

Pengembangan metoda dan alat pembaca prasasti menggunakan prinsip pemantulan cahaya

Asril Pramutadi Andi Mustari^{1,a)}, Ninie Susanti^{2,b)}, Andriyanti Rahayu^{2,c)} dan Aidynal Mustari^{3,d)}

¹Laboratorium Fisika Nuklir,
Kelompok Keilmuan Fisika Nuklir dan Biofisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Jurusan Arkeologi,
Fakultas Sastra, Universitas Indonesia,
Jl. Pondok Cina, Beji, Depok, Indonesia, 16424

³Jurusan Elektro,
Fakultas Teknik, Universitas Tadulako,
Jl. Soekarno Hatta KM. 9, Tondo, Mantikulore, Kota Palu, Indonesia, 94148

^{a)} pramutadi@fi.itb.ac.id (corresponding author)

^{b)} ninies_255@yahoo.com

^{c)} andriyati.rahayu@gmail.com

^{d)} dynal_milano@yahoo.com

Abstrak

Mengerti sejarah merupakan pondasi utama yang menguatkan suatu negara. Sejarah dapat memberikan nilai atau norma yang dapat dijadikan pedoman bagi kehidupan sehari-hari. Salah satu sumber sejarah adalah prasasti. Prasasti merupakan data penting untuk membangun kembali kehidupan masa lalu terutama kehidupan masyarakat. Masalah utama dari pembacaan prasasti adalah kondisi prasasti yang rusak sehingga sulit untuk mengidentifikasi aksara yang terdapat pada prasasti. Kerusakan dapat berupa tumbuhnya lumut, erosi sehingga tulisan terlihat samar, karatan yang menyebabkan warna tulisan tidak lagi jelas, dll. Untuk menyelesaikan masalah ini, maka dikembangkan alat yang untuk membaca prasasti-prasasti tersebut dengan bantuan prinsip fisika yaitu pemantulan cahaya. Data kemudian direkam dengan kamera yang kemudian diolah dengan image processing software.

Kata-kata kunci: lari, sport science, parasut lari, sepakbola

PENDAHULUAN

Prasasti adalah salah satu sumber sejarah yang sangat penting dari suatu bangsa. Prasasti dapat memberikan informasi terkait perilaku atau aturan hukum yang berlaku pada masa tersebut. Hal ini tentunya menjadi sangat penting dalam mengetahui perkembangan peradaban dari suatu bangsa [1], [2]. Dengan pengetahuan tersebut dapat menjadi pelajaran berharga bagi masyarakat dan pemerintah dalam memajukan negara.

Prasasti umumnya terbuat dari bahan batu atau logam, namun terdapat juga prasasti yang terbuat dari bambu atau bahan organik lainnya. Untuk prasasti batu, masalah utamanya adalah lumut yang mempengaruhi keterbacaan dari tulisan pada prasasti. Pelumutan terjadi akibat dari rendahnya perawatan yang dilakukan terhadap prasasti. Tidak hanya itu pengikisan akibat dari pelumutan ataupun oleh hal lain juga menjadi kendala

yang menurunkan keterbacaan dari suatu prasasti. Untuk prasasti logam, permasalahan utama adalah karat yang terjadi akibat dari reaksi kimia antara oxygen dan logam. Proses ini biasanya terjadi lebih cepat dengan bantuan air hujan atau air laut.

Metoda penulisan prasasti umumnya dilakukan dengan membuat goresan yang membentuk tulisan, artinya akan timbul perbedaan ketinggian antara bagian dasar dan bagian tulisan. Permasalahan-permasalahan yang diuraikan sebelumnya akan mempengaruhi perbedaan ketinggian tersebut, akibatnya tulisan menjadi samar atau sulit terbaca. Hal inilah yang banyak terjadi di seluruh Indonesia. Hal tersebut tentu sangat memprihatinkan karena Indonesia begitu kaya akan informasi masa lampau yang tentunya berbeda di tiap pulaunya.

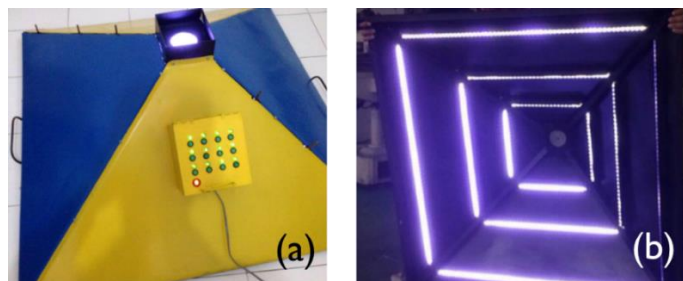
Saat ini para arkeologi di Indonesia umumnya menggunakan alat-alat yang cukup sederhana untuk membaca prasasti, misal kuas untuk membersihkan, kamera untuk merekam dan abklats untuk membuat imitasi tulisan pada prasasti. Khusus untuk abklats, yang dibentuk dengan menempelkan kertas basah di atas batu prasasti dengan ketebalan tertentu, memerlukan waktu yang cukup lama. Hal ini tentunya menambah rumit proses dokumentasi prasasti-prasasti yang ada di Indonesia.

Dalam dunia fisika, dikenal yang namanya prinsip cahaya dan pemantulan. Banyak sekali pemanfaatan dari prinsip-prinsip tersebut, salah satunya memungkinkan untuk digunakan untuk memperjelas perbedaan ketinggian dari suatu penampang. Pada kondisi perbedaan ketinggian yang rendah, pengamatan dari atas atau tegak lurus akan menyulitkan, namun dengan bantuan prinsip cahaya dan pemantulan akan mempermudah pengamatan [3], [4].

Oleh sebab itu tujuan dari penelitian ini ada pengembangan alat bantu baca prasasti dengan prinsip cahaya dan pemantulan. Tahap penelitian juga mencakup pengujian terhadap prasasti yang dibuat dengan kedalaman goresan yang berbeda-beda untuk mengetahui batasan kemampuan alat tersebut.

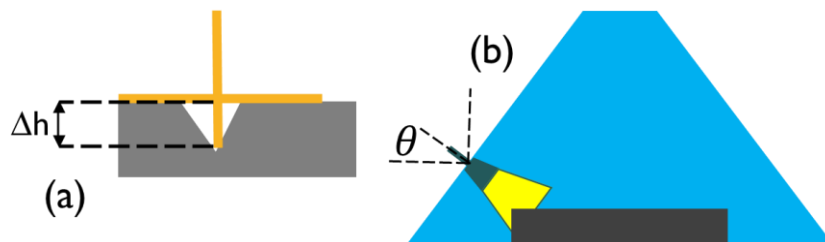
METODA PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan: 1. Pengambilan gambar dengan menggunakan alat yang menggunakan prinsip pemantulan cahaya dan 2. Proses dengan *image processing* (imageJ). Gambar 1 menunjukkan bentuk alat yang dikembangkan. Alat tersebut terdiri dari susunan lampu *light emitting diode* (LED) yang bisa dinyalakan dan dimatikan secara terpisah. Pada alat itu juga terdapat lubang pada puncaknya sebagai lubang untuk merekam gambar dengan kamera. Pada salah satu sisi, sudut datang cahaya dari LED dapat diatur dari luar (lihat gambar 2 (b)).



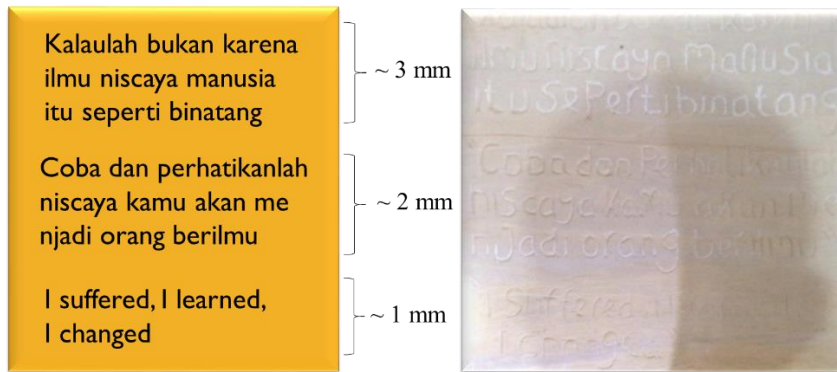
Gambar 1 bentuk alat dari (a) sisi atas dan (b) dalam.

Gambar 2(a) memperlihatkan gambaran goresan pada tulisan prasasti dan proses pengukuran kedalaman dari suatu tulisan. Gambar 2(b) memperlihatkan gambaran umum alat terkait sudut datang dari cahaya. Sudut datang cahaya akan mempengaruhi ketajaman gambar dan tulisan yang direkam oleh kamera.



Gambar 2 informasi (a) proses teknik pengukuran kedalaman tulisan pada prasasti dan (b) gambaran mekanisme di dalam alat.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan prasasti uji yang dibuat dengan variasi kedalaman tulisan (lihat gambar 3). Syair bagian pertama ditulis dengan kedalaman 3 mm (dengan lebar menyesuaikan), syair kedua dengan kedalaman 2 mm dan ketiga dengan kedalaman 1 mm. Bahan dasar dari prasasti tersebut terbuat dari batu kapur agar mudah diproses dan memungkinkan terjadinya karatan atau oksidasi yang cepat. Gambar 3 memperlihatkan tulisan prasasti yang sulit terbaca akibat dari oksidasi. Penelitian dilanjutkan dengan pengambilan gambar dengan kamera dengan variasi sudut datang cahaya. Untuk percobaan ini hanya lampu paling bawah atau ketinggian paling rendah (pada lampu yang dapat dilakukan pengaturannya sudut) yang digunakan saat pengambilan gambar.

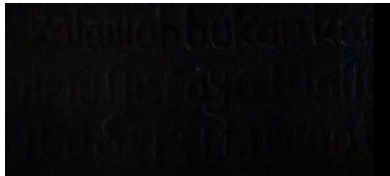
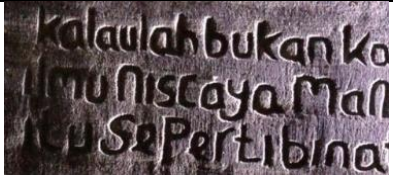
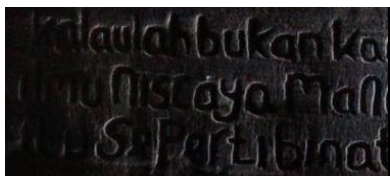
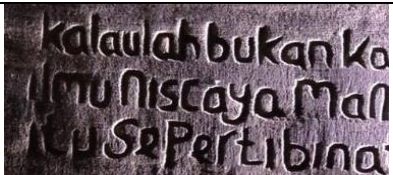
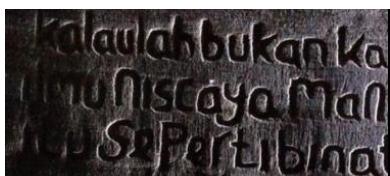


Gambar 3 parasut lari model baru saat digunakan.

Proses akhir adalah *image processing* dengan menggunakan imageJ (*free software*). Berapa aplikasi yang digunakan adalah 8 bit dan *threshold*. Pada aplikasi 8 bit, gambar asli diturunkan informasi warnanya. Sedangkan aplikasi *threshold* memberikan gambaran hitam dan putih yang lebih tajam dan dapat dilakukan pengaturan komposisinya.

HASIL DAN DISKUSI


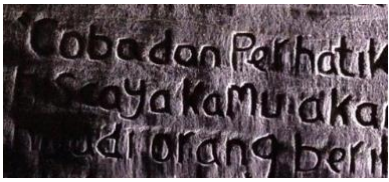
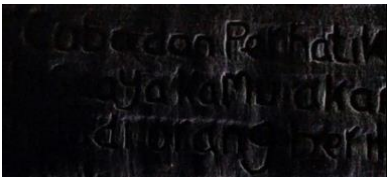
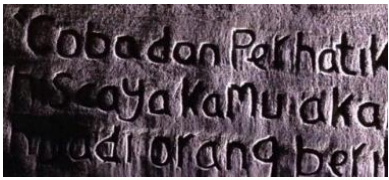

Gambar 4 menunjukkan gambar yang diambil dengan sudut datang yang berbeda untuk kedalaman goresan ~3 mm. Terlihat bahwa saat sudut datang 90° gambar yang ditampilkan sangat gelap. Saat sudut datang dirubah dengan penambahan 12° maka tulisan terlihat semakin jelas.

Gambar	sudut	Gambar	sudut
	90°		90+9°
	90+3°		90+12°
	90+6°		

Gambar 4 gambar yang diambil dari sudut datang cahaya yang berbeda-beda pada tulisan dengan kedalaman ~3 mm.



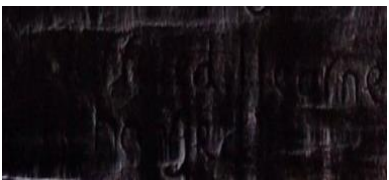


Gambar 5 menunjukkan gambar yang diambil dengan sudut datang yang berbeda untuk kedalaman goresan ~2 mm. Seperti hasil sebelumnya, penambahan sudut datang membuat tulisan semakin jelas. Namun untuk

kasus ini ada beberapa bagian yang kurang jelas sebagai akibat dari tidak datar atau licinnya batu prasasti. Untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan dengan merubah sisi datangnya cahaya, misal dari arah atas.

Gambar	sudut	Gambar	sudut
	90°		90+9°
	90+3°		90+12°
	90+6°		

Gambar 5 gambar yang diambil dari sudut datang cahaya yang berbeda-beda pada tulisan dengan kedalaman ~2 mm..

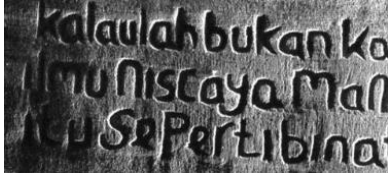
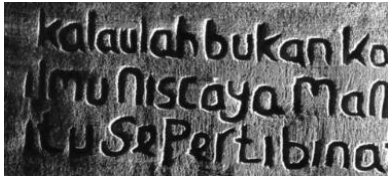
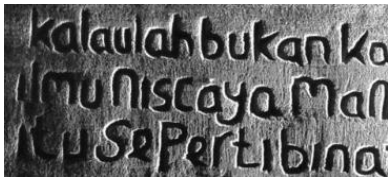
Gambar 6 menunjukkan gambar yang diambil dengan sudut datang yang berbeda untuk kedalaman goresan ~1 mm. Seperti hasil-hasil sebelumnya penambahan sudut menghasilkan tulisan yang lebih jelas, walaupun ada beberapa bagian yang kurang jelas. Dari hasil-hasil tersebut terlihat bahwa alat tersebut masih mampu memberikan pembacaan dengan baik pada ~1 mm kedalaman tulisan.

Gambar	sudut	Gambar	sudut
	90°		90+9°
	90+3°		90+12°
	90+6°		

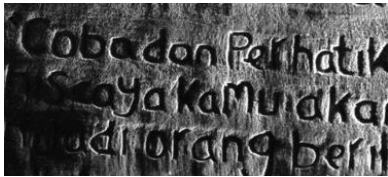
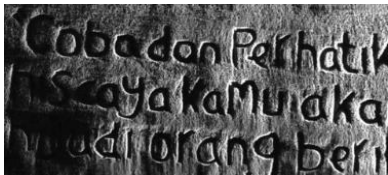
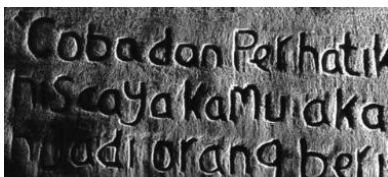
gambar 6 gambar yang diambil dari sudut datang cahaya yang berbeda-beda pada tulisan dengan kedalaman ~1 mm.

Gambar 7-9 adalah gambar-gambar yang menunjukkan hasil yang telah mengalami proses tambahan, yaitu 8 bit (imageJ). Secara umum gambar-gambar tersebut memperlihatkan peningkatan dibandingkan dengan gambar asli yang diambil langsung dari kamera. Pada proses ini dilakukan pengurangan warna sehingga bagian yang gelap (tulisan) menjadi lebih jelas. Namun, pada gambar 9 masih cukup sulit untuk dilakukan pembacaan.




Gambar 10-12 adalah gambar-gambar yang menunjukkan hasil yang telah mengalami proses tambahan, yaitu 8 bit (imageJ) kemudian threshold. Dengan penambahan proses tersebut bagian gambar yang berwarna abu-abu direduksi secara masif. Terlihat bahwa dengan proses tersebut tulisan pada prasasti semakin jelas, terlebih lagi untuk tulisan dengan kedalaman ~1 mm, walaupun batu prasasti tersebut tidak begitu licin atau datar.

Gambar	Sudut
	90+6°
	90+9°
	90+12°


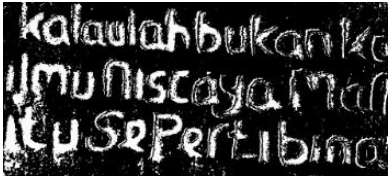

Gambar 7 gambar dari sudut datang cahaya yang berbeda-beda pada tulisan dengan kedalaman ~3 mm dan setelah melalui aplikasi 8 bit.

Gambar	Sudut
	90+6°
	90+9°
	90+12°

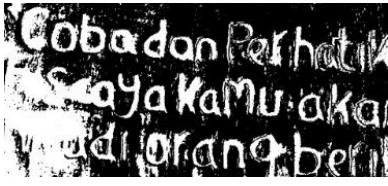
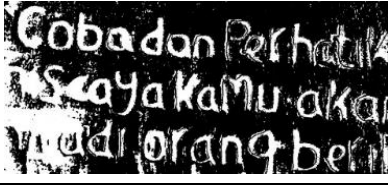
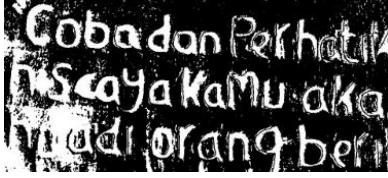
Gambar 8 gambar dari sudut datang cahaya yang berbeda-beda pada tulisan dengan kedalaman ~2 mm dan setelah melalui aplikasi 8 bit.

Gambar	Sudut
	90+6°
	90+9°
	90+12°




gambar 9 gambar dari sudut datang cahaya yang berbeda-beda pada tulisan dengan kedalaman ~1 mm dan setelah melalui aplikasi 8 bit.

Gambar	Sudut
	90+6°
	90+9°
	90+12°

gambar 10 gambar dari sudut datang cahaya yang berbeda-beda pada tulisan dengan kedalaman ~3 mm dan setelah melalui aplikasi 8 bit dan threshold.

Gambar	Sudut
	90+6°
	90+9°
	90+12°

gambar 11 gambar dari sudut datang cahaya yang berbeda-beda pada tulisan dengan kedalaman ~2 mm dan setelah melalui aplikasi 8 bit dan threshold

Gambar	Sudut
	90+6°
	90+9°
	90+12°

gambar 12 gambar dari sudut datang cahaya yang berbeda-beda pada tulisan dengan kedalaman ~1 mm dan setelah melalui aplikasi 8 bit dan threshold

Hasil-hasil di atas memperlihatkan kemampuan alat baca yang mampu memberikan pembacaan yang cukup baik untuk kedalaman tulisan ~1 mm. Dari segi mobilitas perlu dikembangkan alat yang lebih ringan dan kecil sehingga mudah untuk dimobilisasi.

KESIMPULAN

Pengembangan alat baca prasasti dengan menggunakan prinsip pemantulan cahaya telah dilakukan. Proses dilanjutkan dengan bantuan free software untuk melakukan *image processing*. Proses ini dibutuhkan untuk memperjelas tulisan dengan menggunakan beberapa aplikasi. Dari hasil terlihat bahwa pada batu prasasti yang teroksidasi, tulisan dengan kedalaman ~1 mm masih mampu terbaca dengan baik.

Sebagai uji coba selanjutnya terkait kemampuan pembacaan alat maka penelitian menggunakan prasasti asli harus dilakukan.

REFERENSI

- [1] H. Wardhana, “*Merunut Aksara Indonesia Melalui Prasasti di Museum Nasional,*” kompasiana, 08-Sep-2014.
- [2] Guru sejarah, “*sejarah kerajaan kutai kerajaan hindu,*” 2014. [Online]. Available: <http://www.gurusejarah.com/2014/09/sejarah-kerajaan-kutai-kerajaan-hindu.html>. [Accessed: 31-Jan-2017].
- [3] T. Malzbender, D. Gelb, and H. Wolters, “*Polynomial texture maps,*” Proc. SIGGRAPH '01, vol. 33, pp. 519–528, 2001.
- [4] H. Rushmeier, G. Taubin, and A. Guézic, “*Applying shape from lighting variation to bump map capture,*” Eurographics Render. Workshop, pp. 35–44, 1997.