

# Journal of Applied Engineering Sciences

Volume 7, Issue 1, January 2024

P-ISSN 2615-4617

E-ISSN 2615-7152

Open Access at : <https://ft.ekasakti.org/index.php/JAES/index/>

## ANALISA EFISIENSI WAKTU KERJA DAN BIAYA TERHADAP OPERASIONAL ALAT BERAT TOWER CRANE PADA PEKERJAAN PEMBANGUNAN STRUKTUR GEDUNG DPRD KOTA PADANG

### ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF WORKING TIME AND COSTS OF TOWER CRANE OPERATIONS ON THE CONSTRUCTION OF THE DPRD BUILDING STRUCTURE IN PADANG CITY.

Ado Manover<sup>1</sup>, Elviyanti ST.MT.<sup>2</sup>, Hafiz Maulana ST.MT.<sup>3</sup>

<sup>1), 2), 3)</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Ekasakti Padang, Indonesia

E-mail: [adomanover0710@gmail.com](mailto:adomanover0710@gmail.com)

#### INFO ARTIKEL

**Kata kunci**  
*Efisiensi Kerja,  
Tower Crane, Biaya  
Operasional*

#### ABSTRAK

Didalam pemakaian alat berat sala satunya tower crane tentunya mengeluarkan biaya. Alasannya adalah rentang atau berapa lama pemakaian alat berat oleh karena itu perencanaan waktu yang strategis sangat dibutuhkan oleh kontraktor agar dapat menghindari masalah kekosongan waktu pada tower crane, seperti kerusakan-kerusakan kecil pada tower crane, kedisiplinan dan kesiapan operator, miskomunikasi antara pekerja pemuat dan penerima, dan hal-hal lainnya yang dapat mengakibatkan tower crane memiliki waktu kosong, tidak 2 mengerjakan apapun. Maksud atau tujuan dari Analisa efisiensi waktu kerja dan biaya terhadap operasional alat berat tower crane ini adalah agar mengetahui efisiensi waktu kerja dan biaya pada alat tower crane, mengetahui hasil yang lebih efisien dari analisa tower crane dan mengetahui efisiensi kerja dan biaya time sheet alat berat tower crane. Jenis penelitian dibagi atau digolongkan menjadi dua macam, yang pertama adalah penelitian kualitatif dan penelitian kuantitatif. Dari perhitungan efisiensi waktu kerja tower crane tanpa adanya idle 83,33% dengan biaya operasional Rp. 27.882.082,5/jam yang. Efisiensi waktu kerja tower crane akibat adanya idle terjadi penurunan sehingga menjadi 66,46% dengan biaya operasional Rp. 22.579.017,454/jam. Time sheet alat berat tower crane 100% dengan biaya operasional Rp. 33.458.499 /jam.

Copyright © 2024 JAES. All rights reserved.

---

**ARTICLE INFO**

**ABSTRACT**

**Keywords:**

*Work Efficiency, Tower Crane, Operating Costs*

*In the use of heavy equipment sala one tower crane certainly incurs costs. The reason is the range or how long the use of heavy equipment is therefore strategic time planning is needed by the contractor in order to avoid the problem of vacant time on the tower crane, such as minor damage to the tower crane, operator discipline and readiness, miscommunication between the loader and receiver workers, and other things that can cause the tower crane to have empty time, not doing anything. The purpose or purpose of this analysis of the efficiency of working time and costs for the operation of tower cranes is to determine the efficiency of working time and costs on tower cranes, to find out the more efficient results of tower crane analysis and to find out the work efficiency and time sheet costs of tower cranes. The type of research is divided or classified into two types, the first is qualitative research and quantitative research. From the calculation of the working time efficiency of the tower crane without idling 83.33% with an operational cost of Rp. 27,882,082.5 / hour. The efficiency of tower crane working time due to idle decreased to 66.46% with an operating cost of Rp. 22,579,017.454 / hour. The time sheet of the tower crane machine is 100% with an operating cost of Rp. 33,458,499 / hour.*

*Copyright © JAES. All rights reserved.*

---

**PENDAHULUAN**

Seiring berkembangnya sebuah kota, maka semakin banyak juga pembangunan sarana untuk menunjang kota salah satunya adalah gedung perkantoran. salah satu gedung perkantoran sebagai infrastruktur penunjang Kota Padang adalah Proyek pembangunan gedung DPRD Kota Padang. Faktor penting dalam pembangunan sebuah gedung skala besar dan bangunan bertingkat salah satunya adalah alat berat seperti tower crane. Tower crane dioperasikan sebagai alat pengangkut material dan memindahkan material dari satu tempat ke tempat yang lain. kelebihan tower crane dari alat berat lainnya adalah tower crane menjangkau daerah pekerjaan lebih luas dan bisa disesuaikan dengan tinggi bangunan yang sedang dikerjakan. Lokasi proyek pembangunan gedung DPRD Kota Padang ini terletak di Jln. Bagindo Aziz Chan No.1 Kel. Aie Pacah, Kec. Koto tangah, Kota Padang. Pada proyek pembangunan gedung DPRD Kota Padang ini dibangun suatu gedung bertingkat tiga lantai yang memiliki banyak fungsi pada tiap bagian perlantainya.

Alat berat seperti *tower crane* memerlukan biaya operasional yang cukup besar karna penggunaan alat berat ini membutuhkan waktu, sehingga kontraktor harus merencanakan waktu dengan baik agar dapat menghindari masalah kekosongan waktu pada *tower crane*, seperti kerusakan-kerusakan kecil pada *tower crane*, kedisiplinan dan kesiapan operator, miskomunikasi antara pekerja pemuat dan penerima, dan hal-hal lainnya yang dapat mengakibatkan *tower crane* memiliki waktu

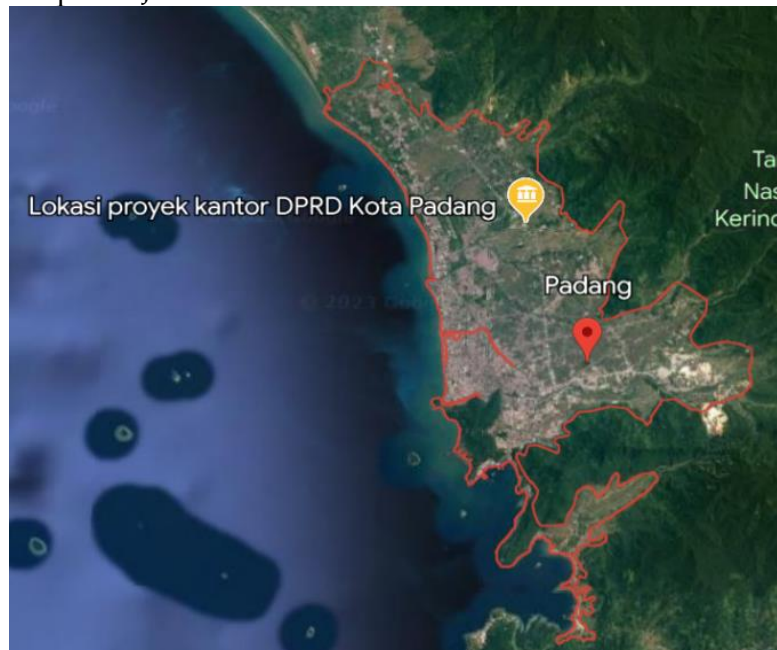
kosong, tidak mengerjakan apapun. Karna Schedule time yang tepat adalah hal yang terpenting dalam satu pekerjaan agar produktivitas dan volume pekerjaan dikerjakan sesuai target yang telah ditetapkan atau direncanakan

Dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap waktu kerja alat tower crane terhadap efisiensi waktu kerja dan biaya pada pembangunan gedung yang menggunakan unit seperti tower crane. Oleh karena itu, perlu mempertimbangkan fungsi tower crane untuk mengurangi penggunaan yang kurang optimal agar tidak terjadi hambatan waktu. Jadi perlu dilakukan analisa perencanaan yang tepat sehingga penggunaannya lebih efisien dari segi waktu dan biaya operasionalnya. Inilah alasan penyusun memilih judul "**ANALISA EFISIENSI WAKTU KERJA DAN BIAYA TERHADAP OPERASIONAL ALAT BERAT TOWER CRANE PADA PEKERJAAN PEMBANGUNAN STRUKTUR GEDUNG DPRD KOTA PADANG**".

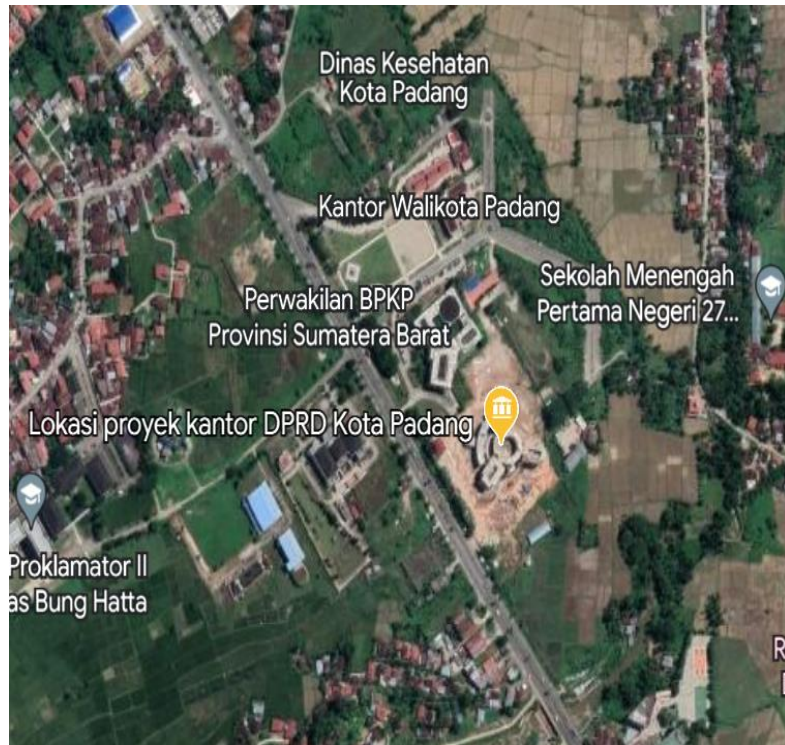
## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di proyek pembangunan gedung DPRD Kota Padang yang berlokasi di Jln. Bagindo Aziz Chan No.1 Kel.Aie Pacah, Kec. Koto Tangah, Kota Padang, Sumatera Barat. Penelitian ini dilakukan selama 1 (satu) bulan dari tanggal 10 Mei 2023 sampai 10 Juni 2023.



*Gambar 3.1 Lokasi Kota Pembangunan kantor DPRD Kota Padang*



Gambar 3.2 Lokasi Pembangunan Kantor DPRD Kota Padang

### **Jenis penelitian**

Jenis penelitian dibagi atau digolongkan menjadi dua macam, yang pertama adalah penelitian kualitatif dan penelitian kuantitatif. Secara umum jenis penelitian dibagi menjadi dua macam tetapi berdasarkan metode dibagi menjadi enam jenis. Pada penelitian ini dipakai jenis penelitian deskriptif.

### **Variabel penelitian**

Alat atau variabel yang penulis tinjau dalam penulisan skripsi ini adalah Tower Crane. Dimana alat ini dioperasikan dengan keterampilan yang baik pada pekerjaan pembangunan Gedung DPRD Kota Padang.

### **Metode Pengumpulan Data**

#### **Data Primer**

Data Primer dilakukan dengan cara pengamatan lapangan pada pekerjaan pembangunan struktur gedung DPRD Kota Padang yang dilakukan oleh *tower crane* dan pekerja dimana pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui secara langsung aktifitas yang dilakukan oleh *tower crane* dan tenaga kerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dalam satu hari kerja.

#### **Data Sekunder**

Dalam penelitian ini metode pengumpulan data sekunder berupa data yang ada dilokasi penelitian seperti : Form waktu kerja *tower crane*, penelitian terdahulu, referensi buku dan jurnal serta materi perkuliahan yang ada hubungannya dengan objek penelitian ini.

### **Metode Pengolahan Data**

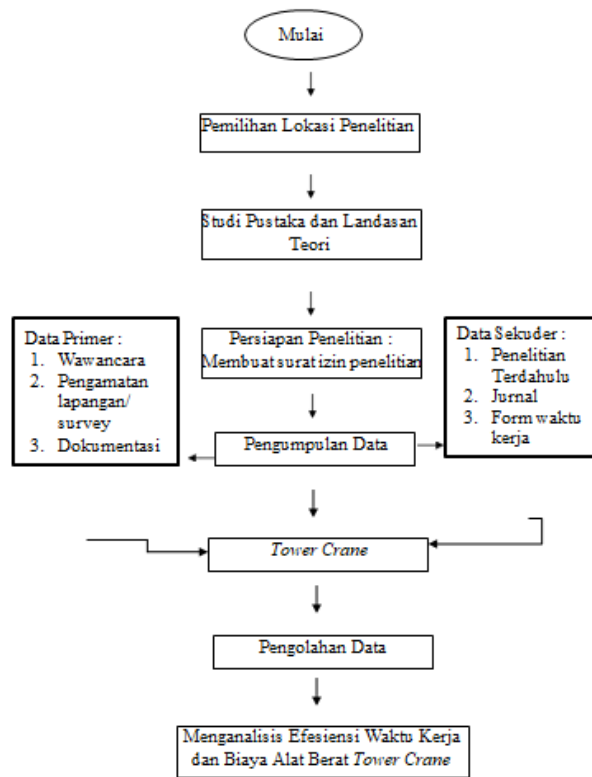
Mengetahui waktu efektif pada tower crane berdasarkan hasil pengamatan dilapangan, mendata kapasitas material yang diangkut dan durasi operasi alat pada

saat proses pekerjaan. Dari hasil pengamatan didapat nilai efisiensi waktu kerja dan biaya terhadap operasional tower crane pada pekerjaan struktur gedung DPRD kota Padang.

**Analisa dan Pembahasan**

Setelah data diolah kemudian dianalisis. Pada tahapan pertama dapat dibandingkan dengan waktu kerja antara jam kerja efektif terhadap jam kerja tersedia. jam kerja efektif adalah durasi waktu yang digunakan untuk kegiatan pengoperasian/ pekerjaan alat .pekerjaan pengangkatan pasir, semen, bucket cor, besi hollow.Hasil yang didapatkan akan dirata-ratakan sehingga diketahui efisiensi waktu kerja dan biaya tower crane waktu kerja efektif tanpa adanya idle dan waktu kerja efektif adanya idle. Kemudian akan diketahui rasio perbandingan keduanya.

**Bagan Alir Penelitian**



**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Data Penelitian**

**Efisiensi Waktu Kerja**

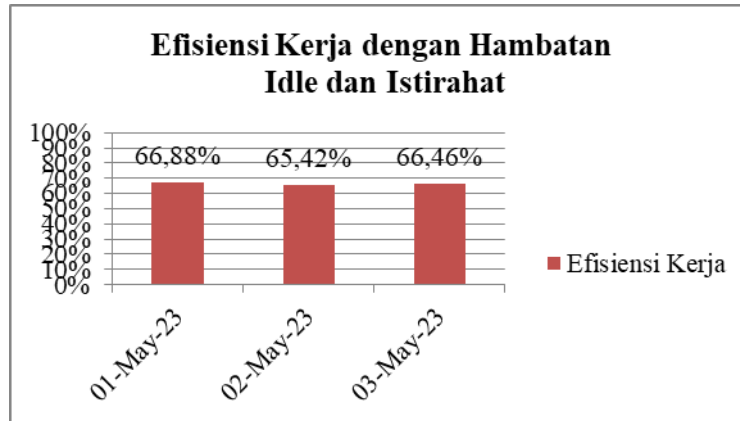
Dalam pembangunan gedung DPRD Kota Padang didapatkan hasil bahwa waktu kerja efisien dengan hambatan yang dapat dihindari (*idle*) dan hambatan yang tidak dapat dihindari (*istirahat*) didapatkan persentase pekerjaan selama 3 hari pengamatan dapat dilihat pada tabel 4.12. sebagai berikut:

**Tabel 4. 1 Efisiensi Kerja dengan Hambatan Idle dan Istirahat(Whd & Wtd)**

No	Waktu Pengamatan	Efisiensi Kerja
1	1 Mei 2023	66,88%

2	2 Mei 2023	65,42%
3	3 Mei 2023	67,08%
<b>Rata-Rata</b>		<b>66,46%</b>

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)



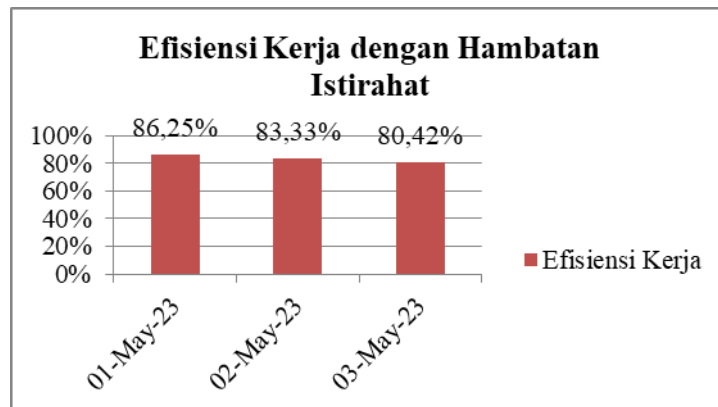
Gambar 4.1 Efisiensi Kerja dengan Hambatan Idle dan Istirahat (Whd & Wtd)  
(Sumber :HasilPerhitungan, 2023)

Waktu kerja efisien tanpa waktu *idle* didapatkan persentase pekerjaan selama 3 hari pengamatan dapat dilihat pada tabel 4.13. sebagai berikut:

**Tabel 4.2 Efisiensi Kerja dengan Hambatan Istirahat (Wtd)**

No	Waktu Pengamatan	Efisiensi Kerja
1	1 Mei 2023	86,25%
2	2 Mei 2023	83,33%
3	3 Mei 2023	80,42%
<b>Rata-Rata</b>		<b>83,33%</b>

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)



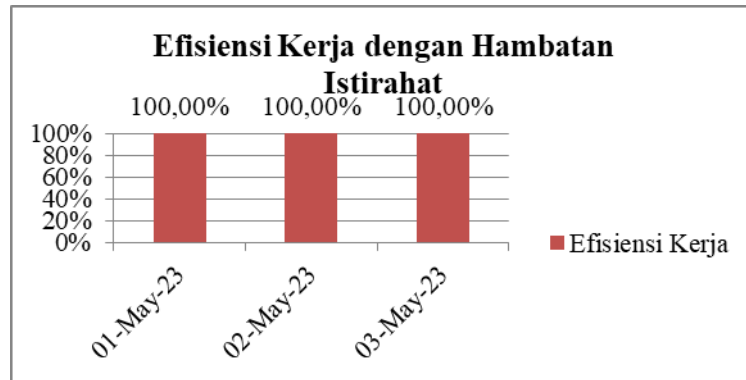
Gambar 4. 2 Efisiensi Kerja dengan Hambatan Istirahat (Wtd)  
(Sumber: Hasil Perhitungan, 2023)

Waktu kerja efisien didapatkan persentase pekerjaan selama 3 hari time sheet alat berat tower crane dapat dilihat pada tabel 4.14 sebagai berikut:



Tabel 4. 3 Time Sheet Alat Berat Tower Crane

No	Waktu Pengamatan	Efisiensi Kerja
1	1 Mei 2023	100%
2	2 Mei 2023	100%
3	3 Mei 2023	100%
<b>Rata-Rata</b>		<b>100%</b>



Gambar 4. 3 Time Sheet Alat Berat Tower Crane

Dari keseluruhan total waktu kerja pada pekerjaan pembangunan kantor DPRD Kota Padang dapat di rata-rata perbandingan waktu efisiensi kerja alat *tower crane* dengan waktu kerja yang tanpa adanya *idle* dapat dilihat pada tabel 4.14. dan gambar 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.4 Perbandingan Efisiensi Kerja

No	Waktu Kerja	Efisiensi Kerja
1	Whd + Wtd	66,46%
2	Wtd	83,33%
3	Time Sheet Alat Berat Tower Crane	100%

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)



Gambar 4. 4 Perbandingan Efisiensi Kerja  
(Sumber: Hasil Perhitungan, 2023)

Pada perhitungan biaya efisiensi waktu kerja pada pekerjaan pengangkutan besi, bata, pasir, semen, dan bucket cor dengan alat berat *tower crane* saat pembangunan gedung DPRD Kota Padang dapat diperhitungkan selama pengamatan 3 hari biaya

dikeluarkan selama 20 jam kerja tanpa adanya *idle* dalam pekerjaan dapat biaya dikeluarkan sebesar Rp 27.882.082,5. Tetapi selama peneliti melakukan pengamatan adanya *idle* terjadi dalam pekerjaan dilapangan total waktu pekerjaan selama 3 hari 16,11 jam kerja dapat biaya dikeluarkan sebesar Rp 22.459.017,454. Time sheet alat berat tower crane selama 3 hari penelitian 24 jam kerja dapat dikeluarkan biaya Rp. 33.458.499.

Dari hasil analisis yang telah diperoleh dalam perhitungan waktu efisiensi alat *tower crane* dalam pembangunan gedung DPRD Kota Padang, maka persentase pekerjaan yang efisien ialah tanpa adanya *idle* yaitu 83,33 %,sesuai dengan tabel faktor efisiensi waktu termasuk kategori baik. Sedangkan jika terjadinya *idle* dalam suatu pekerjaan maka persentase efisiensinya berkurang menjadi 66,46 % sesuai dengan tabel faktor efisiensi waktu termasuk kategori sedang. Time sheet alat berat tower crane dengan presentase 100% dsesuai dengan tabel efisiensi waktu termasuk kategori sangat baik. Untuk mengantisipasi hal tersebut maka perlunya koordinasi antara pekerja, sebelum alat *crane* memasuki kondisi muat kedua material sudah onsite dan tidak adanya proses menunggu waktu mobilisasi material terlebih dahulu.

## KESIMPULAN

Hasil Analisis efisiensi waktu kerja dan biaya tower crane dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari perhitungan efisiensi waktu kerja tower crane tanpa adanya *idle* 83,33% (Tabel 4.13) yang terdapat pada halaman 41 dengan biaya operasional Rp. 27.882.082,5/jam yang terdapat pada halaman 43.
2. Efisiensi waktu kerja tower crane akibat adanya *idle* terjadi penurunan sehingga menjadi 66,46% (Tabel 4.12) yang terdapat pada halaman 40 dengan biaya operasional Rp. 22.579.017,454/jam yang terdapat pada halaman 43.
3. Time sheet alat berat tower crane 100% (Tabel 4.13) yang terdapat pada halaman 41 dengan biaya operasional Rp. 33.458.499 terdapat pada halaman 43.

## Saran

Merujuk pada hasil analisis efisiensi waktu kerja dan biaya *tower crane*, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

Agar waktu kerja lebih efisien maka dalam proyek adanya koordinasi supaya tidak adanya waktu tunggu maupun *idle* pekerjaan sehingga didapatkan hasil dilapangan yang lebih baik dan selesai sesuai dengan schedule. Untuk penelitian selanjutnya efisiensi waktu biasa di tambahkan dengan waktu pengamatan lebih dari 1 minggu pengamatan penelitian, sehingga bisa melihat mana yang lebih efisien waktu kerja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmegid, M.A, Shawki, K.M. and Khalek, H.A. 2015. *GA Optimization Model for Solving Tower Crane Location Problem in Construction Sites*. Alexandria Engineering Journal. Vol 54, Hal 519-526.
- Ahmad, I.A. 2012. *Analisis Produktivitas Dan Biaya Operasional Tower Crane Pada Proyek Puncak Central Business District Surabaya*. Tugas Akhir. Universitas Negeri Surabaya.
- Asiyanto. 2008. *Manajemen Alat Berat Untuk Konstruksi*. Penerbit PT. Pradnya Paramita. Jakarta.



- Danutirto, D.T. 2019. *Perbandingan Biaya Dan Produktivitas Tower Crane Antara Tipe Potain Fo/23b Dan Xcmg Fo/23b (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Museum Muhammadiyah di Yogyakarta)*. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Fadhila, H., & Nursin, A. (2019). *Analisis Waktu Siklus Tower Crane Pada Proyek South Side Apartment*. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil* (Vol. 1, No. 1, pp. 659-666). Diakses Harzing's Publish or Perish + [www.google scholar.com](http://www.google scholar.com)
- Gucandra, Y., Efendi, E., Mutathahirin, M., & Rahman, I. (2021). Islamic Education as an Instrument of Maqashid Al Syariah: Study of the Thought of Sheikh Sulaiman Ar-Rasuli. *Diniyyah Jurnal*, 8(2), 1-11.
- Handayani, E. (2017). *Efisiensi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Pembangunan TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Desa AMD Kec. Muara Bulian Kab. Batanghari*. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, Vol 15(3), Hal 90-95. Diakses Harzing's Publish or Perish + [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
- Hanum, A. F., Kardi, J., Lestari, M. C. D., Efendi, E., & Rahman, I. (2022). Implementation of Cooperative Games: Strategies to Increase Children's Social Intelligence at an Early Age. *Diniyyah Jurnal*, 9(2), 70-79.
- Hudamahya, A., Putri, A., Rapi Fernandes, R., & Ramadhani, I. R. M. V. (2022). Implementation of the Five Methods in Tahsin Activities at the Quran House Rabbani. *Islamic Studies*, 2622, 2623-1468.
- Janizar, S., & Abdullah, F. H. (2023). *Efisiensi Waktu Dan Biaya Dalam Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Pemeliharaan Overlay Ruas Tol Cipularang Jalur A*. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (JTSC)*, 4(1), 450-463. Diakses Harzing's Publish or Perish + [www.google scholar.com](http://www.google scholar.com)
- Mahdiyah, N. N., & Lydianingtias, D. (2021). *Perencanaan Penggunaan Tower Crane Untuk Pekerjaan Struktur Proyek Apartemen Bess Mansion Surabaya*. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, Vol 2(3), Hal 202-209. Diakses Harzing's Publish or Perish + Crossref
- Oktavia, G., Febriani, A., Hasnah, H., Sabrina, V., & Rahman, I. (2024). Enam Metode Menghafal Al-Qur'an Mahasiswa di Perguruan Tinggi Al-Qur'an Indonesia. *Jurnal Kepemimpinan dan Pengurusan Sekolah*, 9(1), 12-23.
- Pasaleron, R., Afrianto, A., Junaidi, A., Rahman, I., & Susanti, W. (2023). Problems of Teachers and Students in Learning the Quran. *Al-kayyis: Journal of Islamic Education*, 1(1), 1-11.
- Pasaleron, R., Rahman, I., Fitriani, F., & Irzain, I. (2023). Efek Kecerdasan Intelektual, Emosional, Dan Spiritual Terhadap Akhlak Peserta Didik Di Sekolah Menengah Atas. *Al-Ashri: Ilmu-Ilmu Keislaman*, 8(2), 71-77.
- Putra, E., Rahman, I., Kustati, M., & Sepriyanti, N. (2024). Analisis Pembelajaran Haji dan Umrah pada Mata Pelajaran Fiqh di Sekolah Dasar. *Menara Ilmu: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah*, 18(2).
- Rahmad, A., Rahmi, R., Nakita, D. S., Akbar, Z., & Rahman, R. P. I. (2021). Implementation of Learners' Methods of Memorizing the Qur'an at the Dar El-Iman Indonesia Modern Islamic Boarding School. *Islamic Studies*, 2622, 741x.
- Rahmah, H., Rahman, I., Nurhapipah, N., Erman, E., & Hasnah, R. (2023). Dinamika Pemikiran Ahlussunnah Wal Jama'ah Dalam Membangun Pemahaman Holistik Terhadap Moderasi Beragama. *UNES Journal Of Social and Economics research*, 8(1), 027-034.

- Rahman, I., Iskandar, M. Y., Kustati, M., & Sepriyanti, N. (2024). Sustainable Development: Implementation of The Talqin Method In Memorizing The Quran. *Jurnal Kepemimpinan dan Pengurusan Sekolah*, 9(1), 99-108.
- Rahman, I., Kaema, M. T., Nurhapipah, N., Nelwati, S., Sabri, A., & Rahmanda, R. (2024). Systematic Literature Review: Analysis of Project-based Learning Models from Elementary to High School. *Al-Ashri: Ilmu-Ilmu Keislaman*, 9(2), 53-66.
- Rahman, I., Kustati, M., & Gusmirawati, G. (2023). Pkm Peningkatan Kompetensi Baca Alqur'an Mahasiswa Unp Melalui Pendekatan Program Tahsin.
- Rahman, I., Nisa, K., & Saputri, R. E. (2020). Seven Students' Activities: A Case Study on Rumah Tahfidz An-Nur Daily Routine and Memorization Levels. *International Journal of Multidisciplinary Research of Higher Education (IJMURHICA)*, 3(3), 110-120.
- Rahman, I., Zulmuqim, Z., & Masyhudi, F. (2023). Pengaruh Madrasah Nizamiyah Terhadap Perkembangan Pendidikan Islam Dan Ortodoksi Sunni. *Unes Journal Of Social and Economics Research*, 8(2), 1-14.
- Rasdiany, A. N., Akmal, F., Pasaleron, R., Dafrizal, D., Ningsih, R., & Rahman, I. (2024). Systematic Literature Review: The Impact of Social Competence on Teacher Communication Intelligence. *Jurnal Kepemimpinan dan Pengurusan Sekolah*, 9(2), 239-251.
- Ridha, M. 2011. *Perbandingan Biaya dan Waktu Pemakaian Alat Berat Tower crane dan Mobil Crane pada Proyek Rumah Sakit Haji Surabaya*. Penelitian. (Tidak diterbitkan). Institute Teknologi Sepuluh November.
- Rochmandi, (1990). *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*, Dinas Pekerjaan Umum, Jakarta
- Rostiyanti, S.F. 2002. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Soeharto, I. 1997. *Manajemen Proyek*. Jakarta: Erlangga.
- Sabrina, V., Alias, M. F. B., Lenggogeni, P., Oktavia, G., Asril, Z., & Rahman, I. (2024). Analysis of the Relationship between Self-Regulated Learning and Students' Quran Memorizing Activities in Junior High Schools. *Muaddib: International Journal of Islamic Teaching and Learning*, 1(1), 40-48.
- Saputra, W., Rahman, I., Zulmuqim, Z., Zalnur, M., Triana, N., & Mutathahirin, M. (2023). Islamic Personal Development Activities in shaping the Character of Students in Junior High Schools. *Nida Al-Qur'an: Jurnal Pengkajian Islam*, 4(2), 103-112.
- Sariato, D., Ayad, N., Rahman, I., & Albizar, A. (2024). Analysis of Muslim Community Perspectives on Islamic-Based Primary Schools. *Al-kayyis: Journal of Islamic Education*, 2(1), 1-12.
- UNES, 2021. *Buku Pedoman Penulisan Skripsi. Program Sarjana Teknik Sipil*. Padang : Fakultas Teknik dan Perencanaan Universitas Ekasakti Padang.
- Winanda, L.A.R. 2010. *Evaluasi Penempatan Lokasi Group Tower Crane Terhadap Titik Layanan*. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.