

Penilaian Jalur *Runway* Bandar Udara Patiambang Gayo Lues (*Studi Kasus*)

Ikhwan Nasri

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

ikhwannasrie28@gmail.com

Abstrak

Bandar Udara Patiambang Gayo Lues adalah bandar udara yang terletak di Gampong Penggalangan dan Gampong Palok, Kecamatan Blangkejeren, Gayo Lues, Aceh, Indonesia. Adapun jenis pesawat yang bisa mendarat di bandar udara ini adalah Cassa 212 dan Cessna Grand Caravan. Bandar udara ini terletak 274 km dari Banda Aceh. Tahun 2016 rencananya landasan pacu di bandar udara ini akan di perpanjang menjadi 3800 meter (Wikipedia, 2017). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai Apakah landasan pacu bandar udara Patiambang Gayo Lues sudah sesuai dengan faktor-faktor yang mempengaruhi panjang landasan pacu dan apakah landasan pacu bandar udara Patiambang Gayo Lues dapat mendukung pendaratan darurat bagi pesawat terbang, panjang landasan pacu terkoreksi adalah sepanjang 2252,16 m, artinya lebih panjang daripada panjang landasan pacu yang ada pada Bandar Udara Patiambang Aceh, yang hanya 1600 m dan panjang landasan normalnya sepanjang 2719.48 m, maka untuk sekarang landasan pacu di Bandar udara Patiambang belum sesuai dengan beberapa faktor yang memepengaruhi panjang landasan pacu jika ditinjau dari panjang landasan pacunya yaitu sepanjang 1600 m dan Bandar udara Patiambang juga belum mampu menampung untuk pendaratan darurat yang mana panjang landasan pacu normalnya sepanjang 2719.48 m lebih panjang dari landasan pacunya saat ini yaitu sepanjang 1600 m.

Kata kunci: *Bandar Udara Patiambang, landasan pacu, pendaratan darurat.*

1. PENDAHULUAN

Dalam Pasal 219 ayat 1 Undang Undang No.1 tahun 2009 tentang Penerbangan dinyatakan bahwa setiap badan usaha bandar udara atau unit penyelenggara bandar udara wajib menyediakan fasilitas bandar udara yang memenuhi persyaratan keselamatan dan keamanan penerbangan, serta pelayanan jasa bandar udara sesuai dengan standar pelayanan yang ditetapkan. Pelayanan jasa kebandarudaraan tersebut antara lain meliputi pelayanan jasa pesawat udara, penumpang, barang, dan pos, yang terdiri atas penyediaan dan/atau pengembangan fasilitas untuk kegiatan pelayanan pendaratan, lepas landas, manuver, parkir, dan penyimpanan pesawatudara; fasilitas terminal untuk pelayanan angkutan penumpang, kargo, dan pos; fasilitas elektronika, listrik, air, dan instalasi limbah buangan; dan lahan untuk bangunan, lapangan, dan industri serta gedung atau bangunan yang berhubungan dengan kelancaran angkutan udara (Pratama et al., 2012).

Runway atau landasan pacu adalah fasilitas bandara yang sangat penting untuk mendarat dan lepas landasnya pesawat, sangat penting sekali landasan pacu dalam sebuah bandara dengan pengembangannya terus menerus sesuai pesawat yang akan mendarat dan lepas landas disuatu Bandar udara

Bandar Udara Patiambang Gayo Lues adalah bandar udara yang terletak di Gampong Penggalangan dan Gampong Palok, Kecamatan Blangkejeren, Gayo Lues, Aceh, Indonesia. Adapun jenis pesawat yang bisa mendarat di bandar udara ini adalah Cassa 212 dan Cessna Grand Caravan. Bandar udara ini terletak 274 km dari Banda Aceh. Tahun 2016 rencananya landasan pacu di bandar udara ini akan di perpanjang menjadi 3800 meter (Wikipedia, 2017). Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian mengenai "*Evaluasi Landasan Pacu Bandar Udara Patiambang Gayo Lues*".

Adapun beberapa Tujuan dari Penelitian ini adalah Untuk mengetahui Runway Bandar Udara Patiambang Gayo Lues sudah sesuai dengan faktor-faktor yang mempengaruhi panjang landasan pacu. Selain itu Untuk mengetahui landasan pacu Bandar Udara Patiambang Gayo Lues dapat mendukung pendaratan darurat bagi pesawat terbang.

Pengertian Bandar Udara

Bandar Udara adalah kawasan di daratan dan atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan antar moda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya.

Suatu Bandar Udara mencakup suatu kumpulan kegiatan yang luas yang mempunyai kebutuhan-kebutuhan yang berbeda dan terkadang saling bertentangan antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya. Misalnya kegiatan keamanan membatasi sedikit mungkin hubungan (pintu – pintu) antara sisi darat (*land side*) dan sisi udara (*air side*) sedangkan kegiatan pelayanan memerlukan sebanyak mungkin pintu terbuka dari sisi darat kesisi udara agar pelayanan berjalan lancar. Kegiatan – kegiatan itu saling tergantung satu sama lainnya sehingga suatu kegiatan tunggal dapat membatasi kapasitas dari keseluruhan kegiatan.

Pengertian Landasan Pacu

Landasan pacu adalah fasilitas bandara yang sangat penting untuk mendarat dan lepas landasnya pesawat. Landas pacu adalah area persegi

diper permukaan bandara yang disiapkan untuk *take off* dan *landing* pesawat, tanpa landas pacu yang di rncanakan dan dikelola dengan baik, pesawat tidak akan dapat menggunakan bandara.

Dalam merancang landas pacu (*runway*) diatur secara ketat mengenai panjang, lebar, orientasi (arah), konfigurasi, kemiringan/kelandaian, dan ketebalan perkerasan *runway*. *Runway* difasilitasi oleh system marka (marking), system pencahayaan (*lighting*), dan rambu-rambu (*signs*) untuk mengidentifikasi *runway* dan memberikan panduan arah kepada pilot saat pesawat berjalan, lepas landas, dan an-cang-ancang pendaratan dan mendarat. Elemen dasar *runway* meliputi perkerasan, bahu *runway*, *runway strip*, *blast pad* (buangan semburan mesin), *runway and safety area* (RESA), *stopway* dan *clearway*. Fasilitas *runway* ini mempunyai beberapa bagian yang masing-masingnya mempunyai persyaratan tersendiri (Sartono, dkk, 2016).

Fasilitas Pokok Bandar Udara

Dalam dunia penerbangan ada beberapa fasilitas yang harus disediakan oleh bandara, adapun fasilitasnya sebagai berikut:

- a Landasan Pacu
- b Penghubung Landasan Pacu (*taxiway*)
- c Terminal Penumpang
- d Area parkir kendaraan (*Parking Area*)
- e Ruang Tunggu Penumpang
- f Fasilitas Keselamatan/Pertolongan Pertama

Faktor yang mempengaruhi panjang landasan pacu

- a. Lingkungan lapangan terbang
Lingkungan lapangan terbang yang berpengaruh terhadap panjang landasan : temperatur, angin permukaan, kemiringan landasan pacu, ketinggian dari permukaan laut, dan kondisi permukaan landasan. Seberapa jauh hal-hal di atas mempengaruhi landasan pacu, hanya merupakan pendekatan, namun demikian analisa terhadap hal-hal di atas akan menguntungkan terhadap perhitungan panjang landasan pacu.

- b. Kemiringan Landasan Pacu
Kemiringan (*slope*) memerlukan *runway* yang lebih panjang untuk setiap kemiringan 1% maka panjang *runway* harus di tambah dengan 10%. Faktor koreksi kemiringan *runway* dapat di hitung dengan persamaan berikut :

$$F_s = 1 + (0,1S)$$

Dimana :

F_s = Faktor koreksi kemiringan

S = kemiringan *runway*

- c. Kemiringan Memanjang (*Longitudinal*)

Effective gradient adalah kemiringan yang dihitung dengan membagi perbedaan antara elevasi maksimum dan elevasi minimum dengan panjang *runway*.

$$G = \frac{\text{max elevation} - \text{min elevation}}{\text{runway length}} \times 100\%$$

Kemiringan Melintang (*Transversal*)

Untuk menjamin pengaliran air permukaan yang berada di atas landasan perlu kemiringan melintang pada landasan dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) 1,5 % pada landasan dengan kode huruf C, D atau E.
- 2) 2 % pada landasan dengan kode huruf A atau B.

Perhitungan panjang landasan Pacu

- A. Operasi lepas landas
- Take-Off Distance = 1,15 x panjang landasan pacu rencana
- Take-Off Run = panjang landasan pacu rencana
- Lift-Off Distance = 0,55 x Take-Off Distance
- B. Operasional pendaratan (Landing)
- Landing distance (LD) = TOD
- Stop Distance (SD) = 0,6 x LD
- Clearway (CW) = (0,5 x (TOD-LOD))
- Stopway (SW) = 0,05 x LD
- (full strength hardening)Field Length (FL) = Take-Off Run + (0,5*(TOD-LOD))
- C. Poor-approaches landing
- Landing Distance (LD) = TOD
- Stop Distance (SD) = 0,6 x LD
- Clearway (CW) = 0,15 x LD
- Stopway (SW) = 0,05 x LD
- D. Overshoot Take-off
- Landing Distance (LD) = TOD
- Lift-Off Distance = 0,75 x Take-Off Distance
- Clearway (CW) = 0,5 x (TOD-LOD)
- Stopway (SW) = 0,05 x LD

Untuk Pesawat terbang lepas landas dengan kondisi kegagalan mesin, sehingga harus melakukan emergency landing :

- Landing Distance (LD) = TOD
- Stop Distance (SD) = 0,6 x LD
- Clearway (CW) = 0,15 x LD
- Stopway (SW) = 0,05 x LD

Untuk kondisi kegagalan mesin pada pesawat terbang, panjang jalur landasan pacu yang dibutuhkan adalah :

- Field Length (FL) = Take-Off Run + Stopway
- Maka accelerate-stop distance = Field Length

Beberapa jarak berikut yang disajikan dalam satuan meter serta padanan dalam feet yang ditempatkan dalam tanda kurung, harus ditentukan untuk masing-masing arah *runway*.

a. Take off run available (TORA)

Didefinisikan sebagai panjang *runway* tersedia bagi pesawat udara untuk meluncur di permukaan pada saat take off. Pada umumnya ini adalah panjang keseluruhan dari *runway*; tidak termasuk SWY atau CWY.

TORA = Panjang RWY

b. Take-off distance available (TODA)

Didefinisikan sebagai jarak yang tersedia bagi pesawat udara untuk menyelesaikan ground run, lift-off dan initial climb hingga 35 ft. Pada umumnya ini adalah panjang keseluruhan *runway* ditambah panjang CWY. Jika tidak ada CWY yang ditentukan, bagian dari *runway* strip antara ujung *runway* dan ujung *runway* strip dimasukkan sebagai bagian dari TODA.

Setiap TODA harus disertai dengan gradien take off bebas hambatan (obstacle clear take-off gradient) yang dinyatakan dalam persen.

$$\text{TODA} = \text{TORA} + \text{CWY}$$

c. Accelerate-stop distance available (ASDA)

Didefinisikan sebagai panjang jarak meluncur take off yang tersedia (length of the take-off run available) ditambah panjang SWY. CWY tidak termasuk di dalamnya.

$$\text{ASDA} = \text{TORA} + \text{SWY}$$

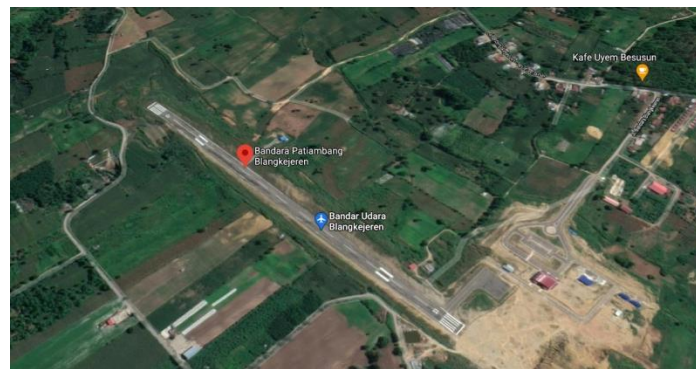
d. Landing distance available (LDA)

Didefinisikan sebagai panjang dari *runway* yang tersedia untuk meluncur pada saat pendaratan pesawat udara. LDA dimulai dari *runway* threshold. Baik SWY maupun CWY tidak termasuk di dalamnya.

$$\text{LDA} = \text{Panjang RW (jika threshold tidak digantikan)}$$

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian ini terletak di Kabupaten Gayo Lues, Provinsi Aceh



Gambar 3.1. Peta bandara Patiambang

Bandara Patiambang adalah bandar udara yang terletak di Gampong Penggalangan dan Gampong Palok, Kecamatan Blangkejeran, Gayo Lues, Aceh, Indonesia. Adapun jenis pesawat yang bisa mendarat di bandar udara ini adalah Cassa 212 dan cessna grand caravan.

Bandara yang mulai dibangun pasca musibah gempa dan tsunami Aceh oleh BRR pada tahun 2005, dilanjutkan pembangunannya oleh Pemerintah Aceh dan Bandar Udara Blang Kejeran mulai dioperasikan pada Tahun 2014. Peresmian Bandar Udara Patiambang dilaksanakan pada hari Jumat, 31 desember 2018 oleh Plt Gubernur Aceh, Ir H Nova iriansyah, MT di Dusun BlangTenggulun Kampung Penggalangan Kecamatan Blangkejeran, Gayo Lues.

Tahapan Penelitian

Tahap penelitian yang akan dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian meliputi penjabaran maksud dan tujuan penelitian, penyiapan metodologi penelitian, *check list* kebutuhan pelaksanaan penelitian, kajian awal hasil studi kepustakaan dan perencanaan terkait.

b. Tahap Pengumpulan Data

Dalam proses pengolahan data dan pengumpulan data baik data sekunder maupun data primer dapat di uraikan sebagai berikut:

- 1) Mengumpulkan data tentang perencanaan tebal lapisan perkerasan landasan pacu dari berbagai literature, jurnal serta buku-buku lainnya sebagai dasar pertanyaan untuk melakukan wawancara.
 - 2) Melakukan wawancara keinstansi terkait yakni pihak pengelola Bandar Udara Patiambang- Gayo Lues
- c. Tahap Analisis
- Merupakan kajian data primer dan data sekunder untuk penentuan tebal lapisan perkerasan landasan pacu:
- 1) Menentukan nilai CBR subbase dan subgrade, tipe roda pendaratan, berat lepas landas, Equivalent Annual Departure dari pesawat rencana.
 - 2) Menentukan tebal perkerasan total (a) dengan memplot pada grafik.
 - 3) Menentukan tebal subbase (b) dengan memplot pada grafik yang sama pada tebal perkerasan total dengan data CBR subbase. Tebal subbase adalah tebal (a) – tebal (b).
 - 4) Menentukan tebal surface course (c) untuk daerah kritis dan untuk daerah non-kritis.
 - 5) Menentukan tebal base course (d) dengan cara = (b) – (c) .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Panjang landasan pacu (*Runway*) yang Ada pada Bandar Udara Patiambang Gayo Lues Aceh adalah 1.600 m, Data yang dibutuhkan untuk menentukan panjang dan lebar landasan pacu dibutuhkan data-data sebagai berikut :

Tabel 4.1. Data – data Bandar Udara Patiambang Gayo Lues Aceh Tahun 2019

URAIAN	KETERANGAN
Data CBR Subgrade	10 cm
Data Subbase	40 cm
Tahun Operasional	2015
Pesawat yang dilayani	Cessena Karavan
Jumlah Keberangkatan tiap tahun	384
Temperatur	20 °c
Susunan roda pesawat	1 depan, 2 belakang
Kemiringan	2%
Ketinggian dari permukaan laut	850
Luas lahan	±5800 m ²

Maka panjang landasan pacu/ARFL adalah:

$$\begin{aligned}
 F_e &= 1 + 0,007 \times (h/300) \\
 &= 1 + 0,007 \times (850/300) \\
 &= 1,02 \text{ m} \\
 F_t &= 1 + 0,01 \times (T - 0,0065 \times h) \\
 &= 1 + 0,01 \times (20 - 0,0065 \times 850) \\
 &= 1,15 \\
 F_s &= 1 + (0,1 \times s) \\
 &= 1 + (0,1 \times 2)
 \end{aligned}$$

$$= 1,2$$

Maka panjang *Runway* dibutuhkan (terkoreksi) = $ARFL \times Fe \times Ft \times Fs = 1600 \times 1,02 \times 1,15 \times 1,2 = 2252,16 \text{ m}$

Jadi dari perhitungan didapat panjang landasan pacu sepanjang 2252,16 m, artinya lebih panjang daripada panjang landasan pacu yang ada pada Bandar Udara Patiambang Aceh, yang hanya 1600 m.

1) Perencanaan operasi pesawat terbang normal

a) Operasi lepas landas:

$$\begin{aligned} \text{Take-Off Distance (TOD)} &= 1,15 \times \text{panjang landasan pacu rencana} \\ &= 1,15 \times 2252,16 \text{ m} \\ &= 2589,98 \text{ m} \\ \text{Take-Off Run (TOR)} &= \text{panjang landasan pacu rencana} \\ &= 2252,16 \text{ m} \\ \text{Lift-Off Distance (LOD)} &= 0,55 \times \text{Take-Off Distance} \\ &= 0,55 \times 2589,98 \text{ m} \\ &= 1424,49 \text{ m} \end{aligned}$$

b) Operasional pendaratan (Landing)

$$\begin{aligned} \text{Landing distance (LD)} &= \text{TOD} \\ &= 2589,98 \text{ m} \\ \text{Stop Distance (SD)} &= 0,6 \times \text{LD} \\ &= 0,6 \times 2589,98 \text{ m} \\ &= 1553,99 \text{ m} \\ \text{LD} &= \text{SD}/0,6 \\ &= 1553,99 \text{ m}/0,6 \\ &= 2589,98 \text{ m} \dots\dots \text{ (ok)} \\ \text{Clearway (CW)} &= (0,5 \times (\text{TOD}-\text{LOD})) \\ &= (0,5 \times (2589,98 \text{ m} - 1424,49 \text{ m})) \\ &= 582,75 \text{ m} \\ \text{Stopway (SW)} &= 0,05 \times \text{LD} \\ &= 0,05 \times 2589,98 \text{ m} \\ &= 129,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Panjang total dari jalur landasan pacu dengan perkerasan penuh (full strength hardening) yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Field Length (FL)} &= \text{Take-Off Run} + (0,5 \times (\text{TOD}-\text{LOD})) \\ &= 2589,98 \text{ m} + 582,75 \text{ m} \\ &= 3172,73 \text{ m} \end{aligned}$$

c) Poor-approaches landing :

$$\begin{aligned} \text{Landing Distance (LD)} &= \text{TOD} \\ &= 2589,98 \text{ m} \\ \text{Stop Distance (SD)} &= 0,6 \times \text{LD} \\ &= 0,6 \times 2589,98 \text{ m} \\ &= 1553,99 \text{ m} \\ \text{Clearway (CW)} &= 0,15 \times \text{LD} \\ &= 0,15 \times 2589,98 \text{ m} \\ &= 388,50 \text{ m} \\ \text{Stopway (SW)} &= 0,05 \times \text{LD} \\ &= 0,05 \times 2589,98 \text{ m} \\ &= 129,50 \text{ m} \end{aligned}$$

d) Overshoot take-off :

$$\text{Landing Distance (LD)} = \text{TOD}$$

Lift-Off Distance	= 2589,98 m = 0,75 x Take-Off Distance = 0,75 x 2589,98 m = 1294,99 m
Clearway (CW)	= 0,5 x (TOD-LOD) = 0,5 x (2589,98 m – 1294,99 m) = 645,50 m
Stopway (SW)	= 0,05 x LD = 0,05 x 2589,98 m = 129,50 m
e) Untuk Pesawat terbang lepas landas dengan kondisi kegagalan mesin, sehingga harus melakukan emergency landing :	
Landing Distance (LD)	= TOD = 2589,98 m
Stop Distance (SD)	= 0,6 x LD = 0,6 x 2589,98 m = 1553,99 m
Clearway (CW)	= 0,15 x LD = 0,15 x 2589,98 m = 388,50 m
Stopway (SW)	= 0,05 x LD = 0,05 x 2589,98 m = 129,50 m
f) Untuk kondisi kegagalan mesin pada pesawat terbang, panjang jalur landasan pacu yang dibutuhkan adalah :	
Field Length (FL)	= Take-Off Run + Stopway = 2589,98 m + 129,50 m = 2719,48 m
Maka accelerate-stop distance	= Field Length = 2719,48 m

4. KESIMPULAN

Dari Hasil analisis dan pembahasan studi kasus di bab 4 tentang Evaluasi Panjang *Runway* Bandar Udara Patiambang Gayo Lues dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Panjang landasan pacu normal Bandar udara Patiambang adalah 2719,48 m
2. Pemerintah Kabupaten Gayo Lues sudah merencanakan penambahan panjang Landasan pacu dari 1600 m menjadi 3800 m
3. Untuk sekarang landasan pacu di bandar udara Patiambang belum sesuai dengan beberapa faktor yang memengaruhi panjang landasan pacu jika ditinjau dari panjang landasan pacunya yaitu sepanjang 1600 m yang mana penulis mendapatkan panjang landasan pacu normalnya sepanjang 2719,48 m.
4. Bandara Patiambang belum dapat mendukung pendaratan darurat, dikarenakan menurut analisa di bab 4 panjang landasan pacu yang diperlukan untuk kondisi pesawat kegagalan mesin adalah sepanjang 2719,48 m maka Bandara Patiambang belum mampu untuk menampung pendaratan darurat untuk saat ini yang hanya memiliki panjang landasan pacu sepanjang 1600 m saja.

REFERENSI

- Asfiati, S., & Mutiara, D. T. (2021). STUDI KESELAMATAN DAN KEAMANAN TRANSPORTASI DI PERLINTASAN SEBIDANG ANTARA JALAN REL DENGAN JALAN UMUM (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api Di Jalan Padang, Bantan Timur, Kecamatan Medan Tembung). *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Asfiati, S., & Zurkiyah, Z. (2021, August). POLA PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP SISTEM PERGERAKAN LALU LINTAS DI KECAMATAN MEDAN PERJUANGAN, KOTA MEDAN. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 4, No. 1, pp. 206-216).
- Basuki Heru, "Merancang Dan Merencanakan Lapangan Terbang" Bandung 1986.
- Dosen, F. Z. J., & Dosen, M. Z. S. J. (2016). The Innovative Performance of Polymer Modified Cement Systems for Use in Infrastructure Applications. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 1(1).
- Faisal, A. (2019). Influence of repeated earthquakes on the ductility demand of inelastic RC buildings. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*.
- Fahrizal Zulkarnain, S. T., Suleiman, M. Z., & Serri, E. (2016). The Effect of Mix Design on Mechanical and Thermal Properties Oil Palm Shell (OPS) Lightweight Concrete. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 1(3).
- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart 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.
- Indrayani, I., & Asfiati, S. (2018). Pencemaran Udara Akibat Kinerja Lalu-Lintas Kendaraan Bermotor Di Kota Medan. *Jurnal Permukiman*, 13(1), 13-20.
- Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.4, Maret 2013 (270-275) ISSN "Studi Pengembangan Sisi Udara Bandar Udara Mali Kabupaten Alor Untuk Jenis Pesawat Boeing 737-200
- Jurnal Sipil Statik Vol.2 No. 3, Maret 2014 (155- 163)ISSN : 2337 – 6732 "Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Kuabang Kao Kabupaten Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara"
- Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.4, Maret 2013 (270-275) ISSN:2337-6732 Perencanaan Pengembangan Bandar Udara(Studi Kasus : Bandar Udara Sepinggang Balik Papan)
- Jurnal Sipil Statik Vol.4No.1Januari 2016(1-12) ISSN: 2337-6732 Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Melonguane Kabupaten Kepulauan Talaud Provinsi Sulawesi Utara
- Jurnal Teknik Sipil Vol. IV, No. 2, September 2015 "Studi Pengembangan Sisi Udara Bandar Udara Mali Kabupaten Alor Untuk Jenis Pesawat Boeing 737-200
- Jurnal rekayasa sipil / volume 4, no.1– 2010 issn 1978 – 5658 Studi Alternatif Perencanaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara Blimbingsari Di Kabupaten Banyuwangi
- Mohamad, N., Zulaika, M. S., Samad, A. A. A., Goh, W. I., Hadipramana, J., & Wirdawati, A. (2016). Fresh State and Mechanical Properties of Self Compacting Concrete Incorporating High Volume Fly Ash. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 47, p. 01001). EDP Sciences.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : KM 24 Tahun 2009, Tentang "Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil "
- "Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara" Nomor : SKEP/77/VI/2005, Tentang Persyaratan Teknis pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara
- Pramana, J. H., Samad, A. A., Zaidi, A. M. A., & Riza, F. V. (2010). Preliminary study on lightweight concrete under ballistic loading. *European Journal of Scientific Research*, 44(2), 285-299.

- Rhini, W. D., & Sri, F. (2019, November). The flexural buckling comparison between open and close cross sections in high column structure. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 674, No. 1, p. 012018). IOP Publishing.
- Samapaty, maret 2003 "Studi Pengembangan Sisi Udara Bandar Udara Mali Kabupaten Alor untuk Jenis Pesawat Boeing 737-200
- Sri¹, F., Zulkarnain¹, F., & Asfiati¹, S. (2020). *The Comparison of Brick as a Load and a Structure with Non-Linear Analysis of Soft Storey Behaviour in Multi-storey Buildings* (No. 4387). EasyChair.
- Zulkarnain, F. (2021). [BUKU] Pemindahan Tanah Mekanis dan Peralatan Konstruksi. *KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN*.
- Zulkarnain, F. (2021, August). Pengembangan dan Analisis Campuran Beton Mutu Tinggi untuk Struktur Dermaga di Indonesia. In *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora* (Vol. 1, No. 1, pp. 54-58).
- Zulkarnain, F., & Suleiman, M. (2008). Properties of latex ferrocement in flexure.
- Zulkarnain, F., & Ramli, M. (2011). Rational proportion for mixture of foamed concrete design. *Jurnal Teknologi*, 1â-12.