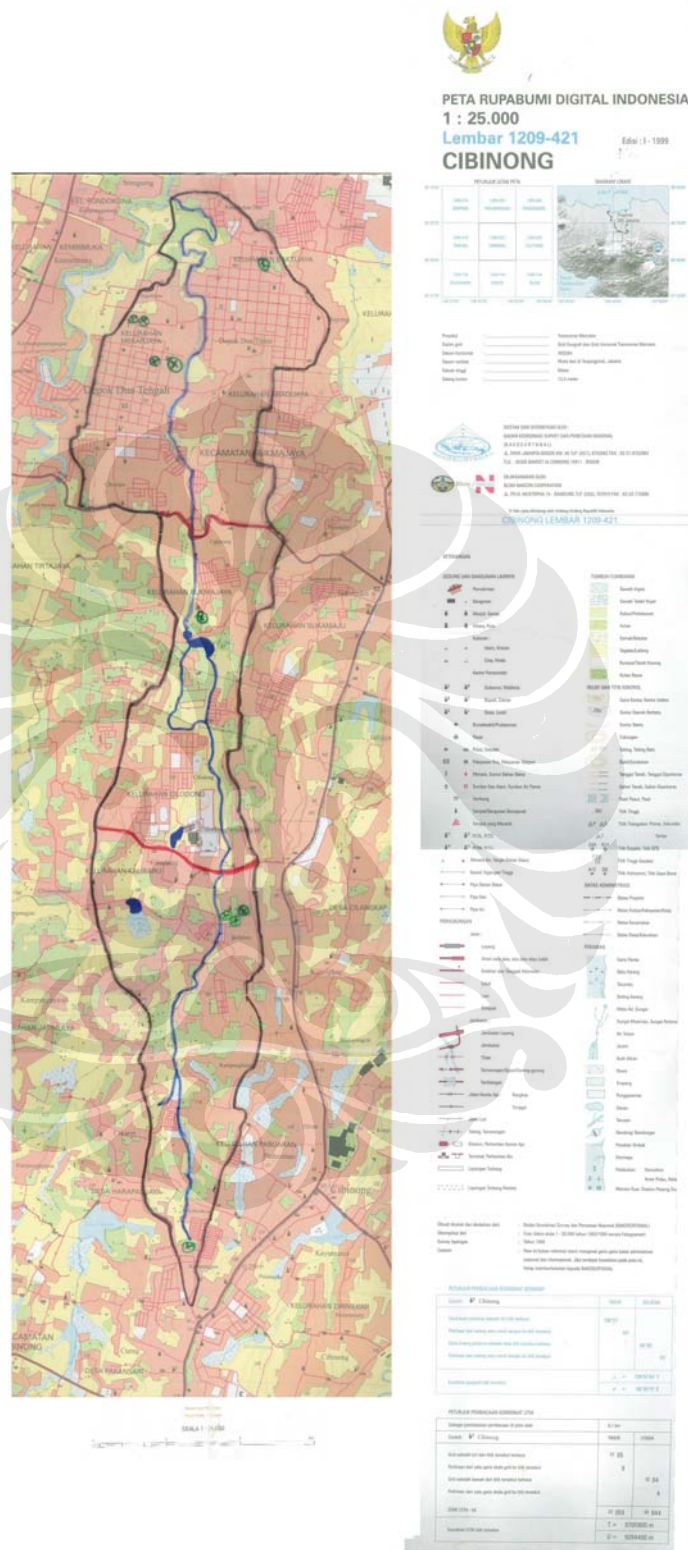


BAB 4

GAMBARAN UMUM WILAYAH SUB-DAS SUGUTAMU, DEPOK-BOGOR, JAWA BARAT, INDONESIA

4.1 Kondisi Umum Wilayah Sub-DAS Sugutamu

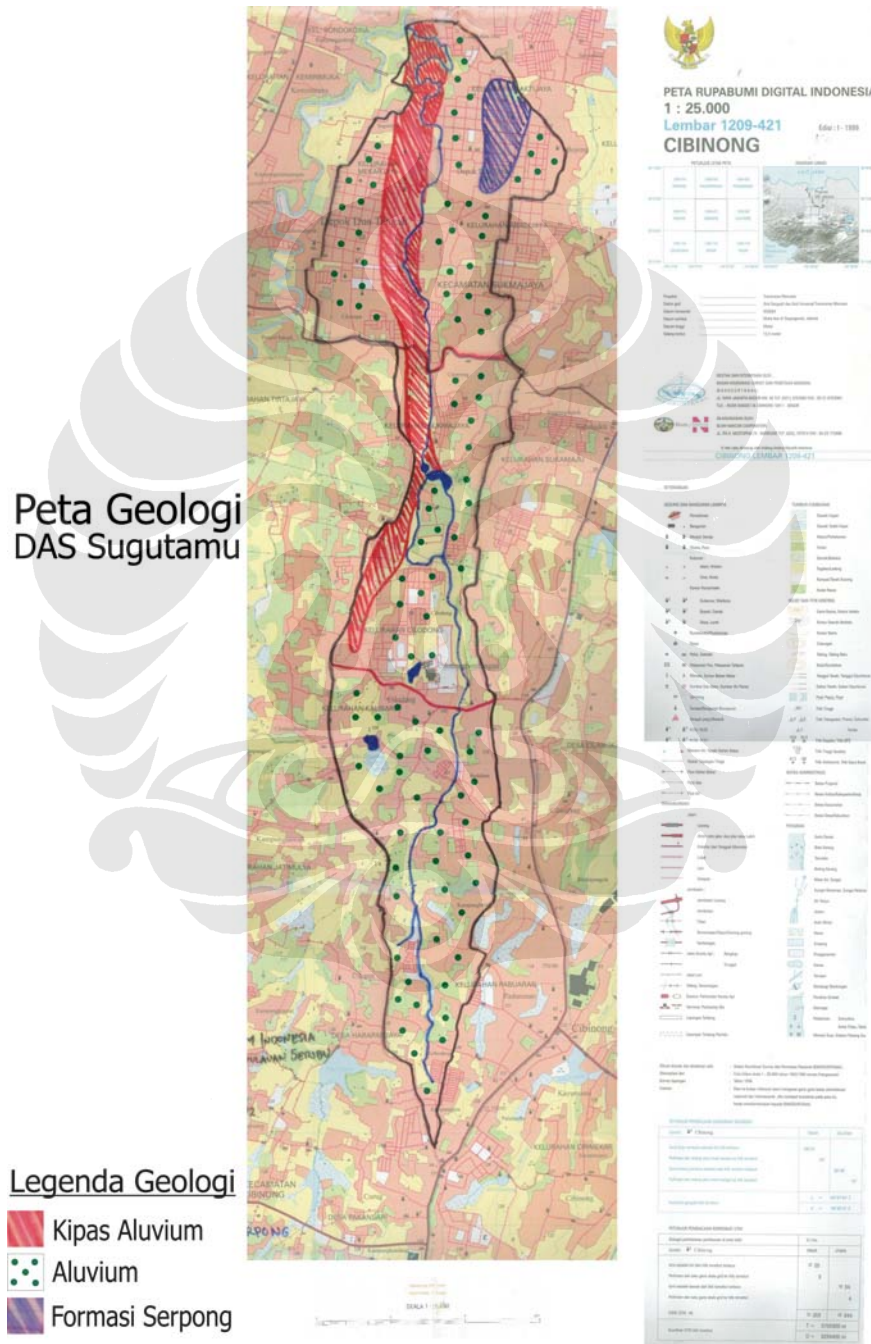
DAS Sugutamu merupakan suatu sub-DAS dari DAS Ciliwung, dimana terdapat lebih tepatnya pada DAS Ciliwung Tengah. Oleh karena itu, secara hiererkinya, DAS Sugutamu dikenal sebagai 'Sub-DAS Sugutamu'. Secara geografis, Sub-DAS Sugutamu ini berada pada posisi $06^{\circ}22'30''$ LS – $106^{\circ}50'20''$ BT dan $06^{\circ}28'35''$ LS – $106^{\circ}50'50''$ BT dan termasuk ke dalam wilayah administratif Kecamatan Sukmajaya, Kota Depok, dan juga sebagian dalam Kecamatan Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Kali Sugutamu itu sendiri, termasuk ke dalam anak sungai dari Sungai Ciliwung dan berada dalam wilayah tengah DAS Ciliwung. Selanjutnya dalam Bab ini akan dibahas mengenai deskripsi aspek geologi, jenis tanah, klimatologi, hidrogeologi, tata guna lahan, dan kependudukan yang terdapat dalam Sub-DAS Sugutamu secara umum. Berikut adalah peta Sub-DAS Sugutamu yang tercantum pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Sub-DAS Sugutamu

4.2 Aspek Geologi dalam Sub-DAS Sugutamu

Peta geologi wilayah studi disajikan pada gambar 4.2 yang mana didasarkan pada Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar Cibinong (1999), beserta Peta Geologi Bersistem Indonesia Lembar Jakarta & Kepulauan Seribu (1992) sebagai berikut:



Gambar 4.2 Peta Geologi Sub-DAS Sugutamu

Tersebar di seluruh permukaan DAS terdapat formasi aluvium (*alluvial*), tetapi juga terdapat formasi kipas aluvium (*alluvial fan*) di wilayah tengah-hilir DAS, dan formasi Serpong pada bagian hilir DAS saja, yang akan dijelaskan pada bagian sub-sub bab sebagai berikut yang diperoleh dari penelitian Penelitian Direktorat Geologi Tata Lingkungan Departemen Pertambangan dan Energi untuk wilayah Jakarta dan Bogor dan Laporan Penelitian Survei dan Pemetaan Tanah Daerah Sentra Produksi Cibinong Kabupaten Bogor Jawa Barat Balitbang Pertanian Departemen Pertanian.

4.2.1 Aluvium (Aluvial)

Aluvium (tanah alluvial) merupakan tanah endapan yang masih muda dan belum atau sedikit mempunyai perkembangan profil. Terbentuk dari bahan alluvium dan sebagian aluvio-koluvium yang terdiri dari liat, debui, dan sebagian berpasir terutama di bagian teras pada jalur aliran Sungai Ciliwung. Tanah ini selalu mendapat tambahan bahan endapan baru dari hasil erosi dan luapan banjir dari daerah sekitarnya.

Penampang tanah berlapis-lapis dengan kedalaman yang bervariasi. Sebagian areal, penampang tanahnya dangkal berkerikil dan berbatu di lapisan bawah, sedang sebagian lain berpenampang dalam. Tingkat kesuburan tergantung dari bahan yang diendapkan. Pada umumnya tanah ini berpotensi cukup baik untuk persawahan dengan penghambat utama banjir. Berbagai macam jenis tanah aluvial di daerah sub-DAS Sugutamu dijelaskan sebagai berikut.

4.2.1.1 Aluvial hidromorf

Tanah ini berpenampang dalam, dan belum mempunyai perkembangan profil, tekstur halus, dan struktur massif. Berdrainase buruk dan umumnya selalu jenuh air sepanjang tahun. Penyebaran terdapat pada daerah-daerah cekungan dan jalur-jalur aliran sungai (*creeks*) yang tersebar.

4.2.1.2 Aluvial coklat

Tanah ini berpenampang dalam, tekstur sedang sampai halus, drainase baik. Konsistensi agak gembur (lembab), agak lekat dan agak plastis (basah). Tanah ini terdapat di sepanjang jalur aliran pada bagian teras Sungai Ciliwung. Penyebarannya relatif sempit dan pada kenyataannya terputus-putus oleh adanya bagian jurang (gorge/canyon) yang terjal.

4.2.1.3 Aluvial kelabu

Tanah berpenampang dalam dan sedikit telah mempunyai perkembangan profil, bertekstur halus (liat). Struktur tanah massif, konsistensinya lekat dan plastis (basah). Drainase buruk yaitu terhambat sampai sangat terhambat.

4.2.1.4 Aluvial eutrik

Aluvium eutrik memiliki tekstur agak halus, reaksi tanah agak masam, drainase sedang, KTK sedang, kejenuhan basa sedang, solum dalam (tropofluvents). Tanah aluvial ini terdapat di daerah jalur aliran Sungai Ciliwung.

4.2.1.5 Aluvial distrik

Aluvium distrik memiliki testur halus, reaksi tanah masam, drainase terhambat, KTK tinggi, kejenuhan basa rendah, solum sedang sampai dalam (tropaquepts). Tanah aluvial ini terdapat pada sebagian daerah pelembahan.

4.2.2 Kipas Aluvium

Terdiri dari tufa halus berlapis, tufa konglomeratan beselang-seling dengan tufa pasir dan tufa batuapung.

Tufa berwarna kelabu muda, berlapis tipis, pejal. Tufa konglomertan dan tufa pasir berwarna kelabu muda, pemilhana buruk, berbutir halus-

kasar, membundar-bundar tanggung dengan garis tengah 3-5 cm. Satuan ini membentuk morfologi kipas dengan pola aliran “dischotomic”.

Tebal satuan ini diduga sekitar 300 meter. Diendapkan pada lingkungan darat dengan bahan pembentuknya berasal dari batuan gunung api muda didataran tinggi bogor, berumur Plistosen akhir atau lebih muda.

Pada batu pasir konglomeratan yang diduga mempunyai harga kelulusan sedang-tinggi batuan ini diharapkan dapat bertindak sebagai akuifer.

4.2.3 Formasi Serpong

Formasi ini terdiri dari perselingan batupasir, konglomerat batulanau dan batulempung dengan sisa tanaman, konglomerat batuapung dan tuf batuapung.

Konglomerat berwarna hitam kebiruan terdiri dari beraneka ragam komponen, yaitu andesit, basal, batugamping dan rijang, kemas terbuka pemilahan sedang komponen berukuran 7-12 cm, setempat sampai 30 cm, membundar tanggung-membundar, berstruktur imbrikasi. Batupasir berwarna kelabu kehitaman, berbutir halus-sedang, tebal lapisan 60-200 cm. Batulanau dan batulempung umumnya berwarna kelabu kehitaman, mengandung sisa tanaman dan bekas galian binatang terdapat berselingan dengan konglomerat yang memiliki ketebalan yang bervariasi antara 50-300 cm.

Batupasir dan konglomerat yang mempunyai kelulusan tinggi pada satuan batuan ini dapat bertindak sebagai akuifer, sedangkan batulempung dan batulanau dapat bertindak sebagai akuiklud (lapisan perkedap).

Satuan ini tersebar setempat di bagian barat lembar peta, di sepanjang Sungai Cisadane, Sungai Cikeas, Sungai Cileungsi di kampung bojonglio dan Depok. Tebal formasi ini umumnya kurang dari 100 meter, berumur Pliosen Ahir.

4.3 Jenis Tanah dalam Sub-DAS Sugutamu

Di suatu daerah aliran sungai (DAS), tanahnya terbentuk dari endapan yang relatif masih baru, terutama di daerah jalur aliran dan dataran banjir dengan bentuk wilayah datar. Sistem klasifikasi tanah yang digunakan didasarkan pada

morfo genesis dan merupakan penyempurnaan dari sistem Dudal dan Soeprtohardjo (1957, 1961, dimodifikasi 1978).

Jenis-jenis tanah utama dibedakan atas terdapat atau tidaknya dan susunan dari horizon-horison A, B (B₂, B argilik/tekstur, B oksik, dan B spodik), dan C, di samping sifat dan corak lainnya seperti warna tekstur, struktur, sifat-sifat kimia, dll. Sebagai pembeda (Soeprtohardjo, 1961). Pembagian ke kategori yang lebih rendah (macam tanah) menggunakan antara lain horison penciri seperti horison-horison A molik, A umbrik, atau A oksik (untuk lapisan atas), atau sifat-sifat penciri seperti ada atau tidaknya glei, ferik, kontak lithik/paralithik, kandungan bahan organik, warna, kejenuhan basa, dsb. (Puslittan, 1983).

Terdapat beberapa variasi dari jenis tanah dalam sub-DAS Sugutamu yang dapat digolongkan kedalam tiga jenis tanah utama, yaitu tanah *alluvial*, gleisol, dan latosol, yang akan dijelaskan sebagai berikut:

4.3.1 Alluvial

Tanah *alluvial* adalah segolongan tanah endapan yang masih muda dan belum mengalami perkembangan profil dan terbentuk dari endapan liat, debu atau campurannya dari daerah sekitarnya (*catchment area*) secara periodic tanah ini masih terdapat penambahan bahan baru karena pengaruh banjir atau erosi.

Penampang tanah berlapis-lapis dengan kedalaman yang bervariasi. Sebagian areal, penampang tanahnya dangkal berkerikil dan berbatu di lapisan bawah, sedang sebagian lagi bepenampang dalam. Tingkat kesuburan tergantung dari bahan yang diendapkan. Pada umumnya tanah ini berpotensi cukup baik untuk persawahan dengan penghambat utama banjir.

Tanah *Alluvial* dibedakan menjadi *Alluvial* Eutrik yang terdapat di daerah jalur aliran Sungai Ciliwung dan *Alluvial* Distrik yang terdapat pada sebagian daerah pelembahan.

4.3.2 Gleisol

Tanah ini terbentuk dari bahan pluriel tua atau batuan sedimen yang terdiri dari endapan lempung hingga tanah liat sampai liat maksima.

Penampang tanah dangkal sampai dalam dan sebagian berkerikil di bagian bawah dan sebagian lagi dalam. Horison glei lemah sampai kuat. Struktur gumpal dan makin ke bawah makin pejal. Bahan organik dilapisan atas dan menurun makin ke bawah.

Tingkat kesuburan rendah. Di daerah ini sebagian digunakan untuk persawahan dan sebagian lagi untuk kolam ikan (balong).

4.3.3 Latosol

Tanah ini tergolong tanah yang sudah lanjut perkembangannya dan terbentuk dari tufa volkan andesitis. Dibedakan menjadi: Latosol Distrik. Latosol Distrik ditemukan di sebagian besar areal ini dan di sebelah utara dan di bagian tenggara daerah ini.

Tanah ini mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: tekstur sangat halus, drainase sedang/ agak baik sampai agak terhambat, reaksi tanah masam sampai agak masam, kejenuhan basa rendah sampai sedang, struktur remah hingga gumpal lemah tetap dari atas ke bawah, konsistensi gembur dari atas ke bawah.

Tabel 4.3 menunjukkan data penyebaran jenis tanah di wilayah tengah DAS Ciliwung, dimana terletak sub-DAS Sugutamu, yang dikuasai oleh jenis tanah Latosol dan asosiasinya, sebagai berikut:

Tabel 4.1 Penyebaran Jenis-jenis Tanah di Wilayah Tengah

| Sub – Das | Jenis Tanah | Luas (Ha) | Persen |
|-----------------|---|-----------|--------|
| Ciliwung Tengah | • Latosol Coklat Kemerahan | 2.465 | 17,9 |
| | • Asosiasi Latosol – Latosol Coklat Kemerahan – Laterit | 11.298 | 82,1 |
| | TOTAL | 13.763 | 100,0 |

Sumber : 1. Peta Tanah Semi Detil DAS Ciliwung Hulu, 1992, Skala 1 : 50.000

2. Sub-Balai RLKT DAS Ciliwung – Ciujung DS, 1994

Jenis tanah Latosol dan asosiasinya memiliki, sifat fisik tanah yang baik yaitu tekstur liat berdebu hingga lempung berliat, struktur granular dan remah, kedalaman efektif umumnya > 90 agak tahan terhadap erosi: serta sifat kimia tanah pada dasarnya tergolong baik dengan pH tanah agak netral serta kandungan bahan organik biasanya rendah atau sedang. Jenis tanah Andosol dan Regosol umumnya agak peka erosi, kedalaman efektifnya bervariasi, kandungan hara dan bahan organik relatif tinggi.

4.4 Topografi dalam Sub-DAS Sugutamu

Topografi dalam wilayah sub-DAS Sugutamu berdasarkan oleh topografi dalam Kota Depok, dan juga di Kabupaten Bogor dimana terletak Kecamatan Cibinong.

Untuk Kota Depok secara topografi dikategorikan datar dan dengan ketinggian berkisar antara +70-90m dari permukaan laut. Keadaan topografinya sangat menguntungkan bagi pembangunan kota karena adanya sungai-sungai yang mengalir ke arah utara kota, sehingga Kota Depok dapat terhindar dari bahaya banjir. Kota Depok berada pada kemiringan lereng antara 0-15 %.

Sedangkan kemiringan lereng pada Kabupaten Bogor bagian utara mulai dari 0-3% dan merupakan dataran rendah dengan ketinggian dari permukaan laut antara 15-100m.

Secara lebih detail, kelerengan lahan pada sub-DAS Sugutamu yang terletak di dalam wilayah DAS Ciliwung Tengah dapat dilihat pada tabel 4.2, sebagai berikut:

Tabel 4.2 Klasifikasi Kelerengan di Wilayah DAS Ciliwung Tengah

| Sub-DAS/ Sub-sub DAS | Luas Berdasarkan Kelas Lereng (Ha) | | | | | Luas |
|----------------------------------|------------------------------------|---------|----------|-----------|--------|-------|
| | 0 – 8 % | 8– 15 % | 15 – 25% | 25 – 45 % | > 45 % | |
| Sub – DAS Ciliwung Tengah | | | | | | |
| 1. Kec. Beji | 938 | - | - | - | - | 938 |
| 2. Kec. Pancoran Mata | 347 | - | - | - | - | 347 |
| 3. Kec. Sukmajaya | 3.289 | - | - | - | - | 3.289 |
| 4. Kec. Bojong Gede | 1.301 | 35 | - | - | 15 | 1.351 |

| | | | | | | |
|----------------------|--------|-----|----|---|----|--------|
| 5. Kec. Cibinong | 3.455 | - | - | - | - | 3.455 |
| 6. Kec. Kedunghalang | 2.487 | 134 | - | - | - | 2.621 |
| 7. Kec. Semplak | 221 | - | - | - | - | 221 |
| 8. Kec. Ciawi | 93 | - | 16 | - | - | 109 |
| 9. Kodya Bogor | 1.285 | 121 | 27 | - | - | 1.433 |
| Total | 13.416 | 289 | 43 | - | 15 | 13.763 |

Sumber: Balai RLKT Wilayah IV, Bandung (1986,1994)

Kelerengan lahan juga mempengaruhi sifat fisik tanah khususnya kedalaman efektif yang dapat dideskripsikan sebagai berikut:

- Pada kelerengan 0-2 % (datar) yang umumnya terletak pada posisi 0-150 m dpl memiliki kedalaman efektif > 90 cm, tekstur tanah halus sampai sedang, drainase baik, tidak ada erosi
- Kelerengan 2-15 % (landai, berombak) yang dapat terletak pada posisi 200-750 m dpl memiliki kedalaman efektif antara 30-60 cm hingga > 90 cm, tekstur tanah halus hingga sedang, drainase baik dan mulai terlihat adanya bagian-bagian lahan yang tererosi
- Kelerengan 15-40 % umumnya terletak pada posisi 750-2000 m dpl, namun dapat juga dijumpai pada posisi sekitar 500-600 m dpl. Kedalaman efektif tanah umumnya 60 cm hingga diatas 90 cm, dengan tekstur kasar dan sedikit agak kasar hingga halus, drainase baik.
- Kelerengan 40 % umumnya terletak pada ketinggian 750-2000 m dpl, memiliki kedalaman efektif tanah umumnya 30-60 cm, dengan tekstur umumnya agak kasar hingga halus, drainase baik dan sangat peka terhadap erosi tanah.

4.5 Klimatologi dalam Sub-DAS Sugutamu

Berdasarkan data Klimatologi Kabupaten Bogor Stasiun Klimatologi Kelas I Darmaga, Stasiun Pemeriksaan Pondok Betung , Tahun 1998 dan Laporan Akhir Studi Penataan Sistem Tata Air di Wilayah Kota Depok Tahap I, keadaan klimatologi Kota Depok diuraikan sebagai berikut:

- Temperatur rata-rata : 24,3°C – 33°C
- Kelembaban udara rata-rata : 82 %
- Penguapan rata-rata : 3,9 mm/th.
- Kecepatan angin rata-rata : 3,3 knot
- Penyinaran matahari rata-rata : 49,8 %

Secara umum, Kota Depok yang berbatasan dengan DKI Jakarta dan Kecamatan Cibinong yang terletak di dalam Kabupaten Bogor bagian Utara, berada pada zona yang mempunyai curah hujan < 2.500 mm/tahun.

Kondisi iklim di daerah Depok beriklim tropis yang dipengaruhi oleh iklim Munson. Musim kemarau berada antara bulan April s/d September dan musim hujan antara bulan Oktober s/d Maret. Berdasarkan data pemeriksaan hujan di Stasiun Depok, Pancoran Mas, curah hujan yang terjadi adalah antara 1-134 mm dari tahun 1979 sampai dengan tahun 2006, yang dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.3. Data Hujan Stasiun Depok / 36a – Depok/Pancoran Mas

| Tahun | Curah Hujan Harian Max Tiap Bulan (CHH max) (mm) | | | | | | | | | | | | CHH max per Tahun = R24 (mm) |
|-------|---|-----|-------|-----|-----|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | |
| 1979 | 134 | 46 | 28 | 42 | 22 | 20 | 61 | 74 | 69 | 103 | 64,92 | 46,92 | 134 |
| 1980 | 63,55 | 53 | 87 | 53 | 84 | 65 | 28 | 57 | 62 | 92 | 84 | 34 | 92 |
| 1981 | 54 | 35 | 78 | 56 | 69 | 72 | 49 | 49 | 59 | 70 | 20 | 120 | 120 |
| 1982 | 32 | 25 | 46 | 45 | 25 | 42 | 41 | 6 | 37,96 | 51 | 51 | 61 | 61 |
| 1983 | 65 | 42 | 52 | 45 | 25 | 42 | 41 | 6 | 37,96 | 51 | 51 | 61 | 65 |
| 1984 | 49 | 30 | 46 | 60 | 39 | 43 | 38 | 45 | 36 | 92 | 22 | 41 | 92 |
| 1985 | 50 | 109 | 63,18 | 59 | 75 | 30 | 54 | 85 | 86 | 48 | 75 | 26 | 109 |
| 1986 | 74 | 32 | 45 | 81 | 30 | 38 | 53 | 112 | 99 | 46 | 55 | 68 | 112 |
| 1987 | 71 | 46 | 65 | 46 | 25 | 15 | 30 | 13 | 20 | 75 | 75 | 50 | 75 |
| 1988 | 67 | 28 | 44 | 25 | 64 | 29 | 10 | 36 | 31 | 106 | 72 | 72 | 106 |
| 1989 | 45 | 65 | 20 | 24 | 59 | 38,37 | 39,15 | 37,115 | 37,96 | 60,81 | 64,92 | 46,92 | 65 |
| 1990 | 67 | 66 | 75 | 37 | 58 | 68 | 70 | 85 | 11 | 22 | 70 | 65 | 85 |
| 1991 | 72 | 77 | 72 | 86 | 86 | 25 | 12 | 0 | 42 | 63 | 77 | 58 | 86 |
| 1992 | 57 | 66 | 53 | 39 | 78 | 15 | 42 | 28 | 38 | 76 | 82 | 84 | 84 |
| 1993 | 66 | 38 | 47 | 64 | 42 | 69 | 12 | 30 | 41 | 63 | 94 | 46,92 | 94 |
| 1994 | 75 | 75 | 37 | 71 | 100 | 25 | 2 | 15 | 10 | 60 | 72 | 35 | 100 |
| 1995 | 53,44 | 42 | 61 | 95 | 49 | 31 | 18 | 2 | 108 | 60,81 | 92 | 30 | 108 |
| 1996 | 67 | 74 | 64 | 70 | 31 | 23 | 51 | 99 | 75 | 98 | 66 | 34 | 99 |
| 1997 | 64 | 40 | 48 | 76 | 48 | 27 | 21 | 27 | 2 | 60,81 | 42 | 39 | 76 |
| 1998 | 126 | 57 | 59 | 105 | 40 | 60 | 76 | 13 | 40 | 43 | 3 | 32 | 126 |
| 1999 | 30 | 53 | 24 | 55 | 66 | 52 | 45 | 42 | 68 | 82 | 48 | 48 | 82 |
| 2000 | 82 | 25 | 13 | 22 | 37 | 72 | 27 | 57 | 18 | 54 | 53 | 24 | 82 |
| 2001 | 52 | 17 | 99 | 52 | 118 | 41 | 17 | 37,115 | 37,96 | 60,81 | 64,92 | 46,92 | 118 |
| 2002 | 111 | 117 | 40 | 41 | 8 | 21 | 71 | 6 | 4 | 47 | 42 | 32 | 117 |
| 2003 | 36 | 96 | 29 | 52 | 34 | 21 | 43,82 | 2 | 3 | 71 | 122 | 16 | 122 |
| 2004 | 17 | 72 | 43 | 105 | 58 | 5 | 88 | 1 | 8 | 37 | 78 | 57 | 105 |
| 2005 | 88 | 51 | 55 | 21 | 83 | 76 | 67 | 75 | 57 | 42 | 89 | 9 | 89 |
| 2006 | 92 | 81 | 21 | 21 | 21 | 9 | 33 | 37,96 | 37,96 | 91 | 88 | 77 | 92 |

Sumber: Stasiun Depok / 36a – Depok/Pancoran Mas

Sebaliknya, berdasarkan oleh data dari Pemda Kabupaten Bogor, Kecamatan Cibinong yang terdapat di dalam Kabupaten Bogor bagian Utara, memiliki curah hujan rata-rata antara 2.150 – 2.650 mm/th, dimana jumlah hari dengan curah hujan yang terbanyak adalah 175 hari dalam setahun. Selain hal tersebut juga dapat dijelaskan bahwa pada Kecamatan Cibinong ini memiliki ketinggian 120 – 140 meter dari permukaan laut, dengan suhu maksimum 31°C dan suhu minimum 22°C.

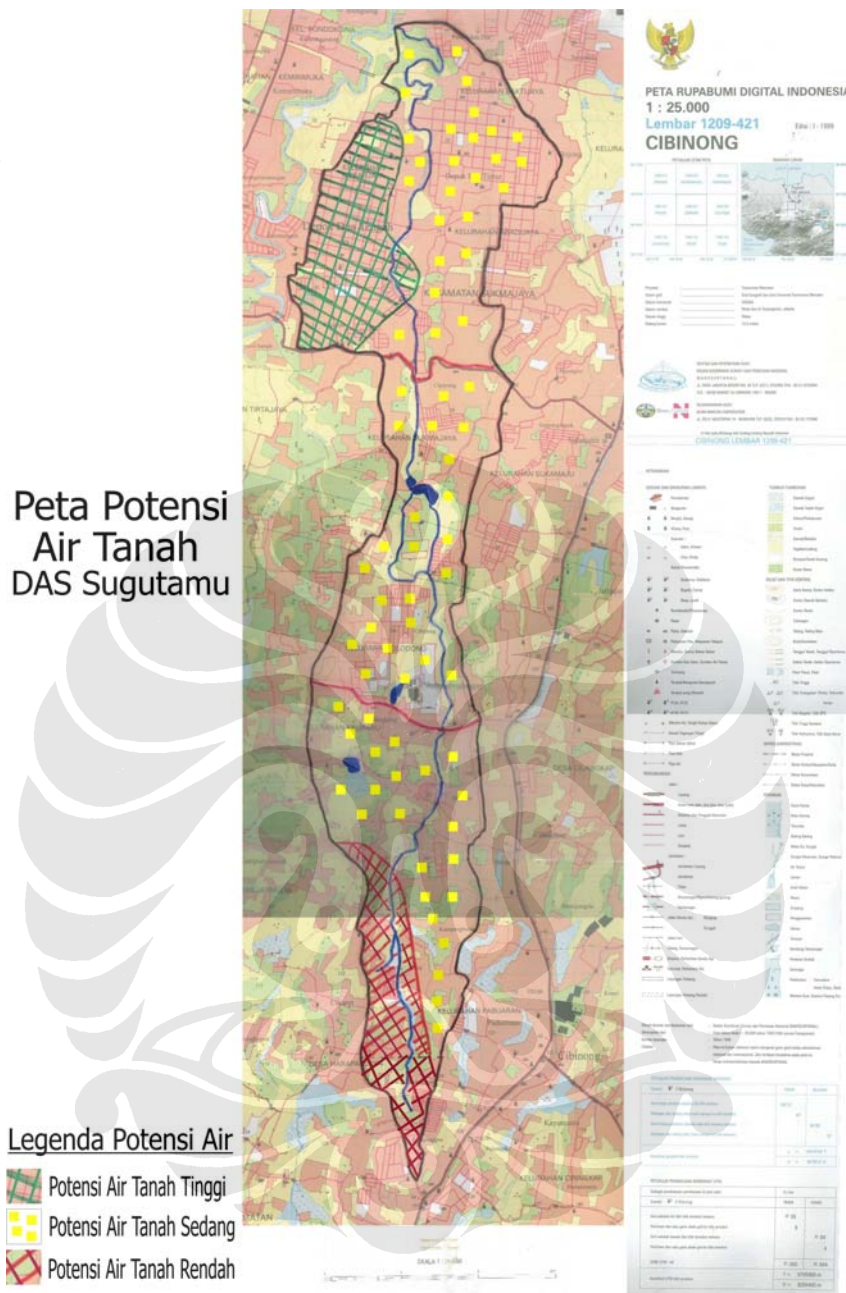
4.6 Hidrogeologi dalam Sub-DAS Sugutamu

Bersasarkan pada “Peta Potensi Air Tanah Berdasarkan Resistivity Bagian A dan Bagian B Daerah Sukmajaya Depok”, Skala 1:20.000, oleh Lembaga Teknologi Fakultas Teknik Universitas Indonesia 2005, sub-DAS Sugutamu, yang termasuk ke dalam wilayah Sungai Ciliwung Bagian Tengah, memiliki potensi air tanah sebagai berikut:

- Potensi air tanah tinggi
- Potensi air tanah sedang
- Potensi air tanah rendah

Penjelasan mengenai hal ini termuat di dalam Laporan Akhir (*Final Report*) dalam “Pekerjaan Pemetaan Akuifer Dan Air Tanah Kota Depok 2005”, oleh Lembaga Teknologi Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

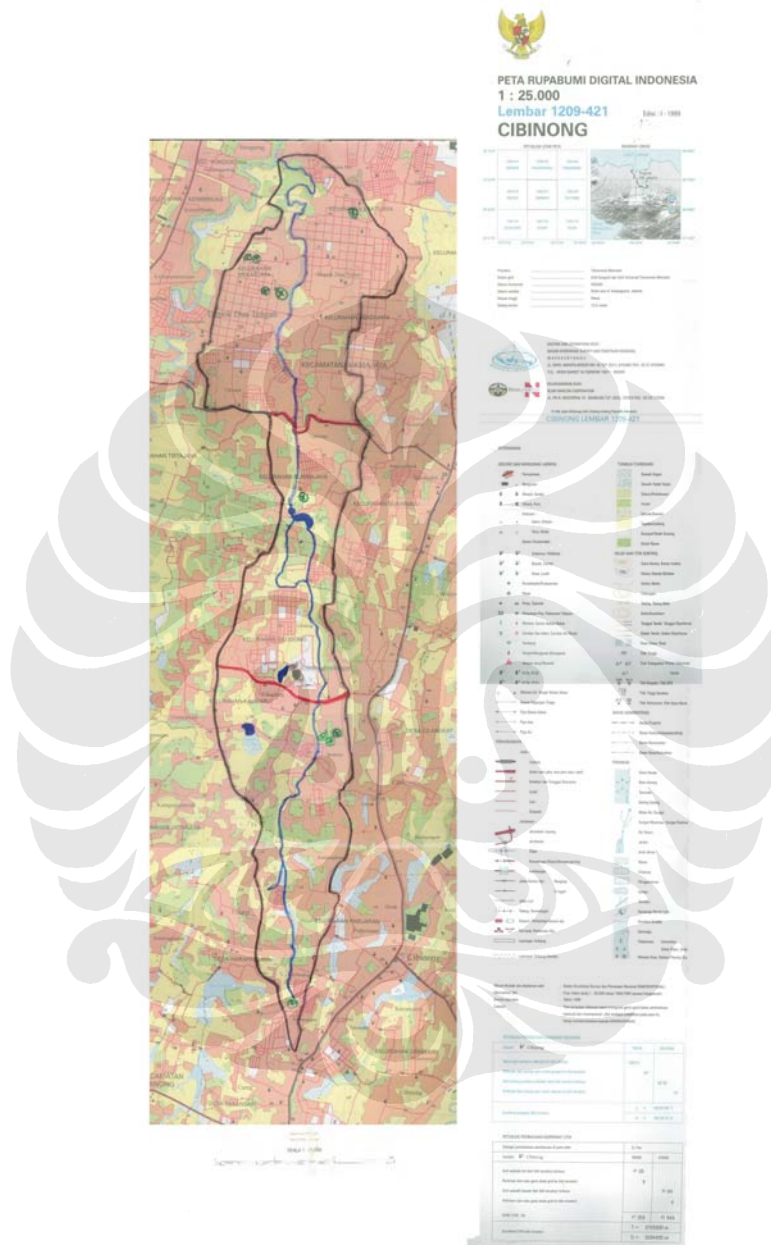
Sedangkan berdasarkan pada Peta Hidrogeologi Indonesia Skala 1:250.000, oleh Direktorat Geologi dan Tata Lingkungan 1986, Bandung, daerah keseluruhan Jakarta dan sekitarnya, terletak pada batas antara daerah dengan akuifer produktif tinggi dengan debit lebih dari 5 liter/detik, dan di daerah dengan akuifer produktif sedang dengan debit kurang dari 5 liter/detik. Berikut dapat dilihat kondisi hidrogeologis, dimana ditunjukkan dari potensi air tanah yang berdasarkan pada resistivity, yang terdapat pada sub-DAS Sugutamu, sebagai berikut:



4.7 Penggunaan Lahan dalam Sub-DAS Sugutamu

Penggunaan lahan yang terdapat pada sub-DAS Sugutamu adalah bervariasi, seperti sawah irigasi, sawah tadah hujan, kebun/perkebunan, hutan, semak/berlukur, tegalan/ladang, rumput/tanah kosong, hutan rawa, dan pemukiman beserta bangunan-bangunan lainnya. Sebaran penggunaan lahan ini

diperoleh dari Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar 1209-421 Cibinong (1999), yang mendominasi daerah sub-DAS Sugutmau, yang dapat dilihat pada peta tata guna lahan sub-DAS Sugutamu, sebagai berikut:



Gambar 4.4 Tata Guna Lahan Sub-DAS Sugutamu

Untuk menjelaskan perbedaan warna dari pembagian penggunaan lahan pada sub-DAS Sugutamu ini, dapat dilihat gambar keterangan penggunaan lahan sebagai berikut:



Gambar 4.5 Keterangan Penggunaan Lahan pada Sub-DAS Sugutamu

Dari peta tata guna lahan ini, dapat dilihat bahwa sub-DAS Sugutamu ini terbagi atas 3 (tiga) bagian yang terpisahkan oleh jalan raya, yang tergambar oleh garis dengan warna merah tebal. Pembagian wilayah sub-DAS Sugutamu ini menjadi sub-DAS Sugutamu bagian hulu, tengah, dan hilir.

Pada sub-DAS Sugutamu bagian hilir terlihat bahwa daerah ini terdominasi oleh permukiman, dimana dapat dilihat dengan bagian peta yang terdominasi oleh warna merah. Pada sub-DAS Sugutamu bagian tengah masih juga terdapat permukiman yang cukup besar persentasenya, tetapi juga terdapat beberapa bagian sub-sub-DAS yang merupakan lahan perkebunan, tegalan, dan juga tanah kosong. Sedangkan pada sub-DAS Sugutamu bagian hulu memiliki penggunaan lahan yang terdominasi oleh lahan perkebunan dan tegalan. Berarti pada sub-DAS Sugutamu ini, semakin ke hulu sub-DAS, daerah permukiman dalam sub-DAS semakin sedikit.

4.8 Kependudukan dalam Sub-DAS Sugutamu

4.8.1 Jumlah, Kepadatan dan Pertumbuhan Penduduk

Berdasarkan data dari Biro Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk Kota Depok telah meningkat dari tahun 1994 yaitu sebesar 812.003 jiwa, menjadi pada tahun 1998 sebesar 903.934 jiwa. Hal ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan penduduk Kota Depok sebesar 2,73 % pada rentang waktu 1994 hingga 1998. Dengan demikian laju pertumbuhan penduduk Kota Depok lebih tinggi daripada laju pertumbuhan penduduk Jawa Barat yaitu sebesar 1,99 %.

Sedangkan jumlah penduduk di Kabupaten Bogor tahun 2000 sebesar 3.489.746 jiwa dengan kepadatan penduduk rata-rata mencapai 1.065 jiwa per km². Laju pertumbuhan penduduk pertahun selama periode tahun 1990-1999 adalah 1,76 % dan mengalami penurunan pada tahun 1999 menjadi 1,37 %.

4.8.2 Sosial-Ekonomi Penduduk

Perkembangan penduduk di Kota Depok dipengaruhi oleh semakin banyaknya masyarakat yang bekerja di Jakarta dan memilih tinggal di Kota Depok akibat adanya pusat-pusat pendidikan, seperti Universitas Indonesia dan Universitas Gunadarma. Selain itu, di Kota Depok sekarang juga banyak terlihat perkembangan dari pusat-pusat pembelanjaan, seperti Toko Buku Gramedia, ITC Depok, Depok Town Square, dan Margo City, beserta adanya perkembangan dari perumahan-perumahan baru yang memiliki nilai jual tanah dan bangunan yang jauh lebih murah dibandingkan dengan tinggal di Jakarta. Hal-hal inilah yang membuat orang lebih memilih untuk tinggal di Kota Depok.

Berbeda dengan Kota Depok, di Kecamatan Cibinong jika dilihat dari aspek ekonomi penduduk, menggunakan lahan yang dimilikinya lebih fokus pada perkembangan produksi pangan, penganekaragaman pangan, untuk penumbuhkembangan sentra-sentra produksi, penumbuhkembangan teknologi produksi tanaman pangan, dan penumbuhkembangan benih/bibit bermutu tinggi pada tanaman pangan, melalui Program Prioritas

Pembangunan di Kabupaten Bogor yang akan dikembangkan oleh penda setempat. Oleh karena itu penghunian penduduk di Kecamatan Cibinong lebih sedikit dibandingkan dengan di bagian sub-DAS Sugutamu bagian Kota Depok.

4.8.2.1 Tingkat Pendapatan Penduduk

Di dalam sub-DAS Sugutamu yang terdiri atas sebagian dari Kota Depok dan sebagian lagi yang terletak pada Kecamatan Cibinong, Kabupaten Bogor, maka diperlukan untuk mengetahui juga tingkat pendapatan perkapita penduduk dari kedua daerah ini.

Jika mengacu pada laporan dari Badan Pengembangan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) berjudul "Status Lingkungan Hidup Propinsi Jawa Barat: Kabupaten Bogor", tingkat pendapatan perkapita Kabupaten Bogor pada tahun 1991 adalah sebesar Rp. 388.359 dan pada tahun 1998 meningkat menjadi sebesar Rp. 1.257.908. Pertumbuhan tingkat pendapatan perkapita untuk tahun 1994-1997 adalah 4-5%. Tetapi, angka ini masih berada di bawah pertumbuhan pendapatan perkapita Propinsi Jawa Barat, dimana pada tahun 1994 adalah sebesar Rp.1.439.032 dan pada tahun 1997, meningkat menjadi Rp.1.759.080.

Pada tahun 2003, berdasarkan pada data dari Bank Pembangunan Daerah (BPD) Propinsi Jawa Barat yang bekerjasama dengan Badan Pusat Statistik (BPS) Propinsi Jawa Barat, pendapatan perkapita penduduk di kabupaten dan kota di Propinsi Jawa Barat secara keseluruhan, dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.4 Tingkat Pendapatan Perkapita Per Bulan Penduduk di Kabupaten dan Kota di Provinsi Jawa Barat

| No. | Kabupaten/Kota | Berdasarkan Harga Konstan (Rp.) | Berdasarkan Harga Berlaku (Rp.) | Jumlah Rumah Tangga (KK) |
|-----|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | Kabupaten: | | | |
| 1. | Bogor | 1.226.140,09 | 3.415.341,04 | 851.962 |
| 2. | Sukabumi | 1.166.189,88 | 3.456.656,04 | 563.773 |
| 3. | Bandung | 1.700.542,13 | 5.844.911,79 | 1.098.540 |
| 4. | Garut | 1.090.134,89 | 3.468.386,55 | 508.174 |
| 5. | Tasik | 1.077.040,61 | 3.411.547,43 | 564.045 |
| 6. | Ciamis | 1.322.123,79 | 4.160.887,42 | 484.328 |
| 7. | Kuningan | 974.545,91 | 2.464.339,42 | 254.164 |
| 8. | Cirebon | 862.625,06 | 2.698.861,91 | 480.989 |
| 9. | Majalengka | 1.072.417,74 | 3.006.302,03 | 325.948 |
| 10. | Sumedang | 1.126.881,73 | 3.483.558,92 | 289.277 |
| 11. | Indramayu | 1.130.041,22 | 3.655.965,00 | 448.516 |
| 12. | Subang | 1.376.548,81 | 3.848.208,16 | 393.337 |
| 13. | Purwakarta | 2.827.369,13 | 7.961.610,06 | 186.290 |
| 14. | Karawang | 1.734.306,20 | 6.084.187,09 | 494.158 |
| 15. | Bekasi | 5.092.906,08 | 18.718.678,33 | 441.114 |
| | Kota: | | | |
| 16. | Bogor | 1.352.293,30 | 3.467.915,09 | 177.933 |
| 17. | Sukabumi | 2.030.112,93 | 5.274.046,89 | 65.704 |
| 18. | Bandung | 3.012.261,37 | 9.478.757,70 | 595.408 |
| 19. | Cirebon | 5.465.536,74 | 17.026.905,58 | 66.824 |
| 20. | Bekasi | 2.032.528,44 | 6.008.346,14 | 423.298 |
| 21. | Depok | 1.170.577,41 | 3.897.794,94 | 289.902 |
| | TOTAL | | | 9.103.664,00 |

Sumber: BPD Provinsi Jawa Barat Kerjasama dengan BPS, Tahun 2003

Perbedaan antara harga konstan dengan harga berlaku ialah harga konstan merupakan nilai pendapatan yang berdasarkan atas nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga yang berlaku pada satu tahun tertentu saja sebagai dasar, sedangkan harga berlaku merupakan nilai pendapatan yang berdasarkan atas nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga yang berlaku pada setiap tahun.

Dari tabel tersebut, terlihat bahwa pada tahun 2003, pendapatan perkapita per bulan penduduk dari Kabupaten Bogor berdasarkan harga konstan, yaitu sebesar Rp.1.226.140,09, dimana

nilai ini adalah lebih besar sedikit dibandingkan yang dihasilkan oleh penduduk dari Kota Depok, yaitu sebesar Rp.1.170.577,41.

Jadi untuk mewakili keadaan tingkat pendapatan di wilayah sub-DAS Sugutamu, yang terdiri dari sebagian Kabupten Bogor dan sebagian Kota Depok, berdasarkan harga konstan menurut tabel diatas, maka jumlah tingkat pendapatan per kapita yang mewakili wilayah sub-DAS Sugutamu pada tahun 2003, adalah nilai rata-rata dari kedua daerah ini, yaitu sebesar Rp.1.198.358,75 per kapita.

4.8.3 Sebaran Genangan pada Sub-DAS Sugutamu

Salah satu masalah yang dapat terciptakan oleh sebab karakteristik fisik lahan dan juga akibat penggunaan lahan dan kepadatan penduduk pada sub-DAS Sugutamu adalah adanya beberapa kawasan yang menjadi kawasan rawan genangan. Penyebab lain terjadinya genangan adalah karena tingginya curah hujan, kurangnya kemampuan saluran air untuk mengalirkan air, penyempitan saluran, lokasi genangan berelevasi rendah, serta adanya hambatan pada badan sungai.

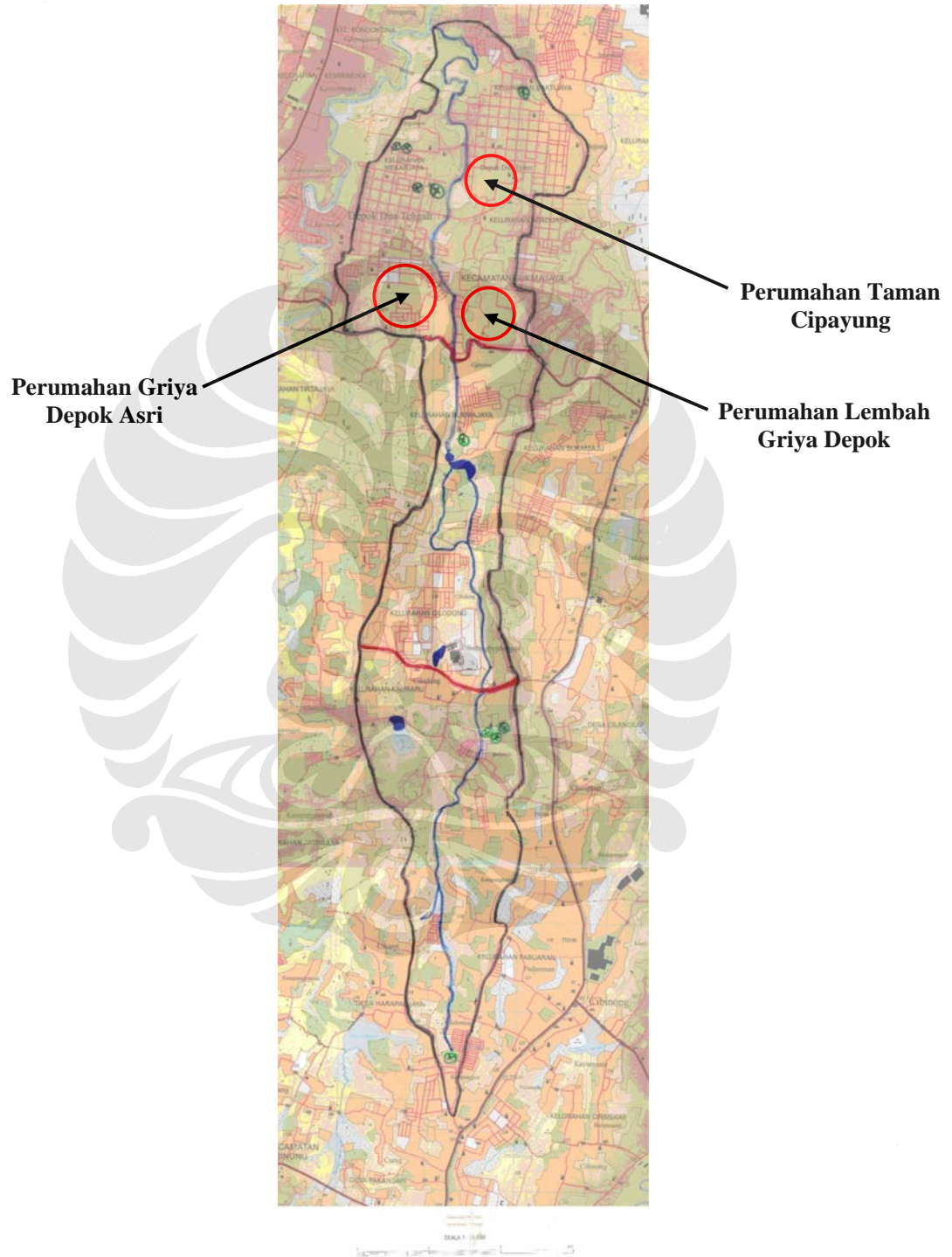
Lokasi-lokasi rawan genangan ini dapat terlihat pada sub-DAS Sugutamu dalam daerah Kota Depok dimana kepadatan penduduknya lebih tinggi dibandingkan dengan sub-DAS Sugutamu bagian Kecamatan Cibinong, yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.5 Daerah Genangan Air / Rawan Banjir dalam Sub-DAS Sugutamu Bagian Kota Depok

| Lokasi | Luas (Ha) | Tinggi (m) | Frekuensi/Tahun |
|-----------------------------|-----------|------------|-----------------|
| Kecamatan Sukmajaya: | | | |
| Perumahan Griya Depok Asri | 4 | 1 | Tinggi |
| Perumahan Taman Cipayung | - | - | |
| Perumahan Lembah Griya | - | - | |

Sumber: Bappeda Kota Depok, 2002

Berikut dapat dilihat lokasi-lokasi dari titik-titik genangan tersebut pada peta sub-DAS Sugutamu sebagai berikut:



Gambar 4.6. Lokasi Titik-titik Genangan pada sub-DAS Sugutamu

BAB 5

APLIKASI PENGUJIAN

'WATER BALANCE MODEL'

Perubahan 'Water Balance Model Menjadi 'Water Balance Model Powered by QUALHYMO'

Seperti yang telah dibahas pada **Bab II**, bagian **2.3 Aplikasi Rainwater Management dengan Menggunakan 'Water Balance Model'**, telah dikenalkan alat analisa permodelan untuk menghitung keseimbangan air (*water balance*) dalam suatu kawasan yang akan dikembangkan. Pada bulan Mei 2008 lalu, *Water Balance Model (WBM)* yang dapat diakses pada *website* www.waterbalance.ca, telah menjalani suatu perubahan (*upgrade*) sistem analisa, dengan mengintegrasikan suatu program permodelan kualitas hidrologi suatu daerah tinjauan, yang bernama *QUALHYMO (QUALity HYdrologic MOdel)*. Program yang baru ini dikenal dengan istilah "The New Water Balance Model" (*Water Balance Model yang Baru*) atau dengan nama resminya yang bernama "The Water Balance Model Powered by QUALHYMO" (*Water Balance Model yang Digerakkan oleh QUALHYMO*).

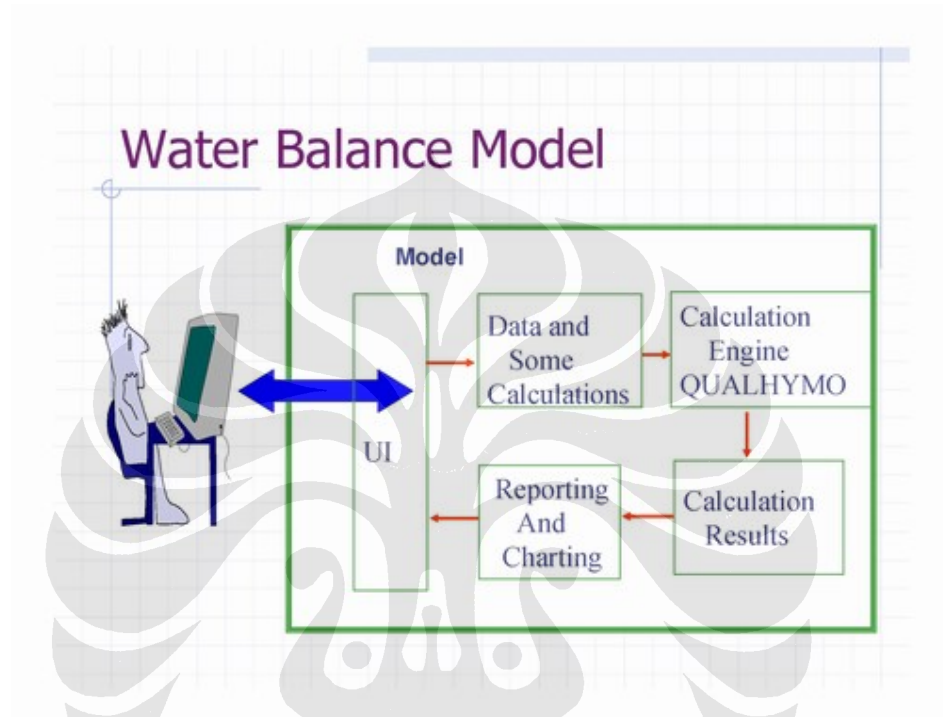
Water Balance Model yang baru ini akan mengintegrasikan kemampuan simulasi hidrologis yang kuat yang dimiliki oleh *QUALHYMO*, dengan memberikan tampilan yang standar dari hasil perhitungannya yang sudah dimiliki oleh *Water Balance Model* yang lama.

Permodelan *QUALHYMO* itu sendiri merupakan suatu mesin perhitungan yang beroperasi untuk menghitung aspek-aspek hidrologis dengan konsisten dan dapat dipercaya. Tampilan yang baru dari program ini akan memberikan kemampuan untuk mengelola data yang sudah dimasukkan ke dalam program, agar pengguna program dapat membandingkan berbagai skenario penggunaan lahan dan pengembangan skenario proyek yang bervariasi.

Keuntungan yang paling utama dari program '*Water Balance Model* yang baru' ini adalah terhadap berbagai strategi dan metodologi implementasi alternatif yang dapat dikembangkan, beserta dengan fokus kepada berbagai macam detail desain yang tersedia untuk mencapai hasil yang diinginkan.

5.1.1 Komponen Fungsi dari 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'

Berikut dapat dilihat komponen-komponen fungsi utama dari permodelan 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' dalam gambar sebagai berikut:



Gambar 5.1 Komponen-komponen Fungsi dari 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁴²

Kelima komponen fungsi dari program 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' adalah sebagai berikut:

- **User Interface (UI) (Masuk):** Tempat pengguna dapat berkomunikasi dengan komputer. Disini adalah tempat untuk memasukkan data dan tempat dimana hasil akan keluar. Komponen ini terdiri dari berbagai layar yang tersusun secara seri dimana data masuk, dan berbagai halaman seri hasil output.

⁴² An Introduction to the Components that Comprise the "Water Balance Model powered by QUALHYMO". Diakses 14 Juni 2008, dari Water Balance Model – Canada Homepage. <http://beta.waterbalance.ca/index.asp?sid=7&id=31&type=single>

- **Data and Some Calculation (Data dan Beberapa Perhitungan):** Data yang dimasukkan akan lalu diproses. Komponen ini akan menghitung waktu konsentrasi (T_c), akumulasi dari data DAS, perhitungan dari kontrol sumber (*source control*) yang dipilih dari tipe dan deskripsi fisik (tingkat infiltrasi, tingkat *discharge*, *storativity*, dll); pemilihan dari *discharge* untuk *exceedance comparison*; dan yang paling penting adalah persiapan file data yang dibutuhkan oleh *QUALHYMO*.
- **QUALHYMO Calculation Engine (Mesin Perhitungan QUALHYMO):** Berikutnya, mesin *QUALHYMO* akan melakukan perhitungan hidrologis dan *routing* pada tingkat lokasi, pengembangan atau DAS; dan menghasilkan ringkasan dari tingkatan, volume, dan kelebihan (*exceedance*) dari *discharge* yang dihasilkan.
- **Calculation Results (Hasil Perhitungan):** Komponen ini melakukan fungsi dari pengambilan hasil yang dibuat oleh model *QUALHYMO* untuk dibandingkan dengan berbagai skenario dalam proyek yang dibuat. Bagian ini juga akan melakukan perhitungan dari kekuatan arus dan erosi yang dapat terjadi, yang akan dilakukan oleh *Water Balance Model* itu sendiri.
- **Reporting and Charting (Laporan dan Grafik / Tabel):** Setelah proses perhitungan data dan data ekstrak telah selesai, bagian sistem ini akan mengambil semua hasil numerik dan memberikan hasil tabel dan grafik dalam suatu ringkasan untuk proyek dan perbandingan skenarionya.
- **User Interface (UI) (Keluar):** Terakhir, tampilan akan menampilkan data tabel dan grafik kepada pengguna program yang dapat digunakan untuk hasil laporannya.

5.1.2 Definisi Tipe-tipe Proyek yang dapat Dibuat dalam Program

Hal pertama yang harus dilakukan oleh pengguna program adalah untuk memilih tipe proyek (*Project Type*) yang akan mewakili aplikasi dari proyek yang akan dibuat. Sampai dengan tahap ini, 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' menghasilkan 4 (empat) tipe aplikasi model drainase. Tipe-tipe proyek ini dijelaskan sebagai berikut:

- **Site (Lokasi):** Lokasi ini dapat terletak dimana saja dalam suatu DAS, dimana merupakan suatu tahap pembangunan, dan dapat mewakili apa yang sudah dibuat oleh *Water Balance Model* yang asli.
- **Development Area without a Stream (Daerah Pengembangan tanpa Aliran Air):** Lokasi ini didefinisikan sebagai penggabungan dari beberapa *site* (seperti subdivisi yang kecil), tetapi tidak terdapat drainase langsung kepada suatu aliran air (*stream*) yang dekat keberadaannya. Tipe aplikasi ini juga merupakan suatu perwakilan dari *Water Balance Model* yang asli.
- **Development Area with a Stream (Daerah Pengembangan dengan Aliran Air):** Ini didefinisikan sebagai penggabungan dari beberapa *site* (seperti subdivisi yang kecil), dan terdapat drainase langsung kepada suatu aliran air (*stream*) didalam daerah pengembangannya karena ini adalah suatu hal yang penting dalam suatu skenario aplikasi model.
- **Watershed with a Stream (DAS dengan Aliran Air):** Ini didefinisikan sebagai suatu daerah pengembangan yang besar di dalam suatu DAS yang lebih besar, atau suatu bagian kecil dalam suatu DAS. Ini dapat merupakan suatu perumahan. Model yang ini dapat mengizinkan 2 (dua) sub-DAS dalam suatu DAS yang dimodelkan.

5.1.3 Kemampuan Model 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'

'Water Balance Model powered by QUALHYMO' memberikan kemampuan kepada pengguna model untuk mensimulasikan 4 (empat) situasi yang mengintegrasikan suatu lokasi (*site*) dengan DAS dan aliran air (*stream*) yang ada di dalam lokasi tersebut. Keempat situasi ini mewakili tingkatan berikutnya dalam evolusi definisi dan aplikasi dari berbagai kontrol sumber (*source control*) untuk volume limpasan air hujan (*rainwater runoff volume*) dan tingkat reduksi (*reduction rate*) untuk menyamakan dengan datumnya (*baseline*) setelah dan/atau sebelum kondisi-kondisi pembangunan suatu daerah. Keempat situasi ini adalah sebagai berikut:

- *Site Surface Alteration* (Pengubahan Permukaan Lokasi)
- *Site Controls with Baseflow Discharge* (Kontrol Lokasi dengan *Discharge* Aliran Dasar)
- *Detention Pond Storage* (Penyimpanan Kolam Detensi)
- *Stream Erosion* (Erosi Aliran)

Aplikasi *Site Surface Alteration* (Pengubahan Permukaan Lokasi) dapat mewakili kemampuan garis dasar (datum) dari *Water Balance Model* yang asli, sedangkan yang tiga lainnya mewakili kemampuan nilai-tambah yang merupakan hasil integrasi dengan *QUALHYMO*. Aplikasi *Stream Erosion* (Erosi Aliran) membedakan *Water Balance Model* yang baru ini dengan program *QUALHYMO* saja.

5.1.4 Tahap Pelaksanaan dalam Menjalani 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'

Tahap-tahap pelaksanaan dalam menggunakan 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' dapat dilihat sebagai berikut:

1. *Configure Catchments* (Membuat DAS)
2. *Configure Surface Enhancements* (Membuat Peningkatan Permukaan)
3. *Configure Source Controls with Baseflows* (Membuat Kontrol Sumber dengan Aliran Dasar)

4. *Configure Off-Site Storage* (Membuat Penyimpanan *Off-Site*)
5. *Configure Stream* (Membuat Aliran)

Kedua tahapan yang pertama adalah sesuai dengan kemampuan dari *Water Balance Model* yang asli, sebagai alat untuk tingkat-perencanaan. Ketiga tahapan yang terakhir adalah kemampuan nilai-tambah yang merupakan hasil dari integrasi tampilan *Water Balance Model* yang asli dengan mesin hidrologis *QUALHYMO*.

Tahapan tersebut akan dijelaskan dengan lebih lengkap sebagai berikut:

➤ Tahap 1: *Configure Catchments*

Suatu daerah *catchment* (sub-DAS) merupakan daerah yang menjadi fokus pengguna. Daerah ini dapat berupa suatu daerah yang kecil seperti satu petak atau lokasi, atau juga dapat merupakan suatu lokasi pengembangan yang lebih besar, atau juga dapat mewakili satu DAS yang besar.

➤ Tahap 2: *Configure Surface Enhancements*

Berbagai metode reduksi volume *runoff* air hujan (atau fasilitas '*Low Impact Development*') dapat dinilai dengan menggunakan parameter DAS yang dirubah yang dapat menjelaskan kondisi permukaan dari DAS tersebut. Fasilitas LID (*Low Impact Development*) yang ditujukan untuk menangkap air hujan dan mengurangi *runoff* terdiri dari kondisi permukaan yang ditingkatkan atau ditambahkan, yang meliputi antara lain:

- *Absorbant landscape*
- *Pervious Paving*
- *Infiltration Swale – Without Underdrain*
- *Rain Garden – Without Underdrain*
- *Box Planter – Without Underdrain*
- *Infiltration Trench*

Perubahan dari kondisi permukaan seperti tingkatan kedap air yang ditingkatkan seperti ini, dapat juga dianalisa dengan menggunakan metode-metode ini.

Tingkatan kedap air adalah peningkatan (atau perubahan), jika positif atau negatif. Salah satu metode untuk mengurangi dampak tersebut adalah untuk mengurangi nilai ini, oleh karena itu perubahan dalam tingkat kedap air dapat merupakan suatu peningkatan yang positif. Pengurangan dari *runoff* dapat dilakukan semudah mengurangi luasan yang ditinjau atau dengan memperkenalkan perkerasan yang dapat dilalui oleh air.

➤ Tahap 3: *Configure Source Controls with Baseflow*

Sistem kontrol sumber (*source controls*) akan mempengaruhi *runoff* permukaan dan berperan setelah nilai-nilai *Surface Enhancements* (Peningkatan Permukaan) dimasukkan dan menghasilkan suatu nilai *runoff* permukaan. Fasilitas-fasilitas kontrol *runoff* atau LID ini menyediakan kontrol terhadap debit keluar (*discharge*) atau mengurangi volume *runoff* permukaan yang diikuti dari perhitungan dari hidrologi DAS.

Sistem-sistem ini biasanya meliputi volume penyimpanan dan juga dapat meliputi infiltrasi kepada tanahnya. Infiltrasi ini akan ditambahkan dengan infiltrasi permukaan yang dihitung untuk DAS yang ditinjau.

Kontrol sumber yang diliputi disini ialah:

- *Infiltration Swale – With Underdrain*
- *Green Roof – With Underdrain*
- *Rain Garden – With Underdrain*
- *Infiltration Pond*
- *Box Planter – With Underdrain*

Kunci dari analisa tipe LID ini adalah untuk mengurangi *runoff* permukaan setelah terjadi dengan menyediakan volume untuk menyimpannya.

➤ Tahap 4: Configure Off-Site Storage

Off-Site storage (penyimpanan *off-site*) adalah dalam bentuk *detention pond* (kolam detensi) yang berfungsi untuk memberi batasan *discharge* kepada sistem drainase hilirnya atau aliran air di hilirnya. Sistem-sistem ini biasanya diletakkan pada suatu tingkat daerah kompleks perumahan, atau secara regional. Tidak diletakkan pada tingkat lokasi (*site*).

➤ Tahap 5: Configure Stream

Untuk mendefinisikan suatu bagian aliran (*stream*) yang khas (*typical*), atau kritis, dapat memberikan suatu kemungkinan asal energi yang tersedia yang dapat menyebabkan erosi pada alirannya (*stream erosion*).

5.1.5 Kategori Pengguna dalam 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'

British Columbia Inter-Governmental Partnership (Kerjasama Inter-Pemerintah *British Colombia*) telah menetapkan 3 (tiga) kategori untuk pengguna model, masing-masing yang memiliki tingkatan akses yang berbeda kepada berbagai fitur yang dimiliki oleh 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'. Kategori pengguna ini adalah sebagai berikut:

1. **General User (Pengguna Umum):** Memiliki akses terbatas yang tidak fleksibel untuk merekayasa DAS yang dimodelkan, dan akan memiliki keterbatasan kepada nilai-nilai *default* (standar dalam model) untuk parameter-parameter input, termasuk data iklim.
2. **Paying Subscriber (Pelanggan yang Membayar):** Dapat berupa perseorangan, perusahaan, atau grup yang membayar iuran tahunan untuk jasa, yang akan mendapatkan akses yang

terlindungi dengan kata sandi, yang akan memberikan fleksibilitas yang cukup untuk memasukkan nilai-nilai yang sesuai dengan keinginan pengguna untuk beberapa parameter input. [Pelanggan yang Membayar akan dapat akses kepada database tanah (*soils*) dan penggunaan lahan (*land use*) untuk semua mitra propinsi.]

- 3. Project Partner (Mitra Proyek):** Mendapatkan akses yang terlindungi oleh kata sandi dan fleksibilitas yang leluasa untuk merekayasa database yang ada untuk parameter input dalam program permodelan.

Matrix yang dapat menjelaskan semua informasi untuk akses dari kategori-kategori ini dapat dilihat pada *Tiered Access Protocol*, pada bagian Lampiran.

5.1.6 Perbedaan antara 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' dengan QUALHYMO itu Sendiri

QUALHYMO itu sendiri merupakan suatu program perhitungan hidrologis yang dikembangkan pertama kali pada tahun 1983 oleh Dr. Charles Rowney untuk pengembangan metodologi analisa kolam detensi air hujan dalam pengendalian kualitas, yang dibiayai oleh Kementerian Lingkungan (*Ministry of Environment*) di Kanada. *QUALHYMO* menyertakan beberapa konsep yang dikembangkan oleh beberapa program pendahulunya seperti permodelan *HYMO* dan *OTTHYMO*. Tetapi *QUALHYMO* sangat berbeda dengan permodelan yang lainnya ini sebab mempunyai kemampuan untuk mensimulasikan penciptaan dan *routing* dari polutan, pencairan salju, tanah beku-mencair, erosi *in-stream*, dan orientasinya menuju simulasi yang menerus.

Pada program permodelan 'Water Balance powered by *QUALHYMO*', tidak semua fitur yang tersedia pada program *QUALHYMO* tersedia dalam program ini. *QUALHYMO* itu sendiri dapat diakses melalui link dalam situs *Water Balance Model* di <http://www.waterbalance.ca>, atau secara langsung pada situs <http://QUALHYMO.watertoolset.com>.

Ilustrasi Penggunaan 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'

Dalam menganalisa suatu lokasi penelitian yang akan dimodelkan di dalam 'Water Balance Model powered by QUALHYMO', diperlukan data mengenai bagian daerah aliran sungai (DAS) yang akan diteliti. DAS yang akan diteliti tersebut dapat berada di seluruh bagian bumi ini, asalkan data hujan dari daerah yang akan ditinjau tersebut dimasukkan ke dalam program terlebih dahulu, sebelum melanjutkan kepada bagian analisa yang berikutnya. Dalam sub-bab ini, akan dibahas mengenai proses seleksi daerah tinjauan yang akan dimodelkan dan dianalisa dalam program 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' sebagai berikut.

5.2.1 Menentukan Sub-Catchment Secara Umum Yang Akan Ditinjau

Dalam memilih *sub-catchment* yang akan ditinjau, sangatlah bergantung pada Kategori Pengguna 'Water Balance Model powered by QUALHYMO', seperti yang sudah dibahas pada sub-bab 5.1.5, dimana pengguna model diikutsertakan didalamnya. Hal ini disebabkan oleh karena dengan tingkatan yang lebih, pengguna akan mendapatkan akses yang lebih leluasa dalam menggunakan model. Untuk keterbatasan dari masing-masing kategori, dapat dilihat pada *Tiered Access Protocol*, pada bagian Lampiran. Oleh karena penulis hanya terbatas menjadi *General User* (Pengguna Umum), maka data yang dapat dikelola di dalam program 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' ini hanya terbatas pada data input yang *default*, yang sudah ditentukan terlebih dahulu oleh pengembang program, seperti data iklim (*climate data*) atau data hujan, dan juga tidak mempunyai akses untuk menambahkan data umum lainnya seperti data tanah (*soils*), penggunaan lahan (*land use*), dan kondisi permukaan (*surface conditions*), yang tidak merupakan data *default* di dalam program permodelan tersebut. Oleh karena itu, penulis sebagai pengguna program *general user* hanya dapat mengembangkan data *default* yang sudah disediakan oleh pengembang program.

5.2.2 Proses Memasukkan Data ke dalam Program 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'

Dalam program 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' tersebut, terdapat beberapa hal yang harus dilakukan sebelum dapat memasukkan data ke dalam program dan menganalisa data tersebut.

Secara umum, program permodelan ini hanya difokuskan untuk daerah pengembangan dari berbagai propinsi dalam negara Kanada saja. Hal ini dapat dilihat pada layar program permodelan 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' yang utama, setelah pertama kali masuk ke dalam situs www.waterbalance.ca, yang dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 5.2 Tampilan Awal dalam Situs www.waterbalance.ca⁴³

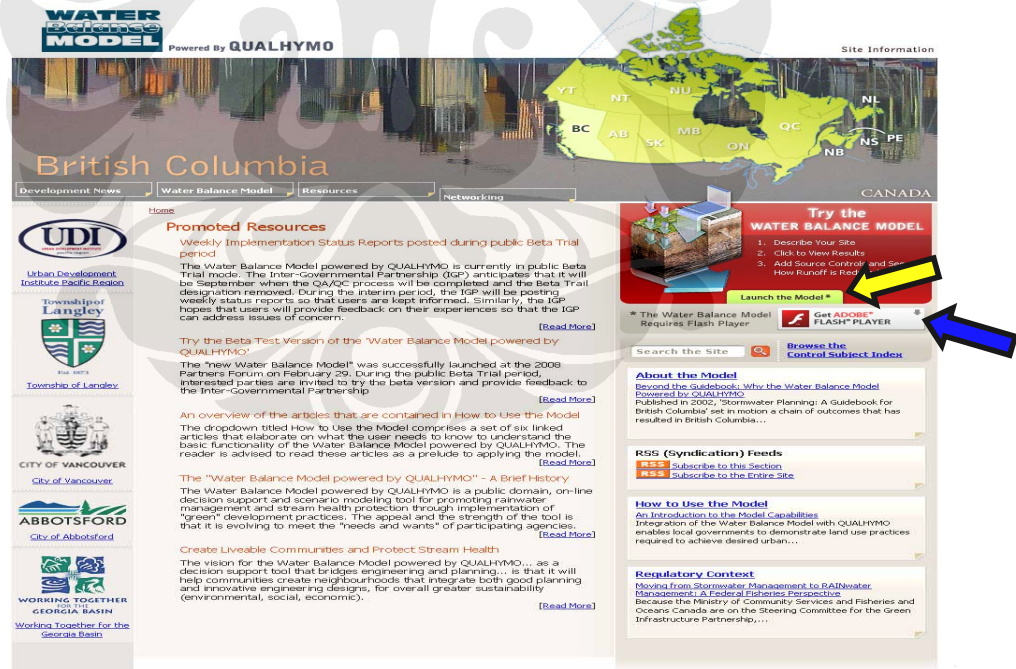
⁴³ Situs "Water Balance Model powered by QUALHYMO – Canada Homepage". Diakses 14 Juni 2008, dari Water Balance Model – Canada Homepage. <http://www.waterbalance.ca>

Hal pertama kali yang harus dilakukan setelah masuk ke dalam situs www.waterbalance.ca, adalah untuk memilih salah satu dari gambar propinsi di Kanada, seperti yang terlihat pada bagian atas pada **Gambar 5.1**.

Propinsi-propinsi yang terdapat di dalam negara Kanada, seperti yang terlihat pada gambar, adalah sebagai berikut:

- British Columbia (BC)
- Alberta (AB)
- Saskatchewan (SK)
- Manitoba (MB)
- Ontario (ON)
- Quebec (QC)
- Newfoundland (NL)
- Pronic Edward Island (PE)
- New Brunswick (NB)
- Nova Scotia (NS)
- Yukon Territory (YT)
- Northwest Territories (NT)
- Nunavut (NU)

Setelah memilih salah satu propinsi tersebut, akan dihubungkan dengan situs propinsi tersebut pada layar yang baru, seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 5.3 Tampilan Situs Propinsi dari 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁸⁵

⁸⁵ Situs Propinsi British Colombia (BC) dari "Water Balance Model powered by QUALHYMO". Diakses 17 Juni 2008, dari *Water Balance Model – Canada Homepage*. <http://bc.waterbalance.ca/>

Setelah masuk ke dalam situs propinsi yang dipilih, sekarang dapat masuk ke dalam situs program permodelan 'Water Balance Model powered by QUALHYMO', dengan menekan tombol "Launch the Model*", yang terdapat pada kotak berwarna hijau terang, pada bagian pinggiran kanan layar yang terletak di dalam kotak yang berwarna merah. Tombol tersebut ditunjukkan dengan panah berwarna kuning, dalam **Gambar 5.3**.

Lalu, akan muncul layar 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' pada layar yang baru, yang beroperasi dengan menggunakan program **ADOBE Flash Player**. Jadi pengguna model harus memiliki program ini untuk dapat menjalankan program 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' tersebut. Jika pengguna / calon pengguna belum memiliki program tersebut, dapat di-download dengan menekan tombol "Get ADOBE Flash Player", yang ditunjukkan dengan panah berwarna biru dalam **Gambar 5.3**.

Tampilan program 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' terlihat seperti gambar berikut ini:

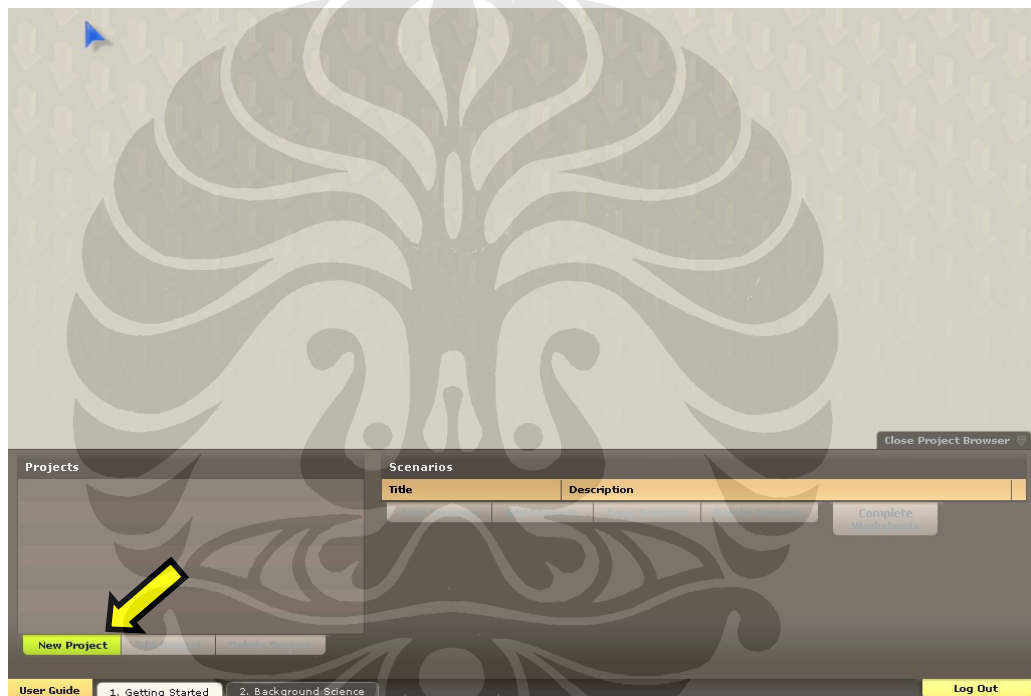


Gambar 5.4 Tampilan Situs Program WBM powered by QUALHYMO⁸⁶

⁸⁶ Situs Program "Water Balance Model powered by QUALHYMO". Diakses 17 Juni 2008, dari Water Balance Model powered by QUALHYMO. <http://QUALHYMO.lanarc.ca>

Dalam situs halaman ini, pengguna harus memasukkan *Username* (Nama Pengguna) dan *Password* (Kata Sandi) yang sudah dimiliki setelah ia mendaftar terlebih dahulu dengan menekan tombol “*Create a New Account*” (“Membuat Rekening Baru”) pada kotak berwarna hijau terang pada bagian bawah gambar yang ditunjukkan dengan panah berwarna kuning pada **Gambar 5.4**.

Setelah pengguna sudah “*Log In!*”, akan keluar tampilan utama program ‘*Water Balance Model powered by QUALHYMO*’. Halaman utama yang keluar adalah seperti gambar berikut:



Gambar 5.5 Tampilan Utama Situs Program *Water Balance Model powered by QUALHYMO*⁴⁶

Hal pertama yang harus dilakukan adalah menekan tombol “*New Project*” yang berwarna hijau terang, yang ditunjukkan dengan panah berwarna kuning pada **Gambar 5.5**. Selanjutnya akan keluar tampilan untuk membuat proyek baru, seperti yang terlihat pada gambar berikut:

⁴⁶ Halaman Utama Situs Program “*Water Balance Model powered by QUALHYMO*”. Diakses 17 Juni 2008, dari *Water Balance Model powered by QUALHYMO*. <http://QUALHYMO.lanarc.ca>

The screenshot shows a web-based form titled "Create a New Project". It contains several input fields and buttons. The "Name" field is empty. The "Brief Description" field is empty. The "Project Type" is set to "Site" with a "Change" button. The "Project Location" is set to "Albemi-Clayoquot" with a dropdown arrow. The "Climate Data" is set to "Comox" with a dropdown arrow. The "Start Date (MM/DD/YYYY)" is set to "01/01/1963" with a "Reset" button. The "End Date (MM/DD/YYYY)" is set to "12/31/1998" with a "Reset" button. The "Model Area" field is empty with a dropdown arrow set to "acres". At the bottom right, there are two buttons: "Create New Project" (green) and "Cancel" (orange).

Gambar 5.6 Tampilan *New Project (Proyek Baru)* dalam Situs Program 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁴⁷

Dalam bagian ini, harus diisi mengenai "Nama" (*NAME*) dan "Deskripsi Singkat" (*BRIEF DESCRIPTION*) bagian DAS yang akan dimodelkan, berikut dengan penjelasan mengenai "Tipe Proyek" (*PROJECT TYPE*), "Lokasi Proyek" (*PROJECT LOCATION*), "Data Iklim" (*CLIMATE DATA*), dan "Luas Model" (*MODEL AREA*) yang dapat dipilih dalam satuan *acres* atau meter kubik (m^3).

Untuk informasi mengenai "Nama" dan "Deskripsi Proyek", dapat dibuat sendiri; untuk bagian "Tipe Proyek" (*PROJECT TYPE*), dapat dipilih salah satu dari 4 (empat) pilihan yang ditawarkan, antara lain *Site* (Lokasi), *Development without a Stream* (Daerah Pengembangan tanpa Aliran), *Development with a Stream* (Daerah Pengembangan dengan Aliran), dan *Watershed with a Stream* (DAS dengan Aliran), seperti yang sudah dibahas pada sub-bab **5.1.2 Definisi Tipe-tipe Proyek yang dapat Dibuat dalam Program**; dan yang terakhir mengenai "Lokasi Proyek" dan "Data Iklim", harus dipilih dari salah satu lokasi yang sudah diberikan secara *default*, sebab dalam penggunaan program ini, penulis hanya sebagai *General User* (Pengguna Umum).

⁴⁷ Halaman Situs Program "Water Balance Model powered by QUALHYMO". Diakses 17 Juni 2008, dari Water Balance Model powered by QUALHYMO. <http://QUALHYMO.lanarc.ca>

Data *default* yang sudah diberikan dalam propinsi *British Colombia* (BC) untuk bagian *PROJECT LOCATION* (lokasi proyek) adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1 Daftar Kota dalam pilihan *PROJECT LOCATION* (Lokasi Proyek) di Propinsi *British Colombia* (BC)

| No. | Nama Kota | No. | Nama Kota |
|-----|----------------------------|-----|---------------------------------|
| 1. | Alberni-Clayoquot | 32. | Gonzales |
| 2. | Victoria | 33. | Cariboo |
| 3. | Central Coast | 34. | Central Kootenay |
| 4. | Central Okanagan | 35. | City of Kelowna |
| 5. | Columbia-Shuswap | 36. | Comox-Strathcona |
| 6. | City of Courtenay | 37. | Cumberland |
| 7. | Cowichan Valley | 38. | East Kootenay |
| 8. | Fraser Valley | 39. | City of Abbotsford |
| 9. | City of Chilliwack | 40. | Haney |
| 10. | Mission | 41. | Fraser-Fort George |
| 11. | Aldergrove | 42. | Bowen Island |
| 12. | Burnaby | 43. | City of Coquitlam |
| 13. | City of North Vancouver | 44. | City of Surrey |
| 14. | City of Vancouver | 45. | Cloverdale |
| 15. | District of Maple Ridge | 46. | District of North Vancouver |
| 16. | District of West Vancouver | 47. | District of Highlands |
| 17. | Fort Langley | 48. | Langley |
| 18. | Lions Bay | 49. | Municipality of Delta |
| 19. | New Westminister | 50. | Pitt Meadows |
| 20. | Port Coquitlam | 51. | Port Moody |
| 21. | Richmond | 52. | Steveston |
| 22. | Tsawwassen | 53. | Vancouver International Airport |
| 23. | White Rock | 54. | Kitimat-Stikine |
| 24. | Kootenay Boundary | 55. | Mount Waddington |
| 25. | Nanaimo | 56. | North Okanagan |
| 26. | North Rockies | 57. | Okanagan-Similkam |
| 27. | Peace River | 58. | Powell River |
| 28. | Skeena-Queen Charlotte | 59. | Squamish-Lillooet |
| 29. | Whistler | 60. | Stkine |
| 30. | Sunshine Coast | 61. | Gibsons |
| 31. | Thompson-Nicola | 62. | Kamloops |

Setelah memilih salah satu dari lokasi yang terdapat di dalam propinsi *British Colombia* (BC), maka harus pula dipilih salah satu dari *CLIMATE DATA* (data iklim) yang terdapat sebagai pilihan *default* dalam program 'Water Balance Model powered by *QUALHYMO*' ini.

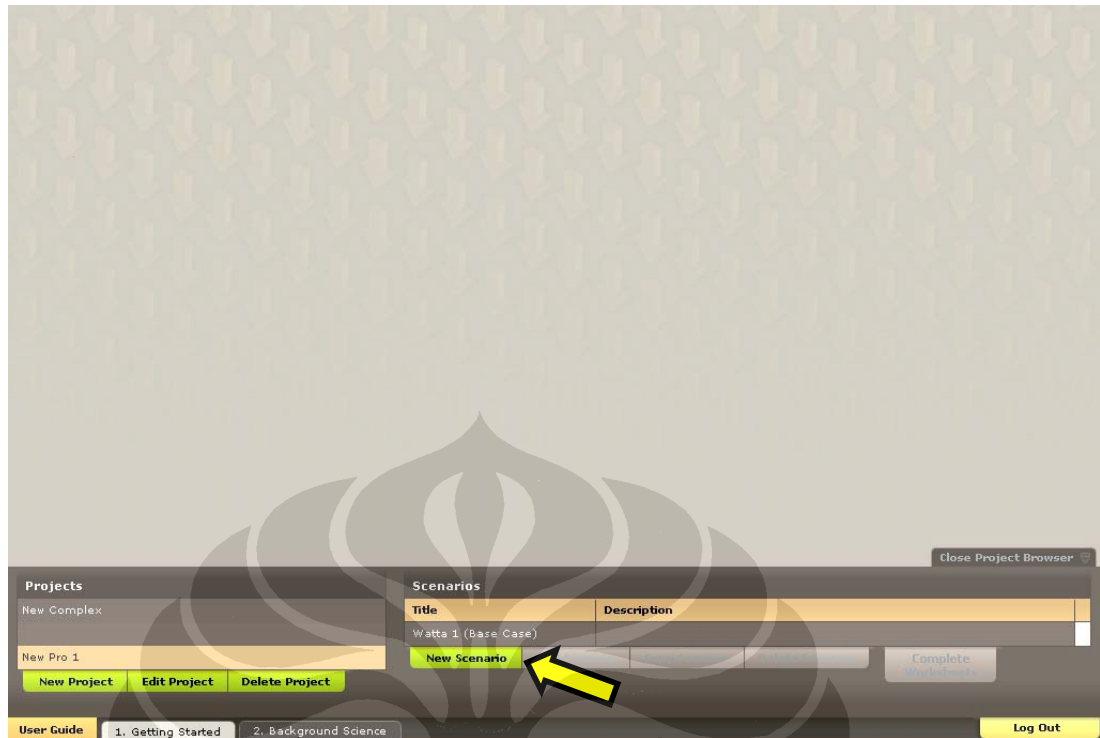
Dalam bagian *CLIMATE DATA*, pada saat ini pilihan *default* yang tersedia adalah suatu list berisi stasiun hujan yang tersebar dalam *British Colombia (BC)* saja. Kerjasama Inter-Pemerintahan (*Inter-Governmental Partnersihp*) mempunyai perencanaan jangka panjang untuk memperbanyak jumlah stasiun hujan dan kemudahan untuk mengaksesnya (*ease-of-access*). Untuk sementara waktu, Mitra Proyek (*Project Partners*) dan Pelanggan yang Membayar (*Paying Subscribers*) memiliki pilihan untuk meng-*upload* data iklim sendiri dengan membayar untuk jasa tersebut (*fee-for-service*).

Pada kotak kelima dan keenam, *START DATE* (Tanggal Awal) dan *END DATE* (Tanggal Akhir), dihasilkan secara otomatis pada saat pemilihan salah satu dari stasiun hujan yang berdasarkan pada cakupan data hujan yang tersedia. Pengguna juga memiliki pilihan untuk mengubah tanggal awal dan tanggal akhir, jika diperlukan untuk memilih suatu periode yang spesifik untuk analisisnya. Jika hal ini dilakukan, terdapat suatu tombol *RESET* (mengulang) untuk mengaktifkan kembali tanggal awal dan tanggal akhir yang asli. Pilihan stasiun hujan yang ditawarkan dalam propinsi *British Colombia* dalam bagian *CLIMATE DATA* (data iklim) ini, adalah sebagai berikut:

Tabel 5.2. Daftar Stasiun Hujan dalam pilihan *CLIMATE DATA* (Data Hujan) dalam 'Water Balance Model powered by *QUALHYMO*'

| Stasiun Hujan | Tanggal Awal | Tanggal Akhir |
|---------------|--------------|---------------|
| Comox | 01/01/1963 | 12/31/1998 |
| Langley | 01/01/1972 | 12/31/1985 |
| Surrey | 01/01/1964 | 12/31/1998 |
| Kwantlen | 01/01/1964 | 12/31/1998 |
| Calgary | 01/01/1960 | 12/31/1987 |

Setelah memilih salah satu stasiun hujan yang tersedia, akan keluar suatu tombol baru, dimana harus dibuat skenario yang baru (*NEW SCENARIO*). Tombol yang baru ini terletak pada bagian layar utama, seperti yang ditunjukkan dengan panah berwarna kuning pada gambar sebagai berikut:



Gambar 5.7 Lokasi Penekanan Tombol Skenario Baru (*NEW SCENARIO*) pada Tampilan Utama dalam Situs Program 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁴⁸

Selanjutnya, akan keluar tampilan layar untuk mengisi data dalam bagian *NEW SCENARIO* (Skenario Baru), seperti yang terlihat pada gambar sebagai berikut:

The image shows a 'Create a New Scenario' form. It has a yellow header with the title 'Create a New Scenario'. Below the header are two input fields: 'Name' and 'Brief Description'. At the bottom of the form are two buttons: a green 'Create New Scenario' button and an orange 'Cancel' button.

Gambar 5.8 Tampilan Tempat Pengisian Data dalam bagian *NEW SCENARIO* (Skenario Baru) pada 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁴⁹

⁴⁸ Op Cit

⁴⁹ Op Cit

Hal berikutnya yang harus dilakukan akan membawa pengguna untuk melihat tampilan baru dengan judul "Step 1. Configure Catchment". Tampilan pada bagian ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 5.9 Tampilan Tempat Pengisian Data dalam bagian STEP 1. CONFIGURE CATCHMENT (Tahap 1. Membuat DAS) pada 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁵⁰

Dalam bagian ini, harus diisi mengenai data umum DAS pada kotak berwarna hijau muda pada bagian atas kanan layar, yang berisi mengenai *Catchment Length* (Panjang DAS), *Area (%)* (Luas DAS dalam %), *High Elevation* (Elevasi Tinggi) dan *Low Elevation* (Elevasi Rendah), dan *Slope* (Kemiringan). Lalu, harus diisi *Native Soil Types* (Tipe Tanah Asli), *Land Uses* (Tata Guna Lahan), dan *Surface Conditions* (Kondisi Permukaan), seperti yang terdapat pada *Water Balance Model* yang lama. Bagian ini akan ditampilkan secara berurutan dari kiri ke kanan mulai dengan menekan tombol *ADD NATIVE SOIL TYPE* (Tambahkan Tipe Tanah Asli) seperti yang

⁵⁰ Op Cit

ditunjukkan dengan panah berwarna kuning pada **Gambar 5.9**. Setelah ketiga bagian ini diisi, akan terlihat seperti gambar sebagai berikut:

The screenshot displays the 'Configure Catchment' interface. On the left, there is a 'Step 1 Configure Catchment' section with explanatory text. The main area is divided into several sections: 'Worksite' with input fields for Catchment Length (200 m), High Elevation (100 m), Low Elevation (30 m), Area (100 %), Area (1200 sq. m), and Slope (0.35 m/m); 'Native Soil Types' with a table for 'Silty clay' (Area: 100 %, 1200 sq. m, Depth: 100 mm); 'Land Uses' with a table for 'Global - Commercial' (Area: 100 %, 1200 sq. m); and 'Surface Conditions' with sections for 'Impervious Cover', 'Rooftop - Building', and 'Impervious Paving', each with area input fields and 'Delete' buttons. A '0% Remaining' indicator is shown at the bottom of the surface conditions section. The bottom navigation bar includes buttons for 'Define New Land Use', 'Define New Surface Condition', 'Save', 'Add Surface Enhancements', and 'Check Results'. A status bar at the very bottom shows project details like 'Project: New Complex (Ottawa, 1200 sq. m)', 'Scenario: Cill Complex', and 'ID: 863_864'.

Gambar 5.10 Tampilan Pengisian Data dalam bagian **STEP 1. CONFIGURE CATCHMENT** (Tahap 1. Membuat DAS) Sesudah *Native Soil Types* (Tipe Tanah Asli), *Land Uses* (Penggunaan Lahan), dan *Surface Conditions* (Kondisi Permukaan) Sudah Diisi, pada 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁵¹

Dalam menjelaskan mengenai bagian DAS yang sedang dideskripsikan, jika terdapat tipe penggunaan lahan (*Land Use*) atau tipe kondisi permukaan (*Surface Condition*) yang tidak terdapat dalam tampilan pilihan tipe-tipe ini, maka dapat merekayasa sendiri tipe penggunaan lahan dan kondisi permukaan sesuai dengan bagian DAS yang ditinjau.

Untuk membuat data penggunaan lahan yang baru, dilakukan dengan menekan tombol *Define New Land Use* (Jelaskan Penggunaan Lahan Baru), yang ditunjukkan oleh panah berwarna biru, dan untuk membuat data kondisi permukaan yang baru, dilakukan dengan menekan tombol *Define New Surface Condition* (Jelaskan Kondisi Permukaan Baru), yang ditunjukkan oleh panah

⁵¹ Op Cit

berwarna hijau pada **Gambar 5.10**. Tampilan-tampilan yang akan keluar adalah sebagai berikut:

| Available Surface Conditions | Selected Surface Conditions | Area |
|------------------------------|-----------------------------|------|
| Impervious Paving | | |
| Grass-Park Setting | | |
| Grass-Building Lot | | |
| Grass-Shoulder | | |
| Forest | | |
| Absorbent Landscape Soil | | |

Gambar 5.11 Tampilan Tempat Pengisian Data dalam bagian *Define New Land Use* (Definisikan Penggunaan Lahan Baru) pada 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁵²⁾

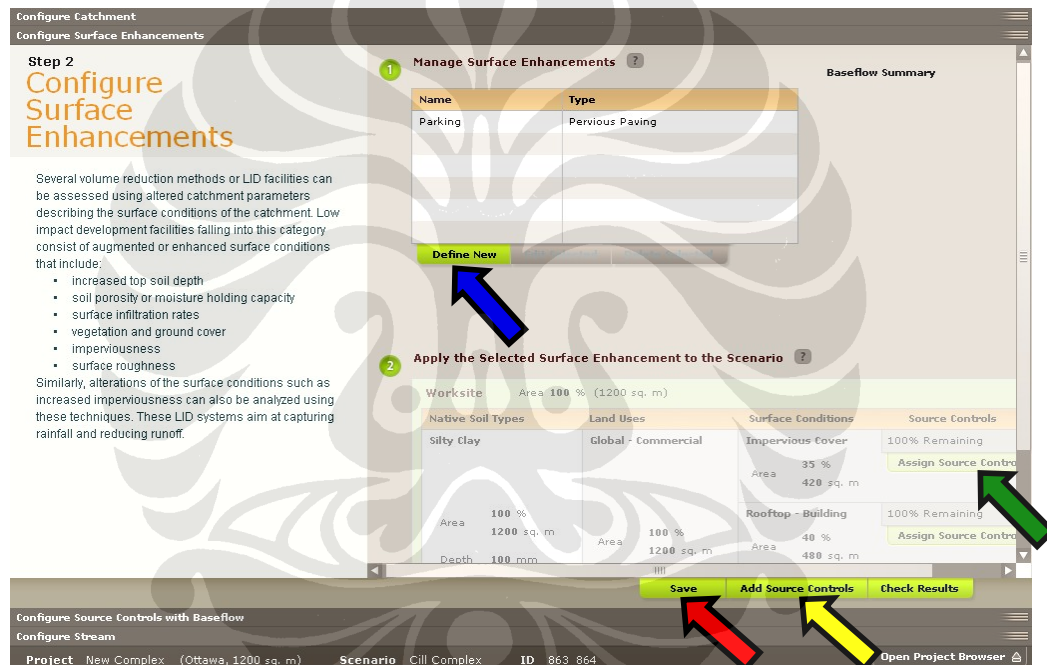
| Calculated Results: | | | |
|-----------------------------------|---|-----------------|---|
| Saturated Hydraulic Conductivity: | 0 | Field Capacity: | 0 |
| Maximum Water Content: | 0 | Wilting Point: | 0 |
| Soil Water Half Life: | 0 | | |

Gambar 5.12 Tampilan Tempat Pengisian Data dalam bagian *Define New Surface Condition* (Definisikan Kondisi Permukaan Baru) pada 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁵³⁾

⁵² Op Cit

⁵³ Op Cit

Tahap selanjutnya yang harus dilakukan setelah selesai mengisi semua data pada bagian Tahap 1, maka harus dilanjutkan dengan menekan tombol *ADD SURFACE ENHANCEMENTS* (Tambahkan Peningkatan Permukaan), yang ditunjukkan dengan panah berwarna kuning pada **Gambar 5.10**. Setiap data yang sudah dimasukkan dan ingin disimpan di dalam file tersebut, dapat dilakukan dengan menekan tombol *SAVE* yang ditunjukkan dengan panah berwarna merah pada **Gambar 5.10**. Tampilan berikutnya yang akan keluar adalah masuk kepada bagian "*Step 2. Configure Surface Enhancements*". Tampilan pada bagian ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



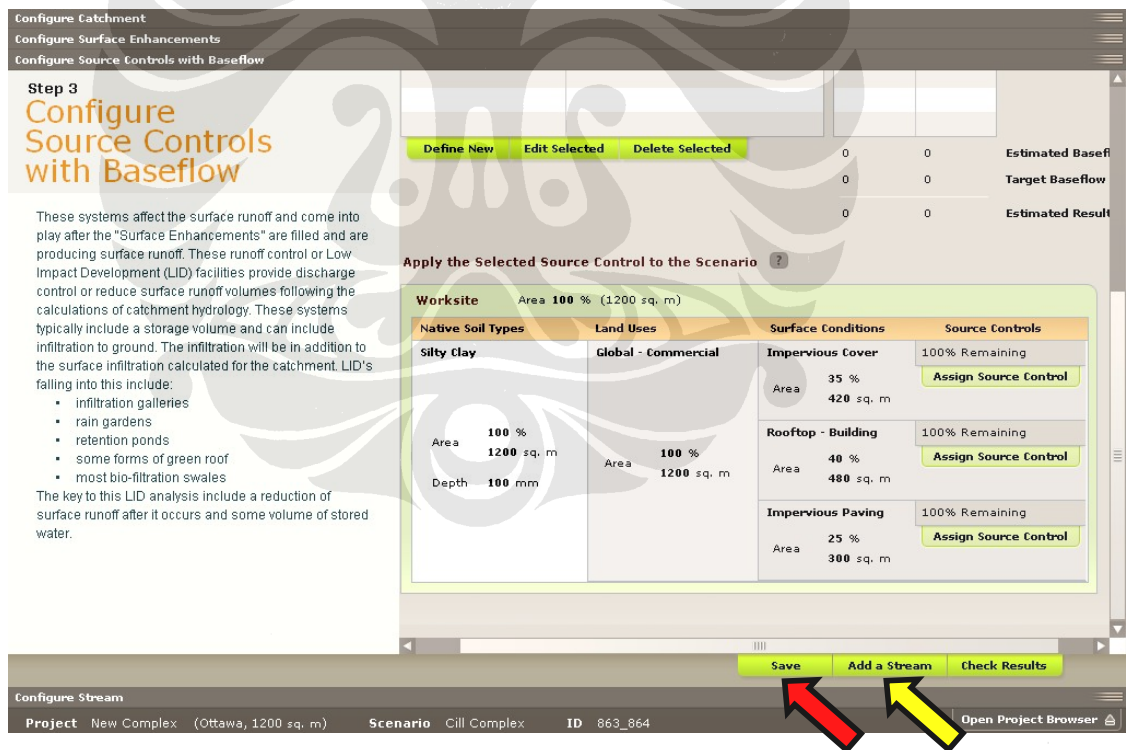
Gambar 5.13 Tampilan Tempat Pengisian Data dalam bagian *STEP 2. CONFIGURE SURFACE ENHANCEMENTS* (Tahap 2. Membuat Peningkatan Permukaan) pada 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁵⁴⁾

Pada bagian ini, jika diinginkan oleh pengguna, dapat dibuat suatu tipe *surface enhancement* (peningkatan permukaan) yang baru dengan menekan tombol *DEFINE NEW* (Jelaskan yang Baru) yang ditunjukkan oleh panah berwarna biru pada **Gambar 5.13**. Setelah sudah dibuat, tipe *surface enhancement* ini dapat diaplikasikan kepada DAS pengguna dengan menekan

⁵⁴ Op Cit

tombol *ASSIGN SOURCE CONTROL* (Menugaskan Kontrol Sumber) yang ditunjukkan oleh panah berwarna hijau pada **Gambar 5.13**. Dengan penambahan *surface enhancement* (peningkatan permukaan) pada suatu DAS, akan membantu dalam meningkatkan jumlah infiltrasi yang dapat terjadi dari hasil limpasan air permukaan (*surface runoff*) pada bagian DAS tersebut. Data yang sudah dimasukkan dapat disimpan dengan menekan tombol *SAVE* yang ditunjukkan dengan panah berwarna merah pada **Gambar 5.13**.

Sehabis mengisi semua data yang dibutuhkan dalam Tahap 2, maka dapat dilanjutkan kepada tahap berikutnya yaitu "*Step 3. Configure Source Controls with Baseflow*". Untuk masuk kepada tampilan tahapan ini, dapat dilakukan dengan menekan tombol *ADD SOURCE CONTROLS* (Tambahkan Kontrol Sumber), yang ditunjukkan dengan panah berwarna kuning pada **Gambar 5.13**. Tampilan yang akan keluar adalah pada bagian ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 5.14 Tampilan Tempat Pengisian Data dalam bagian *STEP 3. CONFIGURE SOURCE CONTROLS WITH BASEFLOW* (Tahap 3. Membuat Kontrol Sumber dengan Aliran Dasar) pada 'Water Balance Model powered by *QUALHYMO*'⁵⁵

⁵⁵ Op Cit

Dalam bagian tahapan ini, dibuat suatu *source control* (kontrol sumber) yang memiliki aliran dasar yang jika diinginkan, dapat diaplikasikan pada DAS yang dibuat dengan tujuan untuk mengurangi volume limpasan permukaan (*surface runoff*) yang terjadi. *Source control* ini berperan sebagai kontrol limpasan permukaan (*runoff control*) dimana berupa fasilitas-fasilitas dari teknologi *Low-Impact Development (LID)*, seperti *Infiltration Swale – With Underdrain* (Saluran Infiltrasi Air yang Hijau dengan Pipa Saluran Tambahan Dibawahnya), *Green Roof – With Underdrain* (Atap Hijau dengan Pipa Saluran Tambahan Dibawahnya), *Rain Garden – With Underdrain* (Taman Hujan dengan Pipa Saluran Tambahan Dibawahnya), *Infiltration Pond* (Kolam Infiltrasi), dan *Box Planter – With Underdrain* (Kotak untuk Tanaman dengan Pipa Saluran Tambahan Dibawahnya). Semua data yang sudah dimasukkan, dapat disimpan dengan menekan tombol *SAVE* yang ditunjukkan dengan panah berwarna merah pada **Gambar 5.14**.

Setelah membuat dan mengaplikasikan *source control* pada bagian DAS yang diinginkan, tahapan terakhir yang dapat dibuat adalah untuk menjelaskan mengenai aliran air yang melalui di dalam bagian DAS tersebut, pada bagian "**Step 4. Configure Stream**". Untuk berlanjut pada tahapan ini dapat dilakukan dengan menekan tombol *ADD A STREAM* yang ditunjukkan dengan panah berwarna kuning pada **Gambar 5.14**. Tampilan yang akan keluar adalah pada bagian ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:

Configure Catchment
Configure Surface Enhancements
Configure Source Controls with Baseflow
Configure Stream

Step 4
Configure Stream

Defining a typical, or a critical, stream section allows a determination of the energy available to cause stream erosion.

Required Values

Left Stream Bank: .5 Horizontal Metres per 1 Vertical Metre: 2 m/m
Right Stream Bank: .5 Horizontal Metres per 1 Vertical Metre: 2 m/m
Stream Bed Width: 1 m
Stream Depth: 1 m
Slope of Reach: 10000 Horizontal Metres per 1 Vertical Metre: 0.0001 m/m
Stream Type: Excavated channel in hard packed sand

Default Values

Override Defaults?
Stream Bed Roughness: 0.020 'n'
Safe Non-Eroding Stream Velocity: 0.5 m/s

Save Check Results

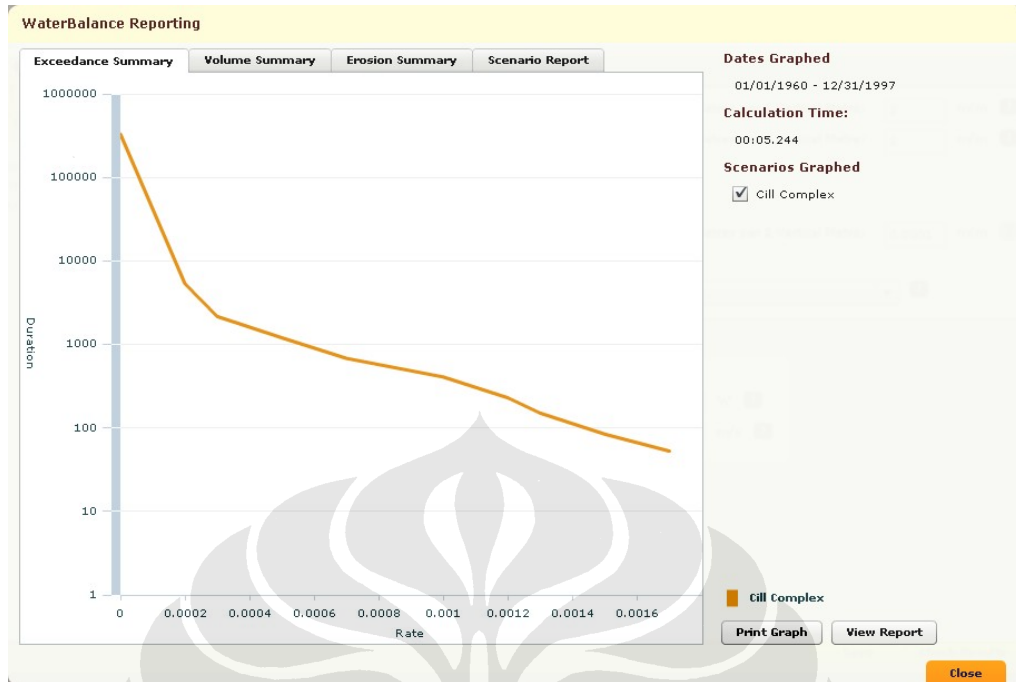
Project: New Complex (Ottawa, 1200 sq. m) Scenario: Cill Complex ID: 863_864 Open Project Browser

Gambar 5.15 Tampilan Tempat Pengisian Data dalam bagian **STEP 4. CONFIGURE STREAM** (Tahap 4. Membuat Aliran) pada 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁵⁶

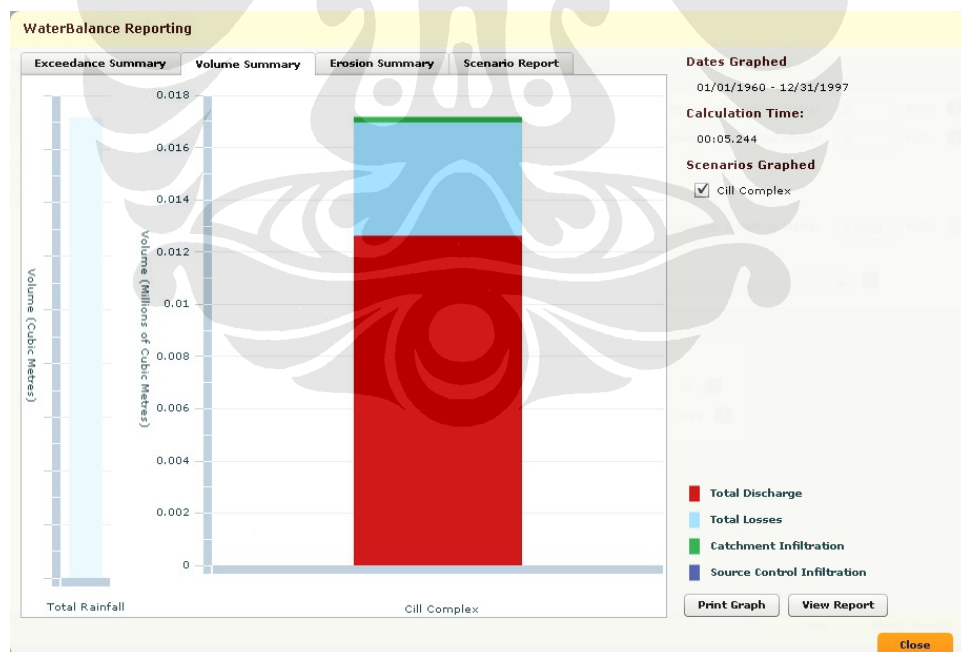
Bagian ini bertujuan untuk menjelaskan mengenai aliran air (*stream*) yang melalui bagian DAS yang ditinjau. Dalam menjelaskan bagian *stream* yang tipikal (*typical stream section*), atau kritis (*critical stream section*) dapat menentukan energi yang tersedia di dalam aliran tersebut yang dapat menyebabkan erosi pada aliran tersebut. Data yang sudah dimasukkan, dapat disimpan dengan menekan tombol *SAVE* yang ditunjukkan dengan panah berwarna merah pada **Gambar 5.15**.

Dari keseluruhan data yang sudah dimasukkan ke dalam program, maka dapat dimodelkan suatu hasil dari simulasi ini, yang dapat dilakukan dengan menekan tombol *CHECK RESULTS* (Lihat Hasil). Hasil yang akan keluar akan berupa beberapa grafik dan suatu laporan dalam bentuk tabel dan rangkuman data input. Tampilan hasil yang akan diciptakan adalah seperti gambar-gambar berikut ini.

⁵⁶ Op Cit



Gambar 5.16 Contoh Tampilan Grafik Bagian *Exceedance Summary* pada 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁵⁷



Gambar 5.17 Contoh Tampilan Grafik Bagian *Volume Summary* pada 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁵⁸

⁵⁷ Op Cit

⁵⁸ Op Cit

Water Balance Model Reporting

Report for (New Complex)
01/01/1960 to 12/31/1997

Project Values

| | |
|---------------------------|-------------------------|
| Site Name: | New Complex |
| Site Description: | |
| Site Location: | Ottawa |
| Site Type: | Development with Stream |
| Site Size: | 12000 sq. m |
| Stream Present: | true |
| Weather Series Data File: | Calgary |

Scenario Values

| | |
|---|-------|
| This is the base case or pre-development scenario for New Complex | |
| Scenario Name: | |
| Scenario Description: | |
| Offsite Storage Present: | false |

Watershed Layout

| Catchments | Soils | Land Uses | Surface Conditions | Surface Enhancements and Source Controls |
|--|---|---|--|--|
| Worksite Area 1200 sq. m Length 200m High Elevation 100m Low Elevation 30m Slope 0.35 | Silty Clay Area 1200 sq. m Depth 100mm Composition: Sand 49% Clay 48% Saturated Hydraulic Conductivity 2.89 Maximum Water Content 53.74 Field Capacity 41.99 Wilting Point 28.21 Soil Water Half Life 18.75 | Global - Commercial Area 1200 sq. m Description Local, Neighbourhood, Community, Highway, Gas Station, Commercial, Tourist, and Business Park. Commercial Zones: C-4, C-5, C-8, C-8A, C-8B, CH-1, CG-1, CG-2, CTA, IB, IB-1, IB-2 Floor Area Ratio: 0.3 to 1.0 Maximum building coverage = 30% to 60% Maximum total impervious coverage = 60% Note: Surface Conditions are based on maximum values where ranges are shown. For zone specific values refer to the District of Surrey zoning bylaws. | Impervious Cover Area 420 sq. m | |
| | | | Rooftop - Building Area 480 sq. m | |
| | | | Impervious Paving Area 300 sq. m | |

Surface Conditions

| Type | Pervious | Depression Storage | Rational Coefficient | Retardance Roughness | Field Capacity | Wilting Point |
|--------------------|----------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------|---------------|
| Impervious Cover | False | 2 | .9 | .013 | | |
| Rooftop - Building | False | 0 | .9 | .013 | | |
| Impervious Paving | False | 2 | .9 | .013 | | |

Gambar 5.18 Contoh Tampilan Hasil Tabel dan Rangkuman Data Input pada

'Water Balance Model powered by QUALHYMO'⁵⁹

⁵⁹ Op Cit

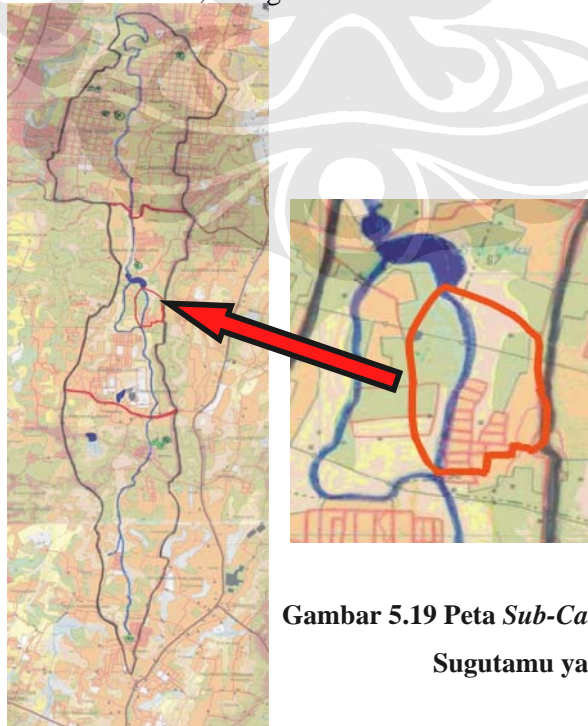
2.4 Aplikasi Penggunaan 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' Pada Daerah Pengujian

Dalam menguji program permodelan "Water Balance powered by QUALHYMO" ini, ada beberapa tahapan yang harus dilaksanakan terlebih dahulu, seperti yang sudah dibahas pada bagian sebelumnya, yang akan dipaparkan sebagai berikut.

5.3.1 Menentukan Daerah Pengujian Model

5.3.1.1 Penentuan Lokasi Daerah Pengujian

Dalam pemilihan daerah pengujian yang akan diaplikasikan pada program "Water Balance Model powered by QUALHYMO" ini, sesuai dengan judul skripsi yaitu "Aplikasi Water Balance Model Untuk Manajemen Air Hujan Perkotaan Dalam DAS Sugutamu, Jawa Barat, Indonesia", maka daerah yang ingin diujikan adalah DAS Sugutamu, Jawa Barat, Indonesia. Supaya pengujian menjadi lebih fokus, maka dipilih suatu *sub-catchment* yang akan menjadi perwakilan lokasi dari seluruh bagian DAS yang ada. Berikut adalah gambar dari *sub-catchment* yang akan ditinjau berdasarkan Peta Rupabumi Digital Indonesia, Lembar 1209-421 Lembar Cibinong, Skala 1:25.000, sebagai berikut:



Gambar 5.19 Peta *Sub-Catchment* dalam sub-DAS Sugutamu yang Ditinjau

Secara umum, *sub-catchment* tersebut mempunyai keterangan-keterangan, sebagai berikut:

Tabel 5.3 Keterangan dari Sub-Catchment yang Menjadi Fokus dalam Pengujian 'Water Balance powered by QUALHYMO'

| No. | Keterangan | Satuan | Ukuran |
|-----|--------------------------------|----------------|---------|
| 1. | Luas Total | m ² | 433.000 |
| 2. | Panjang Sungai | m | 919 |
| 3. | Penggunaan Lahan: Perkebunan | m ² | 160.000 |
| 4. | Penggunaan Lahan: Lahan Kosong | m ² | 112.000 |
| 5. | Penggunaan Lahan: Permukiman | m ² | 161.000 |

5.3.1.2 Penggunaan Lahan dalam Daerah Pengujian

Sub-catchment yang ditinjau ini merupakan suatu bagian dari sub-DAS Sugutamu, dimana dilalui oleh Kali Sugutamu dalam bagian tengah dari sub-DAS Sugutamu. Dalam daerah *sub-catchment* ini penggunaan tanah didominasi oleh dua tipe penggunaan lahan yaitu permukiman dan perkebunan, dan sisanya merupakan lahan kosong. Dalam mengukur pembagian penggunaan lahan, digunakan **Peta Rupabumi Digital Indonesia, Lembar 1209-421 Lembar Cibinong, Skala 1:25.000**, dibantu oleh program AutoCAD untuk mengukur luas, dengan 'Perintah' (*Command*) "area", dimana rangkuman pengukuran tersebut berdasarkan pengukuran dari program AutoCAD, dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 5.4. Pengukuran Penggunaan Lahan dari Peta pada Sub-Catchment yang Ditinjau berdasarkan Program AutoCAD

| No. | Jenis Penggunaan Lahan | Ukuran CAD | | Ukuran di Peta Berdasarkan Skala | |
|-----|------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------|
| | | Luas (Satuan CAD) | Keliling (Satuan CAD) | Luas (m ²) | Keliling (m) |
| 1. | Perkebunan | 0.1761 | 2.7479 | 160.000 | 2500 |
| 2. | Lahan Kosong | 0.1230 | 2.5854 | 112.000 | 2354 |
| 3. | Permukiman | 0.1767 | 2.4574 | 161.000 | 2237 |
| | Total Luas | 0.4758 | | 443.000 | |

Keterangan:

Skala: 1 satuan CAD = 910,415149 meter peta

Sebagai kesimpulan, pembagian penggunaan lahan dalam *sub-catchment* tersebut, terukur berdasarkan persentase, dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.5 Pembagian Penggunaan Lahan pada Sub-Catchment yang Menjadi Fokus dalam Persentase

| No. | Jenis Penggunaan Lahan | Satuan | Ukuran | Persentase (%) |
|-----|------------------------|----------------|--------------|----------------|
| 1. | Perkebunan | m ² | 160.000 | 37 |
| 2. | Lahan Kosong | m ² | 112.000 | 26 |
| 3. | Permukiman | m ² | 161.000 | 37 |
| | | | Total | 100 |

5.3.1.3 Data Hujan dalam Daerah Pengujian

Dalam mengumpulkan data hujan yang terdapat dalam keseluruhan daerah sub-DAS Sugutamu, digunakan data hujan yang terdapat dari Stasiun hujan Depok / 36a – Depok/Pancoran Mas, oleh karena sebagian besar dari sub-DAS Sugutamu ini terletak pada bagian Kota Depok. Pada **Tabel 4.3. Data Hujan Stasiun Depok / 36a – Depok/Pancoran Mas**, pada Bab 4 sebelum ini, sudah dipaparkan secara keseluruhan data hujan yang terkumpul setiap bulan dari tahun 1979 sampai dengan tahun 2006. Berikut dapat dilihat rangkuman data hujan per bulan dari data hujan tahun 1979 sampai dengan tahun 2006, yang akan mewakili data hujan dalam daerah pengujian sub-DAS Sugutamu, sebagai berikut:

Tabel 5.6 Rangkuman Data Hujan pada Stasiun Depok / 36a – Depok/Pancoran Mas

| Tahun | Curah Hujan Harian Max Tiap Bulan (CHH max) (mm) | | | | | | Total (mm) |
|-----------|--|---------|---------|---------|---------|---------|--------------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | |
| 1979-2006 | 62.25 | 55.6428 | 50.5064 | 55.2857 | 52.6428 | 38.5214 | 314.849 3 |
| | | 6 | 3 | 1 | 6 | 3 | |
| | 40.8364 | 42.0885 | 43.6407 | 63.3007 | 63.6453 | 49.4114 | |
| | 3 | 7 | 1 | 1 | 6 | 3 | |

5.3.1.4 Jenis Tanah dalam Daerah Pengujian

Jenis tanah dalam daerah pengujian, secara umum adalah jenis tanah *alluvium*. Dalam mencari distribusi butiran dalam jenis tanah ini, digunakan data yang sudah dicari dari beberapa macam data penyelidikan tanah dalam daerah Kota Depok, yaitu dari:

1. Laporan Penyelidikan Tanah Dinding Penahan Tanah, Jl. Sentosa – Depok, Maret 2008
2. Proyek Depo Kereta Api, Ratu Jaya Depok, Mei 2007

Dari laporan-laporan tersebut, berdasarkan 10 (sepuluh) data analisa *Grain Size Distribution* (Distribusi Ukuran Butiran Tanah), yang dilakukan oleh Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil FTUI, pada beberapa macam kedalaman dari beberapa titik lokasi pengujian, maka dapat dirangkumkan bahwa distribusi butiran tanah dalam daerah sub-DAS Sugutamu, menurut data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 5.7. Rangkuman Distribusi Butiran Tanah yang Mewakilkkan Sub-DAS Sugutamu dalam Daerah Pengujian

| No. | Proyek | Lokasi | No. Titik Bor | Kedalaman Sampel (m) | Distribusi Butiran Tanah (%) | | |
|---|-----------------|-----------------|---------------|----------------------|------------------------------|--------------|----------------|
| | | | | | Pasir (Sand) | Lanau (Silt) | Lempung (Clay) |
| 1. | Depo Kereta Api | Ratu Jaya Depok | HB1 | 1.50 – 2.00 | 8 | 64.5 | 27.5 |
| 2. | Depo Kereta Api | Ratu Jaya Depok | HB1 | 3.00 – 3.50 | 7 | 75.5 | 17.5 |
| 3. | Depo Kereta Api | Ratu Jaya Depok | HB2 | 1.00 – 1.50 | 2.5 | 72.5 | 25 |
| 4. | Depo Kereta Api | Ratu Jaya Depok | HB2 | 3.00 – 3.50 | 3 | 74 | 23 |
| 5. | Depo Kereta Api | Ratu Jaya Depok | HB3 | 1.50 – 2.00 | 5 | 54 | 41 |
| 6. | Depo Kereta Api | Ratu Jaya Depok | HB3 | 3.50 – 4.00 | 2 | 69 | 29 |
| 7. | Turap | Jl. Sentosa | HB1 | 1.50 – 2.00 | 3 | 75 | 22 |
| 8. | Turap | Jl. Sentosa | HB1 | 3.00 – 3.50 | 2.5 | 77.5 | 20 |
| 9. | Turap | Jl. Sentosa | HB2 | 2.00 – 2.50 | 1.5 | 76.5 | 22 |
| 10. | Turap | Jl. Sentosa | HB2 | 4.00 – 4.50 | 3 | 77 | 20 |
| Distribusi Butiran Tanah Rata-rata | | | | | 3.75 | 71.55 | 24.7 |

Keterangan:

Deskripsi Tanah Secara Visual: Lanau Kelempungan (Clayey Silt)

Data-data penyelidikan tanah yang digunakan dapat dilihat pada bagian Lampiran.

5.3.1.5 Data Default dalam Program 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'

Sebelum melanjutkan kepada pemasukan data dalam program, adapun beberapa hal yang penting untuk diingat, yaitu pengguna program disini, termasuk ke dalam kategori pengguna sebagai pengguna umum (*general user*). Oleh karena itu, pengguna mempunyai beberapa batasan dalam penggunaan model, yaitu dengan hanya dapat menggunakan data *default* yang sudah disediakan program terlebih dahulu.

Data *default* yang dimiliki oleh program dan dapat digunakan, sudah didefinisikan terlebih dahulu oleh pengembang program. Untuk sementara waktu, data ini hanya terbatas pada data yang terdapat dari negara Kanada saja. Data ini berupa antara lain data hujan yang tercatat dari beberapa stasiun hujan dalam propinsi British Columbia, dalam suatu masa jenjang waktu tertentu. Oleh karena itu, pengguna model hanya terbatas pada data-data seperti yang diberikan saja, untuk lalu dikembangkan lebih lanjut.

Seperti yang sudah diketahui, daerah Kanada memiliki iklim yang sangat berbeda dengan di Indonesia, dimana Indonesia itu terletak di dalam daerah iklim tropis, pada biome *hutan hujan tropis*, sedangkan Kanada itu terletak di daerah yang memiliki iklim yang dingin, dimana terletak pada biome *taiga*⁶⁰. Oleh karena itu, kedua daerah ini memiliki iklim yang jauh berbeda. Untuk mengatasi masalah ini, tanpa memperhatikan perbedaan iklim tersebut, maka pengguna memutuskan untuk memilih daerah di Kanada yang memiliki data hujan dan penampakan daerah dari sisi penggunaan lahan yang termirip dengan *sub-catchment* yang ditinjau di sub-DAS Sugutamu tersebut. Berikut akan dijelaskan proses pemilihan daerah yang paling sesuai untuk dijadikan daerah pembanding dalam pengujian model "Water Balance Model powered by QUALHYMO" ini.

⁶⁰ World Biomes. Diakses 23 Juni 2008. http://www.blueplanetbiomes.org/world_biomes.htm

5.3.1.6 Perbandingan Data Untuk Mencari Data Default yang Termirip dengan Sub-Catchment yang Ditinjau dalam Pengujian Model

Dalam memilih daerah yang sudah diberikan sebagai *default* di dalam program "Water Balance Model powered by QUALHYMO" ini, yang harus dilakukan adalah mencari daerah di Kanada yang memiliki data hujan dan penampakan dari sisi penggunaan lahan yang termirip dengan daerah yang ingin ditinjau di dalam sub-DAS Sugutamu tersebut.

Untuk memilih stasiun hujan di Kanada yang memiliki data hujan yang termirip dengan *sub-catchment* yang terdapat dalam sub-DAS Sugutamu, maka dilakukan analisa data hujan untuk semua stasiun hujan yang tersedia di dalam program "Water Balance powered by QUALHYMO" sebagai data iklim yang sudah diberikan secara *default* dengan jangka waktu data hujan yang sudah diberikan, yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.8 Stasiun Hujan di British Colombia, Canada yang Diberikan dalam Program 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' secara Default

| No. | Nama Stasiun Hujan | Propinsi dalam Kanada | Tanggal Pemberian Data Hujan | |
|-----|--------------------|-----------------------|------------------------------|--------------|
| | | | Awal | Akhir |
| 1. | Comox | BC | 1 Jan 1963 | 31 Dec. 1998 |
| 2. | Langley | BC | 1 Jan 1972 | 31 Dec. 1985 |
| 3. | Surrey | BC | 1 Jan 1964 | 31 Dec. 1998 |
| 4. | Kwantlen | BC | 1 Jan 1964 | 31 Dec. 1998 |
| 5. | Calgary | AB | 1 Jan 1960 | 31 Dec. 1997 |

Keterangan:

BC: British Colombia

AB: Alberta

Untuk mencari data hujan yang sesuai dengan kelima stasiun hujan ini dilakukan secara manual, yang akhirnya dapat dicari semua dalam satu situs internet, yaitu di *El Dorado Weather* dalam situs: <http://www.eldoradocountyweather.com>.

Tabel 5.9. Analisa Data Hujan pada Stasiun Comox, BC⁶¹

| Tahun | Curah Hujan Harian Max Tiap Bulan (CHH max) (mm) | | | | | | Total (mm) |
|-----------|--|------|------|-------|-------|-------|------------|
| 1971-2000 | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | 1100.3 |
| | 142.9 | 121 | 99.8 | 61 | 46.6 | 44.2 | |
| | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | |
| | 29.7 | 34.8 | 45 | 120.4 | 194.2 | 160.7 | |

Keterangan: Tidak lebih dari 3 tahun berturut-turut atau 5 tahun secara keseluruhan yang memiliki data hujan tahunan yang hilang antara tahun 1971 dan 2000.

Tabel 5.10 Analisa Data Hujan pada Stasiun Langley, BC⁶²

| Tahun | Curah Hujan Harian Max Tiap Bulan (CHH max) (mm) | | | | | | Total (mm) |
|-----------|--|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| 1971-2000 | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | 1419 |
| | 153 | 156.4 | 131.4 | 102.1 | 82.8 | 72.9 | |
| | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | |
| | 52.7 | 56.4 | 76.4 | 140.7 | 200.8 | 193.4 | |

Keterangan: Sedikitnya terdapat data dalam 15 tahun antara tahun 1971 dan 2000.

Tabel 5.11 Analisa Data Hujan pada Stasiun Surrey-Kwantlen, BC⁶³

| Tahun | Curah Hujan Harian Max Tiap Bulan (CHH max) (mm) | | | | | | Total (mm) |
|-----------|--|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| 1971-2000 | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | 1527.8 |
| | 179.4 | 147.3 | 143.2 | 116.2 | 92.3 | 73.6 | |
| | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | |
| | 52.9 | 50.7 | 71.7 | 152.3 | 235.5 | 212.7 | |

Keterangan: Tidak lebih dari 3 tahun berturut-turut atau 5 tahun secara keseluruhan yang memiliki data hujan tahunan yang hilang antara tahun 1971 dan 2000.

Tabel 5.12 Analisa Data Hujan pada Stasiun Calgary, AB⁶⁴

| Tahun | Curah Hujan Harian Max Tiap Bulan (CHH max) (mm) | | | | | | Total (mm) |
|-----------|--|------|------|------|------|------|------------|
| 1971-2000 | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | 320.7 |
| | 0.2 | 0.1 | 1.7 | 11.5 | 51.4 | 79.8 | |
| | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | |
| | 67.9 | 58.7 | 41.7 | 6.2 | 1.2 | 0.3 | |

Keterangan: Tidak lebih dari 3 tahun berturut-turut atau 5 tahun secara keseluruhan yang memiliki data hujan tahunan yang hilang antara tahun 1971 dan 2000.

⁶¹ El Dorado Weather (2008). *Comox, British Columbia Canada Yearly/Monthly/Daily Climate Statistics*. Diakses 23 Juni 2008.

<http://www.eldoradocountyweather.com/canada/climate2/Comox.html>

⁶² El Dorado Weather (2008). *Langley Lochiel, British Columbia Canada Yearly/Monthly/Daily Climate Statistics*. Diakses 23 Juni 2008.

<http://www.eldoradocountyweather.com/canada/climate2/Langley%20Lochiel.html>

⁶³ El Dorado Weather (2008). *Surrey Kwantlen Park, British Columbia Canada Yearly/Monthly/Daily Climate Statistics*. Diakses 23 Juni 2008.

<http://www.eldoradocountyweather.com/canada/climate2/Surrey%20Kwantlen%20Park.html>

⁶⁴ El Dorado Weather (2008). *Calgary, Alberta Canada Yearly/Monthly/Daily Climate Information*. Diakses 23 Juni 2008.

<http://www.eldoradocountyweather.com/canada/climate2/Calgary.html>

Dari semua analisa data hujan tersebut, dapat disimpulkan bahwa data hujan pada Stasiun Comox mempunyai grafik terjadinya hujan pada setiap bulan yang termirip dengan data hujan di Stasiun Depok/Pancoran Mas, yang mewakili *sub-catchment* yang ditinjau. Jika dilihat dari sisi penampakan penggunaan lahannya, dari foto satelit, juga terlihat bahwa penggunaan lahan pada kedua lokasi ini juga terlihat mirip, yaitu terdiri dari pembagian penggunaan lahan antara permukiman, perkebunan, dan lahan kosong, yang dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Sub-Catchmen di sub-DAS Sugutamu

Comox, Canada

Gambar 5.20 Foto Satelit dari *Sub-Catchment* dalam sub-DAS Sugutamu (kiri) dan *Comox, Canada* (kanan)

5.3.2 Memasukkan Data dan Pembuatan Berbagai Skenario untuk Dibandingkan dalam Program 'Water Balance Model powered by QUALHYMO'

Dalam memasukkan data dalam program, didasarkan oleh data yang sudah disebutkan dalam sub-sub-bab **5.3.1 Menentukan Daerah Pengujian Model**, untuk mewakili data yang terdapat untuk mewakili *sub-catchment* yang ditinjau dan juga data *default* yang disediakan oleh program untuk mewakili keadaan di Kanada untuk pengujian model.

Dalam menjalankan program “*Water Balance Model powered by QUALHYMO*” ada beberapa hal yang harus dilakukan sesuai dengan tahapan yang sudah dibahas pada sub-sub-bab **5.2.2 Proses Memasukkan Data dalam Program “*Water Balance Model powered by QUALHYMO*”**.

Untuk menganalisa program “*Water Balance Model powered by QUALHYMO*” akan dibuat beberapa kumpulan skenario dalam satu proyek yang sama untuk membandingkan hasil aplikasi dari program ini. Tujuan dari pembuatan beberapa macam skenario ini, adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisa akibat dari penggunaan berbagai macam *surface enhancements* dan *source controls* terhadap jumlah limpasan dan infiltrasi yang terjadi.
2. Untuk menganalisa akibat dari perubahan penggunaan lahan yang terjadi dalam suatu daerah terhadap jumlah limpasan dan infiltrasi yang terjadi.

Dalam melakukan analisa seperti ini, harus dilakukan beberapa tahapan dalam pelaksanaan pemasukkan data dalam program, dimana yang pertama merupakan pembuatan proyek dasar yang memuat semua data yang sudah dirangkum untuk mewakili *sub-catchment* yang ditinjau, lalu dapat dibuat skenario-skenario tambahan dalam menganalisa program untuk melatih *engineering sense* (intuisi *engineering*) pengguna (dalam hal ini, penulis sebagai pengguna).

5.3.2.1 Pembuatan Jenis Proyek Dasar untuk Mewakili Sub-Catchment yang Ditinjau

Hal pertama yang dilakukan adalah untuk membuat proyek dasar (proyek patokan) yang akan memuat semua data yang sudah dirangkum dalam sub-sub-bab **5.3.1 Menentukan Daerah Pengujian Model** untuk mewakili *sub-catchment* yang ditinjau. Tahapan memasukkan data adalah sebagai berikut. Pada bagian pertama yaitu membuat proyek baru (*new project*), diisi dengan menggunakan data sebagai berikut:

Tabel 5.13 Data yang Digunakan untuk Mengisi Bagian *New Project* (Proyek Baru)

| No. | Type Data | Isi dalam Bagian Tipe Data |
|-----|---|--|
| 1. | <i>Name</i> (Nama Proyek) | Sugutamu Test Site 1 |
| 2. | <i>Brief Description</i> (Penjelasan Singkat) | <i>This is an engineered test site for model testing. (Ini adalah lokasi percobaan untuk pengujian model).</i> |
| 3. | <i>Project Location</i> (Lokasi Proyek) | Comox-Strathcona |
| 4. | <i>Climate Data</i> (Data Iklim) | Comox |
| 5. | <i>Start Date</i> (Tanggal Awal) | 01/01/1963 (Bulan/Tanggal/Tahun) |
| 6. | <i>End Date</i> (Tanggal Akhir) | 12/31/1998 (Bulan/Tanggal/Tahun) |
| 7. | <i>Model Area</i> (Luas Model) | 433000 sq.m (m ²) |

Tampilan pada bagian ini adalah sebagai berikut:

Edit Project Values

Name: Sugutamu Test Site 1

Brief Description: This is an engineered test site for program testing.

Project Location: Comox-Strathcona (Land uses information provided by municipalities.)

Climate Data: Comox (Weather series used by the simulation. Select location nearest to your project location.)

Start Date (MM/DD/YYYY): 01/01/1963 (Reset) (Defaults to the earliest date available in the climate data. Selecting a later date is not recommended.)

End Date (MM/DD/YYYY): 12/31/1998 (Reset) (Defaults to the latest date available in the climate data. Selecting an earlier date is not recommended.)

Model Area: 433000 sq. m (Units selected here will be used on the worksheets.)

Update Project Cancel

Gambar 5.21 Data yang Dimasukkan dalam bagian *New Project* (Proyek Baru)

Berikutnya harus diisi mengenai skenario baru, sebagai berikut:

Edit this Scenario

Name: Sugutamu 1

Brief Description: Base Scenario (Most Accurate Data)

Base Case Scenario? (If checked, this scenario will be processed as the Base Case, and any subsequent scenarios will be compared against this one. Note that a Base Case is required for accurate results.)

Save Changes Cancel

Gambar 5.22 Data yang Dimasukkan dalam bagian *New Scenario* (Skenario Baru)

Bacaan dalam kotak centerangan (*check*) tersebut jika diterjemahkan mempunyai arti sebagai berikut:

“Jika dicenterangkan, skenario ini akan diproses sebagai Kasus Dasar, dan skenario lainnya akan dibandingkan dengan skenario ini. Ingat bahwa Kasus Dasar dibutuhkan untuk memiliki hasil yang akurat.”

Bagian pertama dalam *Step 1. Configure Catchment* diisi pada bagian atas tahapan ini sebagai berikut:

Tabel 5.14 Data yang Digunakan untuk Mengisi Bagian *Step 1. Configure Catchment* pada bagian Atas (Umum)

| No. | Type Data | Isi dalam Bagian Tipe Data | Satuan |
|-----|--|----------------------------|------------------------|
| 1. | <i>Catchment Length</i> (Panjang DAS) | 919 | m |
| 2. | <i>High Elevation</i> (Elevasi Tinggi) | 90 | m |
| 3. | <i>Low Elevation</i> (Elevasi Rendah) | 70 | m |
| 4. | Area (Luas) | 100 | % |
| 5. | Area (Luas) | 433000 | sq.m (m ²) |
| 6. | <i>Slope</i> (Kemiringan) | 0.0217 | m/m |

Tampilan pada bagian ini adalah sebagai berikut:

The screenshot shows a 'Worksite' configuration window with the following data entered:

| Parameter | Value | Unit |
|------------------|--------|-------|
| Catchment Length | 919 | m |
| High Elevation | 90 | m |
| Low Elevation | 70 | m |
| Area (Left) | 100 | % |
| Area (Right) | 433000 | sq. m |
| Slope | 0.0217 | m/m |

Gambar 5.23 Data yang Dimasukkan dalam Bagian Umum pada *Step 1. Configure Catchment*

Berikutnya harus diisi mengenai penambahan jenis tanah asli pada daerah yang ditinjau yang diisi seperti gambar sebagai berikut:

Define the Hydraulic Properties

Selected Properties:

Soil Type: Silty Loam

Sand: 4 Clay: 25

Organics: 0 2 4 6 8
% by Weight

Gravel: 0 10 20 30 40 50
% by Weight

Compaction: Loose Normal Dense Hard Severe

Calculated Results:

| | | | |
|-----------------------------------|-------|-----------------|-------|
| Saturated Hydraulic Conductivity: | 1.84 | Field Capacity: | 34.95 |
| Maximum Water Content: | 43.18 | Wilting Point: | 15.38 |

Apply these Hydraulic Properties Cancel

Gambar 5.24 Data yang Dimasukkan dalam *Add Native Soil Type* (Tambahkan Jenis Tanah Asli) pada *Step 1. Configure Catchment*

Dalam bagian jenis tanah ini, dipilih jenis tanah yang memiliki data 4% pasir dan 25% lempung, sesuai dengan nilai pembulatan dari nilai persentase dari nilai rata-rata distribusi butiran tanah data yang terkumpul dalam **Tabel 5.7. Rangkuman Distribusi Butiran Tanah yang Mewakili sub-DAS Sugutamu dalam Daerah Pengujian**. Disebutkan bahwa nama jenis tanah seperti ini adalah *Silty Loam*.

Hal berikutnya yang dilakukan adalah untuk menentukan penggunaan lahan yang ada sesuai dengan keadaan pada *sub-catchment* yang ditinjau. Oleh karena itu pembagian dari penggunaan lahan ini dilakukan dengan membaginya lebih lanjut sesuai dengan kondisi permukaan yang dimiliki pada setiap penggunaan lahan tersebut, yang dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 5.15 Data yang Digunakan untuk Mengisi Bagian Step 1. Configure Catchment pada bagian Bawah (Penggunaan Lahan dan Pembagiannya)

| No. | Land Uses (Penggunaan Lahan) | Area (Luas) (%) | Area (Luas) (sq.m – m ²) | Surface Conditions (Kondisi Permukaan) | Area (Luas) (%) | Area (Luas) (sq.m – m ²) | Depth (Kedalaman) (mm) |
|-----|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|--|-----------------|--------------------------------------|------------------------|
| 1. | Global – Park (Perkebunan) | 36.951 | 160000 | Pervious Cover (Permukaan Tidak Kedap) | 90 | 144000 | 100 |
| | | | | Rooftop – Building | 10 | 16000 | – |
| 2. | Open Land (Lahan Terbuka) | 25.866 | 112000 | Open Land (Lahan Terbuka) | 100 | 112000 | 100 |
| 3. | Global – Residential 1 (Permukiman) | 37.182 | 161000 | Pervious Cover (Permukaan Tidak Kedap) | 40 | 64400 | 100 |
| | | | | Rooftop – Building | 60 | 96600 | – |

Dalam menentukan penggunaan lahan, terdapat penjelasan untuk tipe penggunaan lahan *Global – Residential 1* *Global – Park*, dan *Open Land*, berturut-turut adalah sebagai berikut:

Tabel 5.16 Penjelasan Mengenai Global – Residential 1

Single Family Residential
 Zones: RA, RA-G, RH, RH-G, RC, RF-O, RF, RF-SS, RF-G, RF-12, RF-12C, RF-9, RF-9C, RF-9S
 Minimum lot size: RA-G, RH-G, RF-G 1 ha
 Floor Area Ratio: 0.25 to 0.70
 Maximum building coverage = 20% to 60%
 Maximum total impervious coverage = 60%

Note: Surface Conditions are based on maximum values where ranges are shown. For zone specific values refer to the District of Surrey zoning bylaws.

Yang dipilih untuk mewakili permukiman adalah *Single Family Residential* (Permukiman untuk Satu Keluarga).

Tabel 5.17 Penjelasan Mengenai Global – Park

Park, Recreation, and Open Space
 Zones: PC, CPR, CPG
 Floor Area Ratio: 0.10 to 0.40
 Maximum building coverage = 10% to 40%

Note: Surface Conditions are based on maximum values where ranges are shown. For zone specific values refer to the District of Surrey zoning bylaws.

Yang dipilih untuk mewakili perkebunan adalah *Park, Recreation, and Open Space* (Taman, Rekreasi, dan Ruang Terbuka), sebab lokasi ini dalam *sub-catchment* yang adalah perkebunan yang memiliki taman dan terbuka dimana masih terdapat sedikit bangunan di dalamnya (10% s/d 40%).

Tabel 5.18 Penjelasan Mengenai *Open Land*

| |
|--|
| Open Land Space No Buildings No Forest |
|--|

Yang dipilih untuk mewakili lahan kosong adalah *Open Land*, dimana penggunaan lahan ini, harus dibuat dari "*Define New Land Use*" (Menjelaskan Mengenai Penggunaan Lahan Baru), dimana dibuat penjelasan bahwa luasan area merupakan lahan terbuka, tanpa bangunan apapun, tanpa pepohonan apapun juga. *Surface Condition* (Kondisi Permukaan) yang diberikan untuk penggunaan lahan *Open Land* ini, juga didefinisikan dari "*Add Surface Condition*" dengan pilihan *Open Land* (Lahan Terbuka), dimana memiliki fungsi yang sama seperti *Pervious Cover* (Penutup yang dapat dilalui air) sebab dapat meresap air limpasan secara langsung.

Tampilan pada bagian penggunaan lahan dalam *Step 1. Configure Catchment* ini, adalah sebagai berikut:

| Native Soil Types | Land Uses | Surface Conditions | Tree Cover |
|--|---|---|---|
| <p>Silty Loam</p> <p>Area <input type="text" value="100"/> %</p> <p>Area <input type="text" value="43300"/> sq. m</p> <p>Depth <input type="text" value="100"/> mm</p> <p>Delete</p> | <p>Global - Park</p> <p>Area <input type="text" value="36.951"/> %</p> <p>Area <input type="text" value="16000"/> sq. m</p> <p>Delete</p> <p>Open Land</p> <p>Area <input type="text" value="25.866"/> %</p> <p>Area <input type="text" value="11200"/> sq. m</p> <p>Delete</p> <p>Global - Residential Level 1</p> <p>Area <input type="text" value="37.182"/> %</p> <p>Area <input type="text" value="16100"/> sq. m</p> <p>Delete</p> <p>Add Land Use</p> | <p>Pervious Cover</p> <p>Area <input type="text" value="90"/> %</p> <p>Area <input type="text" value="14400"/> sq. m</p> <p>Depth <input type="text" value="100"/> mm</p> <p>Delete</p> <p>Rooftop - Building</p> <p>Area <input type="text" value="10"/> %</p> <p>Area <input type="text" value="16000"/> sq. m</p> <p>Delete</p> <p>0% Remaining</p> <p>Add Surface Condition</p> <p>Open Land</p> <p>Area <input type="text" value="100"/> %</p> <p>Area <input type="text" value="11200"/> sq. m</p> <p>Depth <input type="text" value="100"/> mm</p> <p>Delete</p> <p>0% Remaining</p> <p>Add Surface Condition</p> <p>Pervious Cover</p> <p>Area <input type="text" value="40"/> %</p> <p>Area <input type="text" value="64400"/> sq. m</p> <p>Depth <input type="text" value="100"/> mm</p> <p>Delete</p> <p>Rooftop - Building</p> <p>Area <input type="text" value="60"/> %</p> <p>Area <input type="text" value="96600"/> sq. m</p> <p>Delete</p> <p>0% Remaining</p> <p>Add Surface Condition</p> | <p>Add Tree Cover</p> <p>Add Tree Cover</p> <p>Add Tree Cover</p> <p>Add Tree Cover</p> |
| <p>0% Remaining</p> <p>Add Native Soil Type</p> | | | |

Gambar 5.25 Data yang Dimasukkan dalam Bagian Penggunaan Lahan pada Step 1. Configure Catchment

Lalu, tanpa menambahkan *surface enhancements* (perbaikan permukaan) dan *source controls* (kontrol sumber) dari berbagai teknologi yang dapat diaplikasikan dari konsep LID (*low-impact development*), maka langsung lanjut kepada bagian Step 4.

Configure Stream untuk menjelaskan mengenai aliran air (sebagian dari Kali Sugutamu) yang melalui *sub-catchment* ini, seperti sebagai berikut:

Tabel 5.19 Data yang Digunakan untuk Mengisi Bagian *Step 4. Configure Stream*

| No. | Type Data | Isi dalam Bagian Tipe Data | Satuan | Keterangan |
|-----|---|---|---|------------------------|
| 1. | <i>Left Stream Bank</i> | 2 | m/m | <i>Default</i> |
| 2. | <i>Right Stream Bank</i> | 2 | m/m | <i>Default</i> |
| 3. | <i>Stream Bed Width</i> | 3 | m | Pengukuran |
| 4. | <i>Stream Depth</i> | 1 | m | Pengukuran |
| 5. | <i>Slope of Reach</i> | 10000 | <i>Horizontal Metres per 1 Vertical Metre</i> | <i>Default</i> |
| 6. | <i>Horizontal Metres per 1 Vertical Metre</i> | 0.0001 | m/m | <i>Default</i> |
| 7. | <i>Stream Type</i> | <i>Irregular channel with cobble bottom and grassed sides</i> | Tidak Ada | Dari berbagai pilihan. |

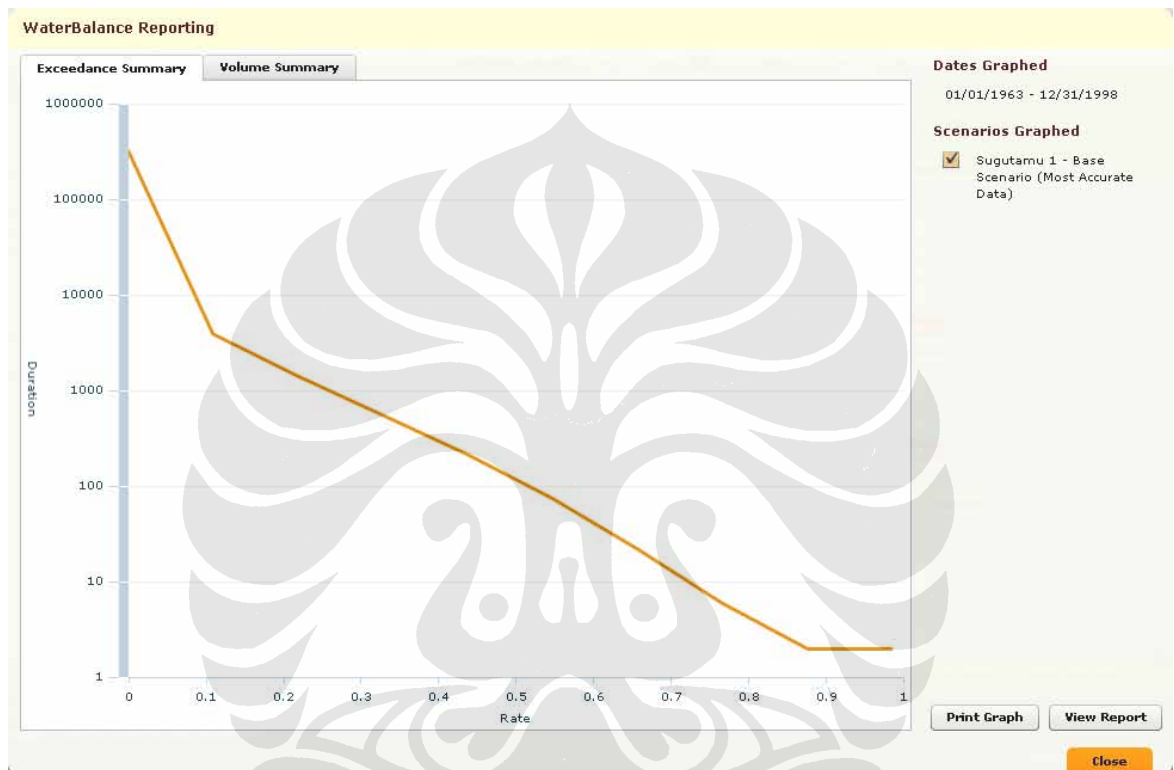
Tampilan pada bagian menentukan aliran air dalam *Step 4. Configure Stream* ini, adalah sebagai berikut:

The screenshot shows a software interface for configuring stream parameters. It includes the following elements:

- Left Stream Bank:** Input field with value 2, unit m/m, and a help icon.
- Right Stream Bank:** Input field with value 2, unit m/m, and a help icon.
- Stream Bed Width:** Input field with value 3, unit m, and a help icon.
- Stream Depth:** Input field with value 1, unit m, and a help icon.
- Slope of Reach:** Input field with value 10000.
- Horizontal Metres per 1 Vertical Metre:** Input field with value 0.0001, unit m/m, and a help icon.
- Stream Type:** A dropdown menu currently set to "Irregular channel with cobble bottom and grassed sides" with a help icon.

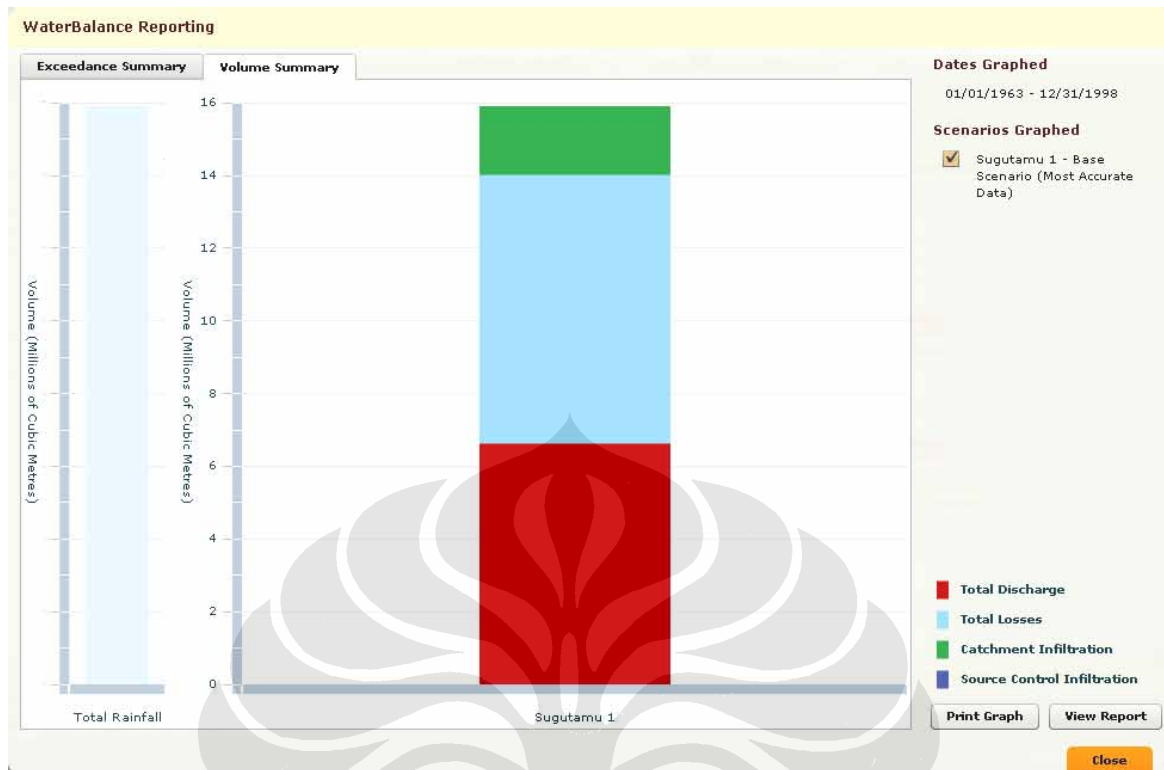
Gambar 5.26 Data yang Dimasukkan dalam Bagian Menentukan Aliran Air pada *Step 4. Configure Stream*

Setelah memasukkan semua data ini, langsung dapat dilanjutkan untuk menghitung hasil yang diperoleh dalam menjalankan program "Water Balance Model powered by QUALHYMO", dengan menekan tombol "Check Results". Hasil yang diperoleh dari skenario utama *sub-catchment* yang ditinjau ini dapat dilihat pada gambar-gambar sebagai berikut:



Gambar 5.27 Exceedance Summary yang Dihasilkan dari Data Input dalam Sub-Catchment yang Ditinjau

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bagian Lampiran: Pengujian Model Utama 1.



Gambar 5.28 *Volume Summary* yang Dihasilkan dari Data Input dalam Sub-Catchment yang Ditinjau

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bagian Lampiran: Pengujian Model Utama 1.

Dalam Tabel *Volume Summary* ini jumlah pembagian distribusi air dibagi pada 4 (empat) macam distribusi, yaitu:

1. *Total Discharge* (Debit Keluar Total): Warna Merah
2. *Total Losses* (Kehilangan Total): Warna Biru Muda
3. *Catchment Infiltration* (Infiltrasi dalam DAS): Warna Hijau
4. *Source Control Infiltration* (Infiltrasi yang disebabkan oleh Kontrol Sumber): Warna Ungu

Sebagai rangkuman, pembagian distribusi air dalam volume, berdasarkan 4 macam distribusi dengan jumlah total hujan yang terjadi, adalah sebagai berikut:

Tabel 5.20 Volume Distribusi Air yang Dihasilkan Berdasarkan *Volume Summary* yang Terjadi pada *Sub-Catchment* yang Ditinjau

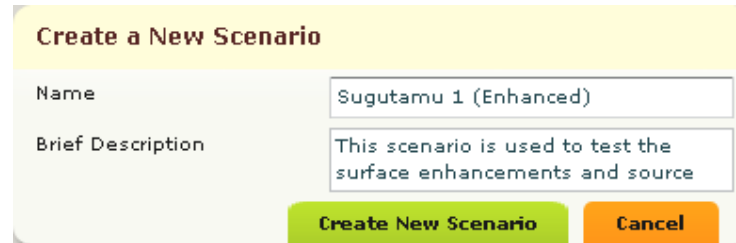
| No. | Type Data | Volume (Juta m ³) | Persentase (%) |
|-----|---|-------------------------------|----------------|
| 1. | <i>Total Rainfall</i> (Hujan Total) | 15,89885 | – |
| 2. | <i>Total Discharge</i> (Aliran Keluar Total) | 6,6 | 41 |
| 3. | <i>Total Losses</i> (Kehilangan Total) | 7,3 | 46 |
| 4. | <i>Catchment Infiltration</i> (Infiltrasi dalam DAS) | 1,8 | 11 |
| 5. | <i>Source Control Infiltration</i> (Infiltrasi oleh Kontrol Sumber) | 0 | 0 |

5.3.2.2 Pembuatan Jenis Skenario Pemanding untuk Menguji Pengaruh dengan Ditambah *Surface Enhancements* dan *Source Controls* pada *Sub-Catchment* yang Ditinjau

Dengan melihat hasil yang telah dibuat, tanpa adanya penambahan dari *surface enhancements* dan *source controls*, sekarang pengguna ingin menguji pengaruh dari penambahan teknologi LID (*low-impact development*) terhadap jumlah dari *Total Discharge* (Aliran Keluar Total), *Total Losses* (Kehilangan Total), *Catchment Infiltration* (Infiltrasi dalam DAS), dan *Source Control Infiltration* (Infiltrasi oleh Kontrol Sumber) yang dapat terjadi, dimana hasil tersebut akan terlihat berdasarkan *Volume Summary* yang terjadi pada *sub-catchment* yang ditinjau.

Hal pertama yang harus dilakukan adalah untuk membuat skenario baru. Dalam pengujian ini, akan digunakan data yang sama untuk mewakili *sub-catchment* yang ditinjau ini, hanya saja akan ditambahkan aplikasi dari *surface enhancements* dan *source controls* yang kira-kira sesuai untuk diaplikasi di lokasi ini, untuk melihat dampak dari jumlah limpasan dan infiltrasi yang terjadi seperti yang dibahas pada paragraf sebelum ini.

Dalam membuat skenario baru data yang diisi adalah sebagai berikut:



Gambar 5.29 Data yang Dimasukkan dalam bagian *New Scenario* (Skenario Baru) untuk Skenario Pembanding 1

Data yang diisi dalam bagian Skenario Baru ini adalah sebagai berikut:

Tabel 5.21 Data yang Digunakan untuk Mengisi Bagian *New Scenario* untuk Menjadi Skenario Pembanding 1

| No. | Tipe Data | Isi dalam Bagian Tipe Data |
|-----|---|---|
| 1. | <i>Name</i> (Nama Skenario) | Sugutamu 1 (<i>Enhanced</i>) (Diperbaiki) |
| 2. | <i>Brief Description</i> (Penjelasan Singkat Mengenai Skenario) | <i>This scenario is used to test the surface enhancements and source controls.</i> (Skenario ini digunakan untuk menguji teknologi untuk memperbaiki permukaan dan kontrol sumber.) |

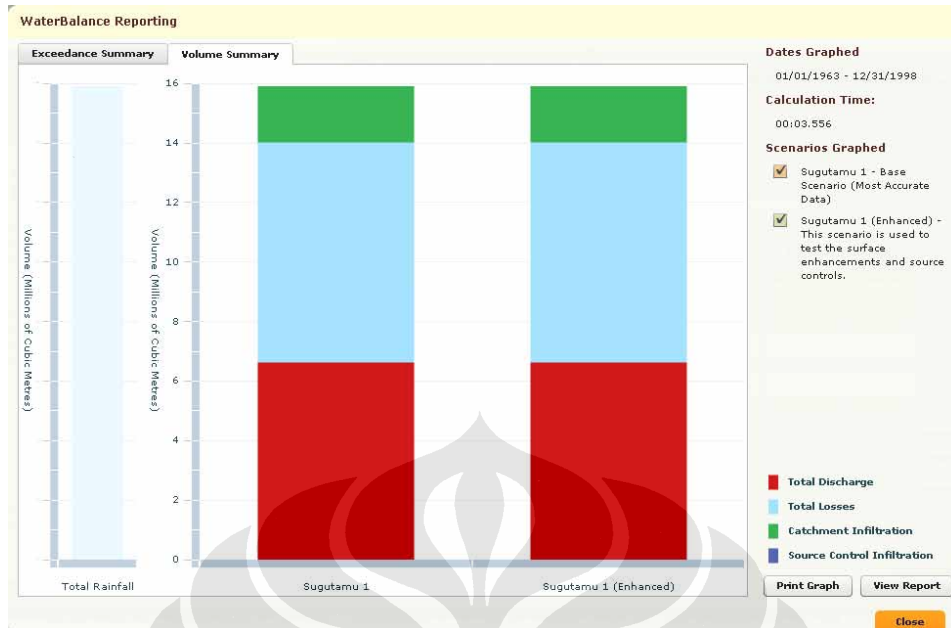
Tahap berikutnya adalah untuk menambahkan *surface enhancements* dan *source controls*. Pengguna mencoba untuk menguji *source controls* terlebih dahulu dengan pertama kali hanya menambahkan 1 (satu) macam tipe *source control* yaitu *Rain Garden*, dimana proses tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

| Attribute | Value | Unit |
|--------------------------------|-------------------------------|--------|
| Type | Rain Garden - With Underdrain | |
| Soil Definition | Sand | |
| Design Soil Rooting Depth | 500 | mm |
| Crop Coefficient | 0.1 | |
| Infiltration Rate | 50 | mm/h |
| Infiltration Rate | 0.00001388E | m/sec |
| Baseflow Pipe Diameter | 200.002001 | mm |
| Absolute Discharge Rate | 0.01867 | m³/s |
| Area-Based Discharge Rate | 0.431178 | L/s/ha |
| Depth of Reservoir | 1000 | mm |
| Average Voidspace Ratio | 10 | % |
| Ponding Depth | | mm |
| Infiltration Area Gravel Layer | | mm |

Gambar 5.30 Data yang Dimasukkan dalam bagian *Source Control* untuk *Rain Garden*

Data yang digunakan untuk mengisi bagian *source control* untuk *rain garden* diperoleh dari *Stormwater Source Control Design Guidelines 2005* dari *Greater Vancouver Regional District, Final Report April 2005*, bagian *Rain Garden*.

Setelah memasukkan aplikasi dari salah satu *source control* tersebut, nilai yang dihasilkan pada *Volume Summary* adalah sebagai berikut:



Gambar 5.31 Hasil pada *Volume Summary* Setelah Aplikasi *Rain Garden Source Control* (Kontrol Sumber Taman Hujan) Diaplikasikan pada Daerah Pengujian

Terlihat jelas bahwa tidak ada perubahan pada tingkat infiltrasi dalam daerah tersebut. Oleh karena itu pengguna memikiran mungkin harus ditambahkan lebih dari satu *source control* untuk meningkatkan hasil infiltrasi pada daerah tersebut. Pengguna menduplikasikan *source control* ini sebanyak 5 (lima) kali, dimana akan keluar tampilan sebagai berikut:

| Name | Type | m ³ /s | L/s per ha |
|---------------|-------------------------------|-------------------|------------|
| Rain Garden 1 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |
| Rain Garden 2 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |
| Rain Garden 3 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |
| Rain Garden 4 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |
| Rain Garden 5 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |

Gambar 5.32 Tampilan pada *Step 3. Configure Source Controls with Baseflow* dengan Mengaplikasikan 5 *Source Control* yang Sama

Hasil dari pengujian ini dapat terlihat sebagai berikut:



Gambar 5.33 Hasil pada Voume Summary Setelah Aplikasi Sebanyak 5 Rain Garden Source Control (Kontrol Sumber Taman Hujan) yang Diaplikasikan pada Daerah Pengujian

Ternyata sesudah, setelah memasukkan lebih banyak *source control* dalam aplikasi model ini, hasil pun tidak berubah.

Pengujian yang kedua adalah melihat apakah ada penggunaan lahan pada daerah pengujian adalah berbeda dengan yang sudah ditetapkan pada proyek dasar, misalnya daerah permukiman yang padat, jika ditambahkan *source control* pada daerah tersebut, apakah tingkat infiltrasi pada daerah yang baru ini dapat ditingkatkan. Untuk menguji hal tersebut, harus diawali dengan membuat skenario baru, sebagai berikut:

Create a New Scenario

Name: Sugutamu 2 (Change of Land Use)

Brief Description: To test the effects of surface enhancements and source controls if

Buttons: Create New Scenario, Cancel

Gambar 5.34 Data yang Dimasukkan dalam bagian New Scenario (Skenario Baru) untuk Skenario Pembanding 2

Data yang diisi dalam bagian Skenario Baru ini adalah sebagai berikut:

Tabel 5.22 Data yang Digunakan untuk Mengisi Bagian *New Scenario* untuk Menjadi Skenario Pembandingan 2

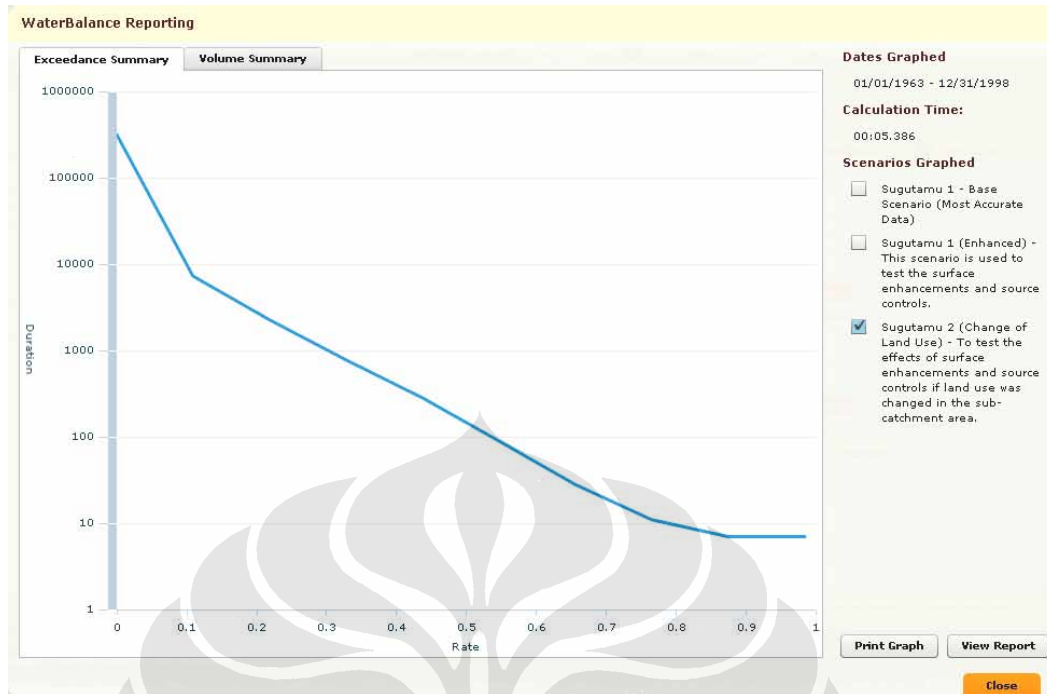
| No. | Tipe Data | Isi dalam Bagian Tipe Data |
|-----|---|--|
| 1. | <i>Name</i> (Nama Skenario) | Sugutamu 2 (<i>Change of Land Use</i>) (Perubahan Penggunaan Lahan) |
| 2. | <i>Brief Description</i> (Penjelasan Singkat Mengenai Skenario) | <i>To test the effects of surface enhancements and source controls if land use was changed in the sub-catchment area.</i> (Untuk menguji kemampuan dari oerbaikan permukaan dan kontrol sumber jika penggunaan lahan dirubah dalam DAS yang ditinjau.) |

Penggunaan lahan yang sudah dimasukkan pada program, dan yang akan direkayasa untuk menguji kemampuan *source control* yang sudah diaplikasikan pada program, dapat dilihat pada tabel berikut:

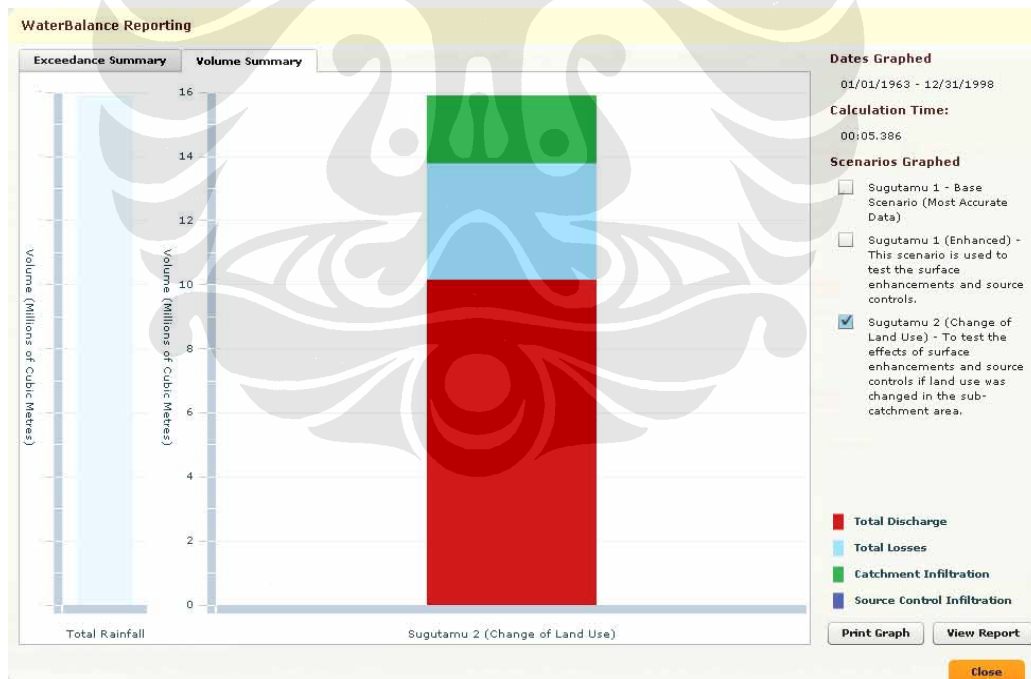
Tabel 5.23 Pembagian Penggunaan Lahan pada *Sub-Catchment* yang Dimodifikasi untuk Menguji Kemampuan *Source Control*

| No. | Jenis Penggunaan Lahan | Satuan | Ukuran | Persentase (%) |
|-----|------------------------|----------------|--------------|----------------|
| 1. | Perkebunan | m ² | 21.650 | 5 |
| 2. | Lahan Kosong | m ² | 21.650 | 5 |
| 3. | Permukiman | m ² | 389.700 | 90 |
| | | | Total | 100 |

Hasil yang diperoleh dari pada skenario baru ini dapat dilihat pada gambar-gambar sebagai berikut:



Gambar 5.35 Exceedance Summary yang Dihasilkan pada Skenario 2



Gambar 5.36 Volume Summary yang Dihasilkan pada Skenario 2

Jumlah pembagian alokasi air yang dihasilkan oleh grafik tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 5.24 Volume Distribusi Air yang Dihasilkan Berdasarkan Volume Summary yang Terjadi pada Skenario 2 Tanpa Adanya Source Control pada Sub-Catchment yang Ditinjau

| No. | Type Data | Volume (Juta m ³) | Persentase (%) |
|-----|--|-------------------------------|----------------|
| 1. | Total Rainfall (Hujan Total) | 15,89885 | – |
| 2. | Total Discharge (Aliran Keluar Total) | 10 | 63 |
| 3. | Total Losses (Kehilangan Total) | 3,6 | 22 |
| 4. | Catchment Infiltration (Infiltrasi dalam DAS) | 2,1 | 13 |
| 5. | Source Control Infiltration (Infiltrasi oleh Kontrol Sumber) | 0 | 0 |

Untuk melihat apakah pengaruh dari perubahan penggunaan lahan mempunyai pengaruh terhadap bekerjanya *source control* pada daerah pengujian yang ditinjau maka dilakukan perbandingan dengan menggunakan *source control* dan jumlahnya yang sama seperti pada tahapan sebelumnya, yaitu sebanyak 5 (lima) *rain garden source control* (kontrol sumber taman hujan), dimana grafik yang dihasilkan adalah dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 5.37 Volume Summary yang Dihasilkan pada Skenario 2

Hasil yang diperoleh dari pengujian ini menggambarkan hanya sedikit perbedaan yang terjadi antara kedua model pengujian yang dihasilkan, dimana hasil dari kedua skenario yang dibandingkan ini dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.25 Volume Distribusi Air yang Dihasilkan Berdasarkan Volume Summary yang Terjadi pada Skenario 2 Dengan Adanya 5 Rain Garden Source Control pada Sub-Catchment yang Ditinjau

| No. | Tipe Data | Volume (Juta m ³) | Persentase (%) |
|-----|--|-------------------------------|----------------|
| 1. | Total Rainfall (Hujan Total) | 15,89885 | – |
| 2. | Total Discharge (Aliran Keluar Total) | 10 | 63 |
| 3. | Total Losses (Kehilangan Total) | 3,7 | 23 |
| 4. | Catchment Infiltration (Infiltrasi dalam DAS) | 2,1 | 13 |
| 5. | Source Control Infiltration (Infiltrasi oleh Kontrol Sumber) | 0 | 0 |

Dari nilai volume air yang dihasilkan pada grafi *Volume Summary* tersebut terlihat bahwa adanya sedikit perbedaan antara Skenario 2 tanpa adanya penambahan *source control* dibandingkan dengan Skenario 2 dengan adanya penambahan dari *source control*. Perbedaan ini dapat dilihat pada jumlah dari 'Total Losses' yang dihasilkan dari kedua skenario ini yaitu yang tanpa *source control* adalah sebesar 22% dengan volume yang terjadi sebesar 3,6 juta m³ dan yang dengan *source control* adalah sebesar 23% dengan volume yang terjadi sebesar 3,7 juta m³.

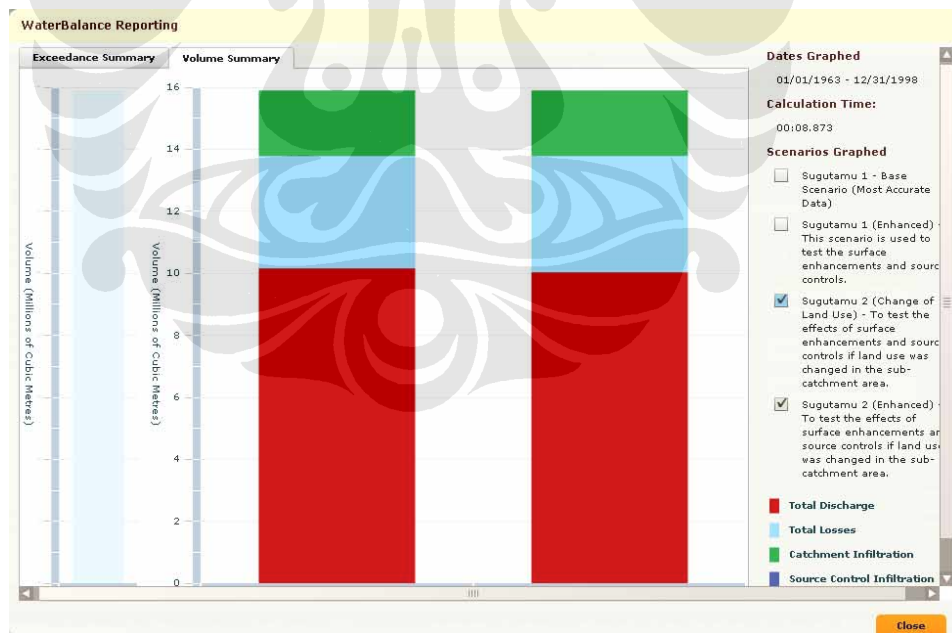
Setelah keluar hasil tersebut, sepertinya tidak ada pengaruh pada DAS yang ditinjau jika ditambahkan *source control* atau tidak. Tetapi untuk memastikan hal tersebut, dilakukan sekali lagi pengujian dengan penambahan *source control* yang lain, yaitu *source control rain garden* lagi sebanyak 5 (lima) kali lagi, jadi total menjadi 10 (sepuluh) macam *rain garden source control*

(kontrol sumber taman hujan), untuk menguji program sekali lagi. Tampilan dari jumlah *source control rain garden* tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

| Name | Type | m ³ /s | L/s per ha |
|----------------|-------------------------------|-------------------|------------|
| Rain Garden 1 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |
| Rain Garden 2 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |
| Rain Garden 3 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |
| Rain Garden 4 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |
| Rain Garden 5 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |
| Rain Garden 6 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |
| Rain Garden 7 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |
| Rain Garden 8 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |
| Rain Garden 9 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |
| Rain Garden 10 | Rain Garden - With Underdrain | 0.0187 | 0.4312 |

Gambar 5.38 Jumlah *Rain Garden Source Control*) yang Ditambahkan pada Skenario 2

Grafik yang dihasilkan setelah dilakukan tahap untuk melihat hasil dengan menekan tombol "Check Results", dihasilkan grafik sebagai berikut:



Gambar 5.39 *Volume Summary* yang Dihasilkan Setelah Penambah Jumlah *Source Control* pada Skenario 2

Nilai yang dihasilkan setelah penambahan jumlah *source control* menjadi 10 (sepuluh) macam *rain garden source control* (kontrol sumber taman hujan), berdasarkan pada tingkat pembagian air pada *Volume Summary* (Rangkuman Volume) yang dihasilkan, dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5.26 Volume Distribusi Air yang Dihasilkan Berdasarkan *Volume Summary* yang Terjadi pada Skenario 2 Dengan Adanya 10 *Rain Garden Source Control* pada Sub-Catchment yang Ditinjau

| No. | Tipe Data | Volume (Juta m ³) | Persentase (%) |
|-----|---|-------------------------------|----------------|
| 1. | <i>Total Rainfall</i> (Hujan Total) | 15,89885 | – |
| 2. | <i>Total Discharge</i> (Aliran Keluar Total) | 10 | 63 |
| 3. | <i>Total Losses</i> (Kehilangan Total) | 3,7 | 23 |
| 4. | <i>Catchment Infiltration</i> (Infiltrasi dalam DAS) | 2,1 | 13 |
| 5. | <i>Source Control Infiltration</i> (Infiltrasi oleh Kontrol Sumber) | 0 | 0 |

Laporan yang dihasilkan secara keseluruhan dalam pengujian semua skenario dalam proyek yang dibuat dalam 'Water Balance Model powered by QUALHYMO' ini dapat dilihat secara lengkap dalam bagian Lampiran.

5.3.2.3 Analisa Hasil Setelah Pembuatan Jenis Skenario

Pembandingan untuk Menguji Pengaruh dengan Ditambah Surface Enhancements dan *Source Controls* pada Sub-Catchment yang Ditinjau

Setelah melihat grafik-grafik yang telah dihasilkan tersebut, dapat dikatakan bahwa sepertinya, menurut pengujian dalam program, tidak ada pengaruhnya kepada suatu DAS jika ditambahkan *source control* atau tidak, pada tingkat infiltrasi yang terjadi pada DAS tersebut berdasarkan grafik yang dihasilkan pada *Volume Summary* dalam program "Water Balance powered by

QUALHYMO" ini, dilihat dari perbedaan penggunaan lahan atau penambahan jumlah *source controls* yang diaplikasikan pada DAS tersebut. Hal ini dapat disebabkan oleh karena beberapa faktor, yaitu:

1. Jumlah tingkat infiltrasi yang dipandang dari setiap *source control* yang dalam satuan 'mm/jam' adalah jauh berbeda dibandingkan dengan jumlah limpasan pada DAS tersebut yang diberikan dalam grafik *Volume Summary* yaitu dalam satuan 'juta m³');
2. Dimungkinkan oleh karena program permodelan "*Water Balance Model powered by QUALHYMO*" ini masih dalam masa percobaan sampai dengan September 2008, yang menyatakan bahwa masih terjadi berbagai macam perombakan program versi baru ini, yang masih harus menjalankan berbagai macam perbaikan hingga hasil yang keluar dapat berjalan sesuai dengan sebagaimana mestinya seperti yang sudah dijanjikan oleh pengembang program tersebut.