

Kajian Peranan Kontraktor Terhadap Pengurangan Resiko Kegagalan Konstruksi Akibat Bencana Gempa Bumi di Kabupaten Blitar

Hangga Prima Setiawan^{1*}, Nurjanah^{2*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Balitar, Blitar, Jawa Timur, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Balitar, Blitar, Jawa Timur, Indonesia

¹hanggaprimasetiawan@gmail.com

²cahayanurj@gmail.com

ABSTRACT: *Contractors as service providers and implementers of construction activities are required to carry out construction carefully and efficiently, which determines the quality of construction. In the case of earthquakes, the influence of contractors in policies related to earthquake collapse factors is very influential where many factors must be studied to then be used as considerations in implementing construction implementation in Blitar Regency. One that must be studied is the relationship between the resilience of the building structure itself and reducing the risk of construction failure due to earthquakes. The factors studied in this study are construction implementation methods, materials, equipment and human resources. This study is quantitative analytical. The data collection method uses a literature survey followed by distributing questionnaires to respondents. The results of the questionnaire were processed using the SPSS application to carry out the Spearman correlation test. obtained human resource factors ($r = 0.739$), Implementation method factors ($r = 0.549$), equipment factors ($r = 0.671$) and material factors ($r = 1.000$), these four factors are closely correlated with reducing the risk of construction failure due to earthquakes in Blitar Regency*

KEYWORDS: *Construction Failure, Earthquake, Risk*

ABSTRAK: Kontraktor sebagai penyedia jasa dan pelaksana kegiatan konstruksi diwajibkan untuk melaksanakan pembangunan secara teliti dan efisien, yang menentukan kualitas dari konstruksi. dalam kasus kegempaan pengaruh kontraktor dalam kebijakan terkait dengan faktor keruntuhan akibat gempa sangat berpengaruh dimana banyak faktor yang harus dikaji untuk kemudian dijadikan bahan pertimbangan dalam penerapan pelaksanaan konstruksi di Kabupaten Blitar. Salah satu yang harus dikaji adalah keterkaitan dengan ketahanan struktur bangunan itu sendiri dengan pengurangan risiko kegagalan konstruksi akibat gempa. Faktor yang dikaji dalam penelitian ini adalah metode pelaksanaan konstruksi, material, peralatan dan sumberdaya manusia. Penelitian ini bersifat analitik kuantitatif. Metode pengambilan data menggunakan survey literatur yang dilanjutkan dengan penyebaran kuisioner kepada responden.

Hasil kuisioner diolah menggunakan aplikasi SPSS untuk dilakukan uji korelasi *spearman*. didapatkan faktor sumberdaya manusia ($r = 0,739$), Faktor metode pelaksanaan ($r = 0,549$), faktor peralatan ($r = 0,671$) dan faktor material ($r = 1,000$), keempat faktor tersebut berkorelasi erat dengan pengurangan risiko kegagalan konstruksi akibat gempa di Kabupaten Blitar

KATA KUNCI: Kegagalan Konstruksi, Gempa, Resiko

1. PENDAHULUAN

Pulau jawa merupakan pulau dengan tingkat kepadatan tertinggi di Indonesia, selain kepadatan penduduk yang tinggi, pulau jawa menurut Meilano, dkk¹, pulau jawa memiliki aktivitas tektonik yang sangat aktif. Hal ini dikarenakan Pulau Jawa terletak di zona konvergensi Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Aktivitas tektonik ini menghasilkan kegempaan di zona subduksi dan sesar di daratan, Menarik untuk dicermati bahwa hampir semua gempa kedalaman menengah (*intermediate depth*) di Jawa Timur dengan magnitudo 6.0-6.6 ternyata menimbulkan kerusakan (Daryono²). Menurut Hoedayanto dalam Efitri, *et all*³, mengatakan salah satu kerusakan dan keruntuhan bangunan sipil akibat gempa adalah karena kurangnya kesadaran kebijakan yang ada dan karena kurangnya kesadaran dari pejabat terkait, Industri konstruksi, praktisi konstruksi dan

ahli konstruksi. Maka apabila kekurangan itu tidak bisa dihilangkan, resiko yang ditimbulkan akibat keruntuhan dan kegagalan konstruksi cukuplah tinggi.

Menurut Zulfiar dkk (2018), Salah satu penyebab utama kerentanan fisik dan lingkungan adalah kegiatan manusia dalam membangun lingkungan-binaannya, dan hal ini sangat erat terkait dengan sektor konstruksi. Cara membangun yang salah, baik dari segi perencanaan dan perancangan maupun dari segi pelaksanaan dan pengawasannya dapat menghasilkan infrastruktur yang rentan terhadap bencana, selain juga risiko degradasi lingkungan

Menurut Fauzi (2009), dari Pusat Gempa Nasional Badan Meteorologi dan Geofisika mengatakan kerugian akibat gempa bumi tidak langsung disebabkan oleh gempa bumi, namun disebabkan oleh *kerentanan bangunan* sehingga terjadi keruntuhan bangunan, kebakaran, tsunami dan tanah longsor.

Faktor kerentanan bangunan, faktor kualitas tanah dan kualitas bangunan adalah faktor yang sangat menentukan untuk pengkajian resiko gempa bumi dimasa akan datang.

Amir Partowiyatmo & Tri Harso Karyono (2008) dalam Elfritri, dkk (2016) dalam tema “Pesan Hari Standar Dunia Ke-39 : Intelligent dan Sustainable Buildings”, mengatakan bangunan yang rusak akibat bencana alam seperti gempa diantaranya disebabkan karena bangunan-bangunan tersebut belum menerapkan standar secara baik dan benar. Padahal *kualitas konstruksi bangunan* mempunyai arti penting. Selanjutnya TriHarso Karyo, sebagai Pakar Konstruksi menambahkan bahwa standar itu dinamis dengan artian berkembang mengikuti tuntutan kebutuhan manusia dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi

Dengan memahami hal tersebut, dapat dikembangkan kebijakan-kebijakan pro-aktif untuk membangun konstruksi agar mampu berperan positif dalam mengurangi resiko kegagalan bangunan dan berkontribusi terhadap seluruh upaya penanggulangan bencana khususnya di Kota Blitar. Sehingga Dalam penelitian ini akan dilakukan Kajian

Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat mengetahui besaran kontribusi peran aktif penyedia jasa konstruksi dalam hal resiko keruntuhan struktur konstruksi akibat gempa bumi Guna mengurangi kerusakan yang ditimbulkan akibat kebijakan - kebijakan konstruksi yang kurang pada mitigasi resiko bencana gempa bumi, dan juga sebagai bahan masukan kepada pejabat terkait industri konstruksi, praktisi konstruksi dan ahli konstruksi untuk lebih cermat dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi. **“Kajian Peranan Kontraktor Terhadap Pengurangan Resiko Kegagalan Konstruksi Akibat Bencana Gempa Bumi di Kabupaten Blitar”**

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui kontribusi kontraktor terhadap pengurangan resiko keruntuhan dan kegagalan konstruksi akibat gempa. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif deskriptif, dimana peneliti menyebarkan quisioner berupa pertanyaan yang berkaitan dengan metode pelaksanaan, sumber daya manusia, bahan dan peralatan yang digunakan untuk melaksanakan pekerjaan konstruksi. Dalam penentuan sampel penelitian menggunakan teknik berjenis *random sampling*. Menurut Arikunto⁴, sampel random atau sampel acak adalah mencampur subyek – subyek didalam populasi sehingga semua subyek dianggap

sama. Dengan demikian maka peneliti memberi hak yang sama kepada setiap subyek untuk memperoleh kesempatan dipilih menjadi sampel.

Penentuan sampel dihitung menggunakan rumus Taro Yamane atau Slovin (Ridwan, 2009) seperti berikut ini :

$$n = \frac{N}{N.d^2 + 1}$$

Dimana n = Jumlah sampel

N = Jumlah populasi

d =Nilai presisi / batas toleransi kesalahan (dengan asumsi kesalahan 5%)

Langkah selanjutnya adalah menyebar kuisisioner kepada responden untuk mendapatkan data primer. Sasaran responden dari penelitian ini adalah pemilik jasa konstruksi di Kabupaten blitar, baik itu kontraktor, konsultan perencana, konsultan pengawas. Data yang sudah didapat selanjutnya dilakukan uji normalitas dan homogenitas yang dilanjutkan dengan uji korelasi menggunakan aplikasi SPSS

Quisioner dibagi menjadi 4 variabel bebas yaitu Kategori Sumber Daya Manusia, Metode Pelaksanaan, Perlatan dan Material.

Tabel 2.1 Variabel Sumberdaya Manusia

No	Variabel	Faktor
1	X1	Pelaksanaan konstruksi harus memiliki sertifikat keterampilan kerja dan sertifikat keahlian kerja
	X2	Kontraktor mempersiapkan tenaga kerja pada pelaksana konstruksi yang memiliki sertifikat keterampilan dan keahlian kerja
	X3	Kontraktor menggunakan tenaga kerja engineer sipil dan pelaksana lapangan yang berpengalaman
	X4	Kontraktor lebih teliti pada pemilihan personal
	X5	Kontraktor harus tepat dalam memilih supplier dan subkontraktor
	X6	Kontraktor melakukan pelatihan untuk pekerja
	X7	Kontraktor memberikan upah tenaga kerja sesuai standar

Sumber : Elfritri dkk, 2016

Tabel 2.2 Variabel Metode Pelaksanaan

No	Variabel	Faktor
2	X1	Kontraktor memiliki pengalaman Pembangunan konstruksi sejenis
	X2	Kontraktor melakukan pekerjaan sesuai kontrak kerja konstruksi

X3	Kontraktor melakukan konsultasi atau verifikasi dengan perencana terkait dengan dokumen perencanaan
X4	Kontraktor melakukan perubahan spesifikasi (<i>chage order</i>) sesuai kaidahnya
X5	Kontraktor melaksanakan Pembangunan sesuai dengan perencanaan yang disusun konsultan perencana
X6	Kontraktor mrlaksanakan tolak ukur kegagalan bangunan seperti : Perencanaan, Sifat bahan bangunan, Pengujian bahan dan bangunan konstruksi dan pelaksanaan dan pengawasan
X7	Kontraktor melakukan pelatihan untuk pekerja
X8	Kontraktor menginformasikan kejanggalan perencanaan yang dapat merugikan pemilik proyek
X9	Kontraktor memiliki dan melaksanakan sistem manajemen mutu (ISO)
X10	Kontraktor melakukan pelaksanaan pekerjaan sesuai Schedule yang tepat
X11	Kontraktor melakukan pengawasan secara tertib dan koordinasi kepada owner
X12	Kontraktor jika menemukan penyimpangan dalam pembangunan, melaporkan kejadian penyimpangan kepada owner
X13	Kontraktor membuat laporan rekomendasi tentang hasil pembangunan gedung tersebut
X14	Kontraktor Lebih cermat dan teliti dalam melaksanakan fondasi untuk Struktur tahan gempa
X15	Kontraktor memperhatikan struktur pemikul beban gempa, kuat tekan beton minimum K = 20 MPa
X16	Kontraktor menggunakan Baja tulangan ulir
X17	Kontraktor memperhatikan sistem struktur yang digunakan disesuaikan dengan tingkat kerawanan dan daerah potensi gempa
X18	Kontraktor memahami aturan detailing (penulangan) dibedakan berdasarkan tingkat kerawanan terhadap gempa
X19	Kontraktor memahami Pelaksanaan pekerjaan sambungan balok dan kolom harus menjamin perilaku kolom kuat-balok lemah (strong columbweak beam)
X20	Kontraktor memahami pencegahan pelaksanaan pekerjaan kolom Pendek (<i>accidental</i>) dan semua tulangan kolom

	terjangkar dalam fondasi
X21	Kontraktor memahami Pelat tanpa di dukung oleh balok (Flat slab) dilarang sebagai Sistem Pemikul Beban Lateral di wilayah gempa resiko tinggi
X22	Kontraktor tidak menggunakan komponen struktur prategang sebagai Sistem Pemikul Beban Lateral
X23	Kontraktor memperhatikan Panjang sambungan lewatan tulangan kolom 50 d dan lokasinya harus $\pm$ tengah tinggi kolom Sambungan lewatan tulangan balok harus jauh dari Sendi Plastis (SP)

Sumber : Elfritri dkk, 2016

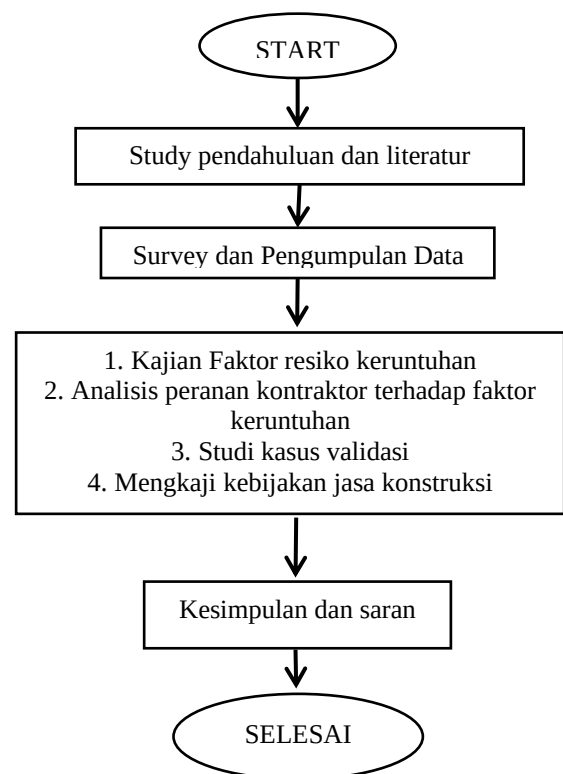
Tabel 2.3 Variabel Peralatan

No	Variabel	Faktor
3	X1	Kontraktor menggunakan peralatan alat baru
	X2	Kontraktor mempergunakan jumlah alat yang memadai

Sumber : Elfritri dkk, 2016

Tabel 2.4 Variabel Material

No	Variabel	Faktor
4	X1	Kontraktor menggunakan material sesuai standar nasional



Gambar 1. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis peranan kontraktor

Peranan kontraktor dalam penelitian ini dikategorikan berdasarkan pelaksanaan dalam pekerjaan konstruksi itu sendiri yaitu kategori Sumber Daya Manusia, Metode Pelaksanaan, Peralatan dan Material yang dipakai dalam pekerjaan konstruksi.

Peranan Kontraktor Kategori Sumber Daya Manusia

Tabel 3.1 Peranan Kontraktor terhadap kegagalan kategori Sumber Daya Manusia

Kategori	No	Variabel	Tingkat Pengaruh	
			Berpengaruh %	Tidak berpengaruh %
Sumber Daya Manusia	1	X1	86,66	13,33
	2	X2	86,66	13,33
	3	X3	90,00	10,00
	4	X4	83,33	16,66
	5	X5	93,33	6,66
	6	X6	66,66	33,33
	7	X7	83,33	16,66
	RATA - RATA		84,28	15,71

Peranan Kontraktor Kategori Metoda Pelaksanaan

Tabel 3.2 Peranan kontraktor terhadap kegagalan kategori Metoda pelaksanaan

Kategori	No	Variabel	Tingkat Pengaruh	
			Berpengaruh %	Tidak berpengaruh %
Metode Pelaksanaan	1	X1	73,33	26,66
	2	X2	93,33	66,66
	3	X3	100,00	0,00
	4	X4	86,66	13,33
	5	X5	80,00	20,00
	6	X6	76,66	23,33
	7	X7	53,33	46,66

8	X8	76,66	23,33
9	X9	73,33	26,66
10	X10	90,00	10,00
11	X11	83,33	16,66
12	X12	93,33	6,66
13	X13	80,00	20,00
14	X14	80,00	20,00
15	X15	86,66	13,33
16	X16	46,66	53,33
17	X17	93,33	6,66
18	X18	96,66	3,33
19	X19	90,00	10,00
20	X20	80,00	20,00
21	X21	83,33	16,66
22	X22	70,00	30,00
23	X23	73,33	26,66
RATA - RATA		80,86	19,13

Peranan Kontraktor Kategori Peralatan

Tabel 3.3 Peranan kontraktor terhadap kegagalan kategori peralatan

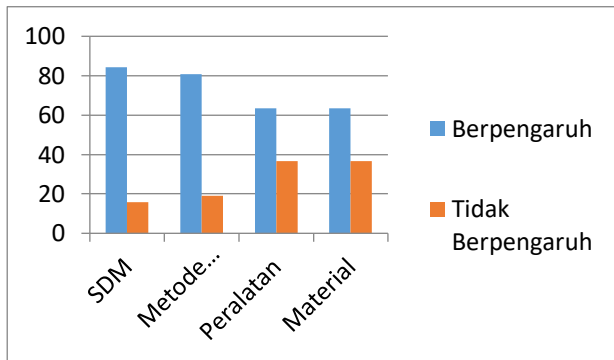
Kategori	No	Variabel	Tingkat Pengaruh	
			Berpengaruh %	Tidak berpengaruh %
Peralatan	1	X1	36,66	63,33
	2	X2	90,00	10,00
	RATA - RATA		63,33	36,66

Peranan Kontraktor Kategori Material

Tabel 3.4 Peranan kontraktor terhadap kegagalan kategori material

Kategori	No	Variabel	Tingkat Pengaruh	
			Berpengaruh %	Tidak berpengaruh %
Material	1	X1	93,33	6,66

RATA - RATA	63,33	36,66
-------------	-------	-------



Grafik 3.1 Hubungan Peranan Kontraktor Terhadap Pengurangan Resiko Kegagalan Konstruksi

3.2 Hubungan sumberdaya manusia terhadap pengurangan resiko kegagalan konstruksi

Setelah dilakukan analisis statistik menggunakan uji korelasi *spearman* didapatkan hasil sebagaimana tabel berikut.

Tabel 3.5 Uji Korelasi *Spearman* Hubungan Sumberdaya Manusia terhadap kegagalan konstruksi

	SDM		Tot al	%	r	sig
	Berpen garuh	Tidak Berpengar uh				
berku rang	13 (72,3%)	7 (58,3 %)	20	66,7	0,739	0,00
tidak berku rang	5 (27,7%)	5 (41,7 %)	10	33,3		
TOT AL	100 %	100 %	30	100		

Dari hasil uji korelasi *spearman* diketahui bahwa faktor sumberdaya manusia berkorelasi dengan pengurangan risiko kegagalan bangunan ($r = 0,739$). Hasil statistik menunjukkan nilai r cukup tinggi dan positif, hal tersebut dapat diartikan bahwa semakin baik pemahaman sumberdaya manusia terhadap kompetensi kinerja kontraktor maka semakin rendah pula risiko kegagalan konstruksi akibat gempa. Disisi lain faktor variabel sumberdaya manusia juga berpengaruh secara signifikan terhadap pengurangan risiko kegagalan bangunan akibat gempa ($p=0.000$).

3.3 Hubungan Metode pelaksanaan terhadap pengurangan risiko kegagalan konstruksi

Setelah dilakukan analisis statistik menggunakan uji korelasi *spearman* didapatkan hasil sebagaimana tabel berikut.

Tabel 3.6 Uji Korelasi *Spearman* Hubungan Metode pelaksanaan terhadap kegagalan konstruksi

	Metode		Tot al	%	r	sig
	Berpen garuh	Tidak Berpengar uh				
berku rang	10 (58,8%)	6 (46,2 %)	16	53,3	0,549	0,00 1
tidak berku rang	7 (41,2%)	7 (53,8%)	14	46,7		
TOT AL	100 %	100 %	30	100		

Dari hasil uji korelasi *spearman* diketahui bahwa faktor metode pelaksanaan berkorelasi dengan pengurangan risiko kegagalan bangunan ($r = 0,594$). Hasil statistik menunjukkan nilai r tinggi dan positif, hal tersebut dapat diartikan bahwa semakin baik metode kerja dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, maka semakin tinggi pula pengurangan risiko kegagalan konstruksi akibat gempa. Disisi lain faktor metode pelaksanaan juga berpengaruh secara signifikan terhadap pengurangan risiko kegagalan bangunan akibat gempa ($p=0.001$).

3.4 Hubungan peralatan terhadap pengurangan risiko kegagalan konstruksi

Hasil analisis statistic dengan uji korelasi *spearman*, didapatkan hasil seperti tabel berikut.

Tabel 3.7 Uji korelasi *spearman* hubungan peralatan terhadap kegagalan konstruksi

	Peralatan		Tot al	%	r	sig
	Berpen garuh	Tidak Berpengar uh				
berku rang	12 (66,7%)	4 (33,3%)	16	53,3	0,671	0,00 0
tidak berku rang	6 (33,3%)	8 (66,7%)	14	46,7		
TOT AL	100 %	100 %	30	100		

Dari hasil uji korelasi *spearman* diketahui bahwa faktor peralatan berkorelasi dengan pengurangan risiko kegagalan bangunan ($r = 0,671$). Seperti kedua factor sebelumnya, hasil statistik menunjukkan nilai r tinggi dan positif, hal tersebut dapat diartikan bahwa semakin memadainya peralatan yang digunakan maka semakin tinggi pula pengurangan risiko kegagalan konstruksi akibat gempa dapat ditekan. Faktor peralatan juga berpengaruh secara signifikan terhadap pengurangan risiko kegagalan bangunan akibat gempa ($p=0.000$).

3.5 Hubungan material terhadap pengurangan risiko kegagalan konstruksi

Hasil analisis statistik dengan uji korelasi *spearman*, didapatkan hasil seperti tabel berikut.

Tabel 3.7 Uji korelasi *spearman* hubungan material terhadap kegagalan konstruksi

	Peralatan		Total	%	r	sig
	Berpengaruh	Tidak Berpengaruh				
berkurang	16 (80%)	3 (30%)	19	63,3	1,00	0,001
tidak berkurang	4 (20%)	7 (70%)	11	36,7		
TOTAL	100 %	100 %	30	100		

Dari hasil uji korelasi *spearman* diketahui bahwa faktor material berkorelasi dengan pengurangan risiko kegagalan bangunan ($r = 1,000$). Dari nilai r tersebut dapat diartikan bahwa semakin sesuai pemilihan dan pemakaian material yang digunakan maka semakin tinggi pula pengurangan risiko kegagalan konstruksi akibat gempa. Disisi lain faktor material juga berpengaruh secara signifikan terhadap pengurangan risiko kegagalan bangunan akibat gempa ($p=0,001$).

Dari analisis yang sudah dilakukan dalam uji korelasi *spearman* didapat bahwa semua faktor, yaitu faktor sumberdaya manusia, metode pelaksanaan, peralatan dan material berpengaruh terhadap pengurangan risiko akibat kegagalan gempa.

4. KESIMPULAN

- Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan, didapatkan bahwa faktor sumberdaya manusia, metode pelaksanaan, peralatan dan material mempunyai dampak yang cukup tinggi untuk pengurangan risiko kegagalan konstruksi akibat

gempa di Kabupaten Blitar dengan prosentase $> 50\%$

- Hasil analisis statistik dengan uji korelasi *spearman* didapatkan faktor sumberdaya manusia ($r = 0,739$), Faktor metode pelaksanaan ($r = 0,549$), faktor peralatan ($r = 0,671$) dan faktor material ($r = 1,000$), keempat faktor tersebut berkorelasi erat dengan pengurangan risiko kegagalan konstruksi akibat gempa

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. (2006) *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Edisi Revisi VI :
- Darmawi, H. (1990) Manajemen Risiko. Edisi Pertama. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta
- Daryono. *Mitigasi Gempa Bumi Akibat Sesar Aktif* [Internet]. 2021. [Cited:24Mar17] diakses dari <https://www.its.ac.id/tgeofisika/wp-content/uploads/sites/33/2021/09/MITIGASI-SESAK-AKTIF-share.pdf>
- Elfitri, R., Suraji, A., & Hakam, A. 2016. *Kontribusi Kontraktor Terhadap Pengurangan Resiko Kegagalan Bangunan Akibat Gempa Di Kota Padang*. Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand), 12(1), 51-60
- Idzumida Ismael, (2012) "Analisa Faktor Resiko Pembangunan Gedung Non Perumahan Terhadap Kualitas Proyek Konstruksi di Kota Padang Sumatera Barat" Jurnal Momentum
- Irwan Meilano, Agidia L. Tiaratama, Dudy D. Wijaya, Putra Maulida, S. Susilo, Intan H. Fitri (2018) *Analisis Potensi Gempa di Selatan Pulau Jawa Berdasarkan Pengamatan GPS*. Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi. ISSN: 2086-7794.
- Ridwan, *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: 2018 Alfabeta.
- Ritchie, B. and Marshall, D. (1993) Business Risk Management. First Edition. Chapman & London.
- Zulfiar, Muhammad Heri. Arman Jayady. (2018) *Kajian Kerentanan Pada Sektor Konstruksi Dalam Pengurangan Risiko Bencana Gempa Bumi*
- Jayady, A., Pribadi, K.S., Abduh, M., & Bahagia, S.N. (2017). "Success Indicators of Knowledge Transfer for the Transferee on the Construction Joint Venture in Indonesia", Prosiding konferensi internasional: The Third International Conference on Sustainable Infrastructure and Built Environment (SIBE 2017), p. 479-497, ITB, Bandung, Indonesia.
- Jayady, A. (2017). "Joint Operation dalam Studi Kualitatif", Jurnal Karkasa, Vol. 3.1, Politeknik Katolik Saint Paul Sorong, Indonesia.
- Widiyanto S., E. Gunawan, A. Muhari, N. Rawlinson, J. Mori, N. R. Hanifa, S. Susilo, P. Supendi, H. A. Shiddiqi, A. D. Nugraha, and H. E. Putra. 2020. Implications for megathrust earthquakes and tsunamis from seismic gaps south of Java Indonesia. Na-ture, 10:15274
- Herring, T.A., King, R. W., Floyd, M. A., dan McClusky, S. C. 2018. GAMIT Reference Manual Release 10.7, Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences Massachusetts Institute of Technology.
- He, Xiaoxing., Hua, Xianghong., Yua, Kegen., Xuan, Wei., Lu, Tieding., W. Zhang, and X. Chen. 2015. Accuracy enhancement of GPS time series using principal component analysis and block spatial filtering. Advances in Space Research (a COSPAR publication),

55, p.1316-1327

- Koulali, A., McClusky, S., Susilo, S., Leonard, Y., Cummins, P., Tregoning, P., Meilano, I., Efendi, J., and Wijanarto, A.B. 2016. The kinematics of crustal deformation in Java from GPS observations: Implications for fault slip partitioning. *Earth and Planetary Science Letters*, 458, 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.10.039>
- Kuncoro, Henri., Irwan Meilano., dan Susilo. 2019. Sunda and Sumatra Block Motion in ITRF 2008. Bandung. *E3S Web of Conferences* 94, 04006, ISGNSS 2018. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199404006>
- Liu, Bin., Dai, Wujiao., Peng, Wei., and Meng, Xiaolin. 2015. Spatiotemporal analysis of GPS time series in vertical direction using independent component analysis. *Earth, Planets and Space*, 67:189. DOI 10.1186/s40623-015-0357-1.