



ISBN: 978-979-98659-6-0



KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL KE-13

PROSIDING

**Volume I:
Struktur, Material, Manajemen Rekayasa Konstruksi**

Banda Aceh, 19-21 September 2019

**“Inovasi Sains dan Teknologi dalam Penerapan
Infrastruktur Berbasis Mitigasi Bencana dan
Berwawasan Lingkungan”**

ISBN: 978-979-98659-6-0

PROSIDING

KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL KE-13

[KoNTekS-13]

VOLUME I

Struktur, Material, Manajemen Rekayasa Konstruksi

Inovasi Sains dan Teknologi dalam Penerapan
Infrastruktur Berbasis Mitigasi Bencana dan
Berwawasan Lingkungan

Banda Aceh, 19-21 September 2019

**Benazir, Luky Handoko, Han Ay Lie, Widodo Kushartomo,
Ahmad Muhajir, Alfi Salmannur, Nina Shaskia, Yulfa Devi
Muhaira, Cut Izzah Kemala, Shofiyah Putri Anjani**

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS SYIAH KUALA

Jl. Syeh Abdurrauf No. 7 Darussalam, Banda Aceh, 23111 Indonesia.

Phone: (0651) 7552222

Email: tekniksipil@unsyiah.ac.id

PENYELENGGARA DAN SPONSORSHIP KEGIATAN

KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL KE-13 (KoNTekS-13)

Diselenggarakan oleh:



Didukung oleh:



Disponsori oleh:



Banda Aceh, 19-21 September 2019

Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) - 13

"Inovasi Sains dan Teknologi dalam Penerapan Infrastruktur Berbasis Mitigasi Bencana dan Berwawasan Lingkungan"

PROSIDING KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL (KONTEKS) KE-13 "Inovasi Sains dan Teknologi dalam Penerapan Infrastruktur Berbasis Mitigasi Bencana dan Berwawasan Lingkungan"

Pengarah	: Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Eng.	(Rektor Universitas Syiah Kuala)
Pelindung	: Dr. Ir. Taufiq Saidi, M.Eng.	(Dekan Fakultas Teknik)
Penanggung Jawab	: Dr. Teuku Budi Aulia, S.T., Dipl.Ing.	(Ketua Jurusan Teknik Sipil)
Ketua	: Dr. Renni Angraini, S.T., M.Eng.	
Sekretaris	: Dr. Anita Rauzana, S.T., M.T.	
Bendahara	: Dr. Halida Yunita, S.T., M.T.	

Reviewer

Prof. Dr. Ir. Munirwansyah, M.Sc.	Dr. Eng. Sugiarto, S.T., M.Eng.
Prof. Dr. Azmeri, S.T., M.T.	Dr. Anita Rauzana, S.T., M.T.
Prof. Ir. Djoko Legono, Ph.D.	Dr. Nora Abdullah, S.T., M.Eng.
Prof. Dr. Ir. Sofyan M. Shaleh, M.Sc.Eng.	Dr. Muhammad Ramdhan Oliy, S.T., M.Sc.
Dr. -Ing Ir. Teuku Budi Aulia, Dipl. Ing.	Dr. I Gusti Lanang Bagus Eratodi, S.T., M.T.
Dr. Renni Angraini, S.T., M.Eng.	Dr. Hasdinar Umar, S.T., M.T.
Dr. Ir. Mochammad Afifuddin, M.Eng.	Dr. Ir. Dwi Prasetyanto, M.T.
Dr. Yunita Idris, S.T., M.Eng.Structure	Dr. Ir. Djoko Suwarno, M.Si.
Dr. Ir. Muttaqin, M.T.	Nurisra, S.T., M.T.
Dr. Devi Oktaviana Latif, S.T., M.Eng.	Daniel Hartanto, S.T., M.T.
Dr. Yulia Hayati, S.T., M.Sc.	Ir. Maimun Rizalihadi, M.Sc.Eng.
Dr. Mawiti Infantri Yekti, S.T., M.T.	Fachrurrazi, S.T., M.T.
Dr. Ir. Eldina Fatimah, M.Sc.	I Putu Gustave Suryantara, S.T., M.Eng.
Dr. Kuswandj, S.T., M.T.	Muhammad Ahlan, S.T., M.Sc.
Dr. David S.V.L. Banggana, S.T., M.T.	Febriyanti Maulina, S.T., M.T.
Dr. Eng. Syamsidik, S.T., M.Sc.	Surya Bermansyah, S.T., M.T.
Dr. Yusria Darma, S.T., M.Sc.Eng	Reza P. Munirwansyah, S.T., M.Sc.
Dr. Cut Zukhrina Oktaviani, S.T., M.T.	Irda Yunita, S.T., M.Sc.
Dr. Munira Sungkar, S.T., M.T.	Gede Pringgana, S.T., M.T., Ph.D.
Dr. Halida Yunita, S.T., M.T.	Juliana Fisaini, S.T., M.T.
Dr. Lisa Oksri Nelfia, S.T., M.T, M.Sc.	Zahra Amalia, S.T., M.Eng.

Editor

Dr. Benazir, S.T., M.Eng.
Dr. Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng.
Prof. Dr. Ir. Han Ay Lie, M.Eng.
Dr. Widodo Kushartomo, S.Si., M.Si.
Ahmad Muhajir, S.T., M.Eng.Sc.
Alfi Salmannur, S.T., M.T.
Nina Shaskia, S.T., M.Sc.
Yulfa Devi Muhaira
Cut Izzah Kemala
Shofiyah Putri Anjani

Penerbit

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS SYIAH KUALA
Jl. Syeh Abdurrauf No. 7 Darussalam, Banda Aceh, 23111 Indonesia.
Phone: (0651) 7552222, email: tekniksipil@unsyiah.ac.id.

PRAKATA TIM EDITOR

Assalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah telah selesainya penyusunan prosiding dari makalah-makalah yang disajikan dalam Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) ke-13 dengan Tema:

“Inovasi Sains dan Teknologi dalam Penerapan Infrastruktur Berbasis Mitigasi Bencana dan Berwawasan Lingkungan”

Penyuntingan (*editing*) makalah hanya sebatas pada tata tulis atau format penulisan, di antaranya batas tepi, penomoran isi, penomoran halaman, penomoran gambar, penomoran tabel, spasi, font, dan kesalahan pengetikan. Penyuntingan tidak mengubah isi dari makalah sehingga keaslian, pengambilan sumber referensi, dan mungkin terjadi (seandainya) plagiat atas karya orang lain merupakan tanggung jawab penulis yang bersangkutan.

Semoga semua pihak dapat memaklumi dengan kondisi tersebut. Diucapkan terima kasih atas bantuan semua pihak yang terlibat sehingga proses penyuntingan untuk Prosiding Seminar Nasional ini dapat diselesaikan, disusun, dan diterbitkan.

Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Banda Aceh, 19 September 2019

Tim Editor

STEERING COMMITTEE

Han Ay Lie, Ir., M.Eng., Dr., Prof. (UNDIP)
Leksmono Suryo Putranto, M.T., Ph.D., Prof. (UNTAR)
Manlian Ronald A. Simanjuntak, ST., M.T., Dr., Prof. (UPH)
Stefanus Adik, Ph.D., Prof. (UNS)
Yoyong Arfiadi, Ir., M.Eng., Ph.D., Prof. (UAJY)
Anissa Maria Hidayati, Ir., M.T., Dr. (UDAYANA)
Bambang E. Yuwono, Ir., Dr. (USAKTI)
Dwi Prasetyanto, Ir., M.T., Dr. (ITENAS)
Emma Akmalah, Ph.D. (ITENAS)
A.P. Candra Dharmayanti, S.T., M.Sc., Ph.D. (UDAYANA)
Gede Pringgana, S.T., M.T., Ph.D. (UDAYANA)
Herman, Ir., M.T., Dr. (ITENAS)
I Ketut Sudarsana, S.T., Ph.D. (UDAYANA)
Dwijoko Anusanto, Ir., M.T., Dr. (UAJY)
Jack Wijayakusuma, Dr.-Ing. (UPH)
Koesmargono, Ir., M.C.M., Ph.D. (UAJY)
Luky Handoko, S.T., M.Eng., Dr.Eng. (UAJY)
Mawiti Infantri Yekti, S.T., M.T., Dr. (UDAYANA)
Muhammad Abduh, Ir., M.T., Ph.D. (ITB)
Niken Silmi Suryandari, S.T., M.T., Dr. (UNS)
Onnyxiforus Gondokusumo, Ir., M.Eng., Dr. (UNTAR)
Rintis Hadiani, Ir., M.T., Dr. (UNS)
Sholihin As'ad, Ir., M.T., Dr. (UNS)
Sugeng Wijanto, Ir., M.Eng., Ph.D. (USAKTI)
Trihono Kadri, Ir., M.S., Dr. (USAKTI)
Wati Asriningsih Pranoto, Ir., M.T., Dr. (UNTAR)
Widodo Kushartomo, S.Si., M.Si., Dr. (UNTAR)
Wiryanto Dewobroto, Ir., M.T., Dr. (UPH)
Yessi Nirwana Kurniadi, S.T., M.T., Ph.D. (ITENAS)
Yuki Achmad Yakin, S.T., M.T., Dr. (ITENAS)
Teuku Budi Aulia, Dr.-Ing Ir., Dipl.Ing (UNSYIAH)
Bambang E. Yuwono, Ir., Dr. (USAKTI)
Lisa Oksri Nelfia, S.T., M.T, M.Sc. Dr. (USAKTI)
Daniel Hartanto, S.T., M.T. (UNIKA Soegijapranata)
Hermawan, S.T., M.T., Dr. (UNIKA Soegijapranata)
Djoko Suwarno, Ir., M.Si., Dr. (UNIKA Soegijapranata)
Maria Wahyuni, Ir., M.T., Dr. (UNIKA Soegijapranata)
Budi Santosa, Ir., M.T. (UNIKA Soegijapranata)

KATA SAMBUTAN

KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS SYIAH KUALA



Assalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat-Nya yang berlimpah maka Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) ke-13 dapat diselenggarakan pada tanggal 19-21 September 2019 di Banda Aceh.

Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) adalah pertemuan ilmiah tahunan di bidang teknik sipil yang telah diselenggarakan sejak tahun 2007. Penyelenggaraan KoNTekS diinisiasi oleh Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY) yang kemudian semakin berkembang sehingga akhirnya terbentuk konsorsium sebagai penyelenggara KoNTekS. Hingga saat ini konsorsium beranggotakan Program Studi dari Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY), Universitas Pelita Harapan (UPH), Universitas Udayana (UNUD), Universitas Trisakti (USAKTI), Universitas Sebelas Maret (UNS), Institut Teknologi Nasional (ITENAS), Universitas Tarumanagara (UNTAR), Universitas Katolik Soegijapranata, dan Universitas Syiah Kuala (UNSYIAH). Konsorsium ini merupakan wadah kerjasama antar Program Studi Teknik Sipil yang menjadi anggotanya di mana kegiatannya akan terus dikembangkan sehingga mampu memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi dunia Teknik Sipil di Indonesia. Selain itu, KoNTekS telah mendapat dukungan sepenuhnya dari Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI) dan telah dijadikan konferensi tahunan BMPTTSSI. Pada penyelenggaraan KoNTekS-13, konsorsium mempercayakan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala sebagai host dalam penyelenggaraan konferensi nasional ini. Mengacu pada perkembangan industri konstruksi dengan memperhatikan aspek mitigasi kebencanaan dan isu lingkungan, maka konferensi nasional ini dipilih dengan tema: “Inovasi Sains dan Teknologi dalam Penerapan Infrastruktur Berbasis Mitigasi Bencana dan Berwawasan Lingkungan”.

Dalam menyukseskan agenda ilmiah ini, banyak pihak yang terlibat. Maka dengan itu, kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada Rektor Universitas Syiah Kuala, Dekan Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Komite Ilmiah dan para Reviewer KoNTekS 13, Moderator, dan semua pihak sponsor yang telah mendukung kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga dihanturkan kepada Bapak/Ibu presenter yang sudah bersedia mengirimkan makalah dan dipresentasikan pada kegiatan ini. Serta terima kasih juga saya ucapkan kepada para peserta yang sudah meluangkan waktu untuk hadir pada acara ini. Terakhir, terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang sudah mendukung kegiatan ini yang tidak bias disebut satu-persatu sehingga acara ini dapat terlaksana.

Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) - 13

“Inovasi Sains dan Teknologi dalam Penerapan Infrastruktur Berbasis Mitigasi Bencana dan Berwawasan Lingkungan”

Akhir kata, saya ucapkan terima kasih kepada panitia yang telah bekerja keras selama persiapan dan prosesi konferensi ilmiah ini. Semoga hasil dari konferensi ini dapat menjadi sumbangan pemikiran untuk riset dan profesi Teknik Sipil dalam mendukung pembangunan yang berkelanjutan.

Banda Aceh, 19 September 2019

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala



Dr. -Ing Ir. Teuku Budi Aulia, Dipl. Ing.

KATA SAMBUTAN

KETUA PANITIA KONTEKS KE-13



Assalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Pertama-tama saya ingin menyampaikan syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga acara Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) ke-13 dapat terlaksana dengan baik pada tanggal 19-21 September 2019. Serta shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat beliau.

KoNTekS ke-13 ini mengambil tema:

“Inovasi Sains dan Teknologi dalam Penerapan Infrastruktur Berbasis Mitigasi Bencana dan Berwawasan Lingkungan”

Pada KoNTekS ke-13 ini menghadirkan keynote speakers dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), Universitas Gadjah Mada, Institut Teknologi Bandung, dan Universitas Syiah Kuala. Lebih dari 200 makalah dipresentasikan pada pertemuan ilmiah ini dari berbagai universitas di Indonesia dan praktisi. Makalah tersebut terdiri dari konsentrasi struktur, material, manajemen konstruksi, geoteknik, transportasi, infrastruktur, hidroteknik, lingkungan, dan mitigasi bencana.

KoNTekS juga didukung oleh Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI), yang bertujuan untuk mewujudkan penyelenggaraan materi kuliah dan proses pembelajaran yang setara bagi seluruh prodi Teknik Sipil di seluruh Indonesia. Sebagai penyelenggara KoNTekS kali ini, kami merasa bangga dengan kepercayaan yang diberikan oleh BMPTTSSI ini. Apalagi Rapat Bamus XII juga diselenggarakan bersamaan dengan kegiatan KoNTekS ini, untuk membahas mengenai perkembangan kurikulum prodi Teknik Sipil dan memilih lokasi penyelenggaraan KoNTekS ke-14 tahun depan.

Terselenggaranya konferensi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Saya ingin berterima kasih kepada para sponsor yang telah mendukung secara moril dan finansial sehingga pelaksanaan acara KoNTekS ke-13 ini dapat berjalan dengan sukses.

Selaku Ketua Panitia, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada jajaran pimpinan Universitas/Fakultas/Jurusan atas kepercayaan yang diberikan kepada saya. Saya juga mengucapkan ribuan terima kasih pada panitia yang telah berjuang dan mencurahkan segenap tenaga, waktu, serta pikiran untuk mensukseskan Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) ke-13 ini. Tanpa kerjasama yang baik, maka acara KoNTekS ke-13 ini tidak akan berjalan dengan

Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) - 13

“Inovasi Sains dan Teknologi dalam Penerapan Infrastruktur Berbasis Mitigasi Bencana dan Berwawasan Lingkungan”

lancar. Oleh karenanya saya sangat mengapresiasi apa yang telah dikerjakan oleh para panitia. Sekali lagi terima kasih saya ucapkan dari lubuk hati saya yang paling dalam.

Akhir kata, kami ucapkan selamat berseminar kepada segenap presenter, pemakalah, dan peserta. Semoga konferensi ini memberi hasil yang bermanfaat bagi perkembangan industri konstruksi dan pendidikan Teknik Sipil di Indonesia. Atas nama panitia, saya juga mohon maaf yang sebesar-besarnya jika ada hal yang kurang dalam penyelenggaraan KoNTekS ke-13 ini.

Banda Aceh, 19 September 2019

Wassalam,



Dr. Renni Anggraini, S.T., M.Eng.

DAFTAR ISI

VOLUME I

PENYELENGGARA DAN SPONSORSHIP KEGIATAN	i
SUSUNAN KEPANITIAAN.....	ii
PRAKATA TIM EDITOR.....	iii
STEERING COMMITTEE	iv
KATA SAMBUTAN KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS SYIAH KUALA	v
KATA SAMBUTAN KETUA PANITIA KONTEKS KE-13	vii
DAFTAR ISI.....	ix
TEMA A: STRUKTUR	1
Analisis Kapasitas Balok Komposit dengan Penghubung Geser Kanal Baja Menggunakan Program Bantu Elemen Hingga (Gati Annisa Hayu, Ahmad Miftah Azis, Syamsul Arifin).....	2
Analisis Balok Kontinu pada Struktur Cerobong (<i>Chimney</i>) akibat Beban Gempa (Anwar Dolu dan Amrinsyah Nasution).....	12
Pemodelan Balok Beton Bertulang yang Diperkuat dengan Metode <i>Deep Embedment</i> Menggunakan Software Berbasis Elemen Hingga (Ridwan, Alfian Kamaldi, Yaser Jemaa, Muhammad Rizki, Wan Muhammad Nurhud, Alex Kurniawandy)	24
Kegagalan Struktur Bangunan di Kota Palu dan Kabupaten Sigi Pasca Gempa 28 September 2018 (Shyama Maricar, Anwar Dolu, Agus Rivani).....	32
Perkuatan dan Rehabilitasi Struktur Dermaga (Studi Kasus Dermaga Kaimana Papua Barat) (Ignatius Sudarsono dan Dani Setiawan).....	39
Kajian Perbandingan Jembatan Pelengkung Baja Tipe <i>Through Arch</i> dengan Tipe <i>Half-Through Arch</i> (Bernardinus Herbudiman, Amatulhay Pribadi, Dita Permatasari)	46
Kajian Perbandingan Jembatan <i>Cable Stayed</i> Sistem Satu Bidang dengan Sistem Dua Bidang (Amatulhay Pribadi, Bernardinus Herbudiman, Miftahul Jannah)	55
Analisis Numerik Paparan Panas pada Bata Ringan Menggunakan Program LUSAS V17 (Abrar Rifqi Pratama, Reni Suryanita, Ismediyanto)	63
Analisis Statis Jembatan Gantung Pejalan Kaki dengan Tiga Variasi Kedalaman Lengkungan Kabel (Muttaqin Hasan, M. Arief Rahman Panjaitan, Rusmala Nurdianti).....	71
Pengembangan Aplikasi DEPS untuk Pembelajaran Perencanaan Struktur Baja dengan Metode <i>Flipped Classroom</i> (Ruri Damayanti, Ronny H. Purba, M. David Marsal, Irwan Janwar, Fina Febriana, Mahmudah).....	79

Pengaruh Ukuran Butiran Maksimum Agregat Halus terhadap Modulus Elastisitas dan Kuat Tarik Belah <i>Reactive Powder Conceret</i> (Widodo Kushartomo, Henny Wiyanto, Albert, William Kurniawan)	345
Studi Experimental Karakteristik Campuran Aspal Beton (AC – WC) Menggunakan Liquid Asbuton dengan Penambahan Serpih Sampah Plastik (Achmad Zultan Mansur dan Daud Nawir).....	350
Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC Menggunakan Pasir Besi dan Liquid Asbuton dengan Variasi Penambahan Aspal Minyak Penetrasi 60/70 (Daud Nawir dan Achmad Zultan Mansur)	360
Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Katalis terhadap Kenaikan Permukaan pada Bata Ringan ULC (Ahmad Hamidi dan Neri Puspita Sari).....	370
Pengaruh Variasi Kadar <i>Fly Ash</i> pada Beton <i>Heated Styrofoam</i> sebagai Substitusi Agregat dalam Sifat Mekanik Beton Ringan (Angelina Eva Lianasari, Andi Prasetyo Wibowo, Trevi Arga Kurniawan, Zaki Adhi Wiransyah M)	377
Pemanfaatan Bubuk Terak Nikel sebagai Substitusi Parsial Semen pada Beton Normal (L. Oksri-Nelfia, Reynaldi Akbar, Sotya Astutiningsih)	386
Analisis Perilaku Portal Bidang Baja Hollow yang Diisi Mortar FAS 0.4 dengan Variasi Tinggi Portal (Mochammad Afifuddin, Huzaim, Mursal).....	395
Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan <i>Fly Ash</i> sebagai Pengganti Sebagian Semen pada Bata Ringan Jenis CLC (Ita Lopang, Rachmansyah, Hardi Kurniawan)	402
Studi Eksperimental Beton <i>Geopolymer</i> dengan Kuat Tekan Tinggi (Afni Kurniati Tambing, Rachmansyah, Hardi Kurniawan, Richard Kano, Ita Lopang).....	413
Karakteristik Campuran HRS – Base Menggunakan Bubuk Dolomit sebagai Filler (Rais Rachman).....	421
Campuran HRS-WC Menggunakan Agregat Batu Gunung Desa Palipu Kecamatan Mengkendek Tana Toraja (Alpius).....	430
Pengaruh Penggunaan Semen PCC terhadap Karakteristik Beton di Lingkungan Asam Sulfat (Rita Irmawaty, Herman Parung, Mukhlis Hamid).....	441
TEMA C: MANAJEMAN KONSTRUKSI.....	449
Analisis Infrastruktur Pariwisata: Kasus di Yogyakarta (Peter F Kaming, Triapriano Kaidu, Fritwel R. Payung, Carlo Salenus).....	450
Evaluasi Sistem Proteksi Aktif dan Pasif sebagai Upaya Penanggulangan Bahaya Kebakaran pada Gedung Sekolah X Bandung (Katarina Rini Ratnyanati dan Yulia Trianisa)	462
Penerapan Metode Fast Track untuk Percepatan Waktu Pelaksanaan Pembangunan Gedung Intensif Terpadu RSSA Malang (Indah Wahyuning Tyas, dan Erik Tjandra Widjaksono).....	472
Ketentuan Mengenai Insentif dalam Kontrak Konstruksi – Kajian Literatur (Mifna A. Mutianisa dan Reini D. Wirahadikusumah).....	482

Pengaruh Gaya Kepemimpinan terhadap Kinerja Karyawan Perusahaan Jasa Konstruksi di Kota Denpasar (Ni Kadek Astariani, Gede Sumarda, Putu Doddy HA, IGM Sudika).....	492
Analisis Risiko Biaya Antara Kontrak Lumpsum dengan Kontrak Unit Price Menggunakan Metode Pohon Keputusan (Edi Mawardi dan Rinaldy)	501
Analisis Finansial Proyek Pembangunan Perumahan Graha Arum di Singaraja, Bali (Dewa Ketut Sudarsana, Ida Ayu Rai Widhiawati, Gede Hardi Purnawan)	512
Analisa Risiko Pelaksanaan Konstruksi Jalan Tol Cimanggis - Cibitung untuk Meningkatkan Kinerja Waktu (Mardiaman dan Indriyanto)	518
Risiko Bisnis Properti berdasarkan Perspektif Pengembang (Ignasius Komala dan Harijanto Setiawan).....	530
Analisis Perhitungan Depresiasi dan Biaya Sewa Alat Berat (Dian Febrianti dan Zakia)	537
Analisis Penggunaan Teknologi pada <i>Building Information Modeling</i> (BIM) dan Manfaatnya dalam Pengendalian Biaya pada Proyek Konstruksi (Ahmad Sulthan Yassar, Rafliis, Dewi Ritawanti)	545
Analisa Pekerjaan Ulang pada Proyek Konstruksi di PT.X (Hans Dermawan dan Rizki Nainggolan).....	551
Penggunaan <i>Building Information Modelling</i> (BIM) pada Bangunan Berkelanjutan dan Keuntungannya dalam Proses Pengendalian Biaya, Mutu, dan Waktu (Rafliis, Bambang Endro Yuwono, Julia Damayanti)	562
Penilaian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode Hirarc (Studi Kasus Proyek Hotel and Villa Impiana Ubud Bali) (Ni Komang Armaeni, I Putu Ari Sanjaya, I Wayan Gde Erick Triswandana)	569
Penerapan Aspek Manajemen Lingkungan Bangunan pada 3 Komplek Perumahan di Kota Banda Aceh (Buraida).....	576
Identifikasi Faktor Penyebab Keterlambatan Sumber Daya pada Pelaksanaan Konstruksi Gedung di Kota Palu (Fahirah F dan Fanti Susella).....	585
Variabel Kesuksesan Penerapan Struktur Vertikal Pola Rantai Pasok Pengadaan Proyek Konstruksi Jalan dan Jembatan (Josefine Ernestine Latupeirissa, Irwan Lie K W, Helen A I Sopacua)	591
Identifikasi Faktor yang Mempengaruhi Penentuan Prioritas Penanganan Jalan di Kota Palu (Fahirah F, Nirmalawati, Zulfikar).....	599
Analisis Keandalan Sistem Proteksi Kebakaran pada Gedung Dinas Registrasi Kependudukan Kota Banda Aceh (Aldina Fatimah, Firmansyah Rachman, Aldi Suharja).....	607
Kajian Manajemen Risiko dalam Proyek Kerjasama Pemerintah Swasta (KPS)/ Kerjasama Pemerintah Badan Usaha (KPBU) dengan Menggunakan Metode <i>House Of Risk</i> (HOR) (Putu Ika Wahyuni, Putu Gede Suranata, Putu Gde Erick Triswandana).....	618
Kajian Pembangunan Infrastruktur dalam Konektivitas Maritim Indonesia (Wulfram I. Ervianto)	626

Analisa Pekerjaan Ulang pada Proyek Konstruksi di PT.X

Hans Dermawan dan Rizki Nainggolan

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Krida Wacana, Jl. Tanjung Duren Raya No.4 Grogol
Jakarta Barat
Email: hans.dermawan@ukrida.ac.id, rizki.2014ts010@civitas.ukrida.ac.id

ABSTRAK

Pembengkakan biaya dan keterlambatan suatu proyek konstruksi terjadi akibat adanya pekerjaan ulang (*rework*). Pada kasus yang sama, pekerjaan ulang (*rework*) juga terjadi pada proyek konstruksi di PT. X. Pembengkakan biaya mencapai 10% dari total biaya proyek dan durasi keterlambatan mencapai 120 hari. Hal ini perlu dianalisa dengan mengetahui faktor-faktor dominan yang menjadi penyebab pekerjaan ulang (*rework*) agar pelaksanaan proyek-proyek selanjutnya pada PT.X dapat berjalan dengan baik. Pengumpulan data dengan studi literatur dan instrumen penelitian didistribusikan pada proyek yang sedang berjalan di PT.X. Data akan diuji dan dianalisis dengan metode analisis faktor. Hasil penelitian didapatkan 5 faktor dominan yaitu buruknya koordinasi desain dan dokumentasi, perencanaan *schedule* pekerjaan yang kurang baik oleh kontraktor, kurangnya pelatihan kepada pekerja, kekurangan tenaga kerja dan kurangnya manajemen kontraktor di proyek. Cara efektif untuk mengurangi *rework* dengan meningkatkan komunikasi, koordinasi, pengawasan dan dapat memajemen tenaga kerja yang sesuai dengan kapasitasnya.

Kata kunci: Pekerjaan ulang (*rework*), proyek konstruksi, analisis faktor.

1. PENDAHULUAN

Pada pelaksanaannya suatu proyek konstruksi gedung dapat mengalami sebuah kesalahan pekerjaan. Beberapa kesalahan yang terjadi mengakibatkan terjadinya pekerjaan ulang (*rework*). *Rework* adalah kegiatan dalam proyek yang dikerjakan berulang yang dapat menghilangkan kegiatan pekerjaan yang sebelumnya di luar dari bagian sumber daya pada proyek itu sendiri. Dampak dari terjadinya pekerjaan ulang tersebut membuat biaya dan durasi proyek menjadi bertambah (Fayek dkk, 2004). Menurut Love (2000), *rework* merupakan salah satu faktor utama pada pembengkakan biaya dan keterlambatan proyek. Kasus keterlambatan yang terjadi pada proyek-proyek konstruksi yang ada di Jakarta, salah satu penyebabnya adalah *rework* (Asmi dkk, 2016). Hal yang sama terjadi pada proyek di PT X yang berlokasi pada daerah Jalan Gunung Sahari, Jakarta Utara. Pada proyek tersebut telah mengalami *rework* yang cukup banyak. Salah satu pekerjaan *rework* yang dilakukan yaitu pada struktur balok. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan dimensi yang tidak sesuai dengan perencanaan. Berdasarkan pada kejadian tersebut, pelaksanaan proyek mengalami pembengkakan biaya mencapai lebih dari 10% terhadap biaya rencana awal dan adanya perlambatan penyelesaian proyek selama 120 hari kalender. Sehingga penanggulangan untuk meminimalisir terjadinya *rework* perlu dilakukan terhadap proyek-proyek yang dilaksanakan oleh PT. X agar pelaksanaan proyek lainnya dapat berjalan lebih baik. Permasalahan *rework* yang sering terjadi dan tidak dapat dihindari perlu dicari faktor-faktor yang dominan penyebab *rework* pada proyek konstruksi yang ada di PT.X untuk mendapatkan solusi dalam meminimalisir terjadinya *rework* pada proyek konstruksi di PT.X. Sehingga topik *rework* ini penting untuk dikaji lebih lanjut.

Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang dilakukan pada latar belakang, maka dapat di peroleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor dominan yang menjadi penyebab pekerjaan ulang (*rework*) pada proyek konstruksi di PT X.

2. Adanya hubungan antar faktor-faktor dominan penyebab pekerjaan ulang (*rework*) pada proyek konstruksi di PT X.
3. Memperoleh langkah atau tindakan untuk meminimalisir faktor-faktor dominan penyebab pekerjaan ulang (*rework*) pada proyek konstruksi di PT X.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui faktor-faktor dominan yang menjadi penyebab pekerjaan ulang (*rework*) pada proyek konstruksi di PT X.
2. Mengetahui seberapa besar hubungan antar faktor-faktor dominan penyebab pekerjaan ulang (*rework*) pada proyek konstruksi di PT X.
3. Mengetahui langkah atau tindakan untuk meminimalisir faktor-faktor dominan penyebab pekerjaan ulang (*rework*) pada proyek konstruksi di PT X.

Dengan dilakukannya penelitian ini dapat dijadikan suatu referensi untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya pekerjaan ulang (*rework*) pada pelaksanaan konstruksi. Diharapkan permasalahan *rework* yang terjadi dapat berkurang atau dapat diminimalisir sekecil mungkin. Dengan demikian pelaksanaan proyek konstruksi dapat berjalan lebih baik khususnya pada proyek di PT. X.

2. LANDASAN TEORI

Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan proyek pembangunan fisik yang tidak menghasilkan hanya untuk infrastruktur, namun juga dapat meliputi pembangunan fasilitas untuk swasta atau perorangan seperti perumahan, gedung, pabrik dan sebagainya (Pastiarsa, 2010). Berikut 4 (empat) karakteristik yang dimiliki suatu proyek (Husen, 2010);

- a. Kompleks
Kompleksitas proyek tidak dapat ditunjukkan berdasarkan besar kecilnya proyek karena tergantung dari pengelolaan yang dilakukan proyek tersebut. Kompleksitas proyek akan didasarkan pada penyimpangan yang dapat diterima, tingkat keunikan, sumber daya, hubungan internal dan eksternal pada proyek.
- b. Bersifat unik
Jenis proyek konstruksi memiliki keunikan tersendiri yang dapat disebabkan oleh lokasi, keadaan alam, penggunaan waktu dan biaya yang terbatas, peralatan yang digunakan serta SDM yang terlibat, sehingga carapenanggulangan dan pengelolaannya akan berbeda walau memiliki jenis konstruksinya sama..
- c. Sumber daya (*Resources*)
Pada setiap proyek membutuhkan sumber daya yang cukup untuk digunakan, seperti pekerja, uang, material, dan peralatan. Dalam penggunaan sumber daya harus dilakukan secara efektif dan tepat, hal ini dikarenakan sumber daya yang dimiliki yaitu terbatas, sehingga diperlukan pengendalian yang terukur dan tepat. Pada kenyataannya mengatur pekerja lebih sulit karena kemampuannya yang berbeda-beda.
- d. Organisasi
Penyusunan organisasi proyek didasarkan pada kebutuhan sistem manajemen proyek dalam mengelola tingkat kebutuhan dan kompleksitas proyek. Suatu organisasi harus memiliki program, tujuan yang jelas, sehingga kegiatan dilakukan maksimal oleh personel penanggung jawab masing-masing kegiatan dengan standar yang telah disepakati.

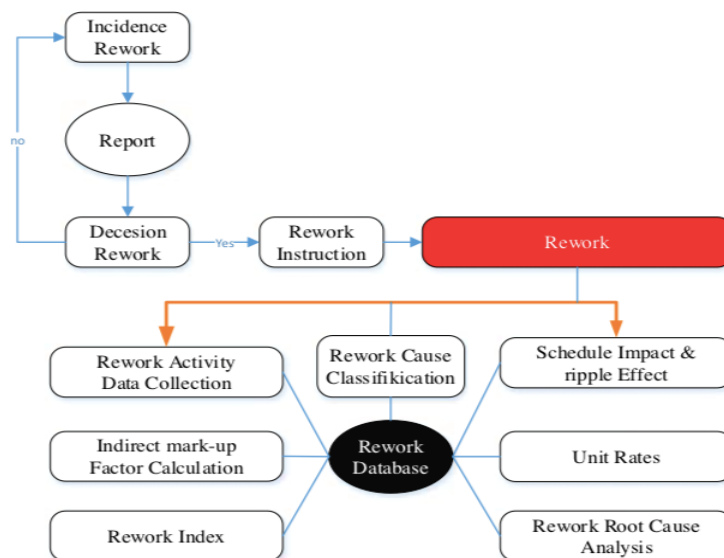
Pekerjaan Ulang (Rework)

Berikut merupakan beberapa definisi *rework*;

- a. Dalam KBBI, *rework* diartikan sebagai mengerjakan ulang, mengolah lagi, dan akan seterusnya dipakai.

- b. *Rework* adalah sesuatu kegiatan yang dilakukan setidaknya atau minimal satu kali lebih banyak, biasanya ketidak sesuaian dengan permintaan yang menjadi penyebab *rework* (Josephson, 2002).
- c. *Rework* merupakan suatu efek karena kegiatan penerapan yang tidak sesuai dengan rencana yang ditimbulkan dari kesalahan (CIDA, 1995).
- d. *Rework* adalah pekerjaan yang dilakukan berjumlah lebih dari sekali pada pelaksanaannya di lapangan ataupun kegiatan yang akan menggantikan pekerjaan yang sudah dilakukan sebelumnya pada pelaksanaan proyek (Love, 2002).
- e. *Rework* adalah kegiatan pekerjaan yang dilakukan lebih dari sekali di lapangan, ataupun kegiatan pekerjaan yang sudah selesai dilakukan pada sebelumnya akan dihilangkan pada pelaksanaan proyek (Fayek, 2004).

Untuk memastikan terjadinya *rework* pada proyek konstruksi, terdapat unsur-unsur yang perlu diperhatikan dan didiskusikan bersama pihak yang bertanggung jawab. Apabila pada pekerjaan tersebut sudah diputuskan terjadi *rework*, kemudian pada langkah berikutnya akan diinstruksikan secara lisan maupun tertulis untuk dilakukannya *rework*. Berikut tahapan terjadinya *rework* pada pelaksanaan proyek (Fayek, 2004):



Gambar 1. Proses identifikasi terjadinya *rework*

Apabila pada suatu pekerjaan akan dilakukan identifikasi *rework*, maka terdapat proses *rework duration*, dimana pada proses ini dibagi menjadi 3 (tiga) tahap kegiatan, diantaranya (Herdianto, 2015) ;

- a. *Standby*, pada kegiatan ini akan dilakukan proses identifikasi hingga selesai, sehingga instruksi untuk melakukan *rework* sudah dikeluarkan secara lisan maupun tertulis.
- b. *Rework*, pada tahap ini merupakan tahap dimulainya pekerjaan ulang pada suatu pekerjaan sesuai dengan instuksi yang sudah diberikan.
- c. *Gear up*, pada tahap ini seluruh aktifitas pekerjaan akan disesuaikan kembali dengan pekerjaan rencana yang dihentikan secara sementara akibat terjadinya *rework*.
- d. *Continuation of original activity* merupakan kelanjutan aktifitas pekerjaan lainnya sesudah pekerjaan *rework* yang telah selesai dan sudah dilakukan penyesuaian kembali dengan pekerjaan rencana tanpa terjadinya *rework*.

Pada penelitian ini, faktor-faktor sumber penyebab terjadinya *rework* akan bersumber pada hasil literatur yang sudah ada. Hal ini disebabkan oleh karakteristik masing-masing proyek yang dimiliki adalah unik. Sehingga setiap proyek dapat mengatasi setiap permasalahan dengan caranya sendiri. Berikut merupakan hasil identifikasi penyebab *rework* beserta literatur yang dipakai ;

Tabel 1. Faktor penyebab *rework*

Faktor Penyebab	Indikator
Desain dan Dokumentasi (Fendi, 2017)	Kesalahan desain (Fendi, 2017)
	Perubahan desain (Fendi, 2017)
	Detail gambar tidak jelas (Fendi, 2017)
	Kesulitan pelaksanaan di lapangan (Fendi, 2017)
	Kurangnya pengetahuan tentang karakter bahan (Fendi, 2017)
	Buruknya koordinasi desain dan dokumen (Fajri, 2017)
	Keadaan digambar dengan di lapangan tidak sesuai (Fajri, 2017)
Perencanaan dan Penjadwalan (Fendi, 2017)	Desain yg kurang memperhatikan mengenai kondisi pengerjaan di lapang (Nirmalawati, 2017)
	Jadwal yang terlalu padat (Fendi, 2017)
	Perubahan fungsi proyek (Fendi, 2017)
	Proses perencanaan produksi tidak melibatkan tenaga ahli (Hidayat, 2014)
Material dan Peralatan (Fendi, 2017)	Perencanaan <i>schedule</i> pekerjaan yang kurang baik oleh kontraktor (Ansori, 2016)
	Material mengalami kerusakan akibat penyimpanan (Fendi, 2017)
	Material salah kirim (Fendi, 2017)
	Material terlambat datang (Fendi, 2017)
	Material tidak berada di tempat yang dibutuhkan (Fendi, 2017)
	Penggantian material selama pembangunan (Fendi, 2017)
	Kurangnya jumlah peralatan (Fendi, 2017)
	Peralatan tidak sesuai dengan spesifikasi teknis yang disyaratkan (Irfan, 2012)
	Peralatan tidak berada dalam kondisi yang baik (Irfan, 2012)
	Kekurangan bahan/material konstruksi (Ansori, 2016)
Sumber Daya Manusia (Fendi, 2017)	Kesalahan pengelolaan material oleh kontraktor (Ansori, 2016)
	Kurangnya pelatihan kepada pekerja (Fendi, 2017)
	Pekerja kurang berpengalaman (Fendi, 2017)
	Pekerja kurang pengetahuan (Fendi, 2017)
	Banyaknya kerja lembur (Fendi, 2017)
	Kesalahan dan kelalaian pekerja (Fendi, 2017)
	Metode kerja yang salah (Fendi, 2017)
	Kekurangan tenaga kerja (Fajri, 2017)
Kepemimpinan dan Komunikasi (Fendi, 2017)	Bekerja tidak sesuai dengan metode kerja (Nirmalawati, 2017)
	Komunikasi yang tidak efektif antara konsultan pengawas dan kontraktor (Fendi, 2017)
	Komunikasi yang tidak efektif antara kontraktor dan pekerja (Fendi, 2017)
	Koordinasi buruk antar kontraktor (Fendi, 2017)
	Banyaknya subkon kontraktor yang terlibat dalam proyek (Fendi, 2017)
	Pengambilan keputusan yang buruk dari kontraktor (Fendi, 2017)
	Pengambilan keputusan yang buruk dari <i>owner</i> / MK (Fendi, 2017)
	Kurangnya manajemen kontraktor di proyek (Fendi, 2017)
	Kurangnya informasi lapangan (Fendi, 2017)
Buruknya alur informasi (Fendi, 2017)	
Inspeksi dan Instruksi (Fendi, 2017)	Kurangnya peran pemilik/ <i>owner</i> dalam pembangunan (Fendi, 2017)
	Kurangnya teamwork antara pemilik, <i>desainer</i> , kontraktor, <i>supplier</i> , dan pihak-pihak lain yang terkait (Fajri, 2017)
	Monitoring buruk dari kontraktor (Fendi, 2017)
	Monitoring buruk dari pengawas proyek (Fendi, 2017)
Engineering (Fendi, 2017)	Instruksi yang tidak jelas dari konsultan perencana (Fendi, 2017)
	Instruksi yang tidak jelas dari pengawas proyek (Fendi, 2017)
	Instruksi yang tidak jelas dari <i>owner</i> (Fendi, 2017)
Lingkungan Luar (Fendi, 2017)	Perubahan lingkup pekerjaan (Fendi, 2017)
	Kurangnya pengetahuan mengenai proses D & C (<i>Design & Construction</i>)
Kontrak (Fendi, 2017)	Kondisi cuaca yang buruk (Fendi, 2017)
	Pekerjaan tambahan yang diminta oleh <i>owner</i> (Ansori, 2016)

Analisis Faktor

Menurut Supranto, J (2009), analisis faktor mengklarifikasi variabel berdasarkan kategorinya sehingga tidak terdapat variabel bebas dan tergantung. Hal ini karena analisis faktor mencari hubungan interpedensi antar variabel agar dapat diidentifikasi dimensi-dimensi atau faktor-faktor penyusunnya. Sedangkan menurut Nisfianoor (2009), analisis faktor dapat membantu untuk mengetahui variabel mana saja yang sebenarnya sangat dekat atau mirip juga variabel yang benar-benar berbeda. Analisis faktor adalah salah satu perhitungan statistik yang digunakan untuk menganalisis dalam mereduksi atau mengurangi faktor-faktor yang akan berpengaruh pada variabel-variabel yang ada menjadi beberapa indikator saja, tanpa maksud untuk menghilangkan informasi penting. Pada dasarnya analisis faktor bertujuan untuk memperoleh faktor atau komponen penting yang mendapat menjelaskan semaksimal mungkin dari variasi data yang diperoleh sehingga setiap faktor tersebut dapat dijelaskan dengan detail. Analisis faktor dapat membantu untuk mengetahui variabel mana saja yang sebenarnya sangat dekat atau mirip, serta mana saja dari variabel yang benar-benar berbeda. Dalam analisis faktor ada beberapa nilai yang digunakan dalam menentukan variable yang dekat dan berbeda, diantaranya:

- a. *Measures of Sampling Adequacy (MSA)*
 Nilai MSA digunakan untuk melihat korelasi antar variabel *multivariate* atau biasa juga disebut dengan korelasi parsial. Pada MSA memiliki nilai yang bekisar antara 0 hingga 1, dengan ketentuan sebagai berikut (Santoso, 2006):
 Nilai MSA = 1,0; Variabel tersebut dapat dianalisa tanpa kesalahan variabel lain
 Nilai MSA > 0,5; Variabel tersebut dapat dianalisis lebih lanjut.
 Nilai MSA < 0,5; Variabel tersebut tidak bisa dianalisis lebih lanjut sehingga harus dihapus/dikeluarkan.
- b. *Kaiser Meyer Oikin (KMO) dan Bartlett’s Test*
 Pada nilai KMO akan digunakan untuk mengukur kecukupan sampling data untuk melakukan analisis faktor. Nilai ini membandingkan korelasi observasi dengan korelasi parsial. Dalam penelitian Widarjono (2010), penilaian KMO dibagi menjadi sebagai berikut:

Tabel 2. Penilaian KMO

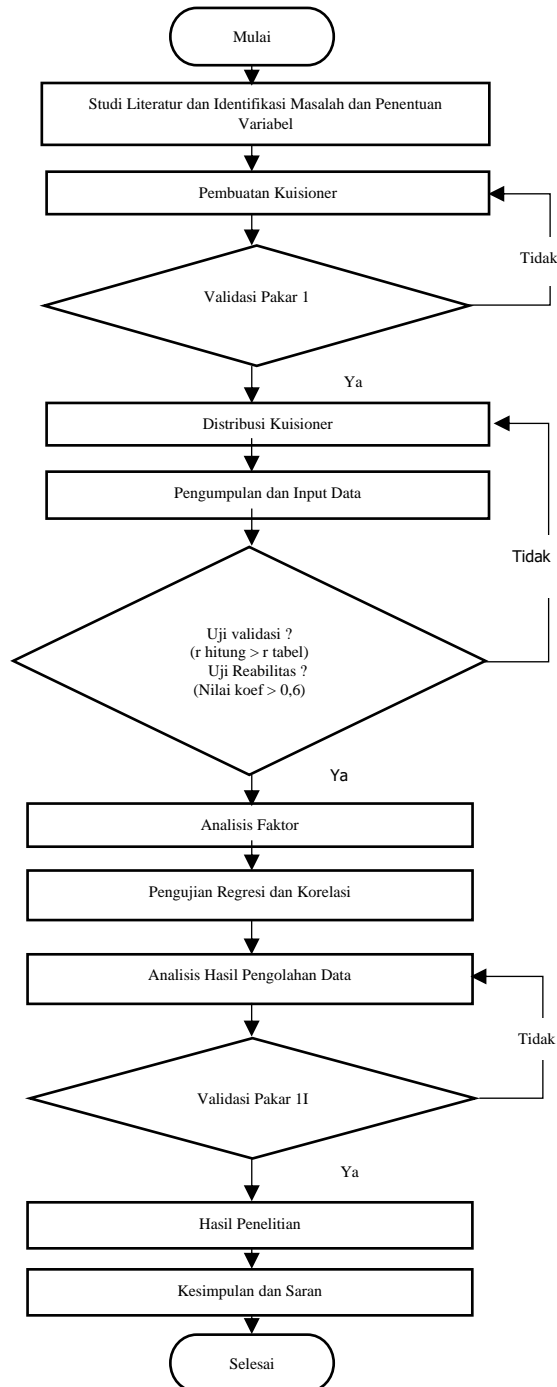
Rentang Nilai	Penilaian
$0,9 \leq KMO \leq 1,0$	Data sangat bagus untuk dilakukan analisis faktor
$0,8 \leq KMO \leq 0,9$	Data bagus untuk dilakukan analisis faktor
$0,7 \leq KMO \leq 0,8$	Data cukup bagus untuk dilakukan analisis faktor
$0,6 \leq KMO \leq 0,7$	Data kurang bagus untuk dilakukan analisis faktor
$0,5 \leq KMO \leq 0,6$	Data buruk untuk dilakukan analisis faktor
$KMO < 0,5$	Data tidak dapat diterima untuk dilakukan analisis faktor

- c. Uji Regresi
 Menurut Sarwono (2012), regresi merupakan suatu perhitungan statisitik untuk mengukur besarnya pengaruh keteracuan dalam menganalisis ketergantungan pada satu varibel atau lebih dengan tujuan untuk memprediksi rata-rata nilai variabel dalam kaitannya. Selanjutnya menurut Sugiyono (2013), menganalisis regresi bermaksud untuk meramalkan keadaan naik turun antara variabel terikat dengan variabel bebas (variabel bebas dapat lebih dari satu) sebagai faktor prediktornya.
- d. Uji Korelasi
 Menurut Sarwono (2012), korelasi adalah suatu teknik analisa yang termasuk dalam teknik asosiasi atau hubungan. Dalam pengujian korelasi memiliki manfaat untuk mengukur kuat hubungan antara dua variabel. Dalam pengujian korelasi dibagi menurut penggunaan skala-skala tertentu seperti skala interval atau ratio dilakukan uji korelasi *pearson*, sedangkan skala ordinal dapat dilakukan uji korelasi *spearman* atau uji korelasi kendal. Nilai hubungan korelasi *Pearson* memiliki nilai negatif (-) dan nilai positif (+). Jika korelasi tersebut bernilai negatif (-) maka hubungan antara kedua variabel tersebut tidak searah. Jika korelasi tersebut bernilai positif (+) maka hubungan antara kedua variabel tersebut searah, yang

berarti nilai variabel bebasnya besar dan nilai variabel ketergantungannya juga besar. Sedangkan jika korelasi tersebut bernilai 0 (nol), maka tidak ada hubungan antara dua variabel tersebut.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono, 2013). Sehingga metode penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

4. PEMBAHASAN DAN HASIL

Pada penelitian ini data primer diperoleh dari data kuisioner yang diisi responden yang sudah ditentukan berdasarkan kriteria jenis kelamin, jabatan pekerjaan, pengalaman kerja dan Pendidikan terakhir. Sedangkan data sekunder pada penelitian di peroleh dari perusahaan konstruksi PT. X berupa daftar proyek yang mengalami *rework*, dan batas zona wilayah Jabodetabek yang diperoleh dari website pemerintah. Berdasarkan pengumpulan data yang telah dilakukan, total jumlah pengumpulan data yaitu sebanyak 10 (sepuluh) proyek. Berdasarkan lokasi proyek yang dilaksanakan oleh PT X didominasi pada daerah Jakarta Utara dengan sebesar 40% atau sebanyak 4 (empat) proyek, lalu dilanjutkan oleh daerah Jakarta Selatan sebesar 20% atau sebanyak 2 (dua) proyek, kemudian Jakarta Barat, Jakarta Pusat, Jakarta Timur dan Bekasi memiliki proyek masing-masing sebesar 10% atau sebanyak 1 proyek. Pada kuesioner yang telah diisi oleh responden, fungsi proyek sebagai apartemen memiliki nilai sebesar 30% atau sebanyak 3 (tiga) proyek. Lalu fungsi proyek sebagai perkantoran sebesar 20% atau sebanyak 2 (dua), fungsi proyek sebagai rumah sakit sebesar 10% atau sebanyak 1 (satu) proyek, dan 2 (dua) fungsi proyek sebagai hotel, 1 (satu) fungsi proyek sebagai rumah susun, dan 1 (satu) fungsi proyek sebagai sekolah. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa proyek berfungsi sebagai apartemen merupakan proyek yang lebih banyak dilaksanakan PT. X daripada fungsi proyek lainnya. Pada tahap validasi pertama dilakukan menyaring variabel dan sub variabel yang terdapat pada kuisioner berdasarkan pendapat para pakar. Validasi dilakukan kepada pakar yang telah berpengalaman lebih dari 10 (sepuluh) tahun dalam pelaksanaan proyek, baik dalam akademisi maupun praktisi. Setelah kuisioner diperbaiki dan sesuai menurut para ahli pakar, kuisioner tersebut dapat dibagikan kepada responden untuk diisi. Validasi pakar yang kedua ini adalah validasi hasil penelitian yang telah diolah datanya. Pada validasi ini menggunakan teknik wawancara yang dilakukan oleh pakar terhadap peneliti. Pada tahap ini para pakar akan memvalidasi mengenai faktor-faktor yang dianalisis oleh peneliti, apakah faktor-faktor tersebut telah sesuai dengan pendapat para pakar atau tidak Sehingga kesimpulan dan saran yang dihasilkan dari penelitian ini mendapat masukan/validasi dari para pakar yang akan semakin menajamkan hasil penelitian ini.

Hasil Uji Validitas dan Uji Reabilitas

Uji validitas pada penelitian ini dilihat dari hasil *r* hitung pada kolom “*pearson correlation*” dan besar tingkat kesalahan pada kolom “*Sig (2 tailed)*”. Syarat untuk mengetahui ketidakvalidan alat ukur ini yaitu memiliki nilai *r* hitung lebih besar dari *r* tabel yaitu 0,294 dan tingkat kesalahan sebesar 5% (0,05). Dari data penelitian yang ada terdapat 6 (enam) subvariabel yang dikategorikan memiliki nilai yang tidak valid, yaitu pada variabel P1.1 (kesalahan gambar), P4.4 (banyaknya kerja lembur), P5.10 (kurangnya peran pemilik/*owner* dalam pembangunan), P6.5 (instruksi yang tidak jelas dari *owner*), P8.1 (kondisi cuaca yang buruk), serta P9.1 (pekerjaan tambah yang diminta oleh *owner*). Sehingga kedua subvariabel tersebut harus dihapus dan uji validasi kembali.

Hasil perhitungan reliabilitas penelitian ini diperoleh nilai *cronbach’s alpha* yaitu sebesar 0,966 dari 44 subvariabel yang sudah diuji validitas. Sehingga pada pengujian ini, 44 subvariabel yang sudah direduksi tersebut termasuk dalam data reliabel. Dari total 50 subvariabel yang dimasukkan kedalam kuisioner dan telah diisi oleh responden telah direduksi akibat pengujian validasi, dan pengujian reliabilitas. Akibat pengujian tersebut menjadi 44 subvariabel yang dapat digunakan untuk pengolahan data selanjutnya. Berikut merupakan 44 pernyataan subvariabel yang dapat digunakan pengolahan data selanjutnya.

Tabel 3. Variabel dan subvariabel faktor penyebab *rework*

Variabel	Subvariabel		
Desain dan Dokumentasi	P1	Perubahan desain	P1.2
		Detail gambar tidak jelas	P1.3
		Kesulitan pelaksanaan di lapangan	P1.4
		Kurangnya pengetahuan tentang karakter bahan	P1.5
		Buruknya koordinasi desain dan dokumen	P1.6
		Keadaan digambar dengan di lapangan tidak sesuai	P1.7

Tabel 3. Variabel dan subvariabel faktor penyebab *rework*

Variabel	Subvariabel		
Perencanaan dan Penjadwalan	P2	Desain yg kurang memperhatikan mengenai kondisi pengerjaan di lapangan	P1.8
		Jadwal yang terlalu padat	P2.1
		Perubahan fungsi proyek	P2.2
		Proses perencanaan produksi tidak melibatkan tenaga ahli	P2.3
		Perencanaan <i>schedule</i> pekerjaan yang kurang baik oleh kontraktor	P2.4
Material dan Peralatan	P3	Material mengalami kerusakan akibat penyimpanan	P3.1
		Material salah kirim	P3.2
		Material terlambat datang	P3.3
		Material tidak berada di tempat yang dibutuhkan	P3.4
		Penggantian material selama pembangunan	P3.5
		Kurangnya jumlah peralatan	P3.6
		Peralatan tidak sesuai dengan spesifikasi teknis yang disyaratkan	P3.7
Sumber Daya Manusia	P4	Peralatan tidak berada dalam kondisi yang baik	P3.8
		Kekurangan bahan/material konstruksi	P3.9
		Kesalahan pengelolaan material oleh kontraktor	P3.10
		Kurangnya pelatihan kepada pekerja	P4.1
		Pekerja kurang berpengalaman	P4.2
		Pekerja kurang pengetahuan	P4.3
		Kesalahan dan kelalaian pekerja	P4.5
		Metode kerja yang salah	P4.6
		Kekurangan tenaga kerja	P4.7
		Bekerja tidak sesuai dengan metode kerja	P4.8
Kepemimpinan dan Komunikasi	P5	Komunikasi yang tidak efektif antara konsultan pengawas dan kontraktor	P5.1
		Komunikasi yang tidak efektif antara kontraktor dan pekerja	P5.2
		Koordinasi buruk antar kontraktor	P5.3
		Banyaknya subkon kontraktor yang terlibat dalam proyek	P5.4
		Pengambilan keputusan yang buruk dari kontraktor	P5.5
		Pengambilan keputusan yang buruk dari <i>owner</i> / MK	P5.6
		Kurangnya manajemen kontraktor di proyek	P5.7
		Kurangnya informasi lapangan	P5.8
		Buruknya alur informasi	P5.9
Inspeksi dan Instruksi	P6	Kurangnya <i>teamwork</i> antara pemilik, <i>desainer</i> , kontraktor, <i>suplier</i> , dan pihak-pihak lain yang terkait	P5.11
		Monitoring buruk dari kontraktor	P6.1
		Monitoring buruk dari pengawas proyek	P6.2
		Instruksi yang tidak jelas dari konsultan perencana	P6.3
		Instruksi yang tidak jelas dari pengawas proyek	P6.4
Engineering	P7	Perubahan lingkup pekerjaan	P7.1
		Kurangnya pengetahuan mengenai proses D & C (<i>Design & Construction</i>)	P7.2

Hasil Analisis Faktor

Pada nilai MSA dapat dilihat dari nilai *anti image corellation*. Jika nilai *anti image corellation* lebih besar dari 0,5 maka subvariabel tersebut layak untuk dianalisis. Namun apabila pada suatu variabel/subvariabel terdapat nilai *anti image corellation* lebih kecil dari 0,5 maka dilakukan iterasi dengan cara satu persatu dengan dimulai dengan *anti image corellation* terkecil. Pada perhitungan kali ini dilakukan dengan 10 kali iterasi dengan subvariabel yang dihilangkan adalah sebanyak 10 subvariabel, yaitu P1.2, P1.3, P1.5, P1.8, P2.1, P2.2, P3.9, P5.1, P5.4, P6.5. Pada hasil nilai KMO adalah 0,711 dan nilai Signifikasi dibawah 0,05 pada iterasi ke 9 dengan total 35 subvariabel. Pada

hasil KMO tersebut dapat dilihat bahwa ke 35 subvariabel yang telah diitersi dapat dilakukan analisis faktor.

Uji Regresi Linier Berganda

Pada total 35 subvariabel hasil proses analisis faktor, selanjutnya akan diuji regresi linier berganda. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan subvariabel dominan faktor penyebab *rework*. Uji regresi linier berganda dilakukan secara otomatis pada subvariabel yang tidak memiliki pengaruh akan tereliminasi. Pada hasil perhitungan tersebut terdapat 5 model dengan total 5 subvariabel yang akan dinyatakan dengan faktor dominan penyebab *rework*.

Uji Korelasi

Total ke 5 (lima) subvariabel yang menjadi faktor dominan, akan dilihat seberapa besar hubungan antara satu subvariabel dengan subvariabel lainnya. Semakin besar hubungan yang diciptakan, maka semakin besar pula pengaruh yang terjadi satu sama lain. Berikut merupakan tingkat hubungan uji korelasi yang digunakan. Pada P1.6 memiliki nilai korelasi 0,237 dengan P2.3, maka tingkat hubungan kedua variabel tersebut kurang berkaitan. Subvariabel antara P2.3 dengan P4.1 memiliki nilai korelasi sebesar 0,684 yang mengartikan bahwa antara subvariabel tersebut memiliki pengaruh yang berkaitan satu sama lain.

Faktor-faktor Dominan dan Cara Meminimalisir

Dari hasil uji regresi linier berganda, terdapat 5 subvariabel yang menjadi faktor dominan penyebab *rework*, yaitu:

Tabel 4. Faktor-Faktor Dominan dan Cara Meminimalisir

No	Variabel	Faktor Penyebab	Sumber	Cara meminimalisir
1	P5.7	Kurangnya manajemen kontraktor di proyek	Sutrisna (2013) Chundawan (2014) Herdianto (2015) Fajri (2017) Fendi (2017) Lumbanbatu (2017)	1. Kemampuan tim proyek harus sesuai dengan kapasitas kemampuannya, misalnya tim untuk proyek gudang tidak dapat mengerjakan proyek <i>high rise building</i> 2. Dilakukan briefing setiap pagi untuk pekerjaan yang akan dilakukan 3. Melakukan komunikasi yang cepat dan tanggap mengenai masalah yang timbul 4. Dilakukan meeting mingguan untuk berdiskusi mengenai masalah yang terjadi
2	P4.7	Kekurangan tenaga kerja		1. Pengawas lapangan harus dapat mengetahui situasi ketika kekurangan tenaga kerja 2. Kontraktor harus dapat berkoordinasi dan berkomunikasi dengan mandor untuk menambahkan tenaga kerja
3	P2.3	Perencanaan <i>schedule</i> pekerjaan yang kurang baik oleh kontrktor	Ansori (2016)	1. Harus memiliki orang yang dapat membuat penjadwalan dengan baik
4	P1.6	Buruknya koordinasi desain dan dokumentasi desain	Sutrisna (2013) Fajri (2017) Lumbanbatu (2013) Napitupulu (2017)	1. Meningkatkan koordinasi antar pihak <i>owner</i> , konsultan, dan kontraktor 2. Bila terjadi perubahan desain harus saling komunikasi dan saling menanggapi

Tabel 4. Faktor-Faktor Dominan dan Cara Meminimalisir

No	Variabel	Faktor Penyebab	Sumber	Cara meminimalisir
5	P4.1	Kurangnya pelatihan kepada pekerja	Sutrisna (2013)	1. Pekerja yang belum memiliki kemampuan untuk menyelesaikan pekerjaan akan dilatih dengan menjadi asistennya dahulu. 2. Menyeleksi pekerja untuk bekerja sesuai dengan kemampuannya

5. KESIMPULAN

Pada penelitian yang telah dilakukan dan dianalisis sebelumnya, maka dapat disimpulkan terdapat 5 faktor dominan yang menjadi penyebab terjadinya *rework* pada pelaksanaan proyek konstruksi. Usaha langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalisir terjadinya *rework* yaitu meningkatkan komunikasi dan koordinasi antar pihak *owner*, konsultan, dan kontraktor seperti dilakukannya briefing pagi hari untuk pekerjaan-pekerjaan yang akan dilakukan dan dilakukan rapat mingguan, meningkatkan monitoring dan pengawasan terhadap pelaksanaan di lapangan seperti pengawas akan mengecek atau memonitor pekerjaan yang dilakukan oleh beberapa mandor dan menyeleksi pekerja dengan kompetensi yang sesuai dengan jenis pekerjaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, Syafri. (2016). "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya *Rework* Pada Pekerjaan Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Konstruksi Kabupaten Kerinci)", Padang, Tesis. Program Studi Magister Teknik Sipil Konsentrasi Teknik Manajemen Konstruksi. Universitas Bung Hatta.
- Asmi dkk. (2016). "Identifikasi Faktor-Faktor Keterlambatan Dalam Proyek Konstruksi Di Jakarta", Jakarta, Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Chundawan, Erick, Ratna S Alfien. (2014). "Model Sumber dan Penyebab *Rework* Pada Tahapan Proyek Konstruksi", Jurnal Dimensi Utama Teknik Sipil. Surabaya: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Kristen Petra.
- CIDA. (1995). "Measuring up pr Muddling Tough: Best Practice in The Australian Non- Residential Construction Industry", Development Agency and Masters Builders Australia, Sydney Australia, pp.59-63.
- Fajri M. (2017). "Analisis Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya *Rework* Pada Proyek Konstruksi Gedung di Kota Padang", Padang, Skripsi, Program Studi Div Manajemen Rekayasa Konstruksi Politeknik Negeri Padang.
- Fayek, A.R., Dissanayake, M., Campero, O., Wolf, H., & Van Tol, A. (2004). "Measuring and Classifying Construction Filed *Rework*": A Pilot Study.
- Fendi dkk. (2017). "Analisa Faktor-Faktor Penyebab *Rework* dan Tingkat Kesulitan Pecegahannya Pada Pekerjaan Struktur, Finishing, dan MEP", Surabaya, Jurnal Dimensi Utama Teknik Sipil Vol. 4 No. 2.
- Herdianto dkk. (2015). "Evaluasi Pengerjaan Ulang (*Rework*) Pada Proyek Konstruksi Gedung di Semarang", Semarang. Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 4, Nomor 1.
- Hidayat, Arifal, Yosi Hervanda, Anton Ariyanto. (2014). "Analisis Keterlambatan Proyek Konstruksi Jalan yang Disebabkan Faktor Material di Kabupaten Rokan Hulu". Jurnal Mahasiswa Teknik. Vol 1, No.1.
- Husen A. (2010). "*Manajemen Proyek Perencanaan, Penjadwlaan, & Pengendalian Proyek*", Banten: Andi.
- Irfan, dkk. (2012). "Faktor-Faktor Penyebab Pekerjaan Ulang (*Rework*) Pada Pembangunan Gedung Di Dinas Bina Marga Dan Cipta Karya Unsyiah". Aceh. Jurnal Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Syiah Kuala Volume 1 Nomor 1.
- Supranto, J. (2009). "*Statistik Teori dan Aplikasi*". Edisi ketujuh Jilid 2: Jakarta: Erlangga.
- Josephson, P.-E. (2002). "Project leadership influence on human error cost." Proc., Int. Symp.of the Working Commission CIB W92, Procurement Systems and Technology Transfer, Trinidad & Tobago, 485495.

- Love, P. E. D., Mandal, P., Smith, J., and Li, H. (2000). “Modelling the dynamics of design error induced rework in construction, *Construction Management and Economics*”, 18, 567–574.
- Love, P. E. D. (2002). “Influence of Project Type and Procurement Method on Rework Cost in Building Construction Projects”, *Journal of Construction Engineering and Management*, 128, 18-29.
- Lumbanbatu. Jevri Krisanto, Syahrizal. (2013). “Akselerasi Durasi Proyek Pada Pembangunan Gedung Sekolah Yayasan Pelita Bangsa Yang Berlokasi di Jl.Iskandar Muda Medan”, Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Napitupulu, Wahyudi Ali, Syahrizal dan Andy Putra Rambe. (2017). “Identifikasi Faktor-faktor Penyebab Rework Pada Pekerjaan Konstruksi (Studi Kasus Pembangunan Apartemen Mansyur Residence)”. *Jurnal Teknik Sipil USU*. Vol.6 No.1.
- Nirmalawati. (2017). “Analisis Faktor Produktivitas Tenaga Kerja Konstruksi di Sulawesi Tengah dengan Menggunakan *Structural Equation Modelling* (SEM)”. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Jember*.
- Nisfianoor, Muhammad. (2009). “*Pendekatan Statistika Modern*”, Jakarta: Salemba Huamanika.
- Pastiarsa, Made. (2010). “*Manajemen Proyek Konstruksi Rekayasa*”. Banten: Teknosain.
- Santoso, Singgih. (2006). “*Seri Solusi Bisnis Berbasis TI: Menggunakan SPSS untuk Statistik Multivariat*”. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Sarwono, Jonathan. (2012). “*Mengenal SPSS Statistics 2-: Aplikasi untuk riset eksperimental*”, Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Sugiyono. (2013). “*Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*”. Bandung. Alfabeta.
- Sutrisna dkk. (2013). “Analisis Rework Pada Proyek Konstruksi Gedung di Kabupaten Badung, Bali”, *Jurnal Spektran* Vol. 1, No. 2.
- Widarjono, Agus. (2010). “*Analisis Statistika Multivariat Terapan*”. Edisi pertama, Yogyakarta: UPP STIM YKPN.