japan • Dispatch of long-term expert, • Dispatch of short-term experts, • Provision of equipment, and • Training of the counterpart personnel in Japan. Input from the Indonesian side • Assignment of the counterpart personnel, • Provision of office space and facilities necessary for the Project, and • Allocation of the budget necessary for the Project.</p>		<p>Installed equipment is not stolen and/or seriously damaged intentionally or naturally. Major natural disasters do not hinder the project activities.</p>



## ANNEX2 SCHEDULE

## Terminal Evaluation Survey on the Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products

Date			Consultant	JICA	Dr.Iguchi	JST Himeno	JST Dr. Fujii
1	10/2	Tue	Tokyo → Jakarta				
2	10/3	Wed	Interview to BMKG(09:00-)				
3	10/4	Thu	Interview to BNPB (10:00-) Jakarta-Bandung				
4	10/5	Fri	Interview to CVHGM				
5	10/6	Sat	Preparation of Joint Evaluation Report				
6	10/7	Sun	Preparation of Joint Evaluation Report				
7	10/8	Mon	Interview to CVHGM				
8	10/9	Tue	Interview to PUSAIR(09:00- ) Bandung (JT745 16:25-17:30)→Jogyakarta				
9	10/10	Wed	Interview to Balai Sabo (09:00-) BPBD Sleman (13:00-)				
10	10/11	Thu	Interview to UGM (09:00-), BPBD Magelan (13:00-)				
11	10/12	Fri	Interview to BPPTKG (09:00-)				
12	10/13	Sat	Site survey Merapi, Jogja-Jakarta :GA213 (16:20-17:40)	Tokyo (NH855 10:15)→ Jakarta (15:55)			
13	10/14	Sun	Jakarta-Malang SJ250	Jakarta →Malang Sriwijaya Air: SJ250(06:20-07:50) Malang→Kelud			
14	10/15	Mon	Site survey at Kelud→Surabaya(GA373 17:45-19:20)→Bandung				
15	10/16	Tue	Meeting with CVGHM				
16	10/17	Wed	Workshop (08:00-17:00)				
17	10/18	Thu	Workshop (08:00-13:00), Discussion on Joint Report with CVGHM, Balai Sabo, UGM, BMKG				
18	10/19	Fri	Discussion on Joint Evaluation Report with CVGMH, Balai Sabo, UGM, BMKG				
			Preparation of Joint Evaluation Report	Bandung-Medan (JT961 16:50-19:10)			
19	10/20	Sat	Preparation of Joint Evaluation Report	Medan-Karo, Visiti to Sinabung Observatory			
20	10/21	Sun	Preparation of Joint Evaluation Report	Sinabung-Medan-Bandung (JT 902 13:15-15:35)			
21	10/22	Mon	Discussion on Joint Evaluation Report with CVGMH, Balai Sabo, UGM, BMKG Explanation of the result of Joint Evaluation Report to in JCC, Signing of M/M Bandung→Jakarta				PM: BDO Airport Bandung (SQ5195 16:40-19:30)→ Singapore
22	10/23	Tue	PM: Report to JICA Indonesia Office, Embassy of Japan Jakarta →				→Tokyo
23	10/24	Wed	→ Tokyo				

1/2 # B) #

### Annex 3: List of Interviewees

---

#### Indonesian Side

---

##### 1) Implementing Organization (CVGHM, BPPTKG)

---

###### CVGHM

Kasbani	Head of CVGHM
Gede Suantika	Head of Administration
Wawan Irawan	Head of Division of Volcano Mitigation
Kristianto	Head of Subdivision of Volcano Mitigation
Iyan Mulyana	Researcher
Akhmad Basuki	Researcher
Umar Rosadi	Researcher
Hetty Triastuti	Researcher
Oktory Prambada	Researcher
Willi Banggur	Researcher
Agoes Loeguman	Researcher
Heri Kuswandarto	Technician
Anna Mathovanie	Technician

###### BPPTKG

Hanik Humaida	Head of BPPTKG
I Gusti Made Agung Nandaka	Researcher
Raditya Putra	Researcher
Niken Angga Rukmini	Researcher
Sulisthiyani	IT

---

##### 2) Relevant Organizations (BMKG, BNPB, PUSAIR, UGM, STC, BPBD, ESDM)

---

###### BMKG

A. Fachri Radjab	Director of Public Weather Services
Nurhayati	Senior Lecturer for Civil Servant
Endarwin	Head of Remote sensing management division
Hari Triwibowo	Head of Divison for Aviation Meteorological Information Service
Andersen L Panjaitan	Staff

###### PUSAIR

Wildan Herwindo	Head of Dissemination and Cooperation
Ira Fransisca	Team Leader of Cooperation

###### Balai Sabo

Dwi Kristianto	Head of Balai Sabo
Arif RM	Head of Technical Services
Banata Wachid Ridwan	Technical staff

h A B #

**Annex 3: List of Interviewees**

**UGM**

Prof. Djoko Legono	Professor
Dr. Rachmad Jayadi	Associate Professor
Dr. Adam Pamudji Rabardjo	Associate Professor
Robi Hambali	Research assistant
Ani Hairani	Research assistant

**BPBD Sleman**

Joko Supriyanto	Head of BPBD
-----------------	--------------

**BPBD Magelang**

Edy Suanto	Head of BPBD
------------	--------------

---

1/3 A 3) ④

Annex 4: Dispatch of Japanese Experts

As of September 2018

No.	Name	Role	Output	Arrival date - Departure date (Days of stay)						Total Days	
				JFY 2014	JFY 2015	JFY 2016	JFY 2017	JFY 2018			
				Apr 2014 - Mar 2015	Apr 2015 - Mar 2016	Apr 2016 - Mar 2017	Apr 2017 - Mar 2018	Apr 2018 - Sep 2018			
1	IGUCHI Masato (Kyoto University)	Project leader 1-1 member 2-2 member 4-2 member 5-1 member 5-2 member	Output 1	6/22-7/1 8/5-8/10 9/4-9/15 12/17-12/26 1/9-1/14 1/23-1/30 3/25-3/29	10/4/11-4/19 6/7-6/9 7/6-7/9 8/9-8/14 9/15-9/24 11/8-11/13 1/23-1/28	9/4/9-4/18 3/26-5/29 4/6-4/9 6/9/12-9/21 10/10-10/17 12/24-12/31	10/4/11-4/14 4/5/26-6/1 6/6/3-6/9 7/24-7/29 10/14-10/19 12/23-12/30 3/22-3/27	4/1/13-4/18 7/5/25-5/31 7/7/7-7/11 6/7/16-7/19 9/19-9/23	6 7 5 4 5 6 6	212	
2	NAKAMICHI Haruhisa (Kyoto University)	Secretariat Group 1 leader 1-1 sub-group leader 2-1 member 5-1 member 5-2 member	Output 1	6/18-6/25 8/5-8/10 9/7-9/15 12/9-12/22 3/23-3/30	8/4/14-4/22 6/6/7-6/12 9/11/8-11/16 14/3/20-3/27 8/3/23-3/30	9/4/10-4/16 6/9/19-9/21 9/11/8-11/16 8/12/24-12/31 6/3/22-3/27	7/4/12-4/20 3/10/16-10/19 11/15-11/21	9/4/15-4/22 7/5/25-5/31 7/7/7-7/11 6/7/16-7/19 9/19-9/23	8 4 7 6 6	115	
3	Ookura Takahiro (Kyoto University)	1-1 member	Output 1	9/7-9/13	7/6/24-6/28 9/19-9/25 11/7-11/12	5/3/19-9/25 7/11/7-11/12				5 7 6 18	25
4	NISHIMURA Takeshi (Tohoku University)	1-1 member 2-2 sub-group leader	Output 2	12/17-12/23	7/9/16-9/24 11/8-11/12	9/11/6-9/24 5/11/8-11/12	10/16-10/19	4		4	25
5	GONDA Yutaka (Niigata University)	1-2 sub-group leader	Output 1	6/30-7/8 9/7-9/14 9/21-9/30 3/25-3/30	9/8/17-10/1 8/11/7-11/15 10/6/21-9/30 6/3/25-3/30	12/24-1/29 6/4/9-4/13 5/2/27-6/2 7/5-7/10 8/21-8/25 10/15-10/22 1/12-1/18	5/2/1-4/28 7/5/25-7/2 6/9/2-9/6 5/8/21-8/25 8/10/15-10/22 1/12-1/18	8 8 5 5 8 7	33 24 6 38 21	122	
6	TSUTSUMI Daizo (Kyoto University)	1-2 member	Output 1	1/26-1/31	6/8/11-8/15 6/12/5-1/28	5/8/8-8/12 5/12/17-12/22	12/17-12/22	6 6		6 6	22
7	MIYATA Shusuke (Kyoto University)	Secretariat 1-2 member	Output 1	9/8-10/24 1/20-1/31	4/7/27-8/15 12/12/5-1/28	20/7/25-8/3 1/25-1/29	10/4/9-4/12 5/5/26-6/2 7/5-7/9 10/15-10/22	4 8 5 8		4 8 5 8	119
8	FUJITA Masaharu (Kyoto University)	1-2 member Group 5 leader 5-1 member 5-2 sub-group leader	Output 1	4/20-4/27 8/7-8/12 9/7-9/14 1/24-1/29	8/4/13-4/17 6/6/6-6/10 8/8/30-9/3 6/11/8-12/12 1/4-1/7 1/24-1/30	5/4/10-4/15 5/7/16-7/20 5/9/17-9/22 5/11/14-11/18 4/1/24-1/29 7/1/24-1/30	6/4/6-4/16 5/8/20-8/26 6/10/7-10/11 5/10/16-10/19 6/1/15-1/18	11/4/2-4/6 7/4/14-4/19 5/7/22-7/27	5 6 6 5 4	135	
9	OISHI Satoru (Kobe University)	1-3 sub-group leader Group 4 leader 4-2 sub-group leader 5-1 member 5-2 member	Output 1	5/11-5/18 8/5-8/9 11/30-12/3 1/25-1/28	8/6/1-6/9 5/11/8-11/11 4/11/30-12/3 1/25-1/28	9/4/10-4/13 4/9/19-9/21 3/10/12-10/19	4/10-4/13 3/10/12-10/19 8/7/22-7/27	3 3 3		3 6 6	62
10	NAKADA Setsuya (The University of Tokyo)	Group 2 leader 2-1 sub-group leader 5-1 member 5-2 member	Output 2	8/7-8/16 9/8-9/14 11/20-11/30 1/30-2/4 3/8-3/14	10/4/8-4/12 7/5/10-5/13 11/6/7-6/9 6/9/4-9/15 7/11/7-11/16 3/16-2/6	5/4/10-4/13 4/9/18-9/21 3/10/18-10/21 12/3/12-3/20 9/1/8-1/12	4/12-4/14 4/7/20-7/24 4/8/22-8/30 9/7/9-7/14	3/4/15-4/17 5/4/22-4/26 9/7/9-7/14	3 5 6 5	143	
11	YOSHIMOTO Mitsuhiro (Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Pref.)	2-1 member	Output 2	9/8-9/13 11/20-11/30 1/30-2/4 3/8-3/14	6/9/4-9/15 11/3/16-3/26 6/1/30-2/4 7/3/8-3/14	12/3/12-3/20 9/8/22-8/30	9/4/22-4/26	5 5		5 5	76
12	MAENO Fukashi (University of Tokyo)	2-1 member	Output 2	9/8-9/13 11/20-11/30 3/8-3/14	6/3/16-3/26 11/11/20-11/30 7/3/8-3/14	11/2/6-2/11 3/12-3/20	6/8/22-8/30 9/3/8-3/12	9 5		9 5	64
13	HOKANISHI Natsumi (University of Tokyo)	2-1 member	Output 2	3/8-3/14	7/9/4-9/15	12/3/12-3/20	7/20-7/24 1/8-1/12	5/4/22-4/26 5/1/8-1/12	5 5		34
14	SHIMANO Taketo (Tohoku University)	2-1 member	Output 2	9/8-9/15 11/20-11/30	8/9/4-9/15 11/3/16-3/26	12/3/12-3/20 9/8/22-8/30	9/3/8-3/12	9 5		9 5	65
15	TAMBGURI Takeshi (Kyoto University)	1-1 member	Output 2	1/25-2/1	8/8/7-8/11 8/8/8	7/12-7/15	4/4	4		4	12
16	MIYAMOTO Kuniaki (Tsukuba University)	Group 3 leader 3-2 sub-group leader 5-1 sub-group leader 5-2 member	Output 3	7/14-7/19 8/6-8/10 9/8-9/14 12/21-12/28 1/25-1/29 3/16-3/20	6/4/12-4/15 5/6/7-6/9 7/8/9-8/14 8/9/14-9/18 5/11/8-11/13 1/24-1/28 3/20-3/23	4/4/11-4/15 3/5/25-5/28 6/7/18-7/21 5/8/8-8/11 6/8/27-9/1 4/10/17-10/20 4/10/5-10/8 12/19-12/24 12/26-12/31 3/15-3/18	5/4/12-4/14 4/5/28-6/2 4/7/10-7/13 4/8/28-8/31 4/7/16-7/19 4/9/24-9/28	7 5 6 4 5	36 33 47	177	
17	SASAHARA Katsuo (Kochi University)	2-1 sub-group leader	Output 3	3/25-3/30	6/3/25-3/30	6				6	6
18	TANAKA Hiroshi (Tsukuba University)	4-1 sub-group leader	Output 4	2/2-2/8	7/11/9-11/13	5/10/16-10/21	7/30-8/3 10/16-10/21	5 6		5 6	23
19	NAKATANI Kana (Kyoto University)	3-2 member	Output 3	9/7-9/14	8/1/3-1/6 4/8/8-8/11	4/9/4-9/7 10/17-10/19	4/9/4-9/6 10/17-10/19	3 3		3 3	26
20	SHIMOMURA Makoto (Tsukuba University)	3-2 member	Output 3	8/8-8/15 9/8-9/23 11/7-11/14 12/31-1/8	8/8/8-8/15 16/5/22-5/28 7/8/18-7/21 12/31-1/8	8/3/21-3/27 16/5/22-5/28 7/8/18-7/21 9/8/8-8/12 10/4-10/9	7/7/4-7/4 8/1/4-9/13 4/10/16-10/21 5/1/9-1/24 6/3/4-3/9	11/4/16-4/25 31/5/7-5/17 6/9/3-9/7 16/9/22-9/28	10 11 5 7	217	

12 A (3) (4)

Annex 4: Dispatch of Japanese Experts

As of September 2018

Name	Arrival date - Departure date (Days of stay)					Total Days
	IFY 2014	IFY 2015	IFY 2016	IFY 2017	IFY 2018	
	Apr 2014 - Mar 2015	Apr 2015 - Mar 2016	Apr 2016 - Mar 2017	Apr 2017 - Mar 2018	Apr 2018 - Sep 2018	
			12/19-1/1 3/11-4/9	14 30 73	70	33
21 SUZUKI Yuki (Waseda University)	2-1 member	Output 2	11/12-11/16	5		5
22 SATOBUKA Yoshifumi (Ritsumeikan University)	3-2 member	Output 3	9/7-9/14	8	1/3-1/6	4
				8	8/8-8/11	4
				4	9/4-9/7	4
				11	10/17-10/19	3
23 YOSHITANI Junichi (Kyoto University)	(Group 4 leader) (4-2 sub group leader)	Output 4	8/5-8/9 9/8-9/13	5 6		11
24 YAMADA Takashi (Mie University)	5-2 member	Output 5	9/8-9/13	6		6
25 ISHIZUKA Tadanori (Public Works Research Inst.)	3-1 member 5-2 member	Output 5	9/9-9/16	8		8
26 YAMANOI Kazuki (Kyoto University)	3-1 member	Output 3			6/3-6/10 8/1-8/31 10/11-10/19 12/17-12/24	8 31 9 8 56
TOTAL						1,791
27 IZUMI Mamoru	Project Coordinator		2014/9/4		2017/3/31	

1/2 A (3) #

Annex5: Provision of Equipment

As of September 2018

No	Equipment	Specification and Manufacturer	Unit	Total Price (JPY)	Delivery Date	Place of Use
1	GNSS	Leica Model: GR10/AR10	13	104,804,500.00	2014/12/29	Galunggung (3), Merapi (1)*, Kelud (4), Semeru (4), Guntur (1)
2	Fixed-type tilt meters	Jewell Model: 70102A	4	3,792,960.00	2014/12/29	Galunggung (1), Guntur (1), Semeru (1), Merapi (1)
3	Short period seismometer	Sismotech Co.,Ltd. Model: SSV-002	10	9,050,400.00	2014/12/29	Guntur (2), Galunggung (2), Merapi (1), Kelud (2), Semeru (2), Back-up: PVMBG (1)
4	AD converter	Hakusan Co.,Ltd. Model: LS7000XT	10	12,960,000.00	2014/12/29	Guntur (1), Galunggung (2), Merapi (1), Kelud (2), Semeru (3), Back-up: PVMBG (1)
5	Broadband seismometer	Nanometri Model: Trillium 120PA	4	8,748,000.00	2014/12/29	Back-up: CVGHM (4)
6	Data logger	Hakusan Co.,Ltd. Model: LS8800	4	3,996,000.00	2014/12/29	Back-up: CVGHM (4)
7	X band MP radar	Furuno Model: WR-2100-ATU	2	26,000,000.00	2014/12/29	Merapi Volcano Museum, Sinabung Volcano Observatory
8	Hydrophone (turbidity meter)	Hydrotech Co.,Ltd. Model: HTHP4/C	1	1,544,760.00	2014/12/29	Merapi river basin
9	Thermography	Nippon Avionics Co., Ltd Model: R300SR-H	1	2,104,920.00	2014/12/29	CVGHM
10	Laser distance meter	Vectrix Model: VECTOR21	1	2,548,800.00	2014/12/29	CVGHM
11	Hydrological Observation System IP Camera Automatic Water Level Recorder Automatic rainfall Recorder	DNtech	11	(Rp)	2015/1/20	Merapi river basin
		DNtech	12	478,500,000.00		
		DNtech	4	480,000,000.00		
				304,000,000.00		
12	Wireless telemetry system	DNtech	10		2014/8/6	Merapi river basin
13	PC for simulation	HP Model: ENVY 700-550D	8	15,348.00	2015/8/4	CVGHM (4), BPPTKG (4)
14	Server	IBM Model: X3500 M5	2	(US\$) 9,740.00	2015/8/4	CVGHM (1), BPPTKG (1)
15	UPS	APC Model: SMMC 15001	8	(US\$) 3,960.00	2015/8/4	CVGHM (4), BPPTKG (4)

Note) The table above lists the procurement with JICA budget only. (JST has also financed the procurement of equipment mainly used in Japan.)

*m A ③ ⊕*

Annex 6: Counterpart Training

As of September 2018

Scheme	Name	Organization	Area in the Project	Period	University and Course
JICA Long-term Training	1 Ms. Nurmaning Aisyah	Merapi Section, BPPTKG, CVGHM	Output 2	2015/4/1 2018/3/31	Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University (Prof. Iguchi)
	1 Mr. Anjar Hariwasco	CVGHM	Output 1	2014/12/18 2015/1/19	Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University
JICA Short-term Training	2 Ms. Dyah Ayu Puspitosari	Balai Sabo	Output 3	2015/1/15 2015/2/14	Tsukuba University (Prof. Miyamoto)
	3 Mr. Dian Sisinggih	Brawijaya University	Output 1	2015/3/4 2015/3/31	Kobe University (Prof. Ohishi)
	4 Mr. David Adriansyah	CVGHM	Output 3	2015/11/17 2015/12/26	Tsukuba University (Prof. Miyamoto)
	5 Mr. Akhyar Musthofe	Balai Sabo	Output 3	2015/11/17 2015/12/26	Tsukuba University (Prof. Miyamoto)
	6 Mr. Mizani Ahmad	Center for Aviation Meteorology, BMKG	Output 4	2016/1/13 2016/2/13	Tsukuba University (Prof. Tanaka)
	7 Mr. Kurniaji	Center for Aviation Meteorology, BMKG	Output 4	2016/1/13 2016/2/13	Tsukuba University (Prof. Tanaka)
	8 Ms. Ani Hairani	Faculty of Engineering, UGM	Output 3 Output 1-2	2016/1/13 2016/2/13 2016/11/17 2016/12/16	Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University (Prof. Fujita)
	9 Ms. Sulistyani	Merapi Section, BPPTKG, CVGHM	Output 1 Output 2	2016/11/17 2016/12/23	Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University (Prof. Iguchi)
	10 Mr. Ardian Alfianto	Balai Sabo	Output 1-3	2017/5/7 2017/6/10	Kobe University (Prof. Ohishi)
	11 Mr. Hanggar Mawandha	Faculty of Engineering, UGM	Output 1-3	2017/5/7 2017/6/10	Kobe University (Prof. Ohishi)
	12 Mr. Roby Hambali	Faculty of Engineering, UGM	Output 3	2017/1/15 2017/12/16	Tsukuba University (Prof. Tanaka)
	13 Mr. Raditya Pitra	CVGHM	Output 3	2017/1/15 2017/12/16	Tsukuba University (Prof. Tanaka)
	14 Mr. Mardian Hardipto	CVGHM	Output 3	2017/1/15 2017/12/16	Tsukuba University (Prof. Tanaka)
	15 Mr. Ragil Andika Yuniswan	Balai Sabo	Output 3	2017/1/15 2017/12/16	Tsukuba University (Prof. Tanaka)
	16 Ms. Ani Hairani	Faculty of Engineering, UGM	Output 1 Output 4	2018/1/22 2018/2/21	Kyoto University (Prof. Fujita)
	17 Mr. Puji Harsanto	Faculty of Engineering, UGM	Output 1 Output 4	2018/1/15 2018/2/14	Kyoto University (Prof. Fujita)
	18 Ms. Nurmaning Aisyah	Merapi Section, BPPTKG, CVGHM	Output 1	2018/6/23 2018/7/6	Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University
	19 Mr. Agoes Loequman	CVGHM	Output 1 Output 3	2018/6/23 2018/7/6	Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University
	20 Mr. Ahmad Basuki	CVGHM	Output 1 Output 3	2018/6/23 2018/7/6	Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Scheme	Name	Organization	Area in the Project	Period	University and Course
Visit with JST Budget	1 Mr. Meg B. Bishwakarma	Hydro Lab, Nepal	-	2016/3/6 - 2016/3/11	Tsukuba University
	2 Mr. Muhammad Mukhlisin	Polytechnic Negeri Semarang, Indonesia	-	2016/3/6 - 2016/3/10	Tsukuba University
	3 Mr. Yu-shiu Chen	DFRC, National Cheng Kung Univ. Taiwan	-	2016/3/6 - 2016/3/10	Tsukuba University
	4 Mr. Tempa Thinley	Dept. of Roads, Min. of Works and Human Settle.	-	2016/3/6 - 2016/3/9	Tsukuba University
	5 Mr. Karma Tenzin	Ditto	-	2016/3/6 - 2016/3/9	Tsukuba University
	6 Mr. Nugroho Hari Anggoro Suyono	JASA TIRTA I, Indonesia	-	2016/3/6 - 2016/3/10	Tsukuba University

A A B) (#)

## Annex 6: Counterpart Training

As of September 2018

Scheme	Name	Organization	Area in the Project	Period	University and Course	
Visit with Project Budget	1	Mr. Hery Kuswandarto	CVGHM	Output 1	2016/5/15 2016/5/21	Sakurajima
	2	Mr. Ade Koswara	CVGHM	Output 1	2016/5/15 2016/5/21	Sakurajima
	3	Mr. Liswanto	CVGHM, Semeru Observatory	Output 1	2016/5/15 2016/5/21	Sakurajima
	4	Mr. Hery Kuswandarto	CVGHM	Output 1	2017/4/16 2017/4/29	Sakurajima
	5	Mr. Iyan Mulyana	CVGHM	Output 1	2017/4/16 2017/4/29	Sakurajima
	6	Ms. Arna Mathovanic	CVGHM	Output 1	2017/4/16 2017/4/29	Sakurajima
	7	Mr. Budi Prianto	CVGHM, Kelud Observatory	Output 1	2017/4/16 2017/4/29	Sakurajima
	8	Mr. Joko Supriyanto	Kab Seleman BPBD	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	9	Mr. Heru Saptoro	Kab Seleman BPBD	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	10	Mr. Sumadi Sidoel	Kab Seleman BPBD	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	11	Mr. Edy Susanto	Kab Magelang BPBD	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	12	Mr. Didik Wahyu Nugroho	Kab Magelang BPBD	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	13	Ms. Ratna Yulianty	Kab Magelang BPBD	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	14	Mr. Jaka Sawaldi	Kab Klaten BPBD	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	15	Mr. Sri Purwanto	Kab Klaten BPBD	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	16	Mr. Budi Prasetyo	Kab Klaten BPBD	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	17	Ms. Sri Ardinarsih	Kab Boyolali BPBD	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	18	Mr. Bambang Sinungharjo	Kab Boyolali BPBD	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	19	Mr. Purwanto	Kab Boyolali BPBD	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	20	Mr. Gembong Purwanto	Jawa Tengah BPBD	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	21	Mr. Budi Santoso Wignyosukarto	Faculty of Engineering, UGM	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	22	Mr. Rachmad Jayadi	Faculty of Engineering, UGM	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	23	Mr. Rakhmat Hidayat	Balai Sabo	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	24	Ms. Dyah Ayu Puspitasari	Balai Sabo	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	25	Mr. Gede Suanika	CVGHM	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	26	Ms. Hetty Triastuty	CVGHM	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	27	Ms. Dewi Sri Sayudi	CVGHM BPPTKG	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	28	Mr. Nurudin	CVGHM BPPTKG	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima
	29	Mr. Khoirul Huda	CVGHM Kelud Observatory	Output 5	2017/10/23 2017/10/28	Sakurajima

1/ A B (H)



**Annex 7 : Operation Budget**

Japanese Side (Currency: IDR)

No	Items	JFY 2014	JFY 2015	JFY 2016	JFY2017	JFY 2018	Total
		Apr 2014 – Mar 2015	Apr 2015 – Mar 2016	Apr 2016 – Mar 2017	Apr 2017 - Mar 2018	Mar 2018 - Jun 2018	
1	General operational expenses (observation equipment, field office set-up, car rental)	484,608,395	876,727,590	523,387,426	650,532,606	81,048,304	2,616,304,321
2	Airfare (interpreter, guide, Interview of long-term trainee, seminar in Japan)	47,934,300	94,470,950	241,032,800	350,503,400	8,367,900	742,309,350
3	Travel expenses (interpreter, guide, interview of long-term trainee, seminar in Japan)	51,774,600	106,469,400	297,197,200	385,222,100	12,100,000	852,763,300
4	Compensation and honorarium (interpreter, porter, temporary workers, guide)	31,314,600	81,328,740	20,950,000			133,593,340
5	Meeting expenses (seminar, workshop)	4,700,000	5,073,000	14,754,000			24,527,000
	<b>Total</b>	<b>620,331,895</b>	<b>1,164,069,680</b>	<b>1,097,321,426</b>	<b>1,386,258,106</b>	<b>101,516,204</b>	<b>4,369,497,311</b>

Indonesian Side (Currency: IDR)

No	Items	JFY 2014	JFY 2015	JFY 2016	JFY2017	JFY 2018	Total
		Apr 2014 – Mar 2015	Apr 2015 – Mar 2016	Apr 2016 – Mar 2017	Apr 2017 - Mar 2018	Mar 2018 - Jun 2018	
1	Travel Expenses	171,982,800	537,172,700	110,000,000	209,616,500	75,000,000	1,103,772,000
2	Meetings	3,254,000		12,041,000			15,295,000
3	Other expenses (GNSS repair)	42,000,000			15,000,000		57,000,000
	<b>Total</b>	<b>217,236,800</b>	<b>537,172,700</b>	<b>122,041,000</b>	<b>224,616,500</b>	<b>75,000,000</b>	<b>1,176,067,000</b>

Handwritten signature and initials: *A A (3) #*

Annex 8: C/P List

G-1

Group Leader	Name	Assign	with SATREPS			
			Start		Finish	
			Year	Month	Year	Month
○	Hendra Gunawan	CVGHM	2014	5	2017	12
○	Kristianto	CVGHM	2017	12	2019	3
SG/1-2	Rachmad Javadi	UGM	2014	5	2019	3
	Akhmad Basuki	CVGHM	2014	5	2019	3
	Heri Kuswandarto	CVGHM	2014	5	2019	3
	Umar Rosadi	CVGHM	2014	5	2019	3
	Iyan Mulyana	CVGHM	2014	5	2019	3
	Cahya Patria	CVGHM	2014	5	2019	3
	IGM Agung Nandalca	CVGHM	2014	5	2019	3
	Nurudin	CVGHM	2014	5	2019	3
	Anton Susilo	CVGHM	2014	5	2017	3
	Hetty Triasuty	CVGHM	2016	7	2019	3
	Anna Mathovanie	CVGHM	2016	7	2019	3
	Rachmad Jayadi	UGM	2014	5	2019	3
	Sutikno	Balai Sabo	2014	5	2017	3
	William Putuhena	PUSAIR	2014	5	2019	3
	Riris Adriyanto	BMKG	2014	5	2016	3
	Akhyar Musthofa	Balai Sabo	2015	5	2019	3
	Djati Iswandoyo	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Cosmas Bambang Sukotjo	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Ratih Indri Hapsari	State Polytechnic of Malang	2014	5	2019	3
	Dian Sisingsih	Brawijaya University	2014	5	2019	3

G-2

Group Leader	Name	Assign	with SATREPS			
			Start		Finish	
			Year	Month	Year	Month
○	Agus Budianto	CVGHM	2014	5	2016	7
○	M. Nugraha Kartadinata	CVGHM	2016	7	2019	3
SG/2-1	Oktory Prambada	CVGHM	2014	5	2019	3
SG/2-2	Estu Kriswati	CVGHM	2016	7	2019	3
	Agoes Loeqman	CVGHM	2016	7	2019	3
	Subandriyo	CVGHM	2014	5	2016	7
	Dewi Sri Sayudi	CVGHM	2014	5	2019	3
	Kushendratno	CVGHM	2014	5	2016	7
	Hetty Triastuti	CVGHM	2014	5	2016	7
	Sofyan Primulyana	CVGHM	2014	5	2019	3
	Hilma Afianti	CVGHM	2016	7	2019	3
	Agung Harijoko	UGM	2014	5	2017	7
	Wayan Wannada	UGM	2014	5	2017	7
	Nia Haerani	CVGHM	2014	5	2019	3
	Anjar Hariwaseso	CVGHM	2014	5	2019	3
	Sri Sumarti	CVGHM	2014	5	2019	3

*m* A (3) (#)

## Annex 8: C/P List

	Rokhmat	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Andi Subiyanto	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Lucas Donny	UGM	2014	5	2017	7
	Wilfridus Banggur	CVGHM	2017	7	2019	3
	Raditya Outra	CVGHM	2017	7	2019	3
	Sulistiyan	CVGHM	2017	7	2019	3
	Niken Angga Rukmini	CVGHM	2017	7	2019	3

## G-3

Group Leader	Name	Assign	with SATREPS			
			Start		Finish	
			Year	Month	Year	Month
○	Adam Pamudji Rabardjo	UGM	2014	5	2019	3
SG/3-2	Pudji Harsanto	UGM	2014	5	2019	3
	Teuku Faisal Fathani	UGM	2014	5	2016	12
	Jazaul Ikhsan	UGM	2014	5	2019	3
	Istiarto	UGM	2014	5	2016	12
	Ardian Alfianto	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Andi Subiyanto	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Akhyar Mustafa	Balai Sabo	2016	7	2019	3
	Arif Rahmat Mulyana	Balai Sabo	2016	7	2019	3
	Adhi Kumiawan	UGM	2014	5	2019	3
	Tata Yunita	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Diah Ayu Puspitasari	Balai Sabo	2014	5	2019	3

## G-4

Group Leader	Name	Assign	with SATREPS			
			Start		Finish	
			Year	Month	Year	Month
○	Nurhayati	BMKG	2016	9	2019	3
SG 1/L	Riris Adriyanto	BMKG	2014	9	2018	7
SG/4-1	Endarwin	BMKG	2018	7	2019	3
SG/4-2	Hari Triwibowo	BMKG	2017	6	2019	3
	Andersen L Panjaitan	BMKG	2014	9	2019	3
	Kerniaji	BMKG	2014	9	2018	1
	I Kadek Nova	BMKG	2018	2	2019	3
	Muhamamad Arif Munandar	BMKG	2017	9	2019	3
	Mustari Heru Jatmiko	BMKG	2014	5	2018	7
	Bagas Ega A	BMKG	2018	2	2019	3
	Imam Muthohar	UGM	1015	5	2016	12

## G-5

Group Leader	Name	Assign	with SATREPS			
			Start		Finish	
			Year	Month	Year	Month
○	Djoko Legono	UGM	2014	5	2019	3
SG/5-1	I.G.M nandaka	CVGHM	2016	12	2019	3
	Raditya	CVGHM	2016	12	2019	3
	Untung Budi Santosa	Balai Sabo	2014	5	2015	12

Annex 8: C/P List

	Achmad Yusuf	Balai Sabo	2015	1	2019	3
	Adam Pamudji Rahardjo	UGM	2014	5	2019	3
	Radiana Triatmadja	UGM	2014	5	2019	3
	Muhammad Sulaiman	UGM	2014	5	2019	3
	Supliyati D Andreastuti	CVGHM	2014	5	2019	3
	Imam Santosa	CVGHM	2014	5	2019	3
	Dwi Kristianto	Balai Sabo	2014	5	2019	3
	Agus Budi Santoso	CVGHM	2016	12	2019	3

1/2 A B C



