

PENGARUH PENEMPATAN TIRAI SATU BARIS PADA PILAR JEMBATAN TERHADAP KEDALAMAN GERUSAN

Andy Dictanata¹ Lutjito²

¹ Al-Azhar 31 Yogyakarta, ² Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY
Email: andy@gmail.com

ABSTRACT

Pillar is a part of the structure under a bridge whose presence causes changes in the river flow patterns. The flow pattern changes resulted scours around the pil-lars. This study aims to determine the effect of the placement of the curtains one line at a bridge pillar on the local scour depth. This final project using the model as a tool pillar final observations with depth parameters and discharge the same water flow. With a height of 0.1 m of sand, 1:09 flow rate lt / sec. The test specimen using a round pipe with a diameter of 0.026 m, height pillars 0:25 am as a tool for testing. This test uses standard tilting flume belonging Hydraulics Laboratory of Education Department of Civil Engineering and Planning to include a pump. Tests carried one with a variety of shapes curtain bridge 1 line. Based on test results and discussion, it can be concluded the use of a safety curtain bridge piers arranged one straight line 29% more effective than in a sky-scraper without safety curtain. While the use of a safety curtain pillars arranged one curved line 25% more effective than in a skyscraper without safety curtain. If seen from the results of scour around bridge piers that occurred in each test.

Keywords: pillar models, scour depth, variation curtain.

ABSTRAK

Pilar merupakan bagian struktur bawah jembatan yang keberadaannya menyebabkan perubahan pola aliran sungai. Perubahan pola aliran tersebut mengakibatkan terjadinya gerusan lokal di sekitar pilar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penempatan tirai satu baris pada pilar jembatan ter-hadap kedalaman gerusan lokal. Kajian ini menggunakan model pilar sebagai alat pengamatan tugas akhir dengan parameter kedalaman aliran dan debit air sama. Dengan ketinggian pasir 0.1 m, debit aliran 1.09 lt/det. Benda uji ini menggunakan pipa bulat dengan diameter 0.026 m, tinggi pilar 0.25 m sebagai alat untuk pengujian. Pengujian ini menggunakan *standard tilting flume* milik Laboratorium Hidrolika Jurusan Pen-didikan Teknik Sipil dan Perencanaan dengan dilengkapi sebuah pompa. Pengujian dilakukan satu kali dengan variasi bentuk tirai jembatan satu baris. Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, maka dapat diperoleh kes-impulan penggunaan tirai pengaman pilar jembatan ditata satu baris lurus lebih efektif 29% dibandingkan dengan pilar tanpa tirai pengaman. Sedangkan penggunaan tirai pengaman pilar ditata satu baris melengkung lebih efektif 25% dibandingkan dengan pilar tanpa tirai pengaman. Jika dilihat dari hasil gerusan di sekitar pilar jembatan yang terjadi pada masing-masing pengujian.

Kata kunci: kedalaman gerusan, model pilar, variasi tirai.

PENDAHULUAN

Jembatan merupakan struktur yang dibuat untuk me-nyeberangi jurang atau rintangan seperti sungai, rel kereta api atau-pun jalan raya. Jembatan dibangun untuk penyeberangan pejalan kaki, kendaraan atau kereta api di atas halangan. Jem-batan juga merupakan bagian dari infrastruktur transportasi darat yang sangat vital dalam aliran perjalanan (*traffic flows*). Jembatan sering menjadi kompo-nen kritis dari suatu

ruas jalan, karena sebagai penentu beban maksimum kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut.

Aliran yang terjadi pada sungai biasanya disertai proses penggerusan/erosi dan endapan sedimen/deposisi. Proses penggerusan yang terjadi dapat diakibatkan karena kondisi morfologi sungai dan adanya bangunan sungai yang menghalangi aliran. Bangunan seperti pilar jembatan dapat merubah pola aliran, sehingga secara umum

dapat me-nyebabkan terjadinya gerusan lokal. Salah satu struktur utama bangunan bawah jembatan adalah pilar jembatan yang selalu berhubungan langsung dengan aliran sungai.

Sebagian besar kegagalan bangunan air yang melintang pada alur sungai seperti jembatan disebabkan oleh gerusan setempat yang terjadi te-pat pada bangunan pilar atau dapat disebabkan oleh adanya degradasi alur sungai di hilir bangunan. Interaksi antara ali-ran di sekitar pilar jembatan dengan dasar sungai di sekitar pilar adalah sangat kompleks. Gerusan yang terjadi di sekitar pilar adalah akibat sistem pusa-ran (*Vortex system*) yang timbul karena aliran dirintangi pilar tersebut. Aliran mendekati pilar dan tekanan stagnasi akan menurun dan menyebabkan ali-ran kebawah (*down flow*) yaitu aliran dari kecepatan tinggi menjadi kecepatan rendah. Kekuatan *down flow* akan mencapai maksimum ketika berada tepat pada dasar saluran.

Gerusan didefinisikan se-bagai pembesaran dari suatu aliran yang disertai pemindahan material melalui aksi gerakan flu-ida. Gerusan merupakan fenom-ena alam yang disebabkan oleh aliran air yang mengikis dasar dan tebing saluran. Gerusan lokal (*local scouring*) terjadi pada suatu kecepatan aliran dimana sedimen ditranspor lebih besar dari sedimen yang disuplai. Transpor sedimen bertambah dengan meningkatnya tegangan geser sedimen, gerusan terjadi ketika perubahan kondisi aliran menyebabkan peningkatan te-gangan geser dasar. jembatan.

Gerusan lokal yang ter-jadi pada pilar jembatan yang be-rada pada dasar sungai bersifat *granuler* (pasir) dapat menyebab-kan terjadinya degradasi kon-struksi yang berakibat pada ketidakstabilan konstruksi jem-batan itu sendiri. Bersamaan dengan pengaruh getaran dari kendaraan yang melintasi kon-struksi jembatan, gerusan lokal akan dapat menyebabkan kersu-kan dan keruntuhan jembatan.

Menurut Sucipto (2011), jika struktur ditempatkan pada suatu arus air, aliran air di sekitar struktur tersebut akan berubah, dan gradien kecepatan vertical (*vertical velocity*

Pengaruh Penempatan Tirai ... (Andy/ hal 125-132)

gradient) dari aliran akan berubah menjadi gradien tekanan (*pressure gradient*) pada ujung permukaan struktur tersebut. Gradien tekanan (*pressure gradient*) ini merupakan hasil dari aliran bawah yang membentuk *bed*. Pada dasar struktur, aliran bawah ini membentuk pusaran yang pada akhirnya menyapu sekeliling dan bagian bawah struktur dengan memenuhi seluruh aliran. Hal ini dinamakan pusaran tapal kuda (*horseshoe vortex*), karena dilihat dari atas bentuk pusaran ini mirip tapal kuda. Pada permukaan air, interaksi aliran dan struktur membentuk busur ombak (*bow wave*) yang disebut sebagai gulungan permukaan (*surface roller*). Pada saat terjadi pemisahan aliran pada struktur bagian dalam mengalami *wake vortices*.

Gerusan lokal pada umumnya diakibatkan oleh bangunan air, misalnya pilar atau abutmen jembatan. Tiap gerusan memiliki metodenya sendiri. Beberapa mekanisme gerusan adalah sebagai berikut :

1. Clear Water Scour

Gerusan ini terjadi jika tegangan geser yang terjadi lebih besar daripada tegangan geser kritis. Pergerakan sedimen hanya terjadi pada sekitar abutmen.

2. Life Bed Scour

Gerusan ini terjadi disertai dengan adanya angkutan sedimen dari material dasar, akibat aliran dalam saluran yang menyebabkan materoial dasar bergerak. Hal tersebut menunjukkan bahwa tegangan geser pada dasar saluran lebih besar dari nilai kritiknya. Keseimbangan kedalaman gerusan tercapai jika jumlah material yang terangkat dari lubang gerusan sama dengan material yang disuplai ke lubang gerusan.

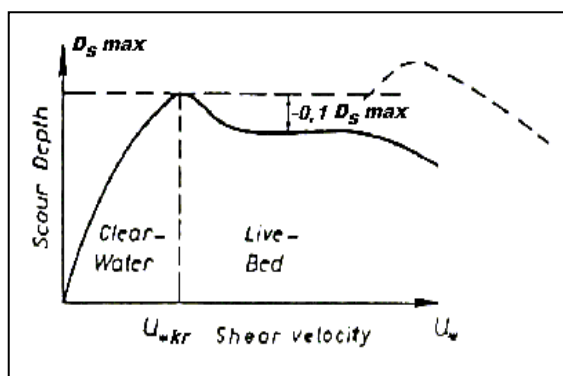
Gerusan yang terjadi disekitar penyempitan saluran akibat keberadaan bangunan adalah akibat sistem pusaran (*vortex system*) yang timbul karena terhalangnya aliran akibat penyempitan tersebut. *Vortex system* yang menyebabkan adanya lubang gerusan tersebut dimulai dari sebelah hulu penyempitan (hulu bangunan) yaitu saat mulai munculnya komponen aliran dari arah bawah. Selanjutnya pada bagian bawah komponen tersebut, aliran

akan terbalik arah menjadi vertikal yang kemudian diikuti dengan terbawanya material dasar sehingga terbentuk aliran spiral di daerah gerusan.

Kondisi aliran yang membentuk pusaran tersebut berdampak terjadinya pengikisan dasar sungai disekitar bangunan, yaitu dengan terbawa atau terangkutnya material dasar sungai di sekitar bangunan yang akan berakibat timbulnya lubang gerusan. Peristiwa ini berlangsung sampai terjadi keseimbangan yang tergantung pada media yang bergerak, kondisi aliran *clear-water* atau *live-bed*.

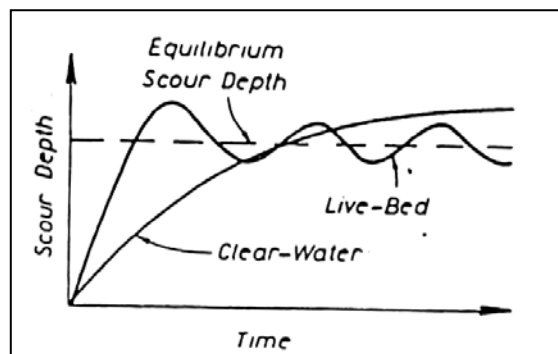
Dijelaskan lebih lanjut bahwa kecepatan gerusan relatif tetap meskipun terjadi peningkatan kecepatan yang berhubungan dengan *transport* sedimen, baik yang masuk maupun yang keluar lubang gerusan. Jadi kedalaman rata-rata gerusan pada kondisi seimbang (*equilibrium scour dept*), dengan sendirinya menjadi lebih kecil dengan kedalaman gerusan *maximum*. Keseimbangan kedalaman gerusan biasanya akan tercapai pada aliran yang tinggi dan dalam waktu yang lama.

Kedalaman gerusan pada *clear-water scour* dan *live-bed scour* merupakan fungsi kecepatan geser. Kedalaman gerusan maksimum terjadi saat kecepatan geser u sama dengan kecepatan geser kritis yaitu pada daerah transisi antara *clear-water scour* dan *live-bed scour* seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Kedalaman Gerusan (d_s) sebagai Fungsi Kecepatan Geser (u). (Breusers dan Raudkivi,1991)

Menurut Chabert dan Engeldinger (1956) dalam Breusers dan Raudkivi (1991), lobang gerusan yang terjadi pada alur sungai disamping merupakan fungsi kecepatan geser, juga merupakan fungsi waktu seperti ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Kedalaman Gerusan (d_s) sebagai Fungsi Waktu (t) (Breusers dan Raudkivi,1991)

METODE

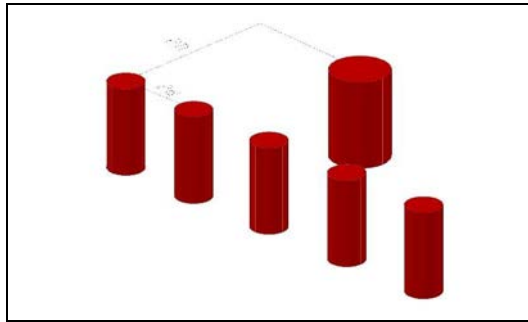
Model pilar yang digunakan adalah berbentuk lingkaran (*circular*). Dengan dimensi diameter (sejajar aliran) 0.026 m, dan tinggi pilar 0.25 m serta kedalaman timbunan pasir adalah 0.1 m.

Pengaman pilar digunakan jenis tirai atau susunan tiang yang diletakkan di hulu pilar dengan jarak 2D atau dua kali besar dari pilar jembatan. Dengan dimensi diameter (sejajar aliran) 0.0025 m, dan tinggi tirai 0.25 m serta kedalaman timbunan pasir adalah 0.1 m. Model tirai pilar berbentuk silinder dengan jarak antar tirai yaitu 2d atau dua kali diameter tirai.

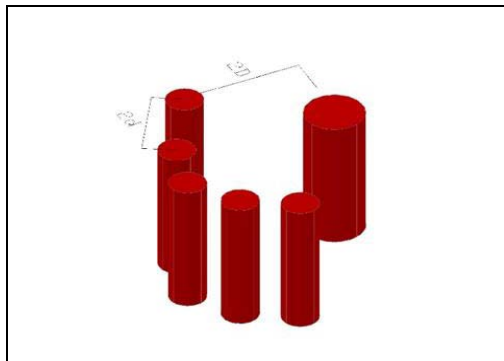
Variasi penempatan tirai dengan pengukuran kedalaman gerusan di sekitar pilar masing-masing pilar di bagi menjadi 2 tipe yang mempunyai jarak yang sama semua antar tirai dan dari pilar jembatan yaitu seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Variasi susunan tirai pengaman pilar

Tipe	Susunan Antar Tirai
Jarak 2D	2D 1 baris lurus
Jarak 2D	2D 1 baris lengkung



Gambar 3. Model Tirai Pilar disusun 1 Baris Lurus



Gambar 4. Model Tirai Pilar disusun 1 Baris Lengkung

Setiap data yang diambil menggunakan debit dan kedalaman aliran yang sama atau stabil. Pengambilan data yang dilakukan dengan mengamati gerusan yang terjadi disekitar pilar sampai dengan gerusan tersebut stabil, percobaan dilakukan sebanyak tiga kali. Jarak antar tirai $2d$ atau besar dari tirai dan dari pilar $2D$ atau besar dari pilar. Pengambilan data penelitiannya adalah:

1. Pilar tanpa tirai pengaman.
2. Pilar dengan tirai pengaman disusun satu baris lurus.
3. Pilar dengan tirai pengaman disusun satu baris melengkung.

Data gerusan diambil dengan cara mencatat hasil pengukuran kedalaman yang terjadi di sekitar pilar jembatan.

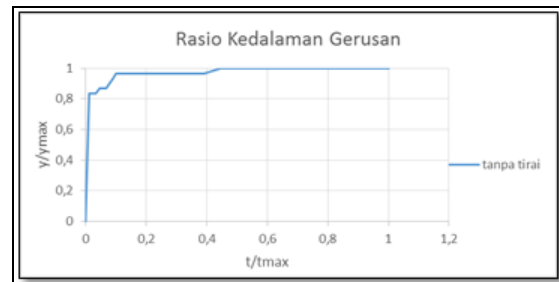
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pilar Tanpa Tirai Pengaman

Berdasarkan hasil pengamatan untuk hubungan antara gerusan maksimum (y/y_{max}) dengan waktu (t/t_{max}) untuk debit yang sama

Pengaruh Penempatan Tirai ... (Andy/ hal 125-132)

yaitu (Q) = 1,09 lt/det. Berikut ini adalah hasil dari pengolahan data percobaan

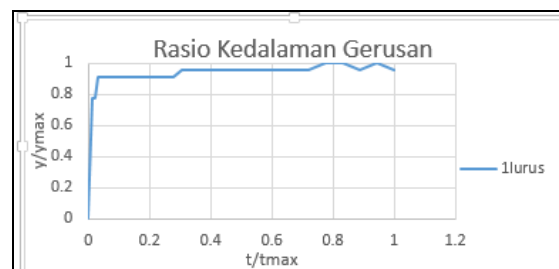


Gambar 5. Hubungan Kedalaman Gerusan *Maximum* Terhadap Waktu Pada Model Pilar tanpa Tirai

Grafik di atas menunjukkan bahwa pada menit-menit pertama terlihat gerusan yang signifikan di sekitar pilar jembatan. Hal ini terjadi karena adanya gelombang yang cukup besar yang dihasilkan oleh aliran air yang belum stabil sehingga membuat sedimen berpindah tempat. Setelah menempuh 80 menit. Kedalaman gerusan sudah mulai mengalami stabil. Pada menit-menit pertama kedalaman gerusan mengalami perubahan yang cukup besar. Pada tipe pemodelan ini dimana pada 16 menit dan 70 menit terlihat kedalaman gerusan terlihat stabil, awal kedalaman gerusan mengalami perubahan sedikit dan setelah menit ke 80 sampai dengan menit ke 180 kedalaman gerusan juga sama yaitu -3 mm.

Pilar dengan Tirai 1 Baris Lurus

Berdasarkan hasil pengamatan untuk hubungan antara gerusan maksimum (y/y_{max}) dengan waktu (t/t_{max}) untuk debit yang sama yaitu (Q) = 1,09 lt/det. Berikut ini adalah hasil dari pengolahan data percobaan

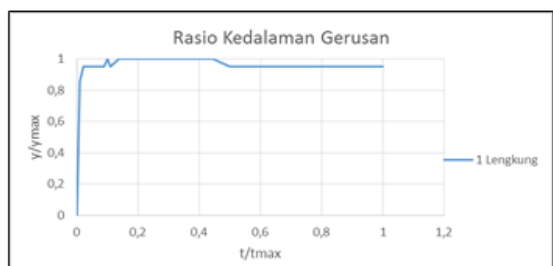


Gambar 6. Hubungan Kedalaman Gerusan *Maximum* Terhadap Waktu Pada Model Pilar dengan Tirai 1 Baris Lurus

Grafik di atas menunjukkan bahwa pada menit-menit pertama terlihat gerusan yang cukup signifikan disekitar pilar. Hal ini terjadi karena aliran air yang belum stabil dan menyebabkan gelombang yang cukup besar untuk menggerakkan sedimen. Dari awal sampai akhir. Pada menit-menit pertama kedalaman gerusan mengalami perubahan yang cukup besar. Pada waktu 2 menit dan 30 menit kedalaman gerusan terlihat stabil, namun masuk waktu ke 35 kedalaman gerusan berubah sampai waktu ke 70 menit dan kedalaman gerusan mengalami perubahan lagi pada waktu ke 70 menit sampai waktu ke 180 menit kedalaman gerusan tidak stabil kembali.

Pilar dengan Tirai 1 Baris Lengkung

Berdasarkan hasil pengamatan untuk hubungan antara gerusan maksimum (y/y_{max}) dengan waktu (t/t_{max}) untuk debit yang sama yaitu (Q) = 1,09 lt/det. Berikut ini adalah hasil dari pengolahan data percobaan :



Gambar 7. Hubungan Kedalaman Gerusan Maximum Terhadap Waktu Pada Model Pilar dengan Tirai Lengkung

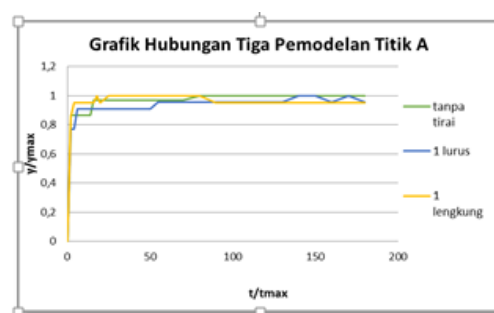
Grafik di atas menunjukkan bahwa pada menit-menit pertama terlihat gerusan yang cukup signifikan disekitar pilar. Hal ini terjadi karena aliran air yang belum stabil dan menyebabkan gelombang yang cukup besar untuk menggerakkan sedimen. Dari awal sampai akhir terlihat gerusan mengalami berbagai perubahan. Pada menit-menit pertama kedalaman gerusan mengalami perubahan. Pada waktu 2 menit sampai 16 menit kedalaman gerusan terlihat stabil tapi hanya bertahan tidak lama, setelah itu mengalami gerusan sampai menit 20. Masuk waktu ke 25 menit sampai menit 40 kedalaman gerusan dalam keadaan stabil. Pada 45 menit terjadi kenaikan gerusan,

pada 50 menit sampai 180 menit kedalaman gerusan sudah stabil yaitu -1 mm.

Hasil pengukuran kedalaman gerusan maksimum di sekitar pilar dengan berbagai variasi susunan tirai pilar ditampilkan dalam grafik hubungan kedalaman gerusan maksimum pada pilar dengan waktu untuk debit yang sama yaitu (Q)= 1,09 lt/det. Berikut ini adalah perbandingan dari hasil pengukuran pengujian :

1. Gerusan Pada Titik A

Berikut ini adalah grafik perbandingan pada titik A dari tiga percobaan yaitu pilar tanpa tirai, tirai 1 baris lurus dan 1 baris lengkung:



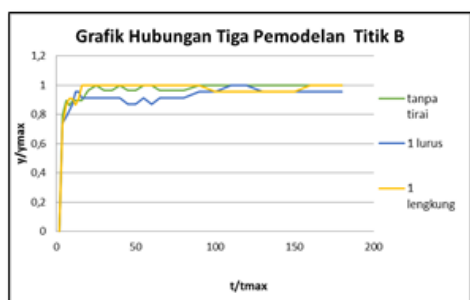
Gambar 8. Grafik Hubungan Kedalaman Gerusan Maximum Tiga Pemodelan Pilar Terhadap Waktu Titik A

Dari grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa proses gerusan di titik A/hulu pada pilar tanpa tirai pada menit awal mengalami gerusan sangat tinggi dengan kedalaman 8,7 mm. Keadaan tersebut stabil sampai menit 70, pada menit 70 mengalami gerusan maksimum dengan kedalaman 10mm. Keadaan tersebut stabil sampai menit 180. Pilar dengan tirai 1 baris lurus pada menit awal mengalami gerusan sangat tinggi, yaitu 8,8 mm. Keadaan tersebut stabil sampai menit 50, setelah itu ada penurunan gerusan mencapai kedalaman 9 mm dengan keadaan stabil mencapai menit 130. Gerusan maksimum pada menit 140. Sama halnya dengan pilar tanpa tirai maupun pilar dengan 1 baris lurus, pada pilar dengan 1 baris lengkung mengalami gerusan yang dalam mencapai 8,5mm. Pada menit 25 mengalami gerusan maksimum, keadaan tersebut stabil sampai menit 80. Pada menit 90 gerusan mengalami kenaikan kedalaman

mencapai 8,5mm, keadaan tersebut stabil sampai menit 180.

2. Gerusan Pada Titik B

Berikut ini adalah grafik perbandingan pada titik B dari tiga percobaan yaitu pilar tanpa tirai, tirai 1 baris lurus dan 1 baris lengkung:

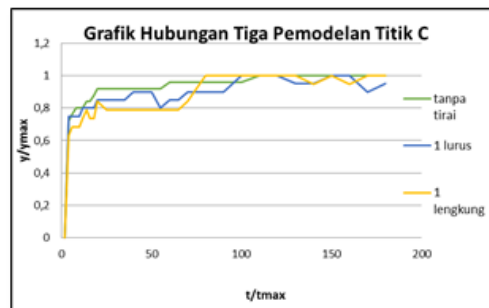


Gambar 9. Grafik Hubungan Kedalaman Gerusan Maximum Tiga Pemodelan Pilar Terhadap Waktu Titik B

Dari grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa proses gerusan di titik B/samping pilar, pada pilar tanpa tirai pada menit awal mengalami gerusan sangat tinggi dengan kedalaman 8,5mm. Keadaan tersebut tidak stabil sampai menit 100. Gerusan maksimum terjadi pada menit 80 keadaan tersebut stabil sampai menit 180. Pilar dengan tirai 1 baris lurus pada menit awal mengalami gerusan sangat tinggi, yaitu 9,5mm. Keadaan tersebut tidak stabil pada menit 110 mengalami gerusan maksimum sampai 10mm sampai menit 120. Pada menit sampai 180 keadaan gerusan stabil dengan kedalaman 9,5mm. Sama halnya dengan pilar tanpa tirai maupun pilar dengan 1 baris lurus, pada pilar dengan 1 baris lengkung mengalami gerusan maksimum pada menit 10, keadaan tersebut stabil sampai menit 85. Pada menit 95 gerusan mengalami kenaikan kedalaman mencapai 9,5mm, keadaan tersebut stabil sampai menit 150. Gerusan mengalami perubahan lagi pada menit 160 dengan kedalaman 10mm, sampai menit 180 keadaan stabil.

3. Gerusan Pada Titik C

Berikut ini adalah grafik perbandingan pada titik C dari tiga percobaan yaitu pilar tanpa tirai, tirai 1 baris lurus dan 1 baris lengkung:

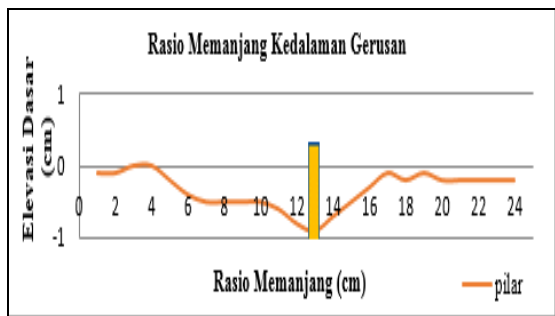


Gambar 10. Grafik Hubungan Kedalaman Gerusan Maximum Tiga Pemodelan Pilar Terhadap Waktu Titik C

Dari grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa proses gerusan di titik C/hilir, pada pilar tanpa tirai pada menit awal mengalami gerusan sangat tinggi dengan kedalaman 7mm. Keadaan tersebut stabil sampai menit 55. Pada menit 60 keadaan tersebut stabil sampai menit 110 dengan kedalaman gerusan 7,8mm. Gerusan maksimum terjadi pada menit 120 keadaan stabil sampai menit 180. Pilar dengan tirai 1 baris lurus pada menit awal mengalami gerusan sangat tinggi, yaitu 7,5mm. Keadaan tersebut tidak stabil bahkan sampai menit 180. Kedalaman gerusan maksimum terjadi pada menit 100. gerusan akhir mencapai 8,2mm. Sama halnya dengan pilar tanpa tirai maupun pilar dengan 1 baris lurus, pada pilar dengan 1 baris lengkung mengalami gerusan yang dalam mencapai 7,2mm. Pada menit 70 sampai 120 keadaan gerusan mengalami gerusan maksimum. Setelah menit 130 keadaan tidak stabil kembali.

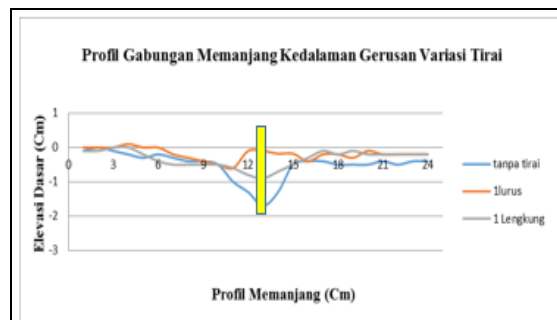
4. Gerusan Pada Titik D

Berikut ini adalah grafik perbandingan pada titik D dari tiga percobaan yaitu pilar tanpa tirai, tirai 1 baris lurus dan 1 baris lengkung:



Gambar 11. Grafik Hubungan Kedalaman Gerusan Maximum Tiga Pemodelan Pilar Terhadap Waktu Titik D

Dari grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa proses gerusan di titik D/samping pilar, pada pilar tanpa tirai pada menit awal mengalami gerusan sangat tinggi dengan kedalaman 8,5mm. Pada menit 10 sampai 80 keadaan tidak stabil dengan paling tinggi gerusan sedalam 10mm. Setelah menit 90 sampai 180 keadaan stabil dengan ketinggian 10mm. Pilar dengan tirai 1 baris lurus pada menit awal mengalami gerusan sangat tinggi, yaitu 9,5mm. Setelah itu keadaan tidak stabil sampai menit 80. Pada menit 90 gerusan mengalami gerusan maksimum. Keadaan mulai stabil kembali pada menit 120 dengan kedalaman gerusan sama dengan tanpa tirai yaitu 9,7 mm. Dan sama halnya dengan pilar tanpa tirai maupun pilar dengan 1 baris lurus, pada pilar dengan 1 baris lengkung mengalami gerusan yang dalam mencapai 9mm. Setelah itu mengalami gerusan maksimum, keadaan ini stabil sampai menit 90. Pada menit 100 gerusan mengalami kenaikan sedalam 10 mm, keadaan ini stabil kembali sampai menit 150. Keadaan stabil kembali sampai menit 180 dengan kedalaman gerusan akhir 10mm. Hal ini membuktikan bahwa variasi penempatan tirai di-hulu pilar mempengaruhi gerusan. Setiap penempatan tirai dapat mempengaruhi arah aliran air sehingga semakin banyak tirai yang ditempatkan di hulu pilar tidak men-jamin memperkecil kedalaman gerusan.



Gambar 12. Gabungan Kedalaman Gerusan

Tabel 2. Kedalaman Maksimum

Kondisi pengujian	Kedalaman gerusan di sekitar pilar (mm)			
	A	B	C	D
Tanpa tirai	-23	-25	-23	-25
1 baris lurus	-16	-17	-18	-17
1 baris lengkung	-17	-20	-17	-20

Dari perbandingan pola gerusan pada grafik hubungan kedalaman gerusan dengan kecepatan geser pada model pilar dengan variasi penempatan tirai dapat dibuktikan pada tabel diatas dengan 2 kali percobaan variasi penempatan tirai. Di tunjukkan pada tabel diatas kedalaman gerusan maksimum yang terjadi adalah -23 mm di pilar tanpa tirai pengaman. Sedangkan pada pilar dengan 1 baris tirai lurus kedalaman maksimumnya adalah -18mm, dan 1 baris melengkung kedalaman maksimumnya adalah -20 mm. Pola gerusan disekitar pilar *lenticular* dengan berbagai sudut pilar menunjukkan adanya pendangkalan kedalaman gerusan seiring dengan peningkatan sudut pilar pada pilar *lenticular*, dimana pada bagian belakang pilar terlihat penumpukan material dasar sedi-men yang diakibatkan adanya proses transpor sedimen.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diperoleh kesimpulan penggunaan tirai pengaman pilar jembatan ditata 1 baris lurus lebih efektif 29% dibandingkan dengan pilar tanpa tirai pengaman. Sedangkan penggunaan tirai pengaman pilar ditata 1 baris melengkung lebih efektif 25% dibandingkan dengan pilar tanpa tirai pengaman. Jika dilihat dari hasil gerusan di sekitar pilar jembatan yang terjadi pada masing-masing pengujian, dapat disimpulkan bahwa dengan penggunaan

ti-rai sebaris lurus lebih efektif men-gurangi gerusan disekitar pilar dibandingkan dengan tirai sebaris melengkung maupun pilar tanpa ti-rai pengaman.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Breuser,H,N.C., dan Raud kivi,A.J (1991).”*Scouring*”:. Rot-terdam: A.A.Balkema
- [2] Legono, D. (1990). *Gerusan pada Bangunan Sungai*. Yogya-karta: PAU Ilmu-Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta.
- [3] Lutjito (2010), “Hidrolika Saluran Terbuka” *Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY Yog-yakarta*.
- [4] Rangga Raju, K.G. (1986). *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga
- [5] Sucipto, 2011,”Pengaruh Kecepatan Aliran Terhadap Gerusan Lokal Pada Pilar Jembatan Dengan Perlindungan Groundsill”, *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan* No-mor 1 Volume 13.
- [6] Ven Te Chow. (1989). *Hidrolika Saluran Terbuka*. (Alih ba-hasa: E.V. Nensi Rosalia ; editor Yani Sianipar). Ja-karta: Erlangga