

PENGARUH *HYDRAULIC ENGINEERING SOFTWARE* TERHADAP KINERJA WAKTU PEKERJAAN DESAIN JARINGAN PERPIPAAN AIR LIMBAH SKALA KOTA

Benjamin Julies Lekatompessy¹, Agus Suroso² dan Mawardi Amin³

¹Prodi Magister Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jl. Meruya Selatan, Kec. Kembangan, Jakarta, 11650

Email korespondensi: juliesben@gmail.com

²Prodi Magister Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jl. Meruya Selatan, Kec. Kembangan, Jakarta, 11650

Email : agussrs@yahoo.com

³Prodi Magister Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jl. Meruya Selatan, Kec. Kembangan, Jakarta, 11650

Email : mawardi.a@gmail.com

ABSTRAK

Saat ini Indonesia berada pada peringkat ke 125 dalam masalah penanganan sanitasi dan air minum [14]. Pemerintah Indonesia dalam hal ini Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) menyusun program 100% pelayanan air minum, 0 ha permukiman kumuh perkotaan dan 100% pelayanan sanitasi [7] untuk mendongkrak tingkat pelayanan sanitasi di Indonesia antara lain dengan program perencanaan jaringan pipa dan pengolahan air limbah. Tantangan yang dihadapi dalam perencanaan ini adalah terjadinya keterlambatan [13]. Hal ini tentunya dipengaruhi oleh banyak faktor yang salah satunya masih rendahnya penggunaan *Advanced Engineering Software* [5]. Penggunaan *software* konvensional seperti *Microsoft Excel* masih menjadi pilihan dalam menganalisis jaringan pipa air limbah sehingga membutuhkan waktu lebih banyak dalam mendesain ataupun mengoreksi desain. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor pada penggunaan *hydraulic engineering software* yang berpengaruh terhadap kinerja waktu desain jaringan pipa air limbah. Hasil analisis linear berganda menunjukkan bahwa dengan penggunaan secara simultan faktor-faktor kemudahan analisis, pengelolaan skenario, desain otomatis, integrasi dengan GIS dan akurasi memberikan pengaruh positif terhadap waktu desain jaringan pipa air limbah. Dari faktor-faktor tersebut diketahui bahwa pengelolaan skenario memberikan dampak positif paling besar terhadap kinerja waktu desain pipa air limbah skala kota.

Kata kunci: *Engineering Software*, Desain Perpipaan, Proyek Air Limbah

ABSTRACT

Currently, Indonesia is ranked 125th in terms of handling sanitation and drinking water [14]. The Government of Indonesia, in this case, the Ministry of Public Works and Public Housing (MPWH), has developed a program of 100% drinking water services, which describes urban work and 100% sanitation services [7] to boost the level of sanitation services in Indonesia, among others, through a pipeline network planning program and water treatment. waste. The challenge faced in this planning is the occurrence of delays [13]. This is of course influenced by many factors, one of which is the low use of Advanced Engineering Software [5]. The use of conventional software such as Microsoft Excel is still an option in analyzing wastewater pipelines so that it takes more time to design and correct the design. Therefore, this study was conducted to determine the factors in the use of hydraulic engineering software that affect the design time performance of the wastewater pipeline network. The results of multiple linear analysis show that simultaneously the factors of ease of analysis, scenario management, automatic design, integration with GIS, and accuracy have a positive influence on the design time of the wastewater pipeline network. From these factors, it is known that in the scenario the greatest positive impact on the time performance of city-scale wastewater pipe design.

Keywords: Engineering Software, Sewerage Design, Wastewater Project

1. PENDAHULUAN

Saat ini Indonesia berada pada peringkat ke 125 dalam masalah penanganan sanitasi dan air minum [14] dan masih berada di bawah negara-negara Asia Tenggara lainnya seperti Malaysia, Thailand, Vietnam, Filipina dan Myanmar. Bagian dari sanitasi yang menjadi permasalahan adalah pengelolaan air limbah terutama di kota-kota besar di Indonesia yang menyumbang banyak air limbah akibat dari tingginya populasi penduduk.

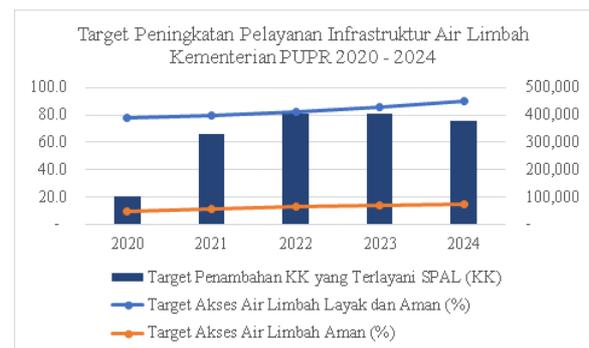
Tabel 1. *Environmental Performance Index* 2020 – Sanitasi dan Air Minum

| Rangking | Negara | Skor | Region |
|------------|------------------------|-------------|-----------|
| 1 | Finlandia | 100 | 1 |
| | Islandia | 100 | 1 |
| | Belanda | 100 | 1 |
| | Norwegia | 100 | 1 |
| | Swiss | 100 | 1 |
| | Inggris | 100 | 1 |
| 50 | Bosnia and Herzegovina | 61.4 | 13 |
| 59 | Malaysia | 57.6 | 7 |
| 63 | Thailand | 55.8 | 8 |
| 74 | Vietnam | 52.7 | 9 |
| 100 | Panama | 43.5 | 20 |
| 110 | Filipina | 39 | 13 |
| 124 | Myanmar | 30.8 | 18 |
| 125 | Indonesia | 28.4 | 19 |
| 132 | Timor Leste | 25.9 | 21 |
| 150 | Papua New Guinea | 15.5 | 24 |

Sumber: Yale Center for Environmental Law & Policy, 2020

Sebagai upaya untuk menangani masalah ini, pemerintah Indonesia melalui

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) menetapkan sasaran pembangunan berupa Visium Kementerian PUPR yang diantaranya terdapat program 100% pelayanan air minum, 0 ha permukiman kumuh perkotaan dan 100% pelayanan sanitasi [7]. Dengan adanya program pemerintah tersebut maka tentunya akan diikuti dengan program-program yang akan menambah tingkat akses pelayanan sanitasi dengan menambah target jumlah KK yang mendapatkan terlayani Sistem Pengelolaan Air Limbah (SPAL). Program tersebut antara lain melalui perencanaan jaringan pipa dan pengolahan air limbah.



Gambar 1. Target Peningkatan Pelayanan Infrastruktur Air Limbah Domestik Kementerian PUPR Tahun 2020 – 2024 [7]

Salah satu tantangan yang dihadapi dalam tahap perencanaan dan desain adalah terjadinya keterlambatan [13]. Pada proyek-proyek pekerjaan umum yang ada di Malaysia didapatkan sekitar 88% terjadi keterlambatan pada tahap perencanaan dan desain [1]. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja waktu di tahap perencanaan dan desain masih menjadi permasalahan yang perlu mendapat perhatian.

Salah satu faktor yang menyebabkan keterlambatan pada tahap perencanaan konstruksi adalah perubahan kebutuhan oleh owner [15]. Perubahan oleh owner pada proyek jaringan pipa air limbah seperti

berubahnya lokasi pelayanan dan berbeda dengan yang telah dikemukakan didalam Kerangka Acuan Kerja (KAK). Perubahan ini sangat mempengaruhi desain yang dilakukan oleh *engineer* dan akan semakin berpengaruh terhadap waktu karena masih menggunakan *software* konvensional seperti *microsoft excel*. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Hafiz Usama Imad [5] bahwa masih rendahnya penggunaan *software* yang lebih *advanced* merupakan salah satu faktor yang berdampak signifikan pada waktu perencanaan konstruksi. Dan di dalam proyek air minum dan air limbah, faktor ini pun menjadi salah satu penyebab keterlambatan [8].

Uraian permasalahan di atas yang melatarbelakangi penyusunan penelitian ini dengan judul “Analisis Pengaruh Penggunaan *Hydraulic Engineering Software* Terhadap Kinerja Waktu Pekerjaan Desain Perpipaan Air Limbah Skala Kota”.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Studi dimulai dengan menyelidiki masalah yang dihadapi di lapangan serta didukung oleh fenomena yang pernah dikaji oleh studi terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penggunaan *hydraulic engineering software* dalam pekerjaan desain perpipaan air limbah skala kota. Setelah itu dilakukan identifikasi variabel dari kelebihan *hydraulic engineering software* yang mengacu pada hasil dari riset terdahulu, kemudian dikelompokkan menjadi variabel untuk proses riset yaitu kemudahan analisis (X_1), Pengelolaan skenario (X_2), Desain otomatis (X_3), Integrasi Data dengan GIS (X_4), dan Akurasi (X_5).

Variabel-variabel tersebut dikembangkan dengan menyusun konsep operasional variabel penelitian yang menjelaskan tentang indikator atau instrumen penelitian dan skala yang digunakan pada kuesioner. Dari konsep operasional variabel, disusun kuesioner yang disebarkan ke responden.

Penyebaran kuesioner dilakukan dalam 2 (dua) tahap yaitu distribusi kuesioner kepada pakar dan distribusi ke responden.

Penyebaran kuesioner kepada pakar dengan tujuan untuk memvalidasi variabel penelitian. Pakar menyetujui untuk menggunakan variabel yang diajukan oleh peneliti dengan beberapa komentar yang perlu diperbaiki dalam kuesioner.

Pendistribusian kuesioner untuk mengetahui persepsi responden terhadap faktor yang dimiliki *hydraulic engineering software* yang berpengaruh terhadap waktu perencanaan perpipaan air limbah skala kota dan faktor dominannya.

Data hasil distribusi kuesioner dilakukan analisis regresi linear berganda untuk memperoleh faktor yang dimiliki *hydraulic engineering software* serta faktor yang paling berpengaruh terhadap kinerja waktu pekerjaan desain perpipaan air limbah skala kota. Proses analisis diawali dengan uji validitas dan reliabilitas, uji asumsi klasik, uji F simultan dan uji t parsial.

Hasil analisis regresi linear berganda dibandingkan dengan studi terdahulu yang terkait dengan desain perpipaan air limbah untuk mengetahui apakah penelitian ini mendukung atau membantah hasil studi tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyebaran kuesioner dilakukan kepada 32 responden mengacu pada jumlah minimal responden untuk analisis statistik minimal sebanyak 30 responden [9]. Gambaran data responden disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Gambaran Data Responden

| <i>Gambaran Data Responden</i> | <i>Jumlah Responden</i> | <i>Persentase</i> |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|
| Usia | | |
| a. 21–30 tahun | 7 | 21,9% |
| b. 31–40 tahun | 5 | 15,6% |
| c. 41–50 tahun | 7 | 21,9% |
| d. > 50 tahun | 13 | 40,6% |
| Jabatan | | |
| a. TA Teknik Lingkungan | 29 | 90,6% |
| b. TA Teknik Sipil | 3 | 9,4% |
| Tingkat SKA | | |
| a. Ahli Muda | 8 | 25% |

| Gambaran Data Responden | Jumlah Responden | Persentase |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------|
| b. Ahli Madya | 20 | 62,5% |
| c. Ahli Utama | 4 | 12,5% |
| Pengalaman Kerja | | |
| a. < 5 tahun | 6 | 18,8% |
| b. 5-10 tahun | 5 | 15,6% |
| c. 11-15 tahun | 4 | 12,5% |
| d. 16- 20 tahun | 3 | 9,4% |
| e. > 20 tahun | 14 | 43,8% |
| Jumlah Proyek Air Limbah | | |
| a. < 5 proyek | 15 | 46,9% |
| b. 5-10 proyek | 8 | 25% |
| c. > 10 proyek | 9 | 28,1% |

Dari tabel 2 dijelaskan bahwa sebagian besar responden merupakan TA Teknik Lingkungan pada tingkat keahlian madya yang telah memiliki pengalaman kerja lebih dari 20 tahun.

Data kuesioner dilakukan uji statistik dengan tahapan: (i) uji validitas dan reliabilitas, (ii) uji asumsi klasik antara lain uji normalitas, uji multikolinearitas, uji heterokedastisitas, dan uji autokorelasi, (iii) analisis regresi linear berganda dengan uji F simultan dan uji t parsial.

Dari hasil uji validitas dan reliabilitas untuk semua instrumen dan variabel penelitian didapatkan bahwa semua masuk kategori valid dan reliabel.

Tabel 3. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas

| Variabel | Hasil Uji Validitas | Hasil Uji Reliabilitas |
|---------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Kemudahan Analisis (X ₁) | >0,349 | > 0,6 |
| Pengelolaan skenario (X ₂) | >0,349 | > 0,6 |
| Desain yang otomatis (X ₃) | >0,349 | > 0,6 |
| Integrasi Data dengan GIS (X ₄) | >0,349 | > 0,6 |
| Akurasi (X ₅) | >0,349 | > 0,6 |
| Kinerja Waktu (Y) | >0,349 | > 0,6 |

Keterangan: N = 32 responden, $r_{tabel} = 0,349$ (sig 5%), Valid ($r_{hitung} > r_{tabel}$), Reliabel (Cronbach alpha > 0,6)

Uji asumsi klasik dilakukan dengan:

- Uji normalitas menggunakan tes Kolmogrov-Smirnov dimana didapatkan hasil Asymp. Sig. (2-tailed) > 0,05 yang berarti bahwa data terdistribusi dengan normal
- Uji multikolinearitas diukur dari nilai toleransi dan nilai VIF
- Uji heterokedastisitas menggunakan tes Scatterplot
- Uji autokorelasi dilakukan menggunakan metode *run test*

Tabel 4. Hasil Uji Asumsi Klasik

| Uji Asumsi Klasik | Hasil Uji | Keterangan |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Uji normalitas | Nilai Asymp. Sig. (2-tailed) 0,200 (>0,05) | Data terdistribusi normal |
| Uji Multikolinearitas | Nilai toleransi >0,1 dan nilai VIF <10 | Tidak ada gejala multikolinearitas |
| Uji Heterokedastisitas | Tidak terdapat pola yang jelas dari titik-titik yang ada | Tidak terdapat gejala heterokedastisitas |
| Uji Autokorelasi | Nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,369 (>0,05) | tidak ada gejala autokorelasi |

Uji F simultan ditujukan untuk menganalisis pengaruh faktor-faktor tersebut secara bersama-sama terhadap kinerja waktu. Kaidah yang digunakan:

- Jika nilai sig. < 0,05 maka variabel independen (X) secara simultan berpengaruh terhadap variabel dependen (Y).
- Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, dimana diketahui $F_{tabel} = (k; n-k) = (5; 32-5) = (5; 27) = 2,57$

Tabel 5. Hasil Uji F Simultan

| Model | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------|----------------|----|-------------|-----|-------------------|
| Regression | 61.256 | 5 | 12.251 | 7.2 | .000 ^b |
| Residual | 44.244 | 26 | 1.702 | | |
| Total | 105.500 | 31 | | | |

a. *Dependent Variable:* Kinerja Waktu Akurasi, Kemudahan Analisa, Pengelolaan Skenario, Integrasi dengan GIS, Desain Otomatis

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai signifikansi sebesar 0,000 yaitu di bawah 0,05 dan nilai $F_{hitung} = 7,200$ yaitu lebih besar dari $F_{tabel} = 2,57$. Artinya bawah semua variabel yang diukur secara simultan atau bersama-sama memiliki pengaruh yang signifikan yang positif terhadap kinerja waktu desain jaringan pipa air limbah skala kota.

Sedangkan uji t parsial untuk mengetahui apakah faktor-faktor tersebut secara individual berpengaruh signifikan terhadap kinerja waktu. Dasar pengambilan keputusan uji t parsial yaitu:

- Jika nilai sig. < 0,05 maka variabel independen (X) secara parsial berpengaruh terhadap variabel dependet (Y).
- Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, dimana diketahui $t_{tabel} = (\alpha/2; n-k-1) = (0,05/2; 32-5-1) = (0,025; 26) = 2,056$

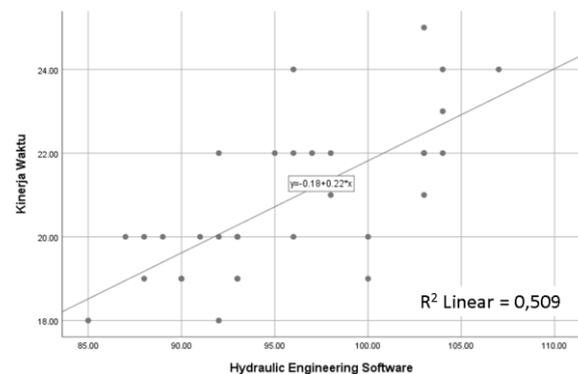
Tabel 6. Hasil Uji t Parsial

| Model | t | Sig. |
|----------------------|-------|-------|
| (Constant) | 0.231 | 0.819 |
| Kemudahan Analisa | 1.932 | 0.064 |
| Pengelolaan Skenario | 2.599 | 0.015 |
| Desain Otomatis | 1.137 | 0.266 |
| Integrasi dengan GIS | 0.230 | 0.820 |
| Akurasi | 0.274 | 0.786 |

Seperti terlihat pada Tabel 6 bahwa secara parsial, hanya variabel Pengelolaan Skenario yang berpengaruh signifikan terhadap kinerja waktu proyek perencanaan jaringan pipa air limbah. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $t_{hitung} (2,599) > t_{tabel} (2,056)$ dan nilai signifikansi $0,015 < 0,05$.

Faktor-faktor pada hydraulic engineering software yang mempengaruhi kinerja waktu

Penggunaan hydraulic engineering software memberikan pengaruh positif dan signifikan sebesar 50,9% terhadap kinerja waktu desain perpipaan air limbah skala kota. Temuan ini memperkuat pernyataan Tonde [11] bahwa software ini bisa dijadikan pilihan untuk memperpendek waktu desain perpipaan air limbah. Dan menurut pernyataan dari Aqlan [12] bahwa dengan digunakannya engineering software memberikan ketepatan waktu dan biaya penyelesaian pekerjaan.



Gambar 2. Grafik Regresi Pengaruh Penggunaan Hydraulic Engineering Software Terhadap Kinerja Waktu Desain Perpipaan Air Limbah Skala Kota

Berdasarkan hasil uji F simultan yang telah dijelaskan maka dapat diketahui bahwa faktor-faktor yang dimiliki oleh hydraulic engineering software yaitu: (i) kemudahan analisis, (ii) Pengelolaan skenario, (iii) Desain yang otomatis, (iv) integrasi data GIS, dan (v) akurasi, memiliki pengaruh positif secara simultan terhadap percepatan kinerja waktu proyek perencanaan jaringan

pipa air limbah. Hal ini telah dibuktikan dari hasil uji F yang menunjukkan nilai $F_{hitung} (7,200) > F_{tabel} (2,36)$.

Dengan menggunakan persamaan regresi, pengaruh faktor-faktor tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y = 1,085 + 0,220 X_1 + 0,491 X_2 + 0,289 X_3 + 0,044 X_4 + 0,049 X_5 \quad (1)$$

Faktor-faktor yang berpengaruh positif terhadap kinerja waktu adalah kemudahan Analisis (X_1), pengelolaan scenario (X_2), Desain yang otomatis (X_3), Terintegrasi dengan GIS (X_4) dan akurasi (X_5). Ini berarti: "Jika *hydraulic engineering software* memiliki faktor-faktor ini untuk mendesain jaringan pipa air limbah, maka memiliki pengaruh positif pada waktu (mempercepat waktu) untuk desain perpipaan air limbah Skala Kota."

Faktor kemudahan analisis (X_1) berpengaruh positif terhadap hasil penelitian ini dan mendukung hasil pernyataan dari Minaya [6] bahwa dimungkinkan untuk menggunakan program sewerCAD untuk meminimalkan waktu yang dibutuhkan untuk perencanaan, karena input data dan parameter cepat dan mudah.

Menurut Ojha [4] sewerCAD sangat efisien karena memungkinkan pembuatan desain dengan kriteria dan skenario yang berbeda. Temuan ini juga didukung oleh hasil dari penelitian ini yang menemukan bahwa faktor pengelolaan skenario (X_2) pada software memiliki berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja waktu desain perpipaan air limbah Skala Kota. Faktor desain otomatis (X_3) memiliki dampak positif pada kinerja waktu, temuan ini mendukung hasil penelitian sebelumnya oleh Katti dan B.M. yang menyatakan bahwa SewerGEMS membutuhkan sedikit waktu untuk menggambarkan jaringan pipa dengan tolls dan labelling yang ada serta dapat memperbaharui data secara otomatis [10].

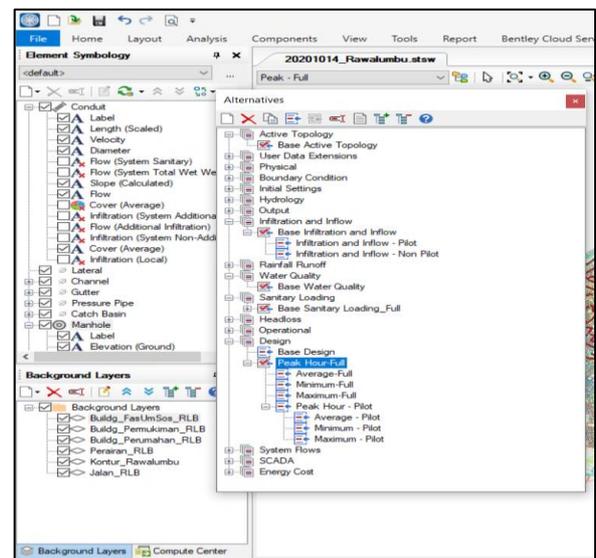
Menurut Bentley [3] bahwa *software* ini dapat secara otomatis menampilkan elevasi berdasarkan data GIS, maka pada penelitian

ini menunjukkan bahwa integrasi data dengan GIS (X_4) berdampak positif terhadap kinerja waktu. Menurut Amiri, dkk [2] bahwa sewerCAD dapat mempersingkat waktu analisis dan memperoleh desain yang lebih akurat didukung oleh hasil penelitian ini bahwa faktor akurasi (X_5) dalam software memiliki pengaruh positif terhadap kinerja waktu desain perpipaan air limbah skala kota.

Faktor-faktor pada *hydraulic engineering software* yang paling mempengaruhi kinerja waktu

Semua faktor memiliki pengaruh terhadap kinerja waktu baik positif tetapi hanya faktor pengelolaan skenario (X_2) yang berpengaruh signifikan terhadap kinerja waktu. Hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi yang sebesar $0,015 (< 0,05)$ dan nilai t_{hitung} sebesar $2,599 (> t_{tabel})$. Faktor ini berpengaruh signifikan disebabkan karena:

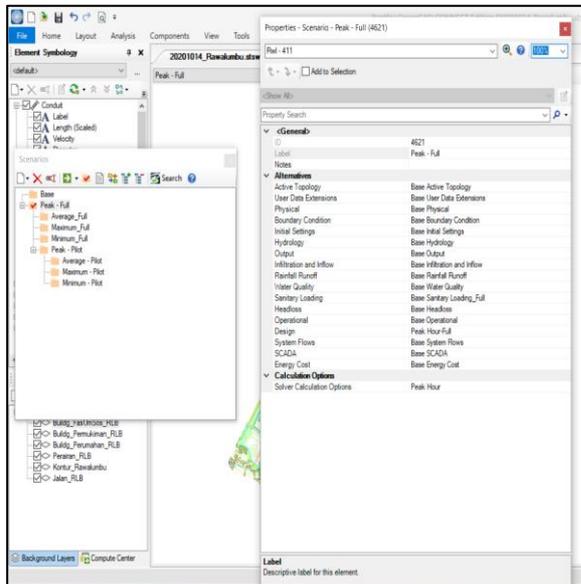
- a. Dapat menyediakan alat untuk mengelola skenario analisis (kondisi dilayani 100%, 50%, dan lain-lain) berdasarkan kebutuhan pengguna.



Gambar 3. Pengelolaan Alternatif untuk Skenario Analisis

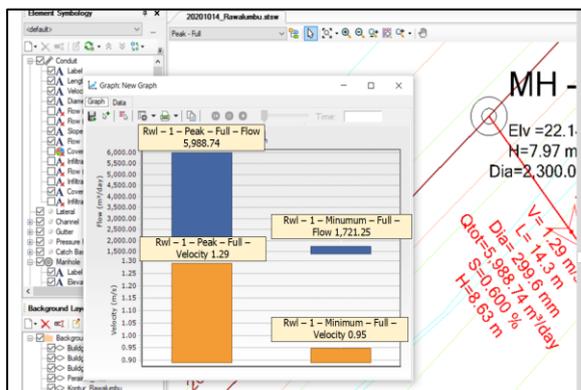
- b. Hasil dari skenario dapat dijadikan acuan pengambilan keputusan dan koreksi dengan adanya kondisi hidrolis

pada waktu-waktu tertentu dari pengelolaan skenario tersebut.



Gambar 4. Pengelolaan Skenario

c. Menampilkan hasil perbandingan antara skenario dengan item perbandingan yang diminta oleh pengguna



Gambar 5. Perbandingan Antar Skenario

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Faktor-faktor yang dimiliki oleh *Hydraulic Engineering Software* secara simultan berpengaruh positif sebesar 50,9% terhadap waktu yang diperlukan untuk proses desain perpipaan air

limbah skala kota antara lain (i) kemudahan analisis, (ii) Pengelolaan skenario, (iii) Desain yang otomatis, (iv) integrasi data GIS, dan (v) akurasi.

2. Faktor yang paling berpengaruh adalah faktor pengelolaan skenario. faktor ini memberikan dampak yang positif dan signifikan terhadap kinerja waktu desain perpipaan air limbah skala kota. Adapun hal yang menjadikan faktor ini berdampak dominan dan signifikan yaitu:

- Terdapat *tools* untuk mengelola skenario analisis (kondisi dilayani 100%, 50%, dan seterusnya) sesuai dengan kebutuhan pengguna.
- Mampu memberikan manfaat sebagai dasar pengambilan keputusan dan koreksi dengan adanya kondisi hidrolis pada waktu-waktu tertentu dari pengelolaan skenario tersebut
- Dapat menampilkan dan menjelaskan hasil perbandingan antar skenario dengan item perbandingan yang diinginkan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. A. Halim and R. M. Zin, "Causes of Delay in The Planning and Design Phases for Public Works Department Construction Project," *Malaysian J. Civ. Eng.*, vol. 28, no. 3, pp. 481–502, 2016.
- [2] A. wahid Amiri, J. G. Tsutsumi, R. Nakamatsu, and M. Asaduzzman, "Gravity Sewer Collection Design, Using GIS & SewerCAD," *Mod. Environ. Sci. Eng.*, vol. 2, pp. 403–410, 2016.
- [3] Bentley, "Product Data Sheet OpenFlows 'SewerCAD.'"
- [4] B. Ojha, "Economical Design of Sewer Line in Flat Terrain: A Case Study of Rajapur Sewerage System," *SCITECH Nepal*, 2018.
- [5] Hafiz Usama Imad, M. A. Akhund, T. H. Ali, A. R. Khoso, and F. H. Siddiqui, "Time Overrun in Pre-Construction Planning Phase of Construction

- Projects," *Int. J. Civ. Environ. Eng.*, vol. 12, 2018.
- [6] J. P. C. V. Minaya, "Evaluación Del Sistema De Alcantarillado Pluvial Con La Aplicación Del Software SewerCAD En La Prolongación Libertadores, Huaraz, 2018," Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- [7] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat - Republik Indonesia, "Rencana Strategis Tahun 2020-2024," Jakarta, 2020.
- [8] L. M. Emiru, "Determinant Factors Affecting Schedule and Cost Overruns on Water/Sewerage Construction Projects: The Case of AAWSA," Addis Abab University, 2019.
- [9] Mahmud, *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Pustaka Setia, 2011.
- [10] M. Katti and K. B.M, "Design of Sanitary Sewer Network Using SewerGEMS V8i Software," *Int. J. Sci. Technol. Eng.*, vol. 2, no. 01, 2015.
- [11] M. Tonde, L. Gavale, P. Jotawar, and S. Admane, "Design of Drainage line of Bhilarewadi village in Pune Area by Using Bentley's SewerGems," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 07, no. 04, 2020.
- [12] S. A. Aqlan, "Impact of Engineering Software on Construction Project Management in Bahrain," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 501-504, pp. 2614-2618, 2014.
- [13] T. C. McManus, D. R. Tishman, and L. R. Turnbaugh, "Remedies for Delays in Architectural Construction," *Cost Eng.*, vol. 38, no. 9, 1996.
- [14] Yale Center for Environmental Law & Policy, "Environmental Performance Index 2020," 2020. [Online]. Available: <https://epi.yale.edu/d>.
- [15] Y.-B. Yang and P.-R. Wei, "Causes of Delay in the Planning and Design Phases for Construction Projects," *J. Archit. Eng.*, 2010.

