IMPLEMENTASI PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN REHABILITASI DAN REKONSTRUKSI JALAN PASCA BENCANA GEMPA DAN LIQUEFAKSI

Andri Irfan Rifai[1], Eko Galih Prasetyo[2] and Hikmawati Thalib[3]

[1] Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Universitas Internasional Batam, Indonesia
Email: andri.irfan@uib.ac.id
[2]BPJN Sulawesi Tengah, Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat, Indonesia
Email: prasetyo.eko.galih@gmail.com
[3]BPJN Sulawesi Tengah, Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat, Indonesia
Email: hikmawatitholib@gmail.com

ABSTRACT

Natural disasters are events that can cause damage in various fields, one of which is the disruption of the function of transportation infrastructure. The earthquake, tsunami, and liquefaction in Palu, Sigi, and Donggla at the end of 2018 destroyed various community connectivity facilities. Therefore, continuous rehabilitation and reconstruction activities are required to restore service functions immediately. This paper will describe a series of planning and implementation of rehabilitation and reconstruction in the liquefaction area. The writing method describes action research in post-disaster road rehabilitation and reconstruction design activities. The research results from time to time, between "finding" at the time of research and "action learning" with an action research approach, show an inline link between theory and practice implemented in disaster management.

Keywords**:** *Disaster, Liquefaction, Road, Rehabilitation, Reconstruction*

PENDAHULUAN

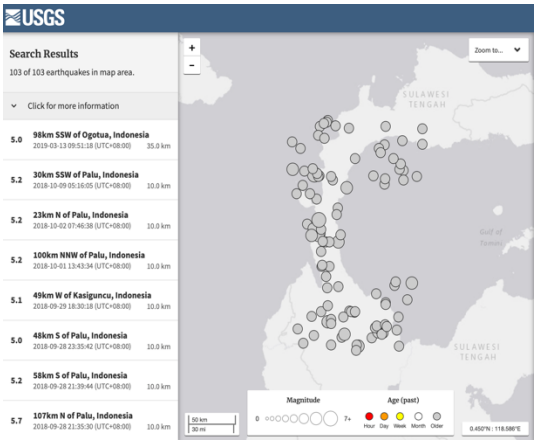
Beberapa kota utama di Sulawesi Tengah seperti Palu, Sigi, dan Donggala memiliki kerentanan yang tinggi terhadap potensi bencana. Kondisi topografi, geologi, dan seismologi sangat potensial mengalami kerusakan akibat gempa termasuk bencana sekunder (tsunami, liquefaksi, dan longsoran tebing). Kejadian luar biasa tersebut terjadi di penghujung 2018 dengan dampak fatalitas yang sangat tinggi. Namun rupanya kejadian tersebut juga pernah terjadi sebelumnya, diantaranya terdapat kejadian yang menyebabkan fatalitas cukup tinggi pada tanggal 20 mei 1938 yaitu gempa dengan magnitude 7.6 SR yang getarannya terasa di seluruh pulau Sulawesi.

Agar dapat mempelajari, menganalisa dan mengestimasi semua faktor pendukung dan potensi bencana yang sedemikian besarnya, maka kita perlu melakukan upaya untuk memberdayakan semua komponen masyarakat, termasuk kalangan akademis untuk memberikan pemikiran, rekomendasi dan tindakan nyata agar sebelum, saat dan setelah terjadi bencana gempa lebih siap secara psikis dan fisik untuk mengurangi dampak bencana tersebut. Gempa Palu, Sigi dan Donggala yang terjadi mampu memberikan pelajaran yang sangat berharga bagi para praktisi khususnya teknik sipil

karena memberikan dampak yang lengkap, mulai dari perekahan tanah, tsunami, dan longsoran. Liquefaksi aliran merupakan fenomena yang paling dahsyat, karena sangat menghancurkan rumah tinggal maupun infrastruktur yang bernilai bagi kelanjutan manusia untuk membangun ekonomi dan tatanan kehidupan yang layak.

Apabila dilihat dari kondisi dan keadaan geografis, Pulau Sulawesi berada di bagian timur Indonesia yang merupakan pertemuan lempeng tektonik Eurosia, Indo Australia dan Pacific. Pertemuan ketiga lempeng tersebut menimbulkan subduksi dan tumbukan yang sangat aktif sehingga menimbulkan permasalahan yang cukup kompleks.

Aktifitas vulkanik dan tektonik di area Pulau Sulawesi tersebut mendorong aktifitas gerakan lempeng yang dikombinasikan dengan patahan Koro membuat area ini sangat aktif (Thein P. S., et al., 2015). Dari penelusuran di sciences portal USGS dalam 100 tahun terakhir terjadi 104 kali gempa dengan magnitude >5. Sebaran wilayah yang tidak terlalu luas seperti terlihat pada gambar 1 menyebabkan intensitas pengaruh yang diterima oleh satu titik cukup signifikan.



Gambar 1 Gempa dalam 100 tahun terakhir (USGS, 2021)

Wilayah Palu mendapatkan pengaruh terbesar saat gempa tersebut terjadi, selain karena intensitas gempa yang cukup tinggi hal ini juga dipengaruhi oleh keberadaan sesar palu-koro yang membelah dua area kota ini. Sesar ini merupakan sesar aktif yang memanjang dari Sulawesi bagian tengah hingga selat karimata (Mallick, et al., 2018). Sementara Socquet et al. (2019) memperkirakan sesar ini bergerak secara aktif dengan pergeseran 41-45 mm/tahun.

Liquefaksi yang terjadi sesaat setelah gempa terbesar mengguncang Kota Palu masih menyisakan berbagai pertanyaan yang menarik, mulai dari area yang terkena serta bentuk Liquefaksi yang terjadi juga cukup bervariasi. Ada 4 (empat) area dengan pengaruh liquefaksi terbesar, yaitu Petobo, Balaroa, Jono Oge dan Sibalaya. Dalam teori baku disebutkan bahwa liquefaksi dapat terjadi apabila tanah pasir (*sand, silty sand*, *clayey sand*) yang sedikit mengandung lempung dan bergradasi cenderung seragam.

Setelah terjadi bencana dengan dampak yang cukup besar seperti disebutkan di atas, berbagai pihak segera melaksanakan pekerjaan rehabilitasi dan rekonstruksi, salah satunya dalam bidang infrastruktur transportasi. Berkenaan dengan hal tersebut paper ini mencoba menguraikan perencanaan dan pelaksanaan rehabilitasi dan rekonstruksi infrastruktur jalan yang terdampak akibat bencana. Tulisan ini akan menguraikan secara singkat mengenai perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian proyek untuk paket Rehabilitasi dan Rekonstruksi Jalan Palupi - Simoro, Kalukubula - Kalawara, Biromaru – Palolo, Akses Huntap Pombewe yang terdampak gempa bumi dan liquefaksi di Kota Palu dan Sigi Provinsi Sulawesi Tengah yang selanjutnya disebut dengan RR-02. Melalui tulisan ini ingin diketahui apakah peraturan dan teori yang ada saat ini telah diterapkan dan mampu memenuhi kebutuhan proses manajamen kebencanaan.

Paket RR-02 mempunyai panjang efektif 21,67 km dan fungsional 46,62 Km pada jalan Provinsi di ruas jalan: Palupi - Simoro, Kalukubula - Kalawara, Biromaru – Palolo, dan Akses Huntap Pombewe. Persiapan

proyek dilakukan melalui Basic Desain yang dikembangkan oleh Satker Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (P2JN) Provinsi Sulawesi Tengah, ditinjau oleh Kemitraan Indonesia Australia Untuk Infrastruktur (KIAT) dan dikoordinasikan bersama Direktorat Preservasi, Dirjen Bina Marga. Review internal untuk desain perkerasan dan audit keselamatan jalan telah dilaksanakan selama proses desain. Terdapat pekerjaan Rehabilitasi, rekonstruksi dan rutin sepanjang 46,62 Km jalan, penanganan jalan terdampak liquefaksi, termasuk sistem drainase, konstruksi dinding penahan, pembangunan jembatan, dan rutin jembatan di Kota Palu dan Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah.

KAJIAN PUSTAKA

Seismotektonik Sulawesi

Sulawesi dan sekitarnya merupakan daerah yang kompleks karena merupakan tempat pertemuan tiga lempeng besar yaitu; Lempeng Indo-Australia yang bergerak ke utara, Lempeng Pasifik yang bergerak ke barat dan Lempeng Eurasia yang bergerak ke selatan- tenggara, serta lempeng yang lebih kecil yaitu lempeng Eurasia yang bergerak ke selatan-tenggara, serta lempeng yang lebih kecil yaitu Lempeng Filipina. Sulawesi, adalah suatu pulau berbentuk huruf K terletak dimana subduksi dan tumbukan disana masih aktif. Berdasarkan keberadaan dari blok-blok batuan yang ada, pulau Sulawesi dapat dibagi menjadi tiga bagian kawasan geologi yaitu (I) Sulawesi Barat, dimana endapan tersier dan batuan magma merupakan bagian uyang dominan, (II) Sulawesi Tengah dan Tenggara, terutama terdiri dari batuan malihan jaman Cretaceous awal dan (III) Sulawesi Timur, dimana ophiolitic nappe menutupi batuan sedimen era Mesozoic and Paleozonic (Thein P. , et al., 2014).

Sesar Palu-Koro

Sesar Palu-Koro mupakan sesar utama di pulau Sulawesi dan tergolong sebagai sesar aktif (Bellier, et al., 2001) yang memanjang dari Sulawesi bagian tengah hingga Selat Karimata. Sesar Palu Koro dibagi menjadi empat segmen Sesar, yaitu Segmen Selat Makassar, Mou, Saluki, dan Moa. Secara geomorfologi sesar Palu-Koro merupakan sesar geser mengiri atau *left lateral slip*. Penelitian terakhir yang dilakukan oleh Socquet et al. (2019) memperkirakan nilai sliprate (laju geser) sesar Palu-Koro berkisar pada angka 44 mm/tahun.

Sesar palu-Koro merupakan patahan yang membelah Pulau Sulawesi menjadi dua. Sesar dimulai dari batas perairan Sulawesi dengan Selat Makassar hingga ke teluk Bone. Sesar ini melintasi kota Palu dan sampai ke daerah Sungai Koro. Hal inilah yang membuatnya dinamai Palu-Koro, Secara morfologi Sesar Palu-Koro merupakan sesar geser mengiri *(left lateral slip).*

Semula sesar ini dinamakan sesar Fossa Sarassina kemudian dinamakan sesar Palu-koro, Lariang pada segmen Sungai Koro (Lembah Koro). Semua ini geologi dan geofisika yang mengenal sesar Palu-Koro sepakat bahwa sesar tersebut adalah aktif. Sesar aktif adalah akan mengalami gempa bumi di lokasi yang sama dengan periode ulang tertentu. Periode ulang bisa ratusan tahun atau bisa juga ribuan tahun.

Kegempaaan

Sejarah gempa bumi di bagian tengah Sulawesi telah tercatat sejak abad ke-19, dimana beberapa diantaranya mempunyai magnitude yang besar, diantaranya tahun 1968 (6,7 SR), 1993 (5,8 SR) dan 2005 (6,2 SR). Kegempaan di Sulawesi Tengah ini juga ditandai dengan frekuensi tsunami pada tahun 1927 di Teluk Palu dengan ketinggian gelombang mencapai 15 m, tahun 1968 di Mapaga (10 m) dan tahun 1996 di Simuntu

Pangalaseang (1 - 3,4 m) (Widyaningrum, 2012). Secara regional, Palu merupakan daerah gempa aktif dimana menurut Peta Seismisitas USGS memiliki kedalaman episentrum kurang dari 150 km.

Menurut klasifikasi zona gempa Indonesia gempa yang terjadi di wilayah Palu termasuk dalam tipe zona pergeseran yaitu gempa yang diakibatkan karena dua lempeng tektonik bergerak saling menggelangsar, sejajar namun berlawanan arah (Firmansyah & Irsyam, 1999). Keduanya tidak saling memberai maupun saling menumpu. Gempa yang terjadi pada zona ini umumnya merupakan gempa pada kerak dangkal (*shallow crustal eartquakes*) yang diakibatkan oleh Sesar Palu-Koro dan Sesar Matano.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dipilih adalah deskriptif berupa *action research*. Metode ini diharapkan mampu memberikan gambaran utuh mengenai prosedur pemecahan masalah yang diselidiki dengan menggambarkan keadaan subjek dan objek manajemen kebancanaan di Palu, Sigi, Donggala pada saat ini berdasarkan fakta-fakta yang tampak atau apa adanya. Selanjutnya diharapkan dapat digambarkan suatu sistem pemikiran ataupun suatu peristiwa ilmiah pada pasca bencana ini. Tujuan dari penelitian deskriptif ini adalah untuk membuat deskripsi secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena rehabilitasi dan rekonstruksi jalan pasca bencana gempa, tsunami, dan liquefaksi 2018.

Proses deskripsi *action research* pada pelaksanaan rehabilitasi dan rekonstruksi ini dilakukan dari tahapan perencanaan sampai dengan proses serah terima aset. Setiap tahapan memiliki prosedur dan detail tertentu untuk memastikan seluruh ketentuan memenuhi persyaratan. Selain akan digambarkan mengenai prosedur umum pada tahapan rehabilitasi dan rekonstruksi juga akan digambarkan semua detail pekerjaan yang dilaksanakan pada kegiatan ini. Termasuk di dalamnya proses administrasi yang harus dilaksanakan.

Penelitian *action research* ini merupakan penelitian yang berfokus pada penerapan tindakan yang dengan tujuan meningkatkan mutu atau memecahkan permasalahan pada manajemen rehabilitasi dan rekonstruksi jalan pasca bencana yang diteliti dan diamati tingkat keberhasilannya atau dampak dari pelaksanaannya. Tindakan dan Langkah manajemen kebencanaan ini diperkirakan memiliki dua tujuan pokok, yaitu meningkatkan (*improve*) dan melibatkan (*involve*). Alasan pemilihan metode ini adalah meningkatkan pemahaman praktik manejemen kebencanaan yang dilakukan oleh praktisi dan *stake holde*r lainnya.

PEMBAHASAN DAN DISKUSI

Ipmentasi perencanaan dan pelaksanaan ini dilakukan secara berkesinambungan dan terintegrasi dengan beberapa pihak yang terkait dengan kegiatan rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana gempa, tsunami, dan liquefaksi di Palu, Sigi dan Donggala. Kegiatan dilakukan dengan aktif bersama perencana, pelaksana dan pemerintah yang melaksanakan kegiatan tersebut.

Data Teknis

Reahabilitasi dan rekonstruksi jalan dan jembatan dalam pekerjaan ini termasuk dalam program pembangunan infrastruktur jalan yang teintegrasi dan merupakan salah satu program pemerintah dalam hal mendukung pencapaian tujuan pembangunan nasional. Salah satu aspek penting pembangunan jaringan jalan sangat terkait dengan pemerataan pembangunan dan hasilnya adalah pemulihan pasca gempa dan tsunami Provinsi Sulawesi Tengah. Tujuan ittu salah satunya diwujudkan dengan peningkatan pelayanan prasarana jalan atau jembatan yang bertujuan untuk meningkatkan perekonomian

masyarakat. aktivitas serta peningkatan kenyamanan dan keamanan berkendara seiring dengan laju pertumbuhan volume lalu lintas yang setiap tahunnya tumbuh pesat.

Salah satu kegiatan yang telah dan sedang dilaksanakan pada tahun anggaran 2019-2022 yang masuk dalam target penanganan jalan Balai Pelaksanaan Jalan Nasional XIV Palu Provinsi Sulawesi Tengah adalah ruas jalan: Palupi-Simoro, Kalukubula-Kalawara, Biromaru-Palolo, Jalan Akses Huntap terletak di Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah. Paket pekerjaan ini ditetapkan dengan nomor kontrak: 01-52 / CSC-WINRIP / RB / A / 8043 / 12-19, tanggal 9 Desember 2019. Pekerjaan sumber pendanaan di atas berasal dari IBRD Loan for Western Indonesian National Roads Improvement Project (WINRIP) Tahun Anggaran 2019-2021.

Perencanaan Jalan

Tahapan perencanaan jalan dalam pekerjaan rehabilitasi dan rekonstruksi ini sedikit berbeda dengan perencanaan jalan pada umumnya. Diperlukan pendekatan tertentu sebagai mitigasi kebencanaan terhadap kemungkinan kondisi serupa berulang. Proses perencanaan ini pun harus memperhatikan beberapa tahapan mulai dari pemulihan, *trauma healing,* sampai dengan rehabiitasi dan rekonstruksi secara permanen. Pada sub bagian ini akan diuraikan tahapan-tahapan utama proses perencanaan pekerjaan dengan menampilkan salah satu contoh perhitungan yang digunakan.

Umur Rencana

Umur rencana untuk berbagai jenis penanganan ditunjukkan pada Tabel 4.1. Ketentuan lain mengenai analisis lalu lintas, penentuan nilai VDF dan lain-lain, mengacu pada Manual Desain Perkerasan No. 02/M/BM/2017.

Tabel 1. Umur Rencana Jenis Penanganan

Kriteria beban lalulintas (Juta ESA4)	< 0,5	0,5 – < 30	≥ 30
Umur rencana perkerasan Lentur	seluruh penanganan: 10 tahun	o rekonstruksi – 20 tahun o overlay struktural – 10 tahun o overlay non struktural – 10 tahun o penanganan sementara – sesuai kebutuhan	

Sumber : MDP No. 02/M/BM/2017

Pemilihan Struktur Perkerasan

Berdasarkan volume Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi lalu lintas, umur rencana, dan kondisi fondasi jalan. Batasan pada perencana Manual Desain Perkerasan No. 02/M/BM/2017 tidak mutlak, mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan dan kepraktisan pelaksanaan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada discounted lifecycle cost terendah. Pemilihan perkerasan bervariasi tergantung pada lalu lintas dan umur rencana, serta jenis penanganan. Hal lain yang harus diperhatikan dalam pemilihan struktur perkerasan dalam pekerjaan rehabilitasi dan rekonstruksi ini adalah:

1. Tingkat kesulitan pelaksanaan.
2. Kemampuan kontraktor kecil – medium, atau kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai.
3. Kebutuhan keahlian dan tenaga ahli khusus–kontraktor spesialis Burtu/Burda.

Untuk pelaksanaan jalan baru maupun pelebaran jalan, digunakan lapisan atas HRS, hal ini disesuaikan dengan beberapa pertimbangan yang dituangkan dalam Manual Desain Perkerasan No. 02/M/BM/2017.

ISSN 2962-2697
Vol. 2, No. 1, Juli 2022

Hasil Analisa Lalulintas

Parameter yang penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei yang selanjutnya diproyeksikan ke depan sepanjang umur rencana. Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas sepanjang tahun pertama setelah perkerasan diperkirakan selesai dibangun atau direhabilitasi. Dalam implementasi ini diperhitungkan bahwa lalulintas terhenti karena kejadian bencana dan dampak ikutannya.



Gambar 2. Contoh analisa beban lalulintas jalan baru

Berikut adalah hasil perhitungan lalu lintas dengan menggunakan Software Desain Perkerasan Jalan (SDPJ) melengkapi pedoman Manual Desain Perkerasan No. 02/M/BM/2017 yang telah disahkan sesuai surat edaran No.04/SE/Db/2017. Pada gambar 2 ditampilkan contoh penggunakan SDPJ untuk melakukan analisa beban lalu lintas. Gambar yang ditampilkan dipilih untuk jalan baru di akses Huntap Pombewe.

Desain Perkerasan

Desain tebal perkerasan didasarkan pada nilai ESA pangkat 4 dan pangkat 5 tergantung pada model kerusakan (*deterioration model)* dan pendekatan desain yang digunakan. Gunakan nilai ESA yang sesuai sebagai input dalam proses perencanaan. Pangkat 4 digunakan pada desain perkerasan lentur berdasarkan Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B atau metode AASHTO 1993 (pendekatan statistik empirik). Pangkat 4 digunakan untuk bagan desain pelaburan tipis (seperti Burtu atau Burda), perkerasan tanpa penutup *(Unsealed granular pavement)* dan perencanaan tebal overlay berdasarkan grafik lendutan untuk kriteria alur (*rutting)*. Pangkat 5 digunakan untuk desain perkerasan lentur (kaitannya dengan faktor kelelahan aspal beton dalam desain dengan pendekatan mekanistik empiris) termasuk perencanaan tebal *overlay* berdasarkan grafik lengkung lendutan (*curvature curve*) untuk kriteria retak lelah (*fatigue*).

Berikut adalah hasil perhitungan desain perkerasan dengan menggunakan Software Desain Perkerasan Jalan (SDPJ) melengkapi pedoman Manual Desain Perkerasan No. 02/M/BM/2017 yang telah disahkan sesuai surat edaran No.04/SE/Db/2017.



Gambar 3. Contoh analisa desain tebal perkerasan

Perencanaan Penanganan Liquefaksi

Analisa potensi liquefaksi secara kualitatif meliputi analisa menggunakan kriteria historis, kriteria geologis, dan kriteria karakteristik tanah. Analisa kriteria historis menggunakan penelitian pasca-gempa, ditemukan bahwa liquefaksi sering terjadi

pada lokasi yang sama jika kondisi tanah tidak berubah. Khususnya fenomena liquefaksi ini mendapatkan perhatian dari masyarakat Indonesia bahkan dunia karena peristiwa aliran lumpur saat liquefaksi telah memporak porandakan infrastruktur maupun perumahan dalam skala yang massive dan membuat langsung kejadian tersebut (Paulus, 2018). Penelitian kasus historis tersebut dapat digunakan untuk mengetahui kerentanan liquefaksi.

Berdasarkan beberapa pemaparan dan hasil interview mendalam dengan beberapa pihak, sebenarnya kejadian liquefaksi di area Palu ini sudah berlangssung lama dan telah menjadi pembicaraan diantara orang tetua suku Kaili (suku lokal). Para tetua menyebut liquefaksi ini sebagai *'Nalodo'*. Istilah tersebut tentunya sudah diketahui dan menjadi cerita turun-temurun, yang mestinya menjad peringatan untuk kita agar menyiapkan manajemen mitigasi yang lebih baik daripada yang sudah ada saat ini.

Rapid Impact Compaction

Rapid Impulse Compaction (RIC) adalah teknik perbaikan tanah di mana hammer dijatuhkan dari ketinggian tertentu (maks. 1,2 meter) ke *compaction foot* dengan diameter 1,5-meter secara *rapid*. Peralatan pemadatan akan memantau baik jumlah total pukulan dan penurunan tanah sebagai akibat dari setiap pukulan, pada setiap titik pemadatan, melalui sensor dan sistem pencatatan *data electronic on-board*.

Pekerjaan pemadatan dengan metode *Rapid Impulse Compaction* (RIC) merupakan metode untuk perbaikan tanah sampai ke kedalaman sedang. Dengan sistem ini tanah dapat dipadatkan dengan cepat dan ekonomis. Metode RIC dimaksudkan untuk meningkatkan kepadatan tanah sehingga daya dukung tanah asli yang lepas atau lunak juga meningkat. Pekerjaan pemadatan tanah dengan metode RIC juga dapat dimaksudkan untuk mempercepat proses penimbunan karena dapat memadatkan tanah dengan ketinggian sampai dengan 5 m tergantung dari kondisi tanah timbunan. Dengan persiapan yang matang, kegiatan konstruksi dengan menggunakan RIC dapat dilakukan lebih cepat daripada menggunakan alternatif perbaikan tanah lainnya karena sistem ini sangat efisien.

Vibrated Stone Column

Pekerjaan kolom batu vibrasi atau *vibrated stone column* adalah jenis perbaikan tanah dalam dimana alat penggetar atau vibrator digunakan untuk membentuk kolom batu secara menerus dari kedalaman maksimum penetrasi sampai ke permukaan tanah, dan karenanya untuk membentuk struktur kolom batu harus memiliki kekuatan dan kekakuan meningkat dibandingkan dengan tanah yang tidak diperbaiki. Metoda ini digunakan untuk memastikan stabilitas tanah dalam terjaga dan cenderung seragam. Beberapa metode pelaksanaan kolom batu antara lain adalah:

1. Proses kering (dengan) penghubung atas atau *dry top-feed process*.
2. Proses basah atau *wet process*.
3. Proses kering (dengan) penghubung bawah atau *dry bottom-feed process*.

Dalam pelaksanaan, proyek rehabilitasi dan rekonstruksi ini harus dilakukan pengendalian agar pekerjaan dapat diselesaikan secara optimal. Apabila diperlukan dapat menggunakan berbagai model dan pendekatan optimasi, salah satunya dengan menggunakan *artificial intelligence* dan *data mining*. Sedangkan pada industri konstruksi, data mining terbukti mampu memprediksi produktivitas pekerjaan tanah pada proyek pembangunan infrastruktur transportasi yang kemudian dioptimalkan dengan pendekatan algoritma genetika (Rifai, Latief, & Rianti, 2018).

ISSN 2962-2697
Vol. 2, No. 1, Juli 2022

Pekerjaan Pelaksanaan Jalan

Pekerjaan yang tercakup dalam paket ini umumnya meliputi pekerjaan rehabilitasi sepanjang 3,74 Km, rekonstruksi 18,20 Km, pemeliharaan rutin jalan 24,95 M, pemeliharaan rutin jembatan sepanjang 265,05 Km. Hal ini untuk memastikan bahwa penurunan kondisi jalan di jalan akses Palupi - Simoro, Kalukubula - Kalawara, Biromaru - Palolo dan Huntap, dapat dikembalikan dalam kondisi kestabilan sesuai dengan kinerja yang dibutuhkan. Kegiatan ini dimaksudkan agar jalan dan jembatan dapat digunakan dan berfungsi dengan baik serta selalu dalam kondisi pelayanan yang stabil dan stabil serta memenuhi indikator kinerja jalan dan jembatan sebagaimana dipersyaratkan.

Penyedia jasa harus sudah melakukan pemeriksaan lapangan secara cermat selama masa mobilisasi dan mengetahui kondisi sebenarnya di lapangan dengan memperhatikan volume lalu lintas, fungsi jalan, umur rencana jalan selama masa kontrak/konstruksi, pengamatan. dan pengukuran geometri jalan dan lingkungan sekitar jalan, pemeriksaan kondisi permukaan jalan, longsoran salju, kondisi jembatan di sepanjang Jalan yang ditangani dan pengguna jembatan pada saat pelelangan.

Pekerjaan ini juga mencegah hilangnya kualitas yang terlalu cepat atau mencegah kerusakan jalan yang lebih parah akibat beban pasca gempa dan tsunami, pada pekerjaan rutin jembatan seperti membersihkan saluran air dan lubang drainase, pembuangan kotoran dan sampah pada sambungan ekspansi, pengecatan sederhana, dan pembuangan sampah yang menumpuk dan / atau endapan / endapan tanah akibat banjir sungai untuk menjaga kondisi pelayanan jembatan agar dapat berfungsi kembali seperti semula.



Gambar 4. Pekerjaan di lokasi liquefaksi

Gambar di atas menunjukan kegiatan rekonstruksi pembangunan jalan di area liquefaksi. *Alignement* jalan eksisting yang sudah tidak terlihat lagi akibat kejadian bencana, menuntuk pihak pelaksana untuk menarik garis baru dan berpotensi terjadinya sengketa lahan. Selain itu trauma terhadap kejadian yang sama memerlukan langkah *trauma healing* yang tepat. Terakhir adalah tetap harus memperhatikan potensi terjadinya kembali kejadian yang sama di kemudian hari.

Kegiatan *action research* implementasi rehabilitasi dan rekonstruksi jalan pasca bencana ini adalah tindakan perbaikan perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasinya digarap secara sistematik dan sistematik sehingga validitas dan reliabilitasnya mencapai tingkatan riset yang dapat dipertanggungajawabkan. *Action research* dalam penelitian ini juga yang mencakup siklus aksi, yang mendasarkan pada refleksi; umpan balik (*feedback);* bukti (*evidence*); dan evaluasi atas aksi manajemen kebencanaan sebelumnya dan situasi sekarang. Proses rehabilitasi dan rekonstruksi dapat memberikan andil pada pemecahan masalah praktis dalam situasi problematik yang mendesak dan pada pencapaian pengembalian kondisi menuju normal. Hasil penelitian yang bersifat dari waktu ke waktu, antara "*finding*" pada saat penelitian, dan "*action learning*". Tulisan ini dengan *action research* ini memperlihatakan menghubungkan yang *inline* antara teori dengan praktek yang dilaksanakan dalam manajemen kebencanaan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang bersifat dari waktu ke waktu, antara "*finding*" pada saat penelitian, dan "*action learning*" dengan pendekatan *action research*, memperlihatakan menghubungkan yang *inline* antara teori dengan praktek yang dilaksanakan dalam manajemen kebencanaan. Proses perencanaan rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana ini telah memperhatikan tahapan manajemen kebencanaan berupa pemulihan, *trauma healing*, sampai dengan rehabilitasi dan rekonstruksi secara permanen. Selanjutnya ada hal yang sangat menarik yaitu implementasi pekerjaan *vibrated stone column* pada lokasi liquefaksi. Penanganan ini memang tidak diatur secara tegas dalam perancanangan jalan seperti biasanya, namun Langkah ini merupakan terobosan dalam implementasi rehabilitasi dan rekonstrusi.

DAFTAR PUSTAKA

Bellier, O., Sebrier, M., Beaudouin, T., Villeneuve, M., Braucher, R., Bourles, D., . Pratomo, I. (2001). High slip rate for low seismicity along the Palu-Koro active fault in central Sulawesi (Indonesia). *Terr. Nova*, 463-470.

Firmansyah, J., & Irsyam, M. (1999). Development of Seismic Hazard Map for Indonesia. *Konferensi Nasional Rekayasa Kegempaan di Indonesia.* Bandung: ITB.

Mallick, R., Lindsey, E. O., Kuo, Y. T., Zeng, H., Feng, G., Wang, T., & Hill, E. (2018). Large Shallow Slip Along the Palu-Koro Fault Associated with Supershear Rupture. *In AGU Fall Meeting Abstracts*.

Paulus. (2018). *Laporan Bencana Gempa, Tsunami, dan Liquefaksi di Palu, Sigi, dan Donggala.* Bandung: Unpar.

Rifai, A. I., Latief, Y., & Rianti, L. S. (2018). Data mining applied for earthworks optimization of a toll road construction project. *MATEC Web of Conferences Vol. 195,* (p. p. 04019). Solo: EDP Sciences.

Socquet, A., Hollingsworth, J., Pathier, E., & Bouchon, M. (2019). Evidence of supershear during the 2018 magnitude 7.5 Palu earthquake from space geodesy . *Nature Geoscience, 12(3),* , 192.

Thein, P. S., Pramumijoyo, S., Brotopuspito, K. S., Kiyono, J., Wilopo, W., Furukawa, A., & Putra, R. R. (2015). Estimation of S-wave velocity structure for sedimentary layered media using microtremor array measurements in Palu City, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences, 28*, 595-605.

Thein, P., Pramumijoyo, S., Brotopuspito, K., Kiyono, J., Wilopo, W., Setianto, A., & Furukawa, A. (2014). Estimation of Seismic Ground Motion and Shaking Palu City, Central Sulawesi Province, Indonesia. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Geological and Enviromental Engineering, Vol 8, No. 5*.

USGS. (2021, May 01). *USGS.gov*. Retrieved from https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map,

Widyaningrum, R. (2012). *Penyelidikan Geologi Teknik Potensi Liquefaksi Daerah Palu, Provinsi Sulawesi Tengah.* Bandung: Pusat Sumber Daya Air Tanag dan Geologi Lingkungan