

Kajian Sistim Drainase pada Pengembangan Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang

Amran ^{1*}, Ratna Musa ², Ali Mallombassi ³

1*) Magister Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar,

amranhamid23@yahoo.co.id

2) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

3) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

Abstract

Rahadi Oesman Ketapang Airport is an airport that serves flights in West Kalimantan Province and Ketapang Regency in particular. The increasing need for adequate transportation has driven the need for airport expansion. The Rahadi Oesman development project aims to increase the capacity of the airport, from developing the airport, a drainage channel system is needed that is able to accommodate the existing runoff discharge. The research is carried out using hydrological analysis and hydraulics analysis methods to calculate the planned flood discharge that will occur in the airport area. First, calculate the intensity of rain from the 5-year return period of rain. Next, calculating the total area of the catchment area is calculated to find out the area of the watershed channel. After that, the seepage coefficient value was determined for each catchment area. After that, a hydrological discharge will be obtained which will be projected into a hydraulic discharge. Then the channel dimensions are planned according to the available calculations. And finally, alternative solutions will be planned if needed to overcome the effect of the backwater. Calculation of the final channel design discharge obtained 8.48m³/s so that the channel is planned to be 7m wide with a channel height of 1.2m. Due to the influence of the backwater from the existing tide data, a pool with dimensions of 150m x 80m is planned which is operated with a gate at low tide and the use of 3 pumps with a capacity of 2m³/sec when the tide is at +0.95.

Keywords: Airport development, Drainage, Rahadi Oesman Airport.

Abstrak

Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang merupakan bandara yang melayani penerbangan di Provinsi Kalimantan Barat dan Kabupaten Ketapang khususnya. Meningkatnya kebutuhan akan transportasi yang memadai, mendorong perlunya akan perluasan bandara. Proyek pengembangan Rahadi Oesman bertujuan untuk menambah kapasitas bandara, dari pengembangan bandara maka diperlukan sistem saluran drainase yang mampu mengakomodir debit limpasan air yang ada. Penelitian ini dilakukan dengan metode analisa hidrologi dan analisa hidrolika untuk menghitung debit banjir rencana yang akan terjadi di area bandara. Pertama menghitung Intensitas hujan dari periode ulang hujan 5 tahun. Selanjutnya menghitung luas total cathment area dihitung untuk mengetahui luas DAS saluran. Setelah itu ditetapkan nilai koefisien rembesan untuk masing-masing cathment area. Setelah itu akan didapatkan debit hidrologi yang akan diproyeksikan ke debit hidrolika. Kemudian baru direncanakan dimensi saluran sesuai perhitungan yang tersedia. Dan yang terakhir akan direncanakan alternatif solusi jika diperlukan untuk mengatasi pengaruh backwater-nya. Perhitungan debit rencana saluran akhir diperoleh 8,48m³/dt sehingga saluran direncanakan lebar 7m dengan tinggi saluran 1,2m. Adanya pengaruh backwater dari data pasang yang ada menyebabkan direncanakan kolam dengan dimensi 150m x 80m yang dioperasikan dengan pintu ketika surut dan penggunaan pompa kapasitas 2m³/dt sebanyak 3 buah ketika adanya pasang air laut dilevel +0.95.

Kata Kunci : Bandara Rahadi Oesman, Drainase, Pengembangan Bandara

1. PENDAHULUAN

Bandar Udara Rahadi Oesman merupakan bandara di Kabupaten Ketapang yang melayani penerbangan ke berbagai daerah, seiring dengan meningkatnya pembangunan dan perkembangan ekonomi di Kabupaten Ketapang, Bandar Udara Rahadi Oesman diperkirakan akan mampu melayani hingga 150.000.000 (seratus lima puluh ribu) sampai 200.000.000 (dua ratus ribu) penumpang di tahun 2023. Yang mengharuskan pentingnya melakukan pengembangan/optimalisasi terhadap Bandar Udara untuk memaksimalkan pelayanan terhadap masyarakat dalam mobilitas transportasi udara.

Pengembangan Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang yang akan dimulai pada tahun 2023 untuk perluasan wilayah bandara, meliputi pembangunan perpanjangan landasan pacu (runway) 17 dan 35, Apron, Gedung Terminal, Taxiway dan parkir yang akan selesai pada tahun 2025.

Area bandara perlu penyerapan air yang sangat cepat, sehingga membutuhkan suatu sistem drainase yang terintegrasi dengan baik, sehingga dapat terbebas dari genangan saat terjadi hujan besar. Area bandara yang dimaksudkan meliputi landasan pacu (runway), Apron, Gedung Terminal dan Taxiway.

Pengembangan fasilitas bandara tentunya akan berdampak pada pengurangan lahan resapan di daerah bandara, hal ini tentu saja akan mempengaruhi kondisi drainase yang ada, sehingga harus dibangun drainase baru sesuai dengan kondisi bandara terkini yang akan membantu dalam mengalirkan limpasan yang terjadi agar tidak menggenangi area atau kawasan bandara. Pada lapangan terbang drainase bertujuan untuk keselamatan terutama pada saat landing dan take off yang apabila tergenang air dapat mengakibatkan tergelincirnya pesawat terbang. Gedung terminal dan halaman parkir juga merupakan faktor penting mengingat aktifitas yang tinggi juga terjadi pada kedua tempat tersebut sehingga perlu memperhatikan tingkat kenyamanan, yang salah satunya harus bebas dari genangan saat terjadi hujan besar dan air pasang.

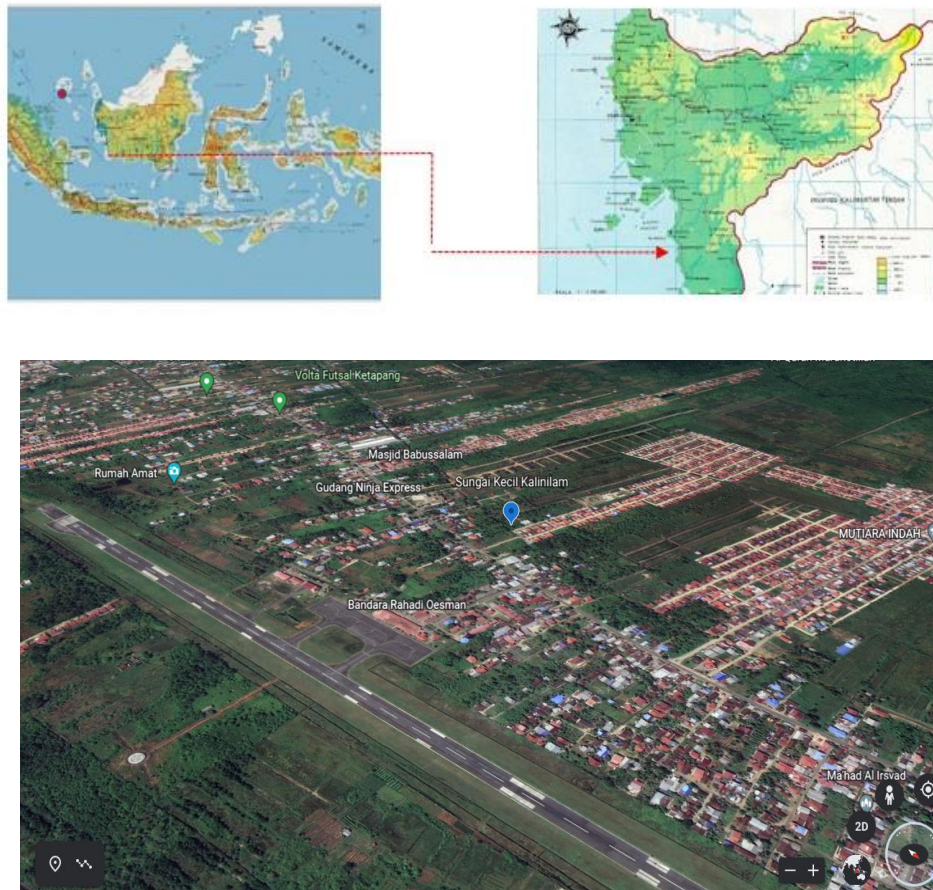
Dengan adanya perkembangan wilayah bandara, maka adanya perubahan dari daerah resapan air menjadi bangunan, sehingga koefisien resapan akan berubah. Selain itu Bandar Udara Rahadi Oesman, yang terletak di dataran rendah kawasan pantai Kabupaten Ketapang, rentan terhadap banjir yang diakibatkan debit dari hilir ke hulu, hujan lokal serta pengaruh pasang air laut.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar debit aliran akibat bertambahnya catchment area dengan adanya pengembangan kawasan Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang.

2. METODE

A. Lokasi Penelitian

Kabupaten Ketapang merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Kalimantan Barat, terletak di antara garis 0° 19'00" - 3° 05' 00" Lintang Selatan dan 108° 42' 00"-111° 16' 00" Bujur Timur.



Gambar 1 Peta Lokasi Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang
(sumber : maps.google.com)

B. Variabel Penelitian

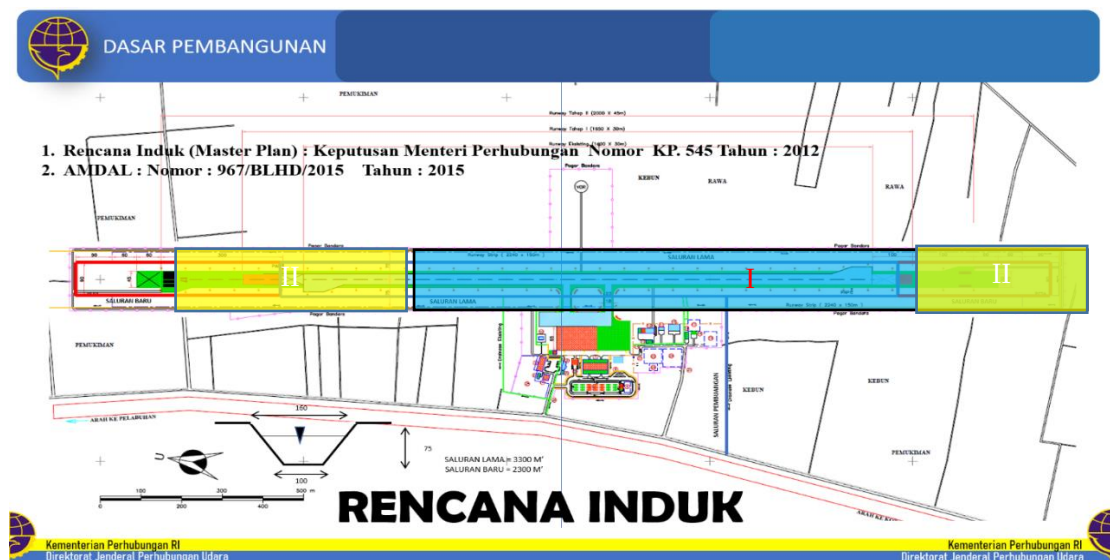
1. Penentuan Jaringan Drainase Aliran; Pada tahap ini, akan diperiksa terlebih dahulu jaringan drainase eksisting bandara, dengan menggunakan rencana jaringan. Kemudian direncanakan kembali jaringan drainase baru yang direncanakan berdasarkan jaringan eksisting beserta kontur.
2. Penentuan Luas Pelayanan dan Koefisien Pengaliran; Untuk menentukan luas pelayanan, maka perlu dilakukan pembagian zona dimasukkan agar sistem drainase yang direncanakan dapat melayani daerah pelayanan seefektif mungkin, mempermudah jaringan dan perhitungan dimensi saluran. Pada perencanaan ini, luasan bandara lama dan pengembangan wilayah Bandar Udara Rahadi Oesman yang akan ditetapkan sebagai daerah aliran, dan selanjutnya akan ditetapkan koefisien pengalirannya juga.
3. Penentuan Hujan Rencana; Pada tahap ini akan dihitung hujan rencana dari periode hujan 5 tahun. Data yang digunakan merupakan hasil dari stasiun hujan yang berpengaruh di sekitar area DAS yang ditinjau. Nantinya dipakai metode-metode untuk mencari hujan rencana dan selanjutnya akan dicari intensitasnya.
4. Penentuan Debit Limpasan dari wilayah pengembangan; Untuk mengetahui debit limpasan, diperlukan data-data yang akan dijadikan dasar perhitungan, yaitu : data curah hujan, perhitungan hujan rencana, perhitungan waktu konsentrasi, perkiraan lama hujan, dan luas daerah yang menjadi daerah aliran terutama untuk wilayah pengembangan bandara.

5. Penentuan dimensi saluran; Tahap ini dilaksanakan setelah didapatkan debit banjir rencana yang akan ditampung saluran dari analisa hidrologi, selanjutnya dalam perhitungan analisa hidrolika akan didapat dimensi saluran rencana yang akan digunakan. Rencana saluran yang dipakai adalah trapesium untuk saluran dan segi empat untuk box culvert.
6. Fasilitas Drainase; Perencanaan fasilitas drainase berupa kolam tampung, pintu air dan pompa dimaksudkan untuk mengatasi pengaruh backwater yang ada di saluran hilir. Agar diharapkan sistem drainase dapat bekerja dengan baik dan dapat menghilangkan pengaruh backwater.

3. PEMBAHASAN

A. Catchment Area

Berdasarkan data Keputusan Menteri Perhubungan Nomor Kp.545 Tahun : 2012 diperoleh gambar master plan seperti **Gambar 2** dibawah ini.



Gambar 2 Master plan Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang

Adapun pembagian cathment area berdasarkan dimensi saluran pada **Tabel 1** sebagai berikut :

Tabel 1 perhitungan cathment area bandar udara rahadi oesman ketapang

Nama Area	Panjang	Lebar	Area			Area ideal
	M	m	m ²	Ha	km ²	km ²
Area I	1500	150	225000	22,5	0,225	0,1125
Area II	710	150	106500	10,65	0,1065	0,0533
Area Total	2920	150	438000	43,8	0,438	0,438

Panjang saluran terbagi menjadi 3 bagian

- Saluran lama sepanjang 1650 m
- Saluran baru sepanjang 1150 m
- Saluran pembuangan akhir 450 m

B. Analisis Debit Rencana

Metode Rasional Modifikasi merupakan pengembangan dari metode Rasional, dimana waktu konsentrasi curah hujan yang terjadi lebih lama. Metode Rasional Modifikasi mempertimbangkan pengaruh tampungan dalam memperkirakan debit puncak limpasan. Adapun rumus Metode Rasional Modifikasi dalam menentukan debit puncak, adalah sebagai berikut (Lewis et al., 1975) :

$$Q_t = 0,278 C_s I A \quad (1)$$

dimana :

Q_t = debit puncak dengan kala ulang tertentu (m^3/det)

C = Koefisien pengaliran

I = intensitas hujan rata-rata dalam t jam (mm/jam)

A = Luas Daerah Aliran (km^2)

0,278 = Faktor Konversi

C_s = Koefisien tampungan

Analisa debit banjir saluran drainase hujan periode ulang 2 tahunan dengan data perencanaan sebagai berikut :

Luas catchment area (A) = 0,113 km^2

Koefisien pengaliran (C) = 0,825

Waktu awal (t_0) = 1,22 menit

Waktu konsentrasi (t_c) = 12,22 menit

Panjang saluran (L) = 1650 m

Kecepatan rata-rata/velocity (V) = 2,5 m/det

Hujan rencana kala ulang 2 tahunan (R_t) = 250,1 mm/hari

Uraian perhitungan debit banjir saluran drainase pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2 Perhitungan debit air yang masuk (Q_{in}) dengan durasi waktu 60 menit

Saluran	A Km^2	L (m)	Q _{in} (m^3)						
			2 th	5 th	10 th	25 th	50 th	100 th	200 th
Saluran Lama	0,11	1650	1,54	1,87	2,08	2,35	2,54	2,74	2,87
Saluran baru	0,05	1150	0,73	0,88	0,98	1,11	1,20	1,29	1,35
Saluran akhir/buang	0,44	450	5,91	7,17	7,99	9,00	9,74	10,49	11,01

C. Analisis Dimensi Saluran

Analisa dimensi saluran trapesium dengan menggunakan data eksisting saluran sebagai berikut: Debit air yang masuk (Q_{in}) = 1,54 m^3/det

Lebar saluran (b) = 1.00 m

Dalamnya air (h) = 0,56 m

Tinggi Jagaan 25% x H (w) = 0,19 m

Perbandingan kemiringan talud (m) = 0,81 m

Kemiringan saluran yang diijinkan (i) = 0,015

Koefisien kekasaran Manning (n) = 0,017

Tabel 3 Perhitungan Analisa dimensi saluran lama dengan waktu 60 menit, Panjang pengaliran 1650 m dan periode ulang T.

Periode	Ae	p	R	V	Qout	Qin	Rem	Check
2 th	0,8	2,45	0,33	3,49	2,86	1,54	0,54	aman
5 th	0,8	2,45	0,33	3,49	2,86	1,87	0,65	aman
10 th	0,8	2,45	0,33	3,49	2,86	2,08	0,73	aman
25 th	0,8	2,45	0,33	3,49	2,86	2,35	0,82	aman
50 th	0,8	2,45	0,33	3,49	2,86	2,54	0,89	aman
100 th	0,8	2,45	0,33	3,49	2,86	2,74	0,96	aman
200 th	0,8	2,45	0,33	3,49	2,86	2,87	1,01	meluap

Tabel 4 Perhitungan Analisa dimensi saluran baru dengan waktu 60 menit, Panjang pengaliran 1150 m dan periode ulang T.

Periode	Ae	p	R	V	Qout	Qin	Rem	Check
2 th	0,8	2,45	0,33	4,179	3,42	0,73	0,21	aman
5 th	0,8	2,4	0,33	4,2	3,42	0,88	0,26	aman
10 th	0,8	2,4	0,33	4,2	3,42	0,98	0,29	aman
25 th	0,8	2,4	0,33	4,2	3,42	1,11	0,32	aman
50 th	0,8	2,4	0,33	4,2	3,42	1,20	0,35	aman
100 th	0,8	2,4	0,33	4,2	3,42	1,29	0,38	aman
200 th	0,8	2,4	0,33	4,2	3,42	1,35	0,40	aman

Tabel 5 Perhitungan Analisa dimensi saluran akhir buangan dengan waktu 60 menit, Panjang pengaliran 450 m dan periode ulang T.

Periode	Ae	p	R	V	Qout	Qin	Rem	Check
2 th	1,5	3,38	0,44	8,0	11,99	5,91	0,49	aman
5 th	1,5	3,4	0,44	8,0	11,99	7,17	0,60	aman
10 th	1,5	3,4	0,44	8,0	11,99	7,99	0,67	aman
25 th	1,5	3,4	0,44	8,0	11,99	9,00	0,75	aman
50 th	1,5	3,4	0,44	8,0	11,99	9,74	0,81	aman
100 th	1,5	3,4	0,44	8,0	11,99	10,49	0,88	aman
200 th	1,5	3,4	0,44	8,0	11,99	11,01	0,92	aman

Kondisi Existing Saluran Drainase bandar udara Rahadi Oesman Ketapang memiliki bentuk dengan tipe yang sama dan ukuran yang berbeda. Bentuk penampang saluran drainase adalah trapesium. Tipe saluran drainase terdiri dari saluran terbuka dan saluran tertutup.

Untuk mengetahui kapasitas saluran drainase mencukupi atau tidak dalam mengalirkan debit aliran sesuai dengan kala ulangnya yaitu 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 200 tahun maka akan dibandingkan antara debit kapasitas saluran drainase eksisting dan debit puncak rencana dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 200 tahun dapat dilihat pada tabel 4.12. pada kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun terkategori aman dimana ($Q_{\text{saluran eksisting}} > Q_{\text{rencana}}$) sedangkan pada kala ulang 200 tahun ($Q_{\text{saluran eksisting}} < Q_{\text{rencana}}$) maka akan terjadi genangan, maka perlu dimodifikasi perubahan dimensi saluran untuk tahap kedepannya.

Perhitungan pada panjang pengaliran 450 meter menunjukkan bahwa eksisting saluran akhir atau buangan terkategori aman dimana (Qsaluran eksisting lebih besar sama dengan Qrencana) dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

4. PENUTUP

Berdasarkan data pengembangan bandar udara Rahadi Oesman Ketapang memiliki saluran baru sepanjang 2300 meter terbagi 2 antara sisi kiri dan sisi kanan dengan catchment area 0,1065 km² sehingga catchment area secara keseluruhan berkisar 0,438 km² . dengan debit awal 1,54 m³/det menjadi 5,91 m³/det dengan frekuensi curah hujan 60 menit dikala periode ulang 2 tahun. Hasil evaluasi Debit Rencana dan Debit Eksisting saluran drainase periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun di peroleh hasil (Qsaluran eksisting $\square$ Qrencana) maka dapat di simpulkan bahwa drainase tersebut layak digunakan sesuai dengan ukuran drainase dan data perhitungan. Layaknya drainase tersebut karena perbaikan dan pengawasan secara rutin oleh petugas kebersihan dan kesadaran warga setempat untuk tidak membuang sampah pada saluran sehingga fungsi saluran drainase tersebut berfungsi dengan baik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Sitanala. 1983. “Konservasi Tanah dan Air”. IPB Press. Bogor.
- Asdak Chay. 1995. “Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai”. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo, 2008. “Hidrologi Terapan”. Yogyakarta : Beta Offset.
- Bowles, Joseph E. Johan K. Helnim. 1984. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah). PT. Erlangga. Jakarta
- Chow, Te, Ven. 1994. “Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)”, Alih Bahasa Oleh E. V Nensi Rosalina, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Cindy, S.M. dkk. 2022. Peran Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) terhadap Kinerja Jaringan Irigasi pada Daerah Irigasi Bissua Kabupaten Gowa. Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains, Volume 1 Nomor 7 Halaman 1-10. Program Pascasarjana UMI Makassar.
- Das, Braja M, Endah, Noor. Dan Mochtar, Indrasurya B.,1988. “Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Goeteknik)-Jilid I”, Erlangga Jakarta.
- Djumali, S, dkk. 2022. Evaluasi Skematik Alokasi Air Daerah Aliran Sungai Jeneberang. Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains, Volume 1 Nomor 6 Halaman 42-54. Program Pascasarjana UMI Makassar.
- Eng, S. D. I. M., & Dr, S. I. (2004). “Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan”. Yogyakarta, Indonesia: ANDI Offset, 7.
- G.J.C.M. Hoffmans and H.J. Verheij. 1997. “Scour Manual”. A.A Balkema Rotterdam. Netherlands.
- Hadihardjaja, J. (1997). “Drainase Perkotaan”. Gunadharma: Jakarta.
- Kamiana, I. M. (2011). “Teknik perhitungan debit rencana bangunan air”. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kamila, N., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2016). “Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainage) Di Kelurahan Jatisari, Kecamatan Mijen, Kota Semarang” (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Kasrawati, dkk. 2022. Perbaikan Alur Sungai Akibat Debit Banjir (Studi Kasus : Sungai Siwa, Kabupaten Wajo). Jurnal Flyover, Volume 2 Nomor 1 Halaman 48-55. Program Pascasarjana UMI Makassar.
- Kurniawati, Ary, dkk. 2021. Kajian Debit Banjir di Wilayah Sungai Saddang Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan dengan Menggunakan Grafik Creager. Jurnal Flyover, Volume 1 Nomor 2 Halaman 1-7. Program Pascasarjana UMI Makassar.

- Laoh, G. L., Tanudjaja, L., Wuisan, E. M., & Tangkudung, H. (2013). "Perencanaan sistem drainase di kawasan pusat Kota Amurang". *Jurnal Sipil Statik*, 1(5).
- Latif, Abd, dkk. 2022. Kajian Pengendalian Banjir Sungai Kera Kabupaten Wajo. *Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains*, Volume 1 Nomor 4 Halaman 37-48. Program Pascasarjana UMI Makassar.
- Lily Montarich Limantara, 2018. "Rekayasa Hidrologi". Andi. Yogyakarta.
- Limantara, L.M. 2010. "Hidrologi Praktis", Lubuk Agung, Bandung.
- Loebis J., 1992, Banjir Rencana untuk Bangunan Air, Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Maddi, Haeruddin. C, dkk. 2021. Kajian Pengendalian Banjir dengan Menggunakan Waduk Regulasi. *Jurnal Flyover*, Volume 1 Nomor 1 Halaman 21-32. Program Pascasarjana UMI Makassar.
- Meyer, L.D and D.L McCune, 1958, Rainfall simulator for runoff plots. *Agricultural Engineering*
- Mohamad, Irwan, dkk. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Petugas Operasi dan Pemeliharaan dalam Pengelolaan Operasi Jaringan Irigasi (Studi Kasus : Daerah Irigasi Opiyang Mancalele Kabupaten Halmahera Timur). *Jurnal Flyover*, Volume 1 Nomor 2 Halaman 48-59. Program Pascasarjana UMI Makassar.
- Nurpilihan Bafdal, Kharistya Amaru, Edy Suryadi, 2011. "Buku Ajar Teknik Pengawetan Tanah dan Air". Bandung, Jur. TMIP. FTIP. Unpad
- Pania, H. G., Tangkudung, H., Kawet, L., & Wuisan, E. M. (2013). "Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam Ratulangi". *Jurnal Sipil Statik*, 1(3).
- Prahananto, A., & Sugiyanto, S. (2008). "Perencanaan Drainase Kawasan Puri Anjasmoro Kota Semarang (Planning Of Drainage Area Puri Anjasmoro Semarang City)" (Doctoral Dissertation, F. Teknik Undip).
- Prasetyo, R. D., Cahyo, Y., & Ridwan, A. (2019). "Analisa Perencanaan Sistem Drainase Dalam Upaya Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Gandusari Kabupaten Trenggalek". *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 2(1), 131-143.
- Pratama, H. A. 2012. Hasil Penelitian Fakultas Teknik. "Model Eksperimen Pengaruh Kepadatan, intensitas Cursh Hujan dan Kemiringan Terhadap Resapan pada Tanah Organik". Makassar: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Rachmayanti, Harfiah, dkk. 2022. Studi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Dengan Menggunakan Software HEC HMS (Studi Kasus DAS Saddang). *Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains*, Volume 1 Nomor 1 Halaman 1-9. Program Pascasarjana UMI Makassar.
- Rusli, S. 2007. Waspada Hujan dan Longsor. Jakarta
- Sakka, Ambo, dkk. 2022. Kajian Ketersediaan Air pada Daerah Irigasi Palakka Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains*, Volume 1 Nomor 5 Halaman 29-39. Program Pascasarjana UMI Makassar.
- Soekarno, I. 1997. "Morfologi dan Hidraulika Sungai", Diklat ITB, Bandung.
- Soemarto, CD. 1993, Hidrolika Teknik. Erlangga. Jakarta.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda K., 1976. Hidrologi untuk Pengairan. Jakarta: PT.Pradnya Paramita.
- Sri Harto Br. 1993. "Analisis Hidrologi". Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Syarifudin, A. (2017). Hidrologi Terapan. Penerbit Andi.
- Triatmodjo Bambang. 2008. "Hidrologi Terapan". Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2014. "Hidrologi Terapan". Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 1996. "Hidrolika I". Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 1996. "Hidrolika II". Beta Offset, Yogyakarta.
- Wijaya, H. I. P. (2017). Perencanaan Sistem Drainase Pada Pengembangan Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).