

Usaha Eskalasi Daya Serap Energi Panas Solar Water Heater (Swh) Dengan Memanfaatkan Honeycomb Sebagai Aliran Air

Abdi Kurniawan

¹Program Studi Teknik Sipil, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera

abdik6550@gmail.com

Abstrak

Pemanfaatan energi panas matahari dapat digunakan untuk berbagai peralatan sehari-hari, seperti solar water heater (SWH). SWH merupakan salah satu solusi penyedia air panas untuk kebutuhan mandi baik dalam skala rumah tangga maupun komersil guna mengurangi penggunaan energi listrik dan bahan bakar fosil. Ada dua bagian penting dalam system pemanas air tenaga surya yaitu pengumpul surya (kolektor) dan tangki penyimpanan air panas. Pengumpul surya terdiri atas plat penyerap panas dan pipa-pipa yang di dalam nya terdapat air yang akan dipanaskan. Honeycomb adalah metode penyusunan pipa yang menyeruoi sarang lebah. Dengan pemakaian pelat aluminium dengan ketebalan 0,2 mm yang di bentuk segi enam (hexagonal) dengan diameter 30 mm dan disusun berderet layaknya sarang lebah (honeycomb) mampu memanaskan air yang berkapasitas 63 liter. Arah kolektor solar water heater adalah menghadap arah utara. Potensi radiasi sinar matahari tertinggi adalah pukul 12:00 siang. Penyerapan panas tertinggi terjadi pada kolektor tanpa menggunakan kaca penutup.

Kata Kunci : Solar Water Heater ,Honeycomb, Alat Penukar Kalor.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Mandi misalnya, untuk satu kali mandi seseorang sedikitnya menghabiskan 20 liter air bersih. Namun, di sebagian wilayah Indonesia memiliki suhu yang relatif rendah, untuk itu masyarakat memerlukan air hangat untuk mandi. Akan tetapi, untuk memanaskan air masyarakat masih banyak menggunakan api (kompor) dan pemanas listrik. Hal ini tentu menambah angka kebutuhan energi dan memerlukan suatu alternatif baru guna memenuhi kebutuhan tersebut. Indonesia terletak di iklim khatulistiwa, sinar surya rata-rata harian adalah 4000-5000 Wj/m², sedangkan rata-rata jumlah jam sinaran antara 4 hingga 8 jam. Indonesia mengalami jumlah hari hujan sekitar 170 hari per tahun, rata-rata suhu udara antara 26°C hingga 32°C dan kelembaban relatif rata-rata 80% hingga 90% dan tidak pernah turun di bawah 60%. (Teknologi Tenaga Surya, 2015:21).

Pemanfaatan energi matahari dapat dilakukan dengan mengubah radiasi menjadi panas, ini dikenal sebagai sistem panas matahari. Daerah sekitar khatulistiwa menerima sinar surya rata-rata tahunan sekitar 600-700 W/m², selama 8 jam sehari. Dalam keadaan tertentu kadang lebih dari 1000 W/m², tetapi hanya terjadi dalam waktu yang singkat. %. (Teknologi Tenaga Surya, 2015:22). Pemanfaatan energi matahari yang banyak digunakan adalah sebagai penyedia energi panas, seperti untuk memasak, distilasi air laut, pemanas air, dan pengering produk makanan. Pemanfaatan energi matahari tersebut dapat dilakukan dengan konversi panas.

Pemanfaatan energi panas matahari dapat digunakan untuk berbagai peralatan sehari-hari seperti solar water heater (SWH). SWH merupakan salah satu solusi penyedia air panas untuk kebutuhan mandi baik dalam skala rumah tangga maupun komersil guna mengurangi penggunaan energi listrik dan bahan bakar fosil. Namun dalam prakteknya, ternyata peralatan ini masih memiliki kelemahan yakni masih membutuhkan energi pemanas tambahan berupa electric heater untuk membantu proses pemanasan air. Dalam hal ini diperlukan upaya dalam meningkatkan panas untuk SWH guna mengurangi penggunaan energi listrik. Untuk itu penggunaan pipa aluminium yang berbentuk hexagonal yang disusun layak nya sararang lebah (honeycomb) di yakini mampu memberikan efektifitas dalam penyerapan panas untuk memaksimalkan kinerja dari solar water heater (SWH).

Menurut Sutrisno dan Mustofa (2014) sistem pemanas air tenaga surya pada dasarnya ialah memanfaatkan sinar surya untuk memanaskan air. Ada dua bagian penting dalam sistem pemanas air tenaga surya yaitu pengumpul surya (kolektor) dan tangki penyimpanan air panas. Pengumpul surya terdiri atas plat penyerap panas dan pipa-pipa yang di dalamnya terdapat air yang akan dipanaskan.

Sinar surya yang menimpa pengumpul surya sebagian diserap oleh plat penyerap dan sebagian lagi dipantulkan kembali, karena adanya kaca penutup maka sinar yang dipantulkan oleh plat penyerap akan dipantulkan kembali ke plat penyerap, sehingga plat menjadi panas. Plat yang panas ini akan memindahkan panas nya kepada air di dalam pipa air. Penyerapan panas ini cukup efisien, sinar surya yang menimpa plat penyerap dapat diserap oleh plat penyerap. "Besarnya panas yang di hantarkan secara konduksi melalui suatu dinding adalah berbanding lurus dengan luas permukaan normal [A], berbanding lurus dengan beda suhu kedua permukaan dinding (ΔT), dan berbanding terbalik dengan tebal dinding (x)" (Perpindahan Panas, 2015:32).

Parameter-parameter yang berpengaruh terhadap unjuk kerja kolektor diantaranya adalah ketebalan pelat penyerap dan jarak antar pipa-pipa kolektor yang disebut efisiensi sirip kolektor. Hasil penelitian menunjukkan semakin tebal pelat penyerap dan semakin kecil jarak antar pipa-pipa kolektor, efisiensi sirip dari kolektor semakin optimum. (Kristanto dan San.2001) Dengan pemakaian pelat aluminium dengan ketebalan 0,2 mm yang di bentuk segi enam (hexagonal) dengan diameter 30 mm dan disusun berderet layaknya sarang lebah (honeycomb) di harapkan mampu menghantarkan panas ke tiap-tiap pipa dengan baik dan mampu memanaskan air yang berkapasitas 63 liter.

Arah kolektor solar water heater juga mempengaruhi proses penyerapan energy matahari. Hasil perhitungan efisiensi termal kolektor surya juga menunjukkan bahwa sudut azimut 180° (Utara) menunjukkan efisiensi rata-rata paling relatif stabil sepanjang hari dibandingkan dengan arah hadap yang lain. Nilai efisiensi pada arah hadap utara dengan sudut kemiringan 30° mencapai nilai maksimal 64,96% dengan nilai rata-rata 63,93%. (Agam Sulistyoko dkk.,2017) Suhu air yang dihasilkan dipengaruhi oleh intensitas sinar surya, jumlah air yang akan dipanaskan dan efisiensi alat. Oleh karena itu masih banyak pemanas air tenaga surya yang masih dalam penelitian meskipun sudah banyak dipasarkan guna memaksimalkan efisiensi alat.

Klasifikasi Solar Water Heater

A. Solar Water Heater Aktif

Pada sistem pemanas aktif, air mengalir dari pengumpul ke tangki penyimpanan air bukan dengan cara alamiah, akan tetapi dibantu dengan system pompa. Dengan demikian tangki penyimpanan air panas dapat di pasang pada tempat yang lebih rendah daripada pengumpul surya, sehingga tangki dapat dipasang dengan kapasitas yang lebih besar. Untuk memperoleh suhu air yang sesuai, pada system ini perlu di pasang pengatur suhu dan pemanas tambahan. Hal ini justru menambah rancangan komponen alat dan juga biaya.

B. Solar Water Heater Pasif

Sistem pemanas surya pasif juga dikenal sebagai sistem termosifon. Dalam sistem pemanas ini, tidak menggunakan tenaga bantu dalam menghasilkan air panas. Pada sistem pemanas ini, air dalam pengumpul surya mengalir melalui kaedah konveksi bebas yang di sebabkan oleh perbedaan suhu.

Dalam pengaplikasiannya tangki air dipasang lebih tinggi daripada pengumpul surya. Sinar surya yang menimpa pengumpul surya menyebabkan plat penyerap menjadi panas, kemudian panas dipindahkan kepada air di dalam pipa-pipa air yang dipasang melekat pada plat penyerap hingga air menjadi panas. Air yang suhunya lebih tinggi mempunyai berat jenis yang lebih kecil, sehingga air mengalir ke atas dan masuk ke dalam tangki penampungan, kemudian air dingin yang ada di dalam tangki otomatis akan turun dan kembali mengisi kekosongan air di dalam pipa pemanas. Hal ini justru membuat alat ini lebih simple tanpa adanya alat tambahan

2. METODE PENELITIAN

Tempat pelaksanaan pembuatan penelitian ini dilaksanakan di Tembung Pasar 10 Jalan Pendidikan Bandar Khalipah. Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian dilakukan sejak tanggal usulan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Alat dan Bahan



Alat

1. Laptop lenovo ideapad 100
2. Arduino Uno
3. Sensor DS18B20
4. Selenoid Valve Bahan Air

Prosedur Pengujian

Tahapan yang dilakukan sebelum melaksanakan pengujian alat adalah sebagai berikut:

1. Merancang sensor DS18B20
2. Memeriksa sensor yang telah di pasang
3. Menghidupkan pompa air
4. Menghubungkan sensor DS18B20 ke arduino UNO R3
5. Menghubungkan arduino UNO R3 ke
6. Memastikan sensor dapat membaca data
7. Mengamati dan Menunggu hasil pengujian
8. Merapikan kembali tempat pengujian
9. Mengembalikan alat alat pengujian pada tempatnya
10. Selesai

Prosedur Analisa Data

1. Konduksi

Untuk menghitung perpindahan panas secara konduksi digunakan persamaan dibawah ini:

$$Q_{kond} = -k \times A \frac{\Delta t}{\Delta x}$$

Keterangan :

Q = Jumlah kalor yang dipindahkan (W)

k = Konduktivitas termal bahan (W / m.°C)

A = Luas bidang pemanasan (m²)

$\frac{\Delta t}{\Delta x}$ = Gradien temperatur (°C / m)

2. Konveksi

Untuk menghitung perpindahan panas secara konveksi digunakan dengan persamaan dibawah ini:

$$Q_{kond} = h \times A (T_s - T_f)$$

Keterangan :

h = Koefisien perpindahan kalor konveksi ($W / m \cdot ^\circ C$)

A = Luas penampang perpindahan kalor secara konveksi (m^2)

T_s = Temperatur permukaan ($^\circ C$)

T_∞ = Temperatur fluida yang terletak jauh dari permukaan ($^\circ C$)

3. Radiasi

Untuk menghitung perpindahan panas secara radiasi digunakan persamaan dibawah ini:

$$Q_{rad} = \sigma A_1 (T_1^4 - T_2^4)$$

Keterangan :

σ = Konstanta Stefan-Boltzman ($5,67 \cdot 10^{-8} W/m^2 \cdot K^4$)

T_1 = Temperatur daerah sekeliling permukaan ($^\circ C$)

4. Energi yang berguna

Untuk menghitung energy yang berguna pada kolektor digunakan persamaan di bawah ini:

$$Q_{ua} = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

5. Efisiensi

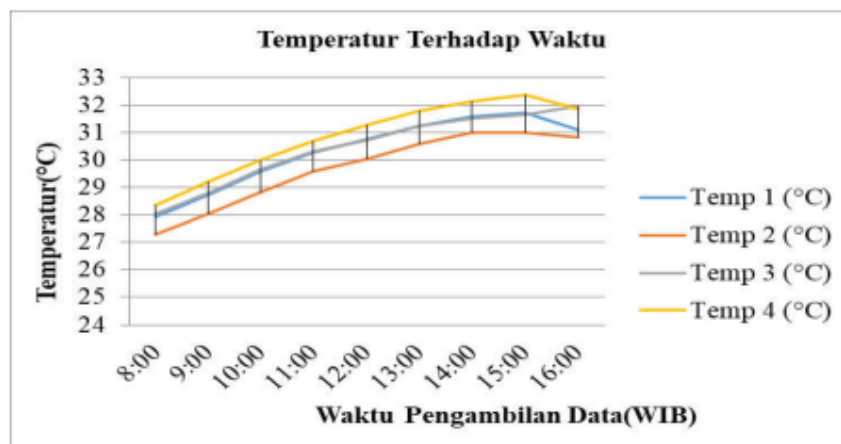
kolektor Untuk menghitung efisiensi kolektor digunakan persamaan di bawah ini:

$$n = \frac{Q_{au}}{\Delta_c \times IT} \times 100 \%$$

3. HASIL

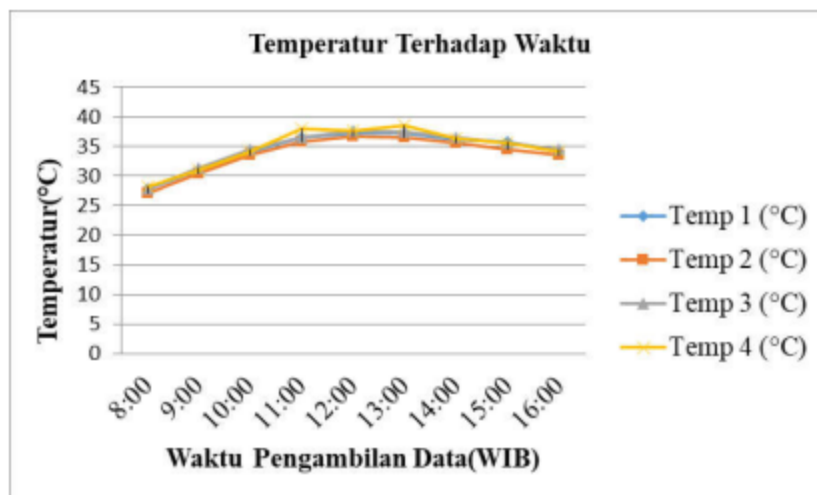
Analisa Data

Grafik Pengaruh waktu terhadap Temperatur Disaat Gerimis Kolektor dengan menggunakan Kaca Penutup.



Pada grafik tersebut menunjukkan adanya pengaruh yang dihasilkan pada saat cuaca gerimis yakni temperature yang di hasilkan tidak terlalu tinggi, ini dikarenakan intensitas panas yang rendah.

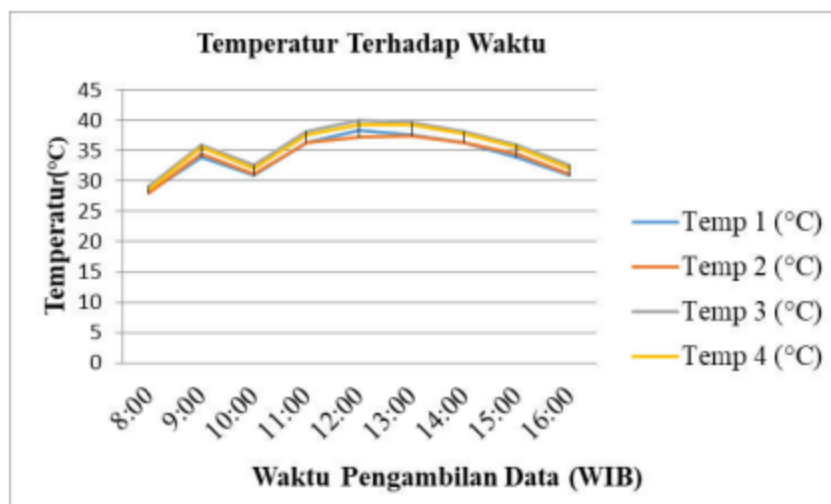
Grafik Pengaruh waktu terhadap Temperatur Disaat Gerimis Kolektor tanpa menggunakan Kaca Penutup.



Pada grafik tersebut menunjukkan adanya pengaruh waktu pengujian yang cukup signifikan. Suhu/temperature tertinggi yang berhasil di capai ialah berkisar antara pukul 11:00 hingga pukul 13:00 WIB. Namun, di jam berikutnya terjadi penurunan suhu yang dikarenakan perubahan cuaca, yakni berawan.

4. PEMBAHASAN

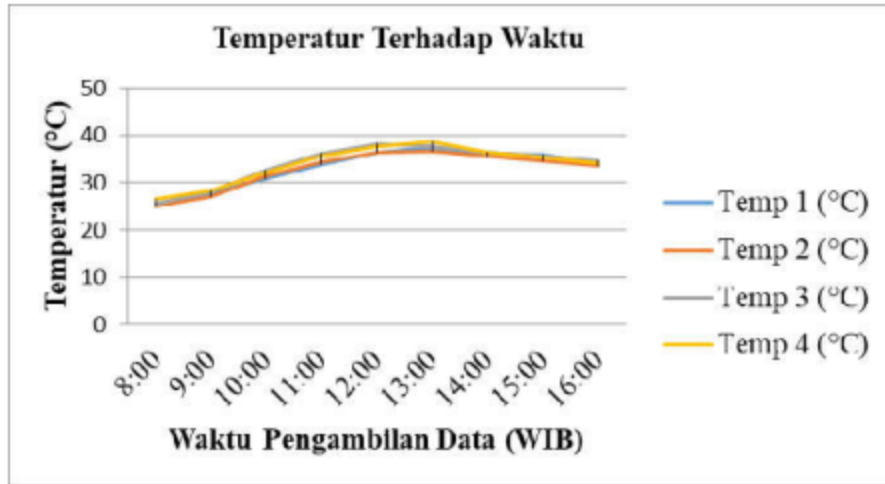
Grafik Pengaruh Waktu Terhadap Temperatur Di Saat Berawan Kolektor Tanpa Menggunakan Kaca Penutup



Pada grafik tersebut menunjukkan adanya perubahan suhu yang terjadi akibat perubahan cuaca saat pengambilan data. terjadi penurunan suhu di antara pukul 09:00 hingga pukul 10:00 WIB. Namun, suhu tertinggi yang berhasil di capai yaitu

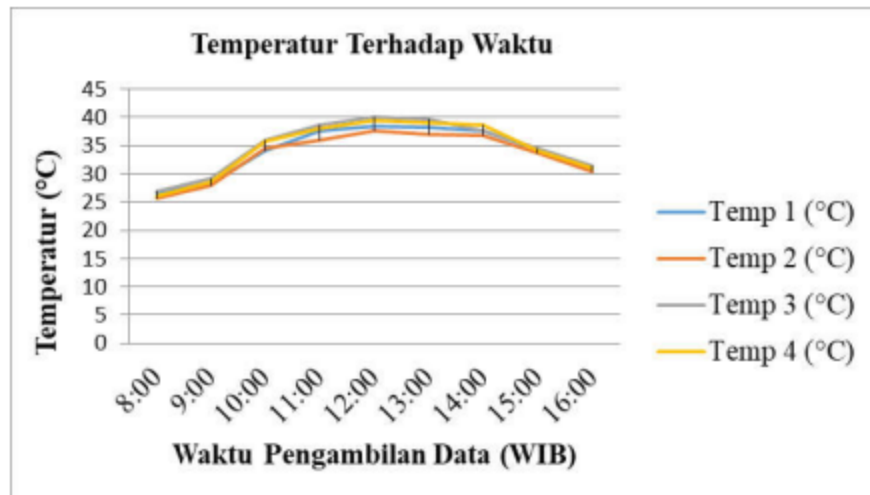
antara pukul 11:00 hingga pukul 13:00 WIB. Kemudian suhu kembali mengalami penurunan dikarenakan perubahan cuaca pada saat pengambilan data.

Grafik Pengaruh Waktu Terhadap Temperatur Di Saat Cerah Kolektor Dengan Menggunakan Kaca Penutup



Merupakan grafik perubahan suhu/temperatur terhadap pengaruh waktu. Pada grafik tersebut menunjukkan adanya pengaruh waktu yang menghasilkan suhu/temperatur tertinggi yang berhasil dicapai yang terjadi antara pukul 11.00 hingga pukul 14.00 WIB. Namun pada jam berikutnya juga mengalami penurunan suhu yang tidak terlalu drastis, ini dikarenakan kaca penutup yang dipasangkan mampu menahan panas didalam kolektor.

Grafik Pengaruh Waktu Terhadap Temperatur Di Saat Cerah Kolektor Tanpa Menggunakan Kaca Penutup



Pada grafik tersebut menunjukkan adanya pengaruh waktu yang menghasilkan suhu/temperatur. Suhu/temperatur tertinggi yang berhasil dicapai yakni pada pukul 12.00 WIB. Temperatur yang berhasil dicapai lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan kaca. Namun, penurunan suhu kembali terjadi akibat cuaca saat pengambilan data. Penurunan suhu juga lebih tinggi akibat tanpa adanya kaca penutup.

5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian solar water heater dengan dan tanpa menggunakan kaca adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian terbukti bahwa solar water heater tanpa menggunakan kaca dapat memanaskan air lebih cepat daripada solar water heater dengan menggunakan kaca.
2. Dari hasil penelitian dapat di lihat bahwa solar water heater tanpa menggunakan kaca memiliki penyerapan panas yang lebih baik dan memiliki rata-rata suhu yang lebih tinggi.
3. Dari hasil penelitian juga menunjukkan bahwa solar water heater tanpa menggunakan kaca juga mengalami penurunan suhu yang lebih cepat di banding solar water heater dengan menggunakan kaca.
4. Dari hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kaca penutup mampu menahan panas dan mampu membantu kolektor menyimpan panas.
5. Penyerapan panas pada solar water heater dengan menggunakan kaca sedikit lebih rendah dan lebih lambat bila di bandingkan dengan SWH tanpa menggunakan kaca penutup.
6. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan penyerapan energi panas pada solar water heater adalah tanpa menggunakan kaca penutup.

REFERENSI

- Adisasmita, S. A., & Hadipramana, J. (2011). Improving the airport operation and environmental quality at small airports in indonesia. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 2(2).
- C. A. Siregar, (2018). " Pengaruh jarak kaca terhadap efisiensi alat destilasi air laut yang memanfaatkan energi matahari di kota medan, " *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. ENERGY*. Vol.2,PP. SI-SS.
- C. A. Siregar and A. M. Siregar, (2019). " Studi Eksperimental Pengaruh Kemiringan Sudut Terhadap Destilasi Air Laut Memanfaatkan Energi Matahari, " *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*. Vol.2, no.2, PP. 165- 170.
- C.A Siregar, Munawar A Siregar and Sudirman Lubis, (2018). Pengaruh Jarak Kaca Terhadap Efisiensi Alat Destilasi Air Laut Yang Memanfaatkan Energi Matahari di Kota Medan. *Journal Of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials And Energy*, Vol 2. p-ISSN : 2549-6220 e-ISSN : 2549-6239.
- Efrida, R., Putra, T. A., & Utami, C. (2019). Pembangunan Irigasi Air Tanah Dangkal Untuk Peningkatan Produktivitas Usaha Tani Desa Sambirejo Kabupaten Langkat. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 1(2), 196-202.
- Efrida, R. (2010). *Analisis Struktur dengan Metode Kekakuan yang Dimodifikasi Untuk Gedung Beton Bertulang Berlantai Banyak Pada Stadium Retak* (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana)
- Faisal, A. (2019). Perilaku Nonlinear Struktur Gedung Baja Dengan Bentuk Denah L, T Dan U Akibat Gempa. *Progress In Civil Engineering Journal*, 1(1), 63-73.
- Faisal, A. (2019). Influence of repeated earthquakes on the ductility demand of inelastic RC buildings. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*.
- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandar SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 41-46
- Gunawan, R. (2006). Analisis Sumber Daya Air Daerah Aliran Sungai Bah Bolon Sebagai sarana Pendukung Pengembangan Wilayah di Kabupaten Simalungun dan Asahan. *WAHANA HIJAU Jurnal Perencanaan & Pengembangan Wilayah*, 2(1).

- Hadipramana, J., & Syahputra, J. (2021). PERBANDINGAN SIMULASI GAYA AKSIAL DAN LATERAL PLAIN WALL BETON RINGAN ANTARA CAMPURAN STYROFOAM DENGAN LAPISAN COATING DAN ABU SEKAM PADI DENGAN FLY ASH. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Hadipramana, J., Samad, A. A. A., Ahmad Mujahid, A. Z., Mohammad, N., & Riza, F. V. (2013). Effect of uncontrolled burning rice husk ash in foamed concrete. In *Advanced Materials Research* (Vol. 626, pp. 769-775). Trans Tech Publications Ltd.
- Hadipramana, J., Samad, A. A. A., Zhao, Z. J., Mohammad, N., & Wirdawati, W. (2012). Influence of Polypropylene Fiber in strength of foamed concrete. In *Advanced Materials Research* (Vol. 488, pp. 253-257). Trans Tech Publications Ltd.
- Husen, H., Majid, T. A., Nazri, F. M., Arshad, M. R., & Faisal, A. (2008, June). Development of design response spectra based on various attenuation relationships at specific location. In *International Conference on Construction and Building Technology (ICCBT08)* (Vol. 138).
- Nurzanah, W. (2021). SUMUR RESAPAN UNTUK PEMANENAN AIRHUJAN DI KECAMATAN MEDAN BELAWAN. *Al Ulum*, 9(1), 1-7.
- Octavi, D. M., Wahyudi, A., & Utami, C. (2021). ANALISIS RESOURCE LEVELING MENGGUNAKAN NETWORK PLANNING PADA PEMBANGUNAN RUSUNAWA INSTITUT TEKNOLOGI PADAN. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Pane, Y., Zega, O., Zalukhu, H. P., & Buulolo, C. W. BANGUNAN HEMAT BIAYA DENGAN KREASI BATU BATA BERWARNA. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 5(1JUNI), 22-25.
- Pane, Y., & Anwar, S. (2019, January). Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dengan Menggunakan Digital Elevation Model (Dem). In *Prosiding Seminar Nasional Era Industri (SNEI) 4.0* (Vol. 1, No. 1, pp. 18-24).
- Rashidi, A., Majid, T. A., Fadzli, M. N., Faisal, A., & Noor, S. M. (2017, October). A Comprehensive Study on the Influence of Strength and Stiffness eccentricities to the On-plan Rotation of Asymmetric Structure. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1892, No. 1, p. 120013). AIP Publishing LLC.
- Riza, F. V., Lubis, D. S., & Manurung, F. V. B. (2021). ANALISIS MEKANIS BETON BUSA DENGAN KOMBINASI SERAT SABUT KELAPA SERTA BAHAN TAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK CANGKANG TELUR. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Rimbawati, R., Siregar, Z., Yusri, M., & Al Qamari, M. (2021). Penerapan Pembangkit Tenaga Surya Pada Objek Wisata Kampung Sawah Guna Mengurangi Biaya Pembelian Energi Listrik. *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 145-151.
- Roslan, H. A., Adiyanto, M. I., Harith, N. S. H., Faisal, A., & Razak, S. M. S. A. (2021, February). Impact of seismic design on cost of structural materials for two storey hostel building in Sabah. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 682, No. 1, p. 012024). IOP Publishing.
- Siregar, Z. (2013). Kajian Penataan Signage di Jalan Gatot Subroto Medan Sebagai Upaya Menciptakan Kota Yang Manusiawi Secara Visual.
- Siregar, Z. (2020). Kajian Penataan Jalur Pedestarian Jalan Kapten Mukhtar Basri Medan Sebagai Akses Utama Kampus UMSU. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(1), 46-55.
- Siti Marissa, A. R., Mohd Zulham Affandi, M. Z., Wan Mohd Sabki, W. O., Mohd Asri, A. R., & Faisal, A. (2016). Assessment of reinforced concrete building with soil structure interaction effect under vertical earthquake.
- Sitompul, M., & Efrida, R. (2018). Evaluasi Ketersediaan Air DAS Deli Terhadap Kebutuhan Air (Water Balanced). *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 14(2), 121-130.
- SURYANTO, B., DALIMUNTHE, M., NAGAI, K., & MAEKAWA, K. SHEAR FATIGUE PERFORMANCE AND CRACK SURFACE OBSERVATIONS IN PVA-ECC BEAMS WITHOUT WEB REINFORCEMENT.

- Taib, A., Zahid, M. Z. A. M., Faisal, A., & Wan Ahmad, S. (2014). Axial load variations of irregular RC frames with setback under vertical earthquakes. *Journal of Civil Engineering Research*, 4(3A), 138-144.
- Utami, C. (2018). STUDI KELAYAKAN RANCANGAN LANSEKAP SUNGAI MATI CISANGKUY SEBAGAI RUANG TERBUKA HIJAU PUBLIK. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*.
- Zahid, M. Z. A. M., Majid, T. A., & Faisal, A. (2017). THE EFFECT OF BEHAVIOUR FACTOR ON THE SEISMIC PERFORMANCE OF LOW-RISE AND HIGH-RISE RC BUILDINGS. *Journal of Engineering Science and Technology*, 12(1), 031-041.
- Zulkarnain, F., & Dewi, I. D. (2020). PKM Pembuatan Saluran Drainase Dusun li Jln Inpres Desa Tanjung Gusta Untuk Mengatasi Banjir. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 1-5.
- Zulkarnain, F. (2021). KONTRAK, PETELITIAIN PENELITIAN TERAPAIN (PT) Tahun Anggaran 2018. *KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN*.
- Zurkiyah, Z., & Hidayat, N. (2021). STUDI OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PONDASI DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF PADA PROJECT PEMBANGUNAN TERMINAL LPG PRESSURIZED 4 X 3000 MT MEDAN-BELAWAN. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).