

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Wardhana dkk (2018) melakukan penelitian tentang Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Debit Banjir Di DAS Winongo Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh konversi tutupan lahan dari tutupan yang bersifat permeabel menjadi tutupan yang bersifat impermeabel terjadi di DAS Winongo setiap tahun. Konversi tutupan lahan tersebut berpengaruh terhadap debit limpasan langsung yang jumlahnya bertambah dan mereduksi jumlah air yang mengalami infiltrasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan tata guna lahan di DAS Winongo terhadap debit limpasan pada tahun 2002, 2007 dan 2013. Perubahan tata guna lahan diidentifikasi melalui analisis spektral citra Landsat untuk memperoleh parameter *curve number*. Penelitian ini bertujuan menganalisis hidrograf satuan sintesis dan hujan efektif dengan menggunakan metode *Soil Conservation Service (SCS)*. Hasil analisis frekuensi data hujan harian menyerupai distribusi Log Pearson dan selanjutnya hujan harian maksimum didistribusikan ke dalam bentuk hujan jam-jaman dengan menggunakan metode *alternating block method (ABM)*. Hasil studi ini menunjukkan bahwa parameter *curve number (CN)* mengalami peningkatan dari tahun ke tahun walaupun perubahan yang terjadi tidak signifikan. Secara berturut-turut nilai *curve number (CN)* 100 menyatakan bahwa seluruh hujan yang jatuh pada tutupan lahan tersebut akan menjadi limpasan langsung. Peningkatan nilai *curve number* tersebut menyebabkan meningkatnya debit banjir. Debit puncak pada tahun 2002, 2007 dan 2013 berturut-turut adalah 184, 65 m³/detik, 185, 84 m³/detik dan 189, 53 m³/detik.

Penelitian yang serupa pula dilakukan oleh Fadhil (2017) dengan Analisis Pengaruh Perubahan Penutupan Lahan Terhadap Debit Sungai Cigede di DAS Kaliangke Hulu Bogor yang dilatarbelakangi pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) yang buruk dapat menimbulkan bencana yang tidak dikehendaki. Di Kelurahan Mekarwangi Kecamatan Tanah Sereal kerap terjadi banjir banjir sesaat terutama saat musim penghujan. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh

perubahan penutupan lahan terhadap peningkatan debit dan menganalisis penyebab terjadinya genangan banjir di Kelurahan Mekarwangi. Analisis dilakukan dengan melakukan deliniasi dalam menentukan batas lokasi kajian dan membuat pemodelan dengan HEC-HMS berdasarkan keadaan sebenarnya. Berdasarkan hasil pemodelan, debit yang dihasilkan pada tahun 1996 sebesar 84,8 m³/detik, sedangkan debit yang dihasilkan pada tahun 2006 sebesar 107,9 m³/detik dan pada tahun 2015 sebesar 115,9 m³/detik. Hasil penelitian menunjukkan perkembangan pemukiman yang pesat dan luasan kawasan hijau yang menurun menyebabkan meningkatnya debit puncak rencana. Hal ini menandakan perubahan fungsi lahan mempengaruhi besar debit di daerah resapan air di bagian hulu SubDAS. Daerah tangkapan air yang terganggu akibat perubahan penggunaan lahan menyebabkan *run off* meningkat pada curah hujan yang tetap.

Penelitian tentang Analisis Perubahan Penutupan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Debit Puncak dilakukan oleh Auliyani (2018) yang berlokasi di Sub Daerah Aliran Sungai Jelap, Kabupaten Sintang. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh informasi mengenai debit puncak sangat penting dalam penelitian pembangunan infrastruktur. Debit puncak dapat diprediksi menggunakan data dari alat pengukur tinggi muka air yang dipasang di outlet Daerah Aliran Sungai (DAS). Namun demikian, tidak semua DAS memiliki alat tersebut, terutama yang berada pada daerah dengan tingkat aksesibilitas rendah. Teknologi penginderaan jauh dapat menggantikan cara tersebut dalam menyediakan data dan informasi sumberdaya alam maupun pemantauan lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan penutupan lahan terhadap debit puncak di Sub DAS Jelap. Sub DAS Jelap merupakan bagiandari DAS Kapuas yang berada di Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat. Data curah hujan diperoleh dari stasiun pengamatan curah hujan Bandara Susilo. Debit puncak dihitung menggunakan metode *Rational* dengan memanfaatkan data satelit penginderaan jauh berupa *Digital Elevation Model/ Shuttle Radar Topography Mission* (DEM/SRTM). Selama 1990-2016, hutan lahan kering sekunder dan hutan rawa sekunder mengalami penurunan seluas 1298 ha dan 338 ha, sedangkan semak belukar, semak belukar rawa, pertanian lahan kering campur semak,

perkebunan dan area pertambangan mengalami peningkatan sebesar 78 ha, 102 ha, 814 ha, 640 ha, dan 2 ha. Perubahan penutupan lahan tersebut telah meningkatkan koefisien *runoff* dengan rata-rata peningkatan sebesar 0,14%. Dengan luas daerah terbangun kurang dari 1%, debit puncak yang dihasilkan berdasarkan analisis spasial memiliki pola yang hampir sama dengan fluktuasi curah hujan maksimum. Hal lain menunjukkan bahwa dibandingkan faktor lainnya, curah hujan maksimum merupakan faktor yang sangat menentukan nilai debit puncak di Sub DAS Jelap.

Pada penelitian yang serupa dilakukan oleh Suherman (2017) dengan judul penelitian tentang analisis pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap debit banjir Wilayah Hilir Aliran Kali Angke yang dilatarbelakangi oleh permasalahan luapan air di Jakarta yang rutin menggenangi beberapa kawasan di wilayah Jakarta menjadi pekerjaan rumah tersendiri bagi pemerintah serta penduduk yang tinggal pada wilayah yang tergenang. Hal tersebut tidak terlepas dari pengaruh perubahan tata guna lahan yang ada pada setiap masing-masing wilayah. Perubahan tata guna lahan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) baik wilayah hulu maupun hilir tersebut mengakibatkan meningkatkannya debit banjir pada sungai yang mengelilingi suatu wilayah. Kembangan Utara adalah salah satu kelurahan di wilayah kecamatan Kembangan, Jakarta Barat yang tercatat rutin tergenang oleh banjir. Kelurahan Kembangan Utara merupakan salah satu wilayah bagian hilir Kali Angke yang rutin tergenangi oleh luapan air dari Kali Angke. Studi ini bertujuan untuk mengetahui besar curah hujan dan debit yang ada pada Daerah Aliran Sungai (DAS) hilir Kali Angke sesuai dengan periode ulang, debit banjir existing pada daerah pengamatan, dan perubahan tata guna lahan yang terjadi pada daerah pengamatan dan debit banjir yang ada. Dalam kajian ini penelitian pengendalian banjir menggunakan debit banjir rencana Q5th dan Q10th. Untuk perhitungan curah hujan kawasan digunakan metode Aljabar dan Poligon Thiessen. Intensitas curah hujan dihitung dengan metode Mononobe. Terjadi perubahan debit banjir pada DAS Angke dari periode 2009 sampai dengan 2015 untuk kala ulang 5 tahun adalah sebesar 42.83%, sedangkan untuk kala ulang 10 tahun perubahan debit yang ada sebesar 42.82%. Dan pada daerah pengamatan

debit maksimum pada daerah pengamatan yang mampu ditampung adalah sebesar 122.96 m³/dtk.

Halim (2011) melakukan penelitian tentang Pengaruh Hubungan Tata Guna Lahan Dengan Debit Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Malalayang yang dilatarbelakangi oleh debit pada Daerah Aliran Sungai Malalayang mengalami peningkatan dari tahun 2003 hingga tahun 2009. Di sisi lain Tata guna lahan di sekitar DAS Malalayang juga mengalami perubahan akibat pertumbuhan penduduk yang pesat dan perkembangan daerah perkotaan serta perkembangan ekonomi. Sebab itu perlu dilakukan kajian terhadap hubungan tata guna lahan dengan peningkatan debit yang terjadi pada DAS Malalayang. DAS Malalayang memiliki luas *Catchment* sebesar 46,33 km dan panjang sungai 15,6 km. Elevasi tertinggi di bagian hulu dari sungai ini adalah 1172 m di atas permukaan laut, dan kemiringan sungai Malalayang ini adalah 0,065. Data-data yang diperlukan berupa data curah hujan, peta tata guna lahan dan data tata guna lahan dan data topografi. Intensitas hujan jam-jaman, diperoleh dari data curah hujan harian maksimum tahunan stasiun Tinoor yang ditransformasikan menggunakan rumus Mononobe. Sedangkan untuk menghitung debit banjir rencana digunakan metode Rasional. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, tata guna lahan pada DAS Malalayang mengalami perubahan dari tahun 2002 hingga tahun 2009. Luas lahan permukiman meningkat dari 1,4855 km² menjadi 20,4450 km², sedangkan luas lahan hutan dan perkebunan mengalami penurunan yaitu dari 7,7674 km² menjadi 4,9220 km² untuk luas lahan hutan dan dari 37,0782 km² menjadi 20,9717 km² untuk lahan perkebunan. Perubahan tata guna lahan ini mengakibatkan nilai koefisien pengaliran (*C*) menjadi semakin besar sehingga debit yang di hasilkan menjadi semakin besar pula. Namun pada tahun 2002 ketahun 2003 terjadi penurunan debit banjir untuk periode ulang 5 tahun akibat intensitas hujan yang menurun pada tahun 2002 ke tahun 2003 untuk periode ulang 5 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa selain nilai koefisien pengaliran (*C*), nilai intensitas hujan juga berpengaruh terhadap hasil perhitungan debit. banjir. Dari hasil analisis korelasi dengan menggunakan Persamaan regresi berganda (multiple regression) didapat nilai koefisien korelasi sebesar 0,02445. Sehingga

dapat disimpulkan bahwa perubahan tata guna lahan yang terjadi di sekitar DAS Malalayang mempengaruhi debit banjir pada DAS Malalayang.

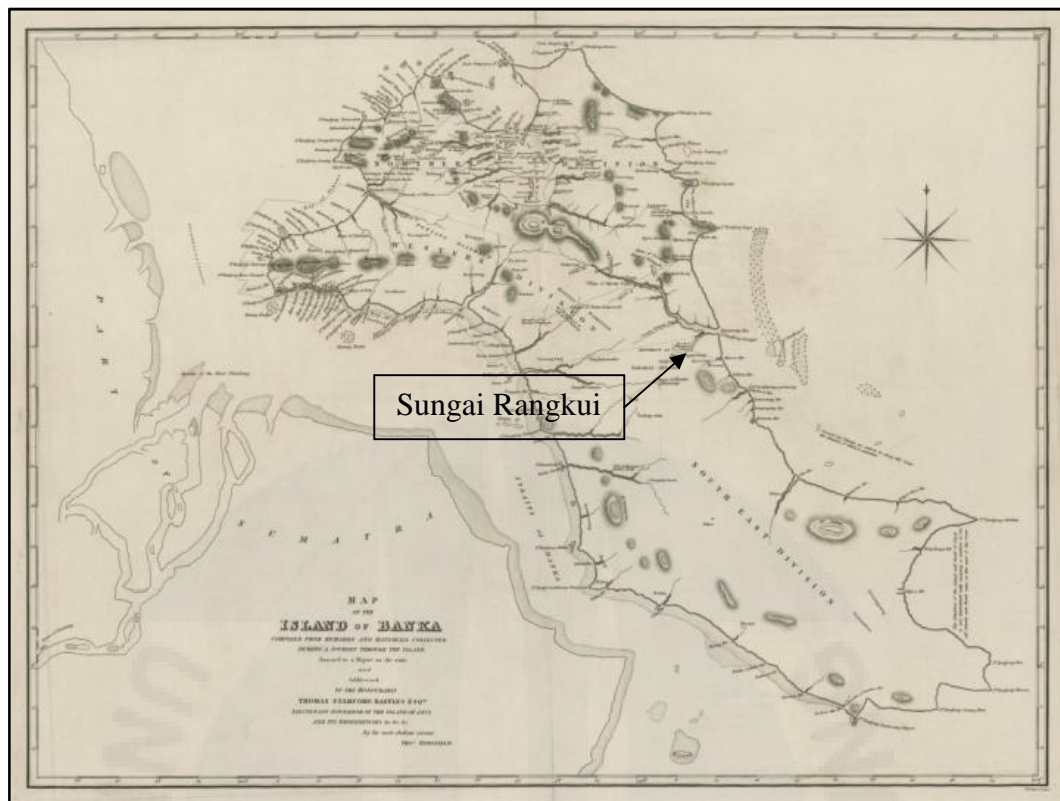
2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sungai Rangkui

Elvian (2016) Kota Pangkalpinang sejak ditetapkan menjadi ibukota Keresidenan Bangka pada tanggal 3 September 1913 dan kemudian menjadi ibukota Keresidenan Bangka Belitung pada tanggal 11 Maret 1933 sangat pesat sekali. Kota dengan toponimi *generic* “pangkal” (*feeder point*) dan toponimi *specific* “pinang” (*areca chatecu*) yang awalnya hanyalah pusat perdagangan yang melayani *entrepot-entrepot* dan pusat pengumpulan regional yang penting di pulau Bangka kemudian lambat laun menjadi *polis* (kota) yang maju dan lengkap dengan segala fasilitas perkotannya. Kota Pangkalpinang sebagai ibukota Provinsi Kepulauan Bangka Belitung mempunyai potensi yang sangat besar dalam memanfaatkan Sungai Rangkui sebagai Kota Wisata Sungai. Hal ini tentunya mempunyai alasan yang kuat yaitu dimana Sungai Rangkui tersebut membelah Kota Pangkalpinang dimana setiap orang yang berkunjung ke Kota Pangkalpinang akan melalui Sungai tersebut. Sungai Rangkui merupakan salah satu sungai yang ada di Pangkalpinang dan terletak di pusat kota yang menjadi putaran antara kecamatan Taman Sari dengan kecamatan Rangkui. Aliran pada sungai rangkui ini mengalir dari kolong retensi Kacang Pedang yang melewati hampir seluruh pusat kota Pangkalpinang menuju ke sungai Baturusa yang merupakan muara di Pelabuhan Pangkalbalam, Pangkalpinang.

Menurut Elvian (2016) juga pada peta Inggris tahun 1819 masehi yang dibuat pada masa Koloni Inggris, Sungai Rangkui dinamai sebagai *Soengai Pangkal Penang*. Dimana kata *Pangkal* dimaksudkan sebagai pelabuhan pengumpul (*feeder point*), tempat pengumpulan timah, pusat pasar (perdagangan) dan pusat pemerintahan. *Soengai Pangkal Penang* dianggap sangat penting bagi *District Pangkal Penang* karena merupakan urat nadi bagi transportasi dan perekonomian, tentu saja pada muara sungai berfungsi sebagai pelabuhan pengumpul (*feeder point*). Jalur distribusi dan transportasi pada peta diGambarkan

konektivitas berupa garis putus-putus lurus, mungkin jalur distribusi dan transportasi pengangkutan timah di distrik Pangkal Penang.



Sumber : Akhmad Elvian, 2016

Gambar 2.1 Peta Pulau Bangka Tahun 1819

Dijelaskan lagi penampakan sungai lebih lengkap pada peta tahun 1928-1929 masehi yaitu sungai Pangkal Penang berubah nama menjadi *Sungai Rangkoiei* yang dalam bahasa Melayu, *Rangkoiei* berarti bergerombol-gerombol. Pada peta itu juga semakin memperjelas penampakan Sungai Rangkoiei yang sebenarnya yaitu sungai memiliki paling sedikit 20 kelokan. *Soengai Pangkal Penang* (*Soengai Rangkoiei*) atau yang sekarang sebagai Sungai Rangkui juga memiliki 4 anak sungai yang di sebut sebagai *Aik* (Air) yaitu *Aik Kadoet* (Air Kadut), *Aik Tioeng*(Air Tiung), *Aik Koedjoet* (Air Kujut) dan *Aik Ati* (Air Ati). Anak-anak sungai seperti yang disebutkan tadi berada pada daerah aliran dari Jalan Trem sampai muara sungai yang terletak di Pangkalbalam. Pada peta tersebut juga terdapat 2 pintu air yang terletak pada daerah yang sekarang disebut sebagai Pintu Air dan Jalan Trem. *Soengai Rangkoiei* yang membelah Pangkalpinang mata airnya bersumber dari *Soengai Kepoeh* dan *Soengai (Aik)*

Pejangkar serta dari bekas 2 tambang yang ditinggalkan disisi timur *Katje* dan bersumber dari 3 bekas tambang yang ditinggalkan disisi utara jalan yang menghubungkan Pangkalpinang ke kampung *Katje* dan disisi barat *Zwembad*(yang sekarang disebut Kolong Retensi Kacang Pedang). *Soengai Rangkoiei* mengalir ke arah barat disisi utara kampung Dalam dan kampung *Tjina* terus menuju utara disisi timur kampung *Djawa* dan kampung Opas terus mengalir ke arah timur menuju Pangkalbalam kemudian bermuara di *Soengai Batoeroesa*. Disamping *Soengai Rangkoiei* juga terdapat *Soengai Pedindang* yang alirannya mengalir dari selatan Paritlalang menuju arah timur dan kemudian menyatu dengan *Soengai Rangkoiei* disisi sebelah timur kampung Katak

Selain sebagai pelabuhan pengumpul, *Soengai Rangkoiei* juga berfungsi sebagai jalur distribusi dan transportasi pengangkutan timah. *Soengai Rangkoiei* juga berfungsi sebagai batas wilayah administratif Kota Pangkalpinang yang disebut sebagai Pangkalpinang 1 dan Pangkalpinang 2 yang tampak jelas pada peta tahun 1928-1929. Pangkalpinang 1 terletak disisi sebelah utara *Soengai Rangkoiei* meliputi kampung Pangkalbalam, kampung Ampoei, kampung Gabek, kampung Lembawai, kampung Oepas, kampung *Djawa*, kampung Katak, dan kampung Boekit, serta *Djalanbaroe*. Sedangkan Pangkalpinang 2 berada disisi selatan *Soengai Rangkoiei* meliputi kampung *Tjina*, kampung Dalam, kampung Melintang, kampung Bintang, kampung *Sinarboelan*, kampung Semabong, serta kampung Parit Batjang.

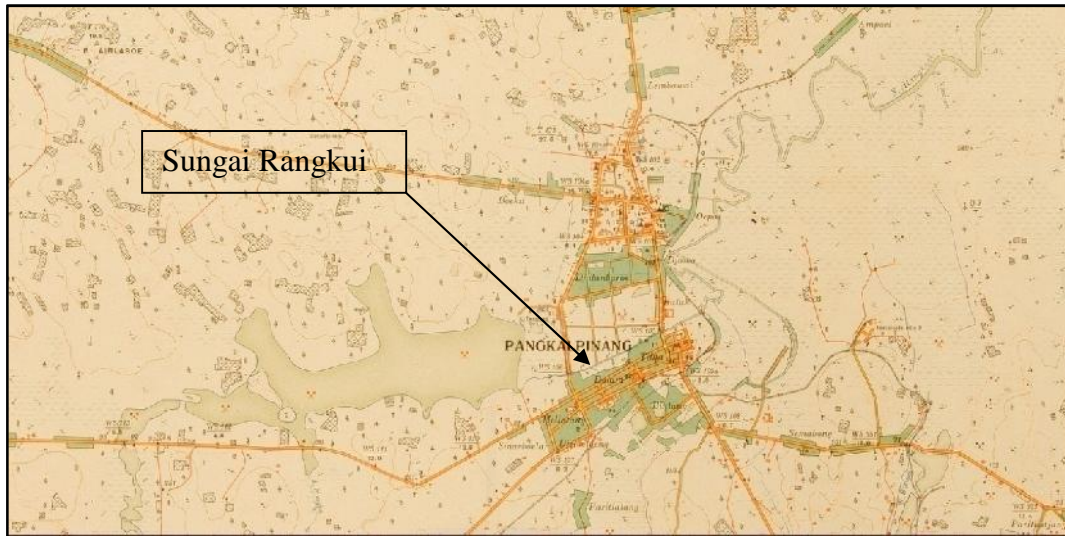
Namun pada tahun 1986, sepertiga kawasan Kota Pangkalpinang terendam banjir. Hal ini diakibatkan karena Kota Pangkalpinang berbentuk cekungan dan 75 desimeter di bawah permukaan laut. Cekungan tersebut meliputi daerah Alun-alun Taman Merdeka (ATM), tanjakan simpang empat Masjid Jamik serta kawasan timur dan baratnya, Kelurahan Bintang Dalam, daerah aliran Sungai Linggarjati, kiri kanan Lembawai, Trem seberang, sebagian Pasir putih dan Parit Lalang. Disamping itu juga penyebabnya adalah tingginya curah hujan kemudian ditambah dengan adanya pengaruh pasang surut air laut sehingga menyebabkan Kota Pangkalpinang terendam banjir (Akhmad Elvian, 2016).

Pada tahun 1987-1988, dibangun lah tanggul-tanggul disepanjang Sungai Rangku yang dimulai dari Jalan Trem sampai Kolong Retensi Kacang Pedang.

Pembangunan tanggul tersebut dimaksudkan untuk mengurangi dampak banjir. Namun pembangunan tersebut tidak memikirkan dampak kedepannya, sehingga sungai yang secara alamiah masih banyak kelokan dan ditumbuhi banyak vegetasi dan biota-biota lainnya perlahan musnah. Sungai yang berkelok diluruskan terutama dari Jalan Trem sampai muara sungai yang terletak di Pangkalbalam.

Seiring berjalannya waktu fungsi Sungai Rangkui menjadi menurun. Banyak ekosistem sungai yang tidak berkembangbiak dan lambat laun menjadi punah, air sungai menjadi keruh dan aliran sungai tidak berfungsi dengan baik. Hal ini diakibatkan karena semakin padatnya pemukiman penduduk maupun usaha perdagangan disepanjang bantaran sungai dan penebangan pohon yang terjadi di Bukit Mangkol yang merupakan bagian hulu dari Sungai Rangkui serta adanya endapan atau sedimentasi akibat tambang inkonvensional (TI) di hulu dan limbahnya dibuang langsung kedalam aliran sungai. Tambang inkonvensional (TI) sampai saat ini masih ada di bagian hulu Sungai Rangkui, bahkan di daerah Bukit Mangkol yang merupakan hulu dari Sungai Rangkui aktivitas dari tambang inkonvensional ini semakin bertambah banyak. Padatnya pemukiman penduduk dan usaha perdagangan tidak ditunjang dengan adanya fasilitas kebersihan yang memadai serta kurangnya kesadaran masyarakat maupun pemerintah terhadap pengelolaan sungai rangkui sendiri.

Berdasarkan peta penampakan Sungai Rangkui tahun 1928-1929 sebelumnya sangat berbanding terbalik terutama pada meander sungai yang secara alami memiliki paling sedikit 20 meander (kelokan) tetapi untuk kondisi sekarang hanya kurang lebih 6 kelokan dan anak sungai yang sudah tidak nampak karna sudah dipenuhi dengan pemukiman penduduk dan bisa dikatakan tidak berfungsi lagi. Kota Pangkalpinang yang awalnya merupakan rawa-rawa dan dipenuhi berbagai macam vegetasi seperti bambu dan tanaman lainnya sekarang sudah dipenuhi pemukiman dan sangat jarang ada vegetasi disekitarnya. Bantaran sungai yang sudah dibangun tanggul dan mengalami pelurusan sungai.



Sumber : Akhmad Elvian, 2016

Gambar 2.2 Peta Kota Pangkalpinang Tahun 1928-1929

Adapun permasalahan pokok yang menyebabkan banjir di Sub DAS Rangkui sebagian besar disebabkan oleh penyempitan penampang sungai akibat sedimentasi di bagian hulu, perencanaan tata guna lahan yang kurang baik, curah hujan yang tinggi serta pengaruh *back water* (air balik) yang terjadi pada saat pasang laut tinggi. Hal ini pula mengakibatkan semakin sempit penampang pada sungai Rangkui sehingga air yang mengalir tidak dapat ditampung secara maksimal. Daerah tangkapan air yang banyak dipenuhi pemukiman, perniagaan, dan perkantoran menyebabkan air limpasan permukaan tidak secara maksimal menyerap ke dalam tanah. Sehingga diperlukan untuk setiap penggunaan lahan di Kota Pangkalpinang untuk memberikan ruang untuk resapan air seperti sumur resapan, lubang biopori dan lain-lain. Hal ini salah satu upaya untuk menjaga agar siklus hidrologi yang terjadi disetiap Daerah Aliran Sungai (DAS) berjalan secara maksimal terutama pada sungai perkotaan. Pengelolaan sungai yang tidak baik mengakibatkan penyempitan alur Sungai Rangkui sehingga berkurangnya kapasitas penampang sungai untuk mengalirkan debit banjir.

2.2.2 Siklus Hidrologi

Menurut Suripin (2004), secara keseluruhan jumlah air diplanet bumi ini relatif tetap dari masa ke masa. Air di bumi mengalami suatu melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus menerus, dimana kita tidak tahu kapan dan darimana berawalnya dan kapan pula akan berakhir. Serangkaian peristiwa

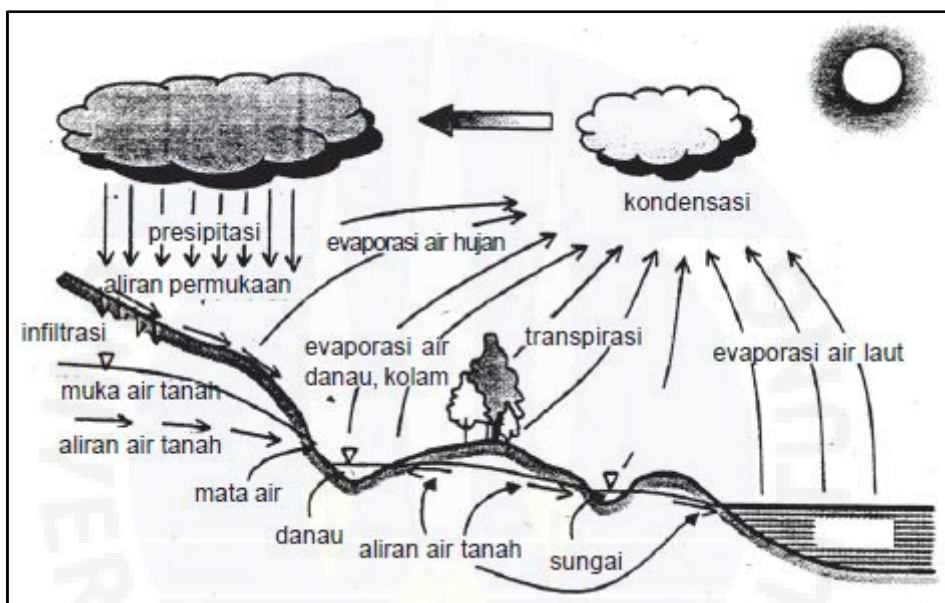
tersebut dinamakan siklus hidrologi (*hydrology cycle*). Mengingat bahwa sebagian besar air berada di lautan, maka alangkah baiknya jika penjelasan tentang siklus hidrologi dimulai dari lautan.

Air menguap dari permukaan samudera akibat energi panas matahari. Laju dan jumlah penguapan bervariasi, terbesar terjadi di dekat equator, dimana radiasi matahari lebih kuat. Uap air adalah murni, karena pada waktu dibawa naik ke atmosfer kandungan garam ditinggalkan. Uap air yang dihasilkan dibawa udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap tersebut mengalami kondensasi dan membentuk butir-butir air, yang pada gilirannya akan jatuh kembali sebagai presipitasi berupa hujan dan/atau salju. Presipitasi ada yang jatuh di samudera, di darat, dan sebagian menguap kembali sebelum mencapai ke permukaan bumi.

Presipitasi yang jatuh di permukaan bumi menyebar ke berbagai arah dengan beberapa cara. Sebagian akan tertahan sementara di permukaan bumi sebagai es atau salju, atau genangan air, yang dikenal dengan simpanan depresi. Sebagai air hujan atau lelehan salju akan mengalir ke saluran atau sungai. Hal ini disebut aliran permukaan. Jika permukaan tanah porus, sebagian air akan meresap ke dalam tanah melalui peristiwa yang disebut infiltrasi. Sebagian lagi akan kembali ke atmosfer melalui penguapan dan transpirasi oleh tanaman. Di bawah permukaan tanah, pori-pori tanah berisi air dan udara. Daerah ini dikenal sebagai zona kapiler (*vadoze zone*), atau zona aerasi. Air yang tersimpan di zona ini disebut kelengasan tanah (*soil moisture*), atau air kapiler. Pada kondisi tertentu air dapat mengalir secara lateral pada zona kapiler, proses ini disebut *interflow*. Uap air dalam zona kapiler dapat juga kembali ke permukaan tanah kemudian menguap.

Kelebihan kelengasan tanah akan ditarik masuk oleh gravitasi, proses ini disebut drainase gravitasi. Pada kedalaman tertentu, pori-pori tanah atau batuan akan jenuh air. Batas atas zona jenuh air disebut muka air tanah (*water table*). Air yang tersimpan dalam zona jenuh air disebut air tanah. Air tanah ini bergerak sebagai aliran air tanah melalui batuan atau lapisan tanah sampai akhirnya keluar ke permukaan sebagai sumber air (*spring*), atau sebagai rembesan ke danau, waduk, sungai atau ke laut.

Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah yang merembes di dasar sungai. Kontribusi air tanah pada aliran sungai disebut aliran dasar (*baseflow*), sementara total aliran disebut debit (*runoff*). Air yang tersimpan di waduk, danau dan sungai disebut air permukaan (*surface water*). Dalam kaitannya dengan konservasi air, dua komponen dalam siklus hidrologi yang terpenting yaitu air permukaan dan air tanah, oleh karena kedua komponen inilah yang merupakan sumber utama air yang dimanfaatkan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.



Sumber : Suripin, 2011

Gambar 2.3 Siklus Hidrologi

2.2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Peraturan Daerah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Nomor 10 Tahun 2016 tentang pengelolaan daerah aliran sungai, menyatakan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami dengan batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Daerah Aliran Sungai (DAS) juga diartikan sebagai suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang

menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (DTA atau catchment area) yang merupakan suatu ekosistem dengan unsur utama terdapat sumberdaya alam (tanah, air, dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaat sumberdaya alam (Asdak, 2011).

Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat dianggap sebagai suatu ekosistem yang dibagi menjadi daerah hulu, tengah, dan hilir. Daerah hulu DAS dicirikan sebagai daerah konservasi, kerapatan drainase lebih tinggi, kemiringan lereng besar (>15%), bukan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase, dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan. Sementara daerah hilir DAS dicirikan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil, kemiringan lereng kecil sampai sangat kecil (kurang dari 8%), beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan), pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi, dan jenis vegetasi didominasi tanaman pertanian kecuali daerah estuaria didominasi oleh bakau/gambut. Daerah aliran sungai bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik DAS (hulu dan hilir).

Dikarenakan DAS merupakan suatu ekosistem, maka setiap ada masukan ke dalam ekosistem tersebut dapat dievaluasi proses yang telah dan sedang terjadi dengan cara melihat keluaran dari ekosistem tersebut. Masukan (input) dalam proses yang berlangsung dalam suatu ekosistem DAS adalah curah hujan, sedangkan keluaran (output) berupa debit aliran dan/atau muatan sedimen. Dalam hubungannya dengan sistem hidrologi, DAS mempunyai karakteristik yang spesifik serta berkaitan erat dengan unsur utamanya seperti jenis tanah, tata guna lahan, topografi, kemiringan, dan panjang lereng.

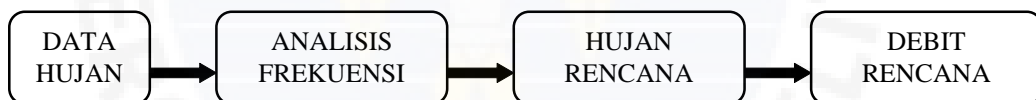
Perda Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Nomor 10 Tahun 2016 juga menyatakan yang dimaksud dengan karakteristik DAS adalah kekhasan yang dimiliki oleh suatu DAS yang ditentukan berdasarkan besaran dan sifatnya dengan indikator biofisik, sosial, ekonomi, dan kelembagaan. Karakteristik DAS dalam merespons curah hujan yang jatuh di dalam wilayah DAS dapat memberikan pengaruh terhadap besar-kecilnya evapotranspirasi, infiltrasi, perkolasi, air aliran, aliran permukaan, kandungan air tanah, dan aliran sungai. Daerah hulu dan hilir secara biofisik memiliki keterkaitan, dimana proses-proses yang terjadi di daerah

hulu akan memberikan dampak terhadap daerah hilir. Erosi yang terjadi di daerah hulu bukan hanya menimbulkan dampak penurunan produktifitas lahan, akan tetapi juga menimbulkan dampak di daerah hilir berupa perubahan fluktuasi debit dan meningkatnya transport sedimen sehingga lebih lanjut dapat menyebabkan penurunan kapasitas tampung sungai dan memicu terjadinya banjir.

2.2.4 Analisis Curah Hujan

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, mengenai terjadinya, peredarannya dan penyebarannya, sifat-sifat dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup. Penerapan ilmu hidrologi dapat dijumpai dalam beberapa kegiatan seperti penelitian dan operasi bangunan air, penyediaan air untuk berbagai keperluan air bersih, irigasi, perikanan, peternakan, pembangkit listrik tenaga air, pengendalian banjir, pengendalian erosi dan sedimentasi. (Triatmodjo, 2009)

Analisa hidrologi sangat penting untuk memperkirakan debit Rencana. Debit Rencana ini diperlukan untuk merencanakan tipe, bentuk, dan dimensi bangunan bendung yang akan dibangun. Salah satu konsep yang digunakan untuk mendapatkan debit Rencana dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Konsep Debit Rencana

1. Analisis Distribusi Frekuensi Data Hujan

Dalam analisis frekuensi data hujan atau data debit guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan, yaitu : Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III. (SNI 2315:2016). Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Persyaratan Parameter Statistik Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$Cs = 1,14$ $Ck = 5,4$
2	Normal	$Cs = 0$ $Ck = 3$
3	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$ $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
4	Log Pearson III	Selain nilai di atas

Sumber : I Made Kamiana, 2012

Keterangan :

$$\text{Nilai rata-rata } X (\bar{X}) = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{Standar Deviasi } (S) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\text{Koefisien kepepcengan } (Cs) = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Koefisien kurtosis } (Ck) = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{Koefisien variansi } (Cv) = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.5)$$

X_i = Data hujan atau debit ke-i

n = Jumlah data

Disamping menggunakan persyaratan tercantum di dalam Tabel 2.2, guna mendapatkan hasil perhitungan yang meyakinkan, atau jika tidak ada yang memenuhi persyaratan pada Tabel 2.2 maka penggunaan distribusi probabilitas biasanya diuji dengan metode Chi-Kuadrat atau Smirnov-Kolmogorof.

a. Distribusi Probabilitas Gumbel

Jika data hujan yang digunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas), maka perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Gumbel dilakukan dengan rumus berikut.

$$X_T = \bar{X} + S.K \dots\dots\dots(2.6)$$

$$K = f(t) = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$Y_T = -Ln - Ln \frac{T-1}{T} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

X_T = Hujan rencana atau debit dengan periode ulang T tahun

\bar{X} = Nilai rata-rata dari data hujan (X) mm

S = Standar deviasi dari data hujan (X) mm

K = Faktor frekuensi Gumbel

Y_T = *Reduced variated* (Lihat lampiran 1)

Sn = *Reduced standar deviasi* (Lihat lampiran 1)

Yn = *Reduced mean* (Lihat Lampiran 1)

b. Distribusi Probabilitas Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Normal, jika data yang digunakan adalah berupa sampel dilakukan dengan rumus-rumus berikut.

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

X_T = Hujan rencana atau debit dengan periode ulang T tahun

\bar{X} = Nilai rata-rata dari data hujan (X) mm

S = Standar deviasi dari data hujan (X) mm

K_T = Faktor frekuensi variabel reduksi Gauss (Lihat Lampiran 1)

c. Distribusi Probabilitas Log Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Log Normal, jika data yang digunakan berupa sampel dilakukan dengan rumus-rumus berikut.

$$Log X_T = \overline{Log X} + K_T \cdot S \cdot Log X \dots\dots\dots(2.10)$$

$$Log X = \frac{\sum_{i=1}^n Log X_i}{n} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$S \cdot Log X = \frac{\sum_{i=1}^n (Log X_i - \overline{Log X})}{n-1} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

- $\text{Log } X_T$ = Nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T
- $\overline{\text{Log } X}$ = Nilai rata-rata Log X
- $S.\text{Log } X$ = Deviasi standar dari Log X
- K_T = Faktor frekuensi (Lihat Lampiran 1)

d. Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III, jika data yang digunakan adalah berupa sampel dilakukan dengan

rumus-rumus berikut.

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K_T \cdot S.\text{Log } X \dots\dots\dots(2.13)$$

$$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^i \text{Log } X_i}{n} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$S.\text{Log } X = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^i (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}}{n-1} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

- $\text{Log } X_T$ = Nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T
- $\overline{\text{Log } X}$ = Nilai rata-rata Log X
- $S.\text{Log } X$ = Deviasi standar dari Log X

Setelah dilakukan analisis distribusi probabilitas selanjutnya dilakukan uji distribusi probabilitas yang dimasukkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang di analisis. Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, bahwa terdapat dua metode pengujian distribusi probabilitas, yaitu Metode Chi-Kuadrat (χ^2) dan Metode Smirnov-Kolmogorof.

a. Metode Chi-Kuadrat (χ^2)

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan Metode Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan :

- χ^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung
- E_f = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelas-nya

O_f = Frekuensi yang diamati di kelas yang sama

n = Jumlah sub kelompok

Derajat nyata atau derajat kepercayaan () tertentu yang sering diambil adalah 5%. Derajat kebebasan (Dk) dihitung dengan rumus :

$$Dk = K - p + 1 \dots\dots\dots(2.17)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan :

Dk = Derajat kebebasan

P = Banyaknya parameter, untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2

K = Jumlah kelas distribusi

N = Banyak data

Selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis, atau dirumuskan sebagai berikut :

$$\chi^2 < \chi_{cr}^2 \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan :

χ^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

χ_{cr}^2 = Parameter Chi-Kuadrat Kritis (Lihat Lampiran 1)

Prosedur perhitungan dengan menggunakan Metode Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut :

- 1). Data diurutkan dari besar ke kecil atau sebaliknya.
- 2). Menghitung jumlah kelas.
- 3). Menghitung derajat kebebasan (Dk) dan χ_{cr}^2 .
- 4). Menghitung kelas distribusi.
- 5). Menghitung interval kelas.
- 6). Menghitung nilai χ^2 .
- 7). Menghitung nilai χ^2 terhadap χ_{cr}^2 .

b. Metode Smirnov-Kolmogorof (Secara Analitis)

Pengujian distribusi probabilitas dengan Metode Smirnov-Kolmogorof dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

- 1). Data (X_i) diurutkan dari besar ke kecil atau sebaliknya.
- 2). Menentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut tersebut $P(X_i)$ dengan rumus-rumus tertentu, rumus Weibull misalnya.

$$P(X_i) = \frac{m}{n+1} \dots \dots \dots (2.20)$$

Keterangan :

n = Jumlah data

i = Nomor urut data setelah diurutkan

- 3). Menentukan peluang teoritis masing-masing data yang telah diurut tersebut $P'(X_i)$ berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih.

- 4). Menghitung selisih (P_i) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurut :

$$\Delta P_i = P X_i - P' X_i \dots \dots \dots (2.21)$$

- 5). Menentukan apakah $P_i < P$ kritis, jika “tidak” artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

- 6). P kritis lihat Tabel pada Lampiran

2.2.5 Analisis Debit Rencana

Dalam perhitungan debit rencana, metode Rasional merupakan rumus yang tertua dan yang terkenal di antara rumus-rumus empiris. Metode Rasional dapat digunakan untuk menghitung debit puncak sungai atau saluran namun dengan daerah pengaliran yang terbatas. Menurut Goldman (1986) dalam Suripin (2004), Metode Rasional dapat digunakan untuk daerah pengaliran < 300 Ha. Menurut Ponce (1989) dalam Bambang T (2008), Metode Rasional dapat digunakan untuk daerah pengaliran < 2,5 Km². Dalam Departemen PU, SK SNI M-18-1989-F (1989), dijelaskan bahwa Metode Rasional dapat digunakan untuk ukuran daerah pengaliran < 5000 Ha. Dalam Asdak (2002), dijelaskan jika ukuran daerah pengaliran > 300 Ha, maka ukuran daerah pengaliran perlu dibagi menjadi beberapa bagian sub daerah pengaliran kemudian Rumus Rasional diaplikasikan pada masing-masing sub daerah pengaliran. Dalam Montarcih (2009) dijelaskan jika ukuran daerah pengaliran > 5000 Ha maka koefisien pengaliran (C) bisa dipecah-pecah sesuai tata guna lahan dan luas lahan yang bersangkutan. Dalam Suripin (2004) dijelaskan penggunaan Metode Rasional pada daerah pengaliran

dengan beberapa sub daerah pengaliran dapat dilakukan dengan pendekatan nilai C komposit atau C rata-rata dan intensitas hujan dihitung berdasarkan waktu konsentrasi yang terpanjang. (I Made Kamiana, 2012)

Rumus umum dari Metode Rasional adalah :

$$Q_T = 0,278 \cdot C \cdot I_T \cdot A \dots \dots \dots (2.24)$$

Keterangan :

Q_T = Debit puncak limpasan permukaan (m^3/det)

C = Koefisien aliran

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

I_T = Intensitas curah hujan (mm/jam)

Tabel 2.2 Koefisien Aliran

Jenis Tata Guna Lahan	C Lahan
Hutan Sekunder	0,1
Perkebunan	0,3
Belukar Rawa	0,1
Hutan Mangrove	0,05
Permukiman	0,5
Pertambangan	0,6
Pertanian Lahan Kering	0,5
Pertanian Lahan Kering Campur	0,1
Sawah	0,75
Semak / Belukar	0,65
Tambak	0,25
Tanah Terbuka	0,7
Tertutup Awan	-
Badan Sungai	0,05

Sumber: Data DAS Kritis BPDASHL Baturusa Cerucuk, 2010

a. Intensitas Hujan Rencana

Hujan rencana (X_T) adalah hujan dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan terjadi di suatu daerah pengaliran. Sedangkan periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, hujan rencana misalnya akan disamai atau diampai satu kali dalam jangka hipotetik tersebut.

Analisis frekuensi dapat digunakan untuk menetapkan besarnya hujan atau debit dengan kala ulang tertentu dan diterapkan untuk data debit sungai ataupun data hujan. Data yang digunakan adalah data hujan harian maksimum tahunan selama 10 tahun. Dalam analisis frekuensi data hujan guna memperoleh nilai hujan rencana atau data debit, dikenal beberapa distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan yaitu: Normal, Log Normal, Gumbel, Log Pearson Type III. (Aprilianda, 2015). Untuk mengitung intensitas hujan rencana menggunakan Rumus Mononobe yaitu :

$$I = \frac{X_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.25)$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan rencana (mm/jam)

X_{24} = Tinggi hujan harian maksimum atau hujan rencana (mm)

t = durasi hujan atau waktu konsentrasi (jam)

Sedangkan untuk nilai t_c dapat dihitung dengan menggunakan rumus Kripich yaitu :

$$t_c = \frac{0,87 \cdot L^2}{1000 \cdot S}^{0,385} \dots\dots\dots(2.26)$$

Keterangan :

L = Panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (Km)

S = Kemiringan rata-rata daerah lintasan air

Tabel 2.3 Derajat curah hujan dan intensitas hujan

Derajat curah hujan	Intensitas curah hujan (mm/jam)	Kondisi
Hujan sangat lemah	<1,20	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit
Hujan lemah	1,20-3,0	Tanah menjadi basah semuanya, tetapi sulit membuat puddel
Hujan normal	3,0-18,0	Dapat dibuat puddel dan bunyi hujan kedengaran
Hujan deras	18,0-60,0	Air tergenang diseluruh permukaan tanah dan bunyi keras hujan terdengar berasal dari genangan
Hujan sangat deras	>60,0	Hujan seperti ditumpahkan, sehingga saluran drainase meluap

Sumber: Suripin, 2004

2.2.6 Analisis Debit Sungai

Untuk debit sungai dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(2.27)$$

Keterangan :

- Q : Debit sungai ($m^3/detik$)
- A : Luas tampang basah sungai (m^2)
- V : Kecepatan aliran sungai (m/s)

Sedangkan untuk mencari nilai V dapat dihitung menggunakan metode Manning yaitu sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(2.28)$$

$$R = A/P \dots\dots\dots(2.29)$$

$$P = b + 2h(1 + m^2)^{1/2} \dots\dots\dots(2.30)$$

$$S = \frac{Elev\ hulu - Elev\ hilir}{0,9 \times L} \dots\dots\dots(2.31)$$

Keterangan :

- n : Koefisien kekasaran Manning
- R : Jari-jari hidraulis
- S : Kemiringan rata-rata sungai
- L : Panjang sungai (m)

Dengan nilai kekasaran Manning seperti pada Tabel 2.4 berikut :

Tabel 2.4 Nilai kekasaran Manning (n)

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0,016 - 0,033
	Berkelok, landai, dan berumput	0,023 - 0,040
	Kotor dan tidak terawat	0,050 - 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 - 0,045
Pasangan	Batu kosong	0,023 - 0,035
	Pasangan batu belah	0,017 - 0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 - 0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 - 0,030