



Pengaruh Jenis Aerator Dan Media Filter Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Air Sumur

Reza Megananda Dwi Harvianti¹, Ririn Endah Badriani^{2*}, Yeny Dhokhikah³

^{1,2,3} Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jember, Indonesia

*ririn.teknik@unej.ac.id

Abstract

The conversion of agricultural land into residential areas will have an impact on the need for clean water which contains various metal contaminants such as iron. One of them is the Randu Housing, Sumberejo Village, Sukodono District, Lumajang Regency, which is one of the many housing estates built from former rice fields. This study aims to analyze the effect of using types of aerators, namely cascade aerators and bubble aerators with a variety of filter media using dune sand and river sand with a discharge of 1 liter/minute. This type of research uses an experimental method which is carried out on a laboratory scale. The results showed the percentage reduction in Fe content in aeration treatment using cascade aerator and bubble aerator were 14,55% and 2,16%, sedimentation treatment was 3.34%, and filtration treatment using dune sand and river sand filter media were 81,85% and 89.13%. The result of this research showed that the variables of the cascade aerator, dune sand filter and river sand filter had a significant relationship with the decrease in iron content. While the relationship that does not have a significant effect is the bubble aerator and sedimentation variables. Keywords: Aeration, Sedimentation, Filtration and Iron (Fe)

Abstrak

Alih fungsi lahan pertanian menjadi pemukiman penduduk akan berdampak pada kebutuhan air bersih yang mengandung berbagai kontaminan logam seperti besi. Salah satunya pada Perumahan Randu, Desa Sumberejo, Kecamatan Sukodono, Kabupaten Lumajang merupakan salah satu dari sekian banyak perumahan yang dibangun dari lahan bekas sawah. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan jenis aerator, yaitu *cascade aerator* dan aerator gelembung dengan variasi media filter menggunakan pasir gumuk dan pasir sungai dengan debit 1 liter/menit. Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilaksanakan dalam skala laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan persentase penurunan kadar Fe pada pengolahan aerasi dengan menggunakan *cascade aerator* dan aerator gelembung sebesar 14,55% dan 2,16%, pengolahan sedimentasi sebesar 3,34%, dan pengolahan filtrasi dengan menggunakan media filter pasir gumuk dan pasir sungai sebesar 81,85% dan 89,13%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel *cascade aerator*, filter pasir gumuk dan filter pasir sungai memiliki hubungan yang berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan kadar besi. Sedangkan hubungan yang tidak berpengaruh secara signifikan yaitu variabel aerator gelembung dan sedimentasi.

Kata kunci: Aerasi, Sedimentasi, Filtrasi dan Besi (Fe)

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kabupaten Lumajang, (2021) Kabupaten Lumajang memiliki 113.602 Ha lahan pertanian dan 15% penduduknya merupakan perkerja bebas di pertanian. Seiring dengan perkembangan jumlah penduduk yang semakin tinggi menyebabkan peningkatan kebutuhan akan ruang tempat tinggal, maka

lahan pertanian berubah alih fungsi menjadi pemukiman. Apalagi dimasa sekarang semakin banyak lahan-lahan sawah yang dijadikan sebagai perumahan, seperti di perumahan Randu. Perumahan Randu merupakan salah satu dari sekian banyak perumahan yang dibangun dari lahan bekas sawah di Kabupaten Lumajang. Alih fungsi lahan pertanian menjadi pemukiman penduduk akan berdampak pada

kebutuhan air bersih yang mengandung berbagai kontaminan logam seperti besi. Kandungan kadar besi yang tinggi dalam air akan memberikan gangguan dalam sistem penyediaan air bersih dan air minum. Perumahan Randu rata-rata menggunakan air sumur bor untuk keperluan air sehari-hari. Perumahan Randu terletak di Jalan Lintas Timur, Rejosari, Desa Sumberejo, Kecamatan Sukodono, Kabupaten Lumajang.

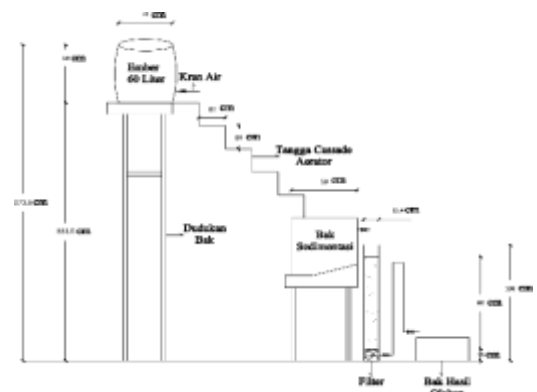
Air sumur di perumahan Randu memiliki karakteristik, yaitu air berbau logam, berwarna kuning dan meninggalkan kerak kekuningan pada bak mandi maupun pipa untuk jalan distribusi air tersebut serta meninggalkan noda pada pakaian. Karakteristik tersebut merupakan indikasi adanya kandungan logam besi didalam air sumur. Pada bulan Februari Tahun 2022, hasil pemeriksaan pada air sumur di salah satu rumah di Perumahan Randu Desa Sumberejo Kabupaten Lumajang diperoleh kandungan besi (Fe) sebesar 3,784 mg/l sehingga kadar besi tersebut melebihi ambang batas baku mutu yang sudah ditetapkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/Per/ IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum yaitu 0,3 mg/l. Air dengan kandungan Fe terlarut yang tinggi perlu adanya sistem pengolahan air terlebih dahulu. Kandungan besi terlarut yang dapat digunakan untuk teknologi pengolahan air adalah aerasi dan filtrasi. Aerasi merupakan pengolahan air melalui kontak dengan udara (Wibisono dan Rachmanto, 2021). Menurut Aba dkk., (2017), pengolahan air dengan aerasi secara luas telah digunakan untuk menurunkan kandungan konsentrasi zat padat terlarut pada besi yang terlalu tinggi. Prinsip filtrasi adalah penyaringan secara fisik, kimia dan biologi untuk menyaring partikel yang tidak dapat diendapkan dalam proses sedimentasi media berpori. Filtrasi digunakan untuk memisahkan flok-flok berukuran kecil dan tidak dapat diendapkan sebesar 5-10% (Maharani dan Wartini, 2017).

Berdasarkan penelitian Rivai dan Hermanto (2019) penurunan besi menggunakan metode *cascade aerator* dan kombinasi filtrasi dapat menurunkan kadar besi sebelum perlakuan yaitu 2,71 mg/l dan mengalami penurunan menjadi 0,54 mg/l atau 80,07% dengan debit 0,2 l/menit. Penelitian tersebut menggunakan variasi debit aliran aerasi sebagai variabel dan didapatkan bahwa

semakin lambat debit aliran yang digunakan semakin besar terjadinya penurunan karena semakin lama waktu kontaknya dengan udara. Menurut Riyanto dkk., (2021) analisis penurunan kadar besi dengan metode variasi waktu aerasi dan variasi saringan pasir lambat didapatkan bahwa semakin lama waktu aerasi menggunakan aerator gelembung, maka semakin tinggi kadar besi yang berkurang. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan jenis aerator, yaitu *cascade aerator* dan aerator gelembung dengan variasi media filter menggunakan pasir gumuk dan pasir sungai dengan debit 1 liter/menit.

2. METODOLOGI

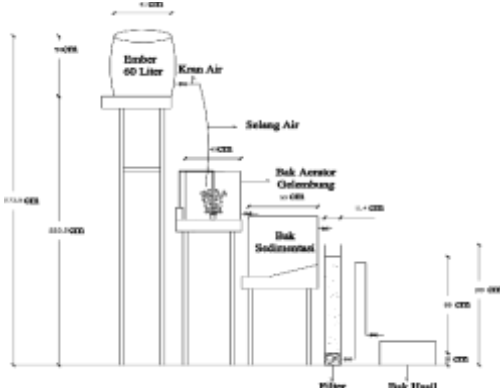
Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilaksanakan dalam skala laboratorium untuk menentukan pengaruh jenis aerator dan media filter dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur. Tempat pengambilan sampel air sumur di Perumahan Randu Desa Sumberejo Kecamatan Sukodono, Kabupaten Lumajang dan pada saat menguji kadar parameter besi (Fe) dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Lumajang. Pengolahan data dilakukan menggunakan uji Regresi Linier dan uji T Berpasangan. Setelah semua data diperoleh, kemudian dilakukan analisis dan pembahasan mengenai hasil yang sudah diperoleh. Rangkaian alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 4.



Gambar 1. Sketsa Rancangan Alat Penelitian Menggunakan Cascade Aerator dengan Filter



Gambar 2. Rancangan Alat Penelitian Menggunakan Cascade Aerator dengan Filter



Gambar 3. Sketsa Rancangan Alat Penelitian Menggunakan Aerator Gelembung dengan Filter



Gambar 4. Rancangan Alat Penelitian Menggunakan Aerator Gelembung dengan Filter

Perancangan alat penelitian meliputi:
Perancangan Aerator

Pada penelitian ini menggunakan 2 aerator yaitu *cascade aerator* dan aerator gelembung. *Cascade aerator* alatnya berupa anak tangga yang dibuat dari bahan kayu dengan lebar 20 cm, panjang 20 cm dan tinggi 20 cm yang digunakan untuk mengalirkan air. Setiap tangganya dilapisi plastik agar air tidak merembes keluar. Air masuk ke *cascade aerator* melalui pipa berlubang yang berada di atas aerator. Air yang keluar dari pipa berlubang akan mengalir menuju tanggataangga *cascade aerator*. Penelitian ini
p-ISSN: 2460-8815, e-ISSN: 2549-1652

menggunakan 5 tangga *cascade aerator*, penentuan jumlah tangga berdasarkan perhitungan transfer oksigen pada *cascade aerator*.

Bak aerator gelembung berbentuk persegi panjang terbuat dari kayu dengan ukuran dimenai lebar 25 cm, panjang 40 cm dan tinggi 40 cm. Pada bak aerator dilapisi plastik agar air merembes keluar. Waktu detensi aerator gelembung direncanakan selama 5 menit. Pompa aerator digunakan untuk mengeluarkan gelembung udara. *Cascade aerator* dan bak aerator gelembung dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Cascade Aerator dan Aerator Gelembung

Perancangan Bak Sedimentasi

Fungsi dari bak sedimentasi adalah sebagai bak penampung air dari aerator. Bak sedimentasi untuk mengendapkan flok besi hasil oksidasi dan sebagai *pretreatment* dari filter. Bak sedimentasi yang digunakan berbentuk trapesium yang dibuat dari bahan kayu dengan ukuran dimensi lebar 20 cm, panjang 50 cm dan tinggi 50 cm. Bak berbentuk trapesium, untuk sisi berbentuk miring berfungsi sebagai zona lumpur untuk memudahkan dalam pembersihan dan pembuangan lumpur yang terbentuk. Pada bak sedimentasi dilapisi plastik agar air tidak merembes keluar. Bak sedimentasi diberikan sekat atau *baffle* yang berfungsi mengatur aliran supaya teratur dan searah serta mempercepat pengendapan partikel-partikel zat padat yang tersuspensi di dalam air. Waktu detensi dalam sedimentasi yang direncanakan adalah 30 menit. Bak sedimentasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Bak Sedimentasi Tampak Atas, Tampak Depan dan Tampak Dalam

Perancangan Unit Filter

Perancangan unit filtrasi aliran *slow down* dan *single media* dengan media pasir sebagai media filter dan kerikil sebagai media penyangga, ketebalan media pasir 80 cm dan ketebalan media penyangga 10 cm. Penelitian ini dioperasikan secara *constant rate* dengan debit 1 l/menit. Perancangan alat filter memakai pipa dengan diameter 11,4 cm dengan panjang 100 cm. Filter ini juga memakai *underdrain* dan jarak plat dengan dasar filter sebesar 5 cm. Filter dapat dilihat pada Gambar 7.

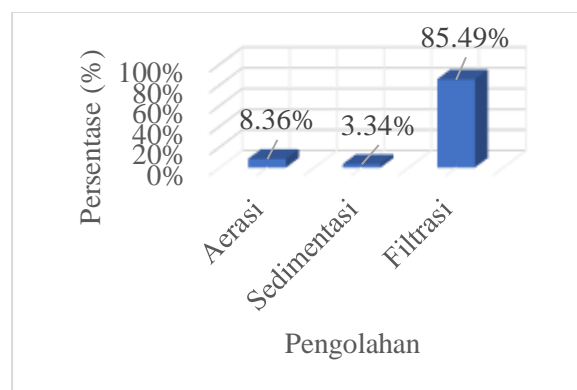


Gambar 7. Filter Tampak Depan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

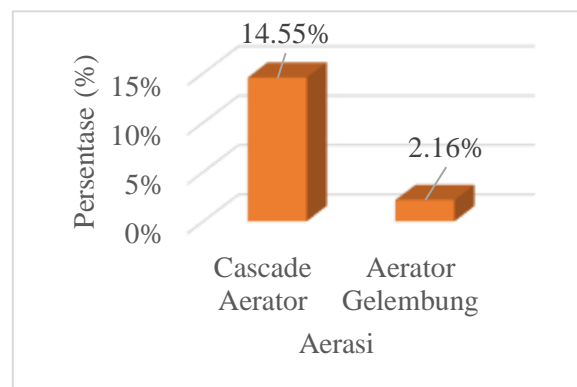
Analisis Persentase Penurunan Kadar Fe pada Gabungan Unit Pengolahan

Pada gabungan unit pengolahan air minum ada tiga proses yaitu proses aerasi, sedimentasi dan filtrasi.



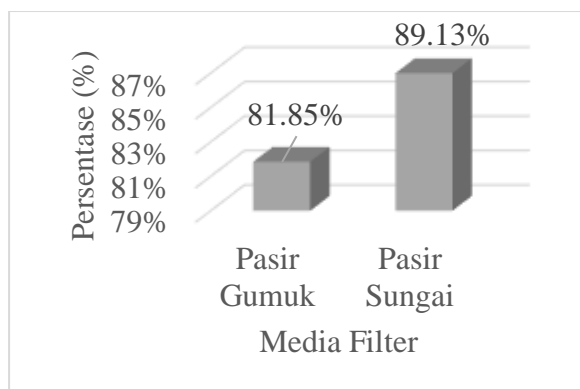
Gambar 8. Persentase Penurunan Kadar Besi

Gambar 8 menunjukkan persentase penurunan kadar Fe tertinggi pada unit pengolahan filtrasi sebesar 85,49%. Pada unit pengolahan filtrasi berperan besar terhadap penurunan kadar besi. Sedangkan yang terendah pada unit pengolahan sedimentasi sebesar 3,34%. Hal ini diduga kecepatan pengendapan Fe cukup lambat sehingga perlu waktu detensi yang lebih lama. Akibatnya dengan waktu detensi 30 menit, kadar Fe belum terendap dengan baik (Badriani, 2009).



Gambar 9. Persentase Penurunan Kadar Besi Pada Bak Aerasi

Gambar 9 menunjukkan persentase penurunan tertinggi pada aerator menggunakan *cascade aerator* sebesar 14,55% dan terendah menggunakan aerator gelembung sebesar 2,16%. Menurut (Diansari dkk., 2022) penggunaan metode *cascade aerator* dan aerator gelembung ada perbedaan, hal ini dapat dibuktikan berdasarkan uji analisis perbandingan bahwa ada perbedaan antara aerator gelembung dengan *cascade aerator*. *Cascade aerator* lebih efektif dalam menurunkan kadar Fe dalam air sumur bor daripada aerator gelembung.



Gambar 10. Persentase Penurunan Kadar Besi Pada Media Filtrasi

Gambar 10 menunjukkan persentase penurunan tertinggi pada filtrasi terjadi pada media filter pasir sungai sebesar 89,13% dan penyisihan terendah terjadi pada media filter pasir gumuk sebesar 81,85%. Hal ini disebabkan pada salah satu variabel pengolahan yang kurang maksimal dalam menurunkan kadar besi. Efektivitas media pasir sungai pada pengolahan filtrasi lebih baik dari media pasir gumuk yang disebabkan media pasir sungai memiliki butiran yang lebih halus dari pada media pasir sungai. Semakin besar nilai porositas akan memperkecil luas permukaan media sehingga menurunkan kemampuan media filter serta menghasilkan *headloss* yang semakin kecil, sebaliknya porositas yang terlalu kecil akan menghasilkan efluen yang baik dan *headloss* media bertambah (Badriani, 2009).

Analisis Statistik

Pada penelitian ini hasil yang didapatkan berupa hubungan variabel bebas yaitu jenis pengolahan menggunakan aerator dan media filter terhadap nilai Besi (Fe). Uji statistik dalam penelitian ini menggunakan uji Regresi Linier. Tujuan dilakukannya uji statistik Regresi Linier adalah untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Analisis uji statistik menggunakan software R Studio. R Studio merupakan salah satu bahasa pemrograman yang memiliki banyak *package*. *Package* adalah kumpulan perintah-perintah yang digunakan untuk analisis tertentu (Evani, 2019).

Analisis Statistik Besi (Fe)

Tabel 1. Koefisien Determinasi

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	2.3385	0.0994	23.5043	0.0000
Aerator Gelembung	-0.0797	0.1195	-0.6669	0.5093
Cascade Aerator	-0.2927	0.1195	-2.4482	0.0196
Sedimentasi	-0.0783	0.0812	-0.9642	0.3417
Filter pasir gumuk	-1.6270	0.0994	-16.3538	0.0000
Filter pasir sungai	-1.8320	0.0994	-18.4143	0.0000

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Berdasarkan hasil yang terdapat dalam Tabel 1, maka dapat dibentuk suatu persamaan regresi linier, yaitu:

$$Y = 2,33850 - 0,07975X_1 - 0,29275 X_2 - 0,07833X_3 - 1,62708X_4 - 1,83208X_5 \dots (3.1)$$

Keterangan:

- Y = kadar besi sebelum perlakuan
- X1 = aerator Gelembung
- X2 = cascade Aerator
- X3 = sedimentasi
- X4 = filter pasir gumuk
- X5 = filter pasir sungai

Dari persamaan 3.1 dapat dijelaskan bahwa pada saat tidak menggunakan aerator gelembung berarti nilai X_1 sama dengan 0, menggunakan *cascade aerator* berarti X_2 sama dengan $-0,29275$ mg/l, kemudian tidak menggunakan sedimentasi berarti X_3 sama dengan 0, menggunakan filter pasir gumuk berarti X_4 sama dengan $-1,62708$ mg/l dan tidak menggunakan filter pasir sungai berarti X_5 sama dengan 0 sehingga didapatkan nilai rata-rata awal kadar besi 0,41867 mg/l.

Tabel 1 menunjukkan koefisien determinasi hasil analisis regresi linier, didapatkan bahwa terdapat 2 (dua) variabel bebas pada penelitian yang tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat (kadar besi akhir), yaitu aerator gelembung dan sedimentasi dengan *p-value* > 0,05 sebesar 0,50931 dan 0,34171. Terdapat 3 (tiga) variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap kadar besi akhir, yaitu variabel *cascade aerator* dengan *p-value* < 0,05 sebesar 0,01967 yang artinya bahwa jenis

aerator menggunakan *cascade aerator* berpengaruh signifikan terhadap kadar besi akhir. Kemudian variabel filter pasir gumuk dan filter pasir sungai dengan *p-value* < 0,05 sebesar 0,00000 yang artinya bahwa variabel filter pasir gumuk dan filter pasir sungai berpengaruh signifikan terhadap kadar besi akhir.

Hasil analisis regresi linier pada penelitian ini didapatkan hasil yaitu variabel *cascade aerator*, filter pasir gumuk dan filter pasir sungai memiliki hubungan yang berpengaruh secara signifikan terhadap kadar besi akhir. Sedangkan hubungan yang tidak berpengaruh secara signifikan yaitu variabel aerator gelembung dan sedimentasi dengan variabel yang menjadi pembanding yaitu variabel tanpa aerator, tanpa sedimentasi dan tanpa filter.

4. Kesimpulan

Besar persentase penurunan kadar Fe pada pengolahan aerasi dengan menggunakan *cascade aerator* sebesar 14,55% dan aerator gelembung sebesar 2,16%. Besar persentase penurunan kadar Fe pada pengolahan sedimentasi sebesar 3,34% dan besar persentase penurunan kadar Fe pada pengolahan filtrasi dengan menggunakan media filter pasir gumuk dan pasir sungai sebesar 81,85% dan 89,13%. Hasil analisis regresi linier pada penelitian ini didapatkan hasil yaitu variabel *cascade aerator*, filter pasir gumuk dan filter pasir sungai memiliki hubungan yang berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan kadar besi. Sedangkan hubungan yang tidak berpengaruh secara signifikan yaitu variabel aerator gelembung dan sedimentasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aba, L., Bahrin, & Armid. (2017). Pengolahan Air Sumur Gali Dengan Metode Aerasifiltrasi Menggunakan Aerator Gelembung Dan Saringan Pasir Cepat Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn). *Aplikasi Fiiska*, 13(02), 38–47.
- Badriani, Ririn Endah. (2009). Kajian Efisiensi Penurunan Kadar Besi Air Tanah Sidoarjo Dengan Menggunakan Modifikasi Tray Aerator Dan Sedimentasi. *Jurnal Rekayasa*, 6(2), 129-265.
- BPS Kabupaten Lumajang. (2021). Kabupaten Lumajang Dalam Angka 2021. *Catalog*, 148.
- Diansari, U., Purnaini, R., & Asbanu, C. (2022). Perbandingan Efisiensi Cascade Aerator dan Bubble Aerator dalam Menurunkan Kadar Besi Air Sumur Bor Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air. *10(1)*, 11–21.
- Maharani, N. E., & Wartini, W. (2017). Efektivitas Filter Serpihan Marmer Terhadap Penurunan Kadar Besi, Mangan dan Magnesium pada Air Sumur Gali. *Jurnal Kesehatan*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.23917/jurkes.v10i1.5486>
- Permenkes RI. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. In *Peraturan Menti Kesehatan Republik Indonesia* (p. MENKES).
- Rachmanto, A.T, & Septiari Wibisono, F. (2021). Kombinasi Cascade Aerator Dan Adsorpsi Zeolite Dalam Menurunkan Kadar Fe Terlarut Di Air Sumur. *EnviroUS*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.33005/enviroUS.v2i1.51>
- Rivai, A., & Hermanto, A. (2019). Efektivitas Metode Cascade Aerasi Dan Kombinasi Filtrasi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 17(1), 89. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v18i1.1724>
- Riyanto, E., Taufik, M., & Saputri, M. (2021). Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) dalam Air Sumur Gali dengan Metode Variasi Waktu Aerasi Filtrasi Menggunakan Aerator Gelembung dan Variasi Saringan Pasir Lambat. *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 5(1), 1–9.