

PENENTUAN SEJATPELUHAN KOTA KINABALU
MENGUNAKAN IMEJ SATELIT

MOHAMMAD GHULAM BIN NOOR HASSAN

PROGRAM SAINS SEKITARAN
FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2014



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**PENENTUAN SEJATPELUHAN KOTA KINABALU
MENGUNAKAN IMEJ SATELIT**

MOHAMMAD GHULAM BIN NOOR HASSAN

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM SAINS SEKITARAN
FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2014



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

MOHAMMAD GHULAM
BIN NOOR HASSAN
(BS 1111 0365)

26 JUN 2014

DIPERAKUKAN OLEH

PENYELIA

(EN. AHMAD NORAZHAR MOHD. YATIM)

Tandatangan

PENGHARGAAN

Dengan Nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang

Alhamdulillah syukur ke hadrat ilahi kerana dengan izin-Nya dapat juga saya menyiapkan penulisan projek tahun akhir ini.

Di kesempatan ini, saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia disertasi saya, Encik Ahmad Norazhar Bin Mohd Yatim yang telah banyak memberi tunjuk ajar dan bimbingan sepanjang proses kajian projek ini dijalankan.

Sekalung penghargaan turut diberikan kepada Jabatan Meteorologi dan Iklim Sabah, Jabatan Ukur dan Pemetaan Sabah di atas segala bantuan yang diberikan sepanjang menyiapkan projek ini.

Tidak lupa juga kepada ayahanda bernama Noor Hassan Bin Maieh dan ibunda yang bernama Roseminah Binti Parial yang amat dikasihi serta ahli keluarga diatas pengorbanan, dorongan dan semangat yang telah diberikan kepada saya. Hanya ALLAH S.W.T sajalah yang dapat membalas jasa kalian.

Akhir sekali ucapan ribuan terima kasih ditujukan kepada rakan-rakan dan sahabat seperjuangan yang banyak membantu dan memberi sokongan dalam menjayakan projek ini.

Sekian, terima kasih.

ABSTRAK

Kajian ini adalah bertujuan untuk menghasilkan hasil sejabatpeluhan tumbuhan sebahagian kawasan kajian Kota Kinabalu dengan memaparkan kaedah Sistem Maklumat Geografi. Kajian ini juga dijalankan bagi mengenalpasti kadar sejabatpeluhan maksimum dan minimum yang terdapat di kawasan Kajian. Peta yang dihasilkan berdasarkan peta imej satelit hanya di sebahagian kawasan Kota Kinabalu terbahagi kepada 2 pemprosesan. Pemprosesan 1 bagi mendapatkan nilai NDVI dan suhu permukaan. Kedua menghasilkan peta dan analisis ketepatan. Hasil kajian mendapati terdapat hubungan yang kuat serta dan juga mendapati bahawa pengiraan sejabatpeluhan tumbuhan melalui pendekatan algoritma SEBAL adalah baik dan sesuai untuk kawasan kajian.

ABSTRACT

DETERMINATION OF EVAPOTRANSPIRATION FOR KOTA KINABALU USING IMAGE SATELLITE

The aim of this study to determine plant evapotranspiration for part of the study area in Kota Kinabalu with GIS method. This study was also performed to determine the maximum and minimum rates of evapotranspiration found in the study area. The map is produced based on satellite image map only for some parts of Kota Kinabalu and it was divided into 2 processing. Processing 1 to get the Ndvi and surface temperature. The Second processing was to generate maps and analysis of accuracy. The study found that there is a strong correlation and also found that the calculation of evapotranspiration of plants by algorithm SEBAL approach is well suited for the study area.

KANDUNGAN

	Muka Surat
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SINGKATAN	xi
SENARAI SIMBOL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	3
1.3 Skop Kajian	3
1.4 Kepentingan Kajian	4
BAB 2 ULASAN LITERATUR	5
2.1 Pengenalan Sejatpeluhan	5
2.1.1 Kepentingan Sejatpeluhan	6
2.1.2 Proses Penyejatan	7
2.1.3 Proses Transpirasi	9
2.2 Jenis Sejatpeluhan	10
2.2.1 Sejatpeluhan Potensi	10



2.2.2	Sejatpeluhan Rujukan	11
2.3	Faktor-Faktor Mempengaruhi Sejatpeluhan	12
2.3.1	Suhu Sekitaran	12
2.3.2	Kelembapan Relatif	13
2.3.3	Hujan	13
2.3.4	Angin	13
2.3.5	Kelembapan Tanah	14
2.3.6	Faktor Tumbuh-Tumbuhan	15
2.4	Kaedah-Kaedah Pengukuran Sejatpeluhan	15
2.4.1	Kuali Penyejatan	16
2.4.2	Lysimeter	17
2.4.3	Kaedah Bajet Air/ Keseimbangan Air Tadahan	17
2.4.4	Kaedah Kovarians Eddy / Kaedah Korelasi Eddy	18
2.4.5	Kaedah Penderiaan Jauh Dan Sistem Geografi Maklumat	18
2.4.6	Model Blaney-Criddle	19
2.4.7	Model Thornthwaite	20
2.4.8	Model Lowry – Johnson	20
2.4.9	Model Priestley–Taylor	20
2.4.10	Model Makkink	20
2.4.11	Model Hargreaves	21
2.4.12	Model Penman	21
2.5	Sistem Maklumat Geografi (GIS)	21
2.5.1	Landsat	24
2.5.2	Kegunaan Landsat Dalam Kajian	24
2.6	Aplikasi GIS Dalam Sejatpeluhan	27
2.6.1	Kaedah SEBAL	29



BAB 3 METHODOLOGI	31
3.1 Kawasan Kajian	31
3.2 Reka bentuk eksperimen	33
3.3 Perolehan Data	34
3.3.1 Data satelit Landsat 5 TM	35
3.3.2 Data sokongan	36
3.4 Pra-pemprosesan Data	36
3.4.1 Pembedulan Geometri	36
3.5 Pemprosesan Data	39
3.5.1 Sub- parameter	39
3.5.2 Hasil taburan suhu permukaan	42
3.6 Interpolasi taburan data hujan	43
3.6.1 Pengesahan ketepatan	44
BAB 4 HASIL DAN ANALISIS	46
4.1 Pendahuluan	46
4.2 Hasil sejatpeluhan tumbuhan sebenar	47
4.3 Analisis ketepatan hasil sejatpeluhan tumbuhan	49
4.4 Pengesahan menggunakan ujian t and Rsme	50
4.5 Hubungan antara algoritma SEBAL dan interpolasi	51
4.5.1 Ringkasan	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Cadangan	54
RUJUKAN	55



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.1	Jadual jalur spatial dan penerangan 25
3.1	Karakteristik sensor-TM 35
3.2	Senarai ralat RMSE bagi koreksi geometri 38
3.3	Bacaan data hujan kawasan kajian 43
4.1	Senarai bacaan nilai sejat perpeluhan kawasan Kajian 47
4.2	Perbandingan nilai cerapan 49
4.3	Nilai diantara sampel sejat perpeluhan tumbuhan SEBAL dan interpolasi data sejat-perpeluhan tumbuhan 51

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
3.1	Peta lokasi kawasan kajian 31
3.2	Carta alir bagi keseluruhan kajian 34
3.3	Hasil pembetulan geometri imej satelit Landsat-5 TM 38
3.4	Peta NDVI kawasan kajian 40
3.5	Hasil suhu permukaan daripada imaj satelit Landsat-5 TM 42
3.6	Peta taburan hujan 44
4.1	Hasil akhir sejat perpeluhan tumbuhan 47
4.2	Taburan titik sampel yang diambil 50
4.3	Korilasi antara sejat perpeluhan tumbuhan 52



SENARAI SINGKATAN

ET	<i>evapotranspiration</i>
GIS	<i>Geography Information System</i> / Sistem Maklumat Geografi
GPS	<i>Global Positioning System</i> / Sistem Peletakan Global
Ha	Hektar
JUPEM	Jabatan Ukur dan Pemetaan
NVDI	<i>Normalised Difference Vegetation Index</i>
TM	<i>Thematic Mapper</i>
ET _p	<i>potential evapotranspiration</i>
ET _o	<i>reference evapotranspiration</i>
SEBAL	<i>Surface Energy Balance Algorithm for Land</i>
LAI	<i>Leaf Area Index</i>
MSS	<i>Multiplex Scanner</i>



SENARAI SIMBOL

%	Peratus
°	Darjah
&	Dan
μ	Micro
m	Meter
T _s	Suhu permukaan band 6
Sec	second
a	67.355351
T _{Sensor}	<i>at-sensor brightness temperature</i> dalam unit Kelvin (K)
K	Kelvin
K	<i>band number</i>
L	<i>at-sensor radiance</i>
L	<i>Spectral radiance</i> dalam watts/(m ² sr lm)



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Pada era globalisasi ini, dan dalam mengejar pembangunan kemajuan sesebuah negara telah memberi kesan kepada perubahan suhu iklim, variasi serantau dan pemanasan global. Menurut Trenberth *et al.* (2007), pemanasan global berlaku dalam dua fasa dalam abad yang lalu. Fasa pertama dari tahun 1910 sehingga 1940 dan fasa kedua dari tahun 1970 sehingga tahun 2006 dan dalam fasa terkini, kenaikan 0.55°C berbanding fasa pertama. Kesan perubahan iklim dan perubahan kitaran air ini turut dipengaruhi oleh aktiviti-aktiviti manusia yang turut menyumbang kepada masalah ini.

Walaupun bagaimanapun, perubahan ini bukan sahaja memberi kesan kepada perubahan iklim tetapi kesannya ke atas aktiviti manusia dan kehidupan, seperti aktiviti pertanian terganggu, penggunaan sumber air yang tidak terkawal, bencana alam dan peristiwa iklim yang melampau seperti kemarau dan memberi ancaman kepada kehidupan manusia dan alam sekitar.

Sistem iklim ini berkaitan dengan kitaran air juga dikenali sebagai kitaran hidrologi. Kitaran ini adalah satu subsistem penting yang menggambarkan pergerakan air yang berterusan sama ada di udara dan di bawah permukaan bumi. Kitaran hidrologi ini beroperasi terhadap global dan terhadap kawasan tadahan sungai yang menghubungkan pergerakan air termasuk sejatpeluhan, hujan, air larian permukaan, curahan, aliran sungai, aliran sub-permukaan dan air bawah tanah.

Dalam kitaran hidrologi ini, pergerakan air melalui pelbagai fasa dalam kitaran hidrologi adalah tidak menentu dari segi masa dan ruangan (Bedient, 2010). Penyejatan adalah satu komponen yang penting dalam kitaran hidrologi, kerana ia memindahkan air dari permukaan tanah ke atmosfera. Istilah penyejatan, atau nama yang lebih luas sejatpeluhan merangkumi pemindahan melalui kedua-dua proses, iaitu penyejatan dan transpirasi (Lhomme, 1997). Proses penyejatan berpunca daripada kehilangan air daripada permukaan seperti tasik, tanah dan permukaan bumi manakala kehilangan air melalui proses transpirasi adalah melalui stomata yang terdapat pada daun tumbuhan (Chean *et al.*, 1998).

Pelbagai kaedah telah diperkenalkan untuk mengukur, menganggarkan, dan mengira sejatpeluhan. Salah satu kaedah pengukuran sejatpeluhan ialah dengan menggunakan kaedah penderiaan jauh dan sistem maklumat geografi (GIS). Menurut Jung *et al.* (2010), pada masa kini, kaedah penderiaan jauh dan sistem maklumat geografi (GIS) merupakan teknik utama yang digunakan untuk mengira dan pemetaan sejatpeluhan. Bastiaanssen (2000), melaporkan pada tahun-tahun yang lalu, beberapa penyelidik telah memperkenalkan dan mula menggunakan data imej satelit untuk menganggarkan sejatpeluhan dengan menggunakan kaedah penderiaan jauh. Di samping itu, kaedah penderiaan jauh boleh memberikan resolusi ruang spatial yang tinggi dan liputan yang luas.

Hongjie *et al.* (2002), berpendapat pengukuran sejatpeluhan kadangkala mempunyai ketidaktepatan data dan bacaan untuk memperbaiki masalah ini, gabungan data meteorologi dan kaedah penderiaan jauh merupakan kaedah

alternatif dalam pengukuran sejatpeluhan. Selain itu, kaedah ini menjimatkan masa dan mudah serta cepat di aplikasi dalam pengukuran sejatpeluhan (Bastiaanssen *et al.*, 1998).

1.2 Objektif Kajian

Dalam kajian ini, antara objektif-objektif yang hendak dicapai ialah :

1. Menentukan kadar sejatpeluhan dengan menggunakan data landsat TM.
2. Untuk menentukan hubungkait antara data sejatpeluhan dengan parameter hujan dan suhu permukaan.

1.3 Skop Kajian

Kajian ini memfokuskan kepada penentuan kadar sejatpeluhan sebahagian kawasan Kota Kinabalu menggunakan imej satelit Landsat dengan mengaitkan parameter penting terhadap penentuan sejatpeluhan. Di samping itu, kajian ini juga mengenalpasti pola perubahan sejatpeluhan di sebahagian kawasan Kota Kinabalu. Antara parameter yang terlibat adalah suhu permukaan, sejatpeluhan dan hujan. Data parameter yang digunakan dalam kajian ini menggunakan data bulanan dan unit biasa bagi sejatpeluhan adalah inci/hari atau milimeter/hari. Parameter ini di pilih kerana ianya merupakan faktor terpenting dalam mempengaruhi sejatpeluhan. Selain itu, parameter ini dapat memperlihatkan dan mengenalpasti pola perubahan kadar sejatpeluhan.

Kajian ini dijalankan menggunakan software khusus seperti ERDAS 8.5, model SEBAL. Kajian ini melibatkan hanya data sekunder yang diperolehi melalui jabatan-jabatan yang terlibat seperti Jabatan Meteorologi Dan Iklim Sabah, Jabatan Ukur Dan Pemetaan Malaysia Sabah. Kawasan kajian ini hanya melibatkan sebahagian kawasan Kota Kinabalu.

1.4 Kepentingan Kajian

Kajian yang dilakukan ini bertujuan dan penting dalam memperlihatkan pola perubahan sejatpeluhan sepanjang tahun dengan penggunaan kaedah GIS. Selain itu, kajian ini dapat memperlihatkan parameter yang terlibat dalam mempengaruhi pola perubahan sejatpeluhan di kawasan Kota Kinabalu.

Dengan penggunaan aplikasi GIS dalam sejatpeluhan, kajian ini penting dan memberi sumbangan dalam mengenalpasti perubahan guna tanah dan juga perubahan jumlah keluasan hutan di Kota Kinabalu berikutan pembangunan yang pesat di kawasan ini.

Kajian ini juga memberi sumbangan dalam mengetahui kawasan yang berkemungkinan berlakunya kemarau terhadap tanah dan tumbuhan dan mengenalpasti jumlah badan air dan kawasan tanah lapang yang masih terdapat di kawasan tersebut serta membuat langkah-langkah dalam mengurangkan aktiviti-aktiviti yang memberi kesan negatif terhadap sejatpeluhan yang boleh memberi kesan dalam pemanasan global dan peningkatan suhu.

BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 Pengenalan Sejatpeluhan

Menurut Allen *et al.* (1998), definisi bagi sejatpeluhan (*evapotranspiration (ET)*) adalah satu proses kehilangan air daripada permukaan melalui proses gabungan penyejatan tanah dan transpirasi tumbuhan. Istilah sejatpeluhan datang dari gabungan awalan sejatpeluh (untuk penyejatan tanah) dengan perkataan transpirasi (tumbuhan hijau). Penyejatan tanah dan transpirasi tumbuhan mewakili proses penyejatan air ke atmosfera.

Hauser (2009), mentakrifkan sejatpeluhan ialah jumlah penyejatan dan transpirasi tumbuhan daripada permukaan tanah bumi ke atmosfera. Penyejatan mencakupi pergerakan air ke udara daripada sumber-sumber seperti tanah, kanopi pemintasan dan perairan. Transpirasi mencakupi pergerakan air didalam tumbuhan dan kehilangan air sebagai wap melalui stomata daun. Selain itu, sejatpeluhan adalah bahagian penting dalam kitaran air. Elemen seperti pokok yang menyumbang kepada sejatpeluhan dipanggil sebagai *evapotranspirator* (Jensen *et al.*, 1990).



Menurut Nouri *et al.* (2012), jumlah bagi penyejatan dan transpirasi secara kolektif dipanggil evapotranspirasi yang merupakan konsumtif utama pengairan dan hujan di sekitar tumbuh-tumbuhan. Tambahnya, sejatpeluhan bukan sahaja berlaku di daun tumbuh-tumbuhan tetapi juga melalui batang, bunga dan akar. Sejatpeluhan sebagai satu komponen penting dalam kitaran hidrologi yang memberi kesan kepada air tanah, sifat kimia air tanah, kesihatan dan estetika tumbuh-tumbuhan (Johnson & Belitz, 2012).

Oki *et al.* (2006), penyejatan dan transpirasi adalah dua proses utama yang terlibat dalam pemindahan air dari kawasan tumbuh-tumbuhan ke atmosfera. Sejatpeluhan tumbuh-tumbuhan dari bumi merupakan 88% daripada jumlah sejatpeluhan daratan dan lebih daripada 50% daripada hujan daratan ke atmosfera.

Pandangan Dingman (2002), sejatpeluhan ialah satu kolektif bersama untuk semua proses melibatkan air sama ada fasa cecair atau pepejal pada permukaan tanah bumi ketika dilepaskan ke ruangan atmosfera.

2.1.1 Kepentingan Sejatpeluhan

Sejatpeluhan mempunyai kepentingan dan merupakan kuantiti kedua terbesar di dalam kitaran air. Perubahan sejatpeluhan akan menjejaskan proses kitaran air keseluruhan. Haba pendam ialah penggunaan tenaga oleh permukaan sejatpeluhan. Dalam imbangan tenaga permukaan dan radiasi yang diperoleh oleh permukaan tanah adalah seimbang dengan haba pendam dan haba wajar dengan permukaan atmosfera (Xu & Singh, 2005). Oleh kerana, hanya menghubungkan tempoh antara keseimbangan air dan keseimbangan tenaga dan interaksi yang kompleks dalam sistem tanah-tumbuhan-atmosfera, sejatpeluhan adalah mungkin komponen yang paling sukar dan rumit dalam kitaran air (Xu & Singh, 2005).

Sejatpeluhan juga petunjuk yang sangat penting untuk perubahan iklim (Peterson *et al.*, 1995). Dalam keseimbangan air permukaan (*surface water balance*), kira-kira 60-80% daripada hujan di permukaan bumi kembali semula ke ruang atmosfera, di mana ia menjadi sumber bagi kerpasan (Tateishi & Ahn, 1996).

Air yang hilang oleh sejatpeluhan akan memberi kesan kepada hasil air daripada kawasan dan sumber air yang ada. Pengurusan air berdasarkan sejatpeluhan di lembangan sungai telah menjadi satu trend membangun di kawasan gersang dan kawasan separa gersang (Qin *et al.*, 2009).

Selain itu, sejatpeluhan telah digunakan secara meluas dalam memberi panduan jadual pengairan pertanian melalui anggaran kuantitatif kepada keperluan air tanaman dalam mencapai matlamat penjimatan air dan peningkatan hasil pertanian (Doorenbos & Pruitt, 2008). Sejatpeluhan juga penting untuk memahami perubahan permukaan tanah didalam proses iklim. Chen *et al.* (2005), juga berpendapat bahawa analisis keadaan iklim kering dan basah berdasarkan sejatpeluhan adalah berkaitan dengan jenis ekosistem yang mempunyai tindak balas sensitif kepada perubahan iklim.

2.1.2 Proses Penyejatan

Proses penyejatan ialah proses air berubah daripada keadaan cecair atau pepejal kepada keadaan gas melalui pemindahan haba yang dikenali sebagai penyejatan. Dalam kitaran hidrologi, penyejatan ialah satu proses yang penting, sehinggakan pada setiap benua kira-kira 10 hingga 75% daripada jumlah tahunan hujan dikembalikan kepada atmosfera melalui penyejatan dan transpirasi (Smith, 1999).

Sejatan ialah suatu proses yang melibatkan perubahan air daripada cecair kepada gas atau wap. Proses penting bagi air untuk menyerap semula ke dalam

kitaran air daripada bentuk cecair kepada bentuk wap di atmosfera. Lautan, laut, tasik dan sungai adalah sumber-sumber yang membekalkan lebih kurang 90% lembapan atmosfera melalui proses sejatan dengan 10% lagi melalui proses transpirasi tumbuhan (Harding, 1998).

Menurut Hauser (2009), tenaga daripada matahari diperlukan untuk proses sejatan. Tenaga ini digunakan untuk memutuskan lautan-lautan kimia yang memegang molekul-molekul air bersama. Hal ini terjadi kerana air dapat menyejat dengan mudah pada titik didih (212F, 100°C) dan sejatan semakin berkurang apabila mendekati titik beku. Bagi kelembapan relatif udara pula ialah 100% dan berada dalam fasa tepu, sejatan tidak akan berlaku. Fungsi proses sejatan dapat menghilangkan kepanasan di sekeliling kita.

Semasa iklim panas, kehilangan air melalui penyejatan dari sungai-sungai, terusan dan simpanan air terbuka adalah satu perkara penting kerana penyejatan mengambil sebahagian besar air daripada simpanan bekalan air. Selain itu, kebanyakan air yang dikeluarkan untuk kegunaan manusia dan alam sekeliling akhirnya, kembali ke sungai dan akuifer dan tersedia untuk di gunakan semua dalam kitaran hidrologi (Smith, 1999).

Takungan penyimpanan yang mempunyai permukaan luas serta terdedah kepada penyejatan adalah sumber utama kehilangan air. Ada beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi penyejatan telah dikenal pasti, tetapi menilai penyejatan adalah sukar kerana kesan faktor yang saling bergantung antara satu sama lain. Namun, pada umumnya penyejatan dipengaruhi oleh suhu, angin, tekanan atmosfera, kelembapan relatif, kedalaman air, jenis tanah dan alam semulajadi serta bentuk permukaan.

2.1.3 Proses Transpirasi

Transpirasi atau perpeluhan ditakrifkan sebagai fisiologi tumbuhan semulajadi, proses air diserap dari tanah yang menyimpan kelembapan oleh akar dan melalui struktur tumbuhan kemudian tersejat dari sel-sel daun yang dipanggil stomata.

Menurut takrifan Micheal (2004), proses perpeluhan atau transpirasi ialah proses pengangkutan lembapan air melalui tumbuhan dari akarnya kepada liang-liang kecil pada permukaan daun dan di sinilah perubahan bentuk menjadi wap air dan kemudian dibebaskan ke ruang atmosfera bumi. Perpeluhan ialah proses sejatan air dari permukaan daun, 10% daripada kelembapan bumi di jangka disingkirkan oleh tumbuhan melalui proses perpeluhan (transpirasi).

Secara umumnya, proses perpeluhan (transpirasi) pada tumbuhan tidak dapat di lihat oleh mata kasar. Kuantiti air yang diperlukan oleh tumbuhan berbeza mengikut kedudukan geografi dan masa. Jumlah air yang disimpan oleh tumbuhan adalah kurang daripada 1% daripada jumlah yang hilang olehnya ketika keadaan suhu musim yang semakin meningkat. Dari sudut hidrologi, tumbuh-tumbuhan seperti pam yang mengeluarkan air dari tanah dan mengembalikannya ke ruang atmosfera (Micheal, 2004).

Bates (2008), ianya sukar untuk membuat anggaran yang tepat air yang tersejat disebabkan banyak pembolehubah yang turut mempengaruhi proses tersebut. Transpirasi dipengaruhi oleh fisiologi dan faktor persekitaran. Stomata lebih cenderung untuk membuka dan menutup terhadap tindak balas kepada keadaan persekitaran seperti terang dan gelap, panas dan sejuk.

Faktor-faktor persekitaran yang mempengaruhi transpirasi sama seperti penyejatan tetapi sedikit berbeza antaranya, kecerunan tekanan wap, suhu, radiasi

matahari, angin dan kelembapan tanah merupakan faktor paling penting dalam mempengaruhi transpirasi.

2.2 Jenis Sejatpeluhan

Sejatpeluhan terbahagi kepada dua sejatpeluhan potensi (ET_p) dan sejatpeluhan rujukan (ET_0). Terdapat perbezaan di dalam kedua-dua konsep ini yang biasa digunakan secara meluas dalam pertanian, penyelidikan alam sekitar dan kajian terhadap kitaran semulajadi. Selain itu, kedua-dua jenis sejatpeluhan ini mempunyai kepentingan dalam pelbagai bidang, termasuk reka bentuk sistem pengairan, penjadualan pengairan, hidrologi dan kajian-kajian terhadap tumbuhan.

Antara faktor-faktor yang mempengaruhi sejatpeluhan, pertama ialah data iklim atau faktor-faktor seperti peratusan jam pencahayaan matahari, kelajuan angin, suhu bulanan, kelembapan, dan hujan. Kedua, faktor tanaman seperti jenis tanaman dan musim penanaman dan juga tahap kelembapan dalam tanah.

2.2.1 Sejatpeluhan Potensi

Sejatpeluhan potensi (ET_p), konsep ini mula diperkenalkan pada 1940-an oleh Penman dan ditakrifkan sebagai jumlah air yang tersejat dalam masa yang tertentu oleh tanaman hijau, menutupi dan sebagai teduhan tanah, mempunyai ketinggian seragam dan status air yang mencukupi di dalam profil tanah. Tetapi, terdapat kekeliruan dalam definisi sejatpeluhan potensi kerana terdapat banyak jenis hortikultur dan tanaman agronomi yang disenaraikan ke dalam skop tanaman hijau yang bersaiz tanah.

Brown *et al.* (2013), mendefinisikan sejatpeluhan potensi sebagai sejatpeluhan dari tumbuh-tumbuhan yang meliputi permukaan tanah yang besar dengan kelembapan yang mencukupi pada setiap masa. Allen *et al.* (1998), sejatpeluhan potensi ditakrifkan sebagai sejatpeluhan yang berlaku apabila tanah dilindungi oleh tumbuh-tumbuhan aktif dan tidak mempunyai had dalam kelembapan tanah.

2.2.2 Sejatpeluhan Rujukan

Sejatpeluhan rujukan (ET_o) ditakrifkan sebagai kadar sejatpeluhan dari tanaman rujukan hipotesis dengan ketinggian tanaman diandaikan 0.12 m (4.72 inci), rintangan permukaan tetap 70 sec m^{-1} ($70 \text{ sec } 3.2\text{ft}^{-1}$) dan albedo 0.23, permukaan hijau yang luas dengan ketinggian rumput yang seragam, aktif berkembang dan meliputi teduhan tanah (Allen *et al.*, 1998).

Dalam definisi sejatpeluhan rujukan, rumput secara khususnya ditakrifkan sebagai tanaman rujukan dan tanaman ini dianggap bebas daripada tekanan air dan penyakit. Menurut Allen *et al.* (1998), istilah "sejatpeluhan rujukan" dan "sejatpeluhan tanaman rujukan" telah digunakan secara silih berganti dan keduanya mewakili kadar sejatpeluhan yang sama dari permukaan rumput.

Dengan mengguna pakai, tanaman rujukan (rumput) ia lebih mudah dan lebih praktikal untuk memilih pekali tanaman yang konsisten dan boleh digunakan untuk membuat andaian sejatpeluhan tanaman sebenar (ET_a) dalam menganggarkan kawasan baru.

RUJUKAN

1. Allen, R.G. 1998. *Using the dual crop coefficient method over an irrigated region as part of an evapotranspiration intercomparison study*. Oxford University Press. Oxford.
2. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes and Smith. 1998. *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements, Irrigation and Drainage*. Crc Press. London.
3. Anderson & Keith. 2007. *Terrestrial vegetation greenness of the Lower Galveston Bay watershed from satellite remote sensing and its relation to water use*. London. Mcgraw Hill.
4. Bastiaanssen, M., Feddes, R. A & Holtslag .2000. *A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL)*.
5. Bastiaanssen, W.G.M, 2010. *SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey*. Journal of Hydrology.
6. Bastiaanssen, W.G.M., Menenti, M., Feddes, R.A., Holtslag, A.A.M., 1998. *A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL)*.
7. Bates & Smith. 2008. *Crop evapotranspiration :Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage*. FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
8. Bedient (2010). *Sensitivity analysis of 18 different potential evapotranspiration models to observed climatic change at German climate stations*.
9. Chean Tasumi, M., Morse, A., and Trezza. 2013. *A Landsat-based energy balance and evapotranspiration model in Western US water rights regulation and planning*, Irrigation.
10. David J Buckley, Jiang, L.Ramsay. 1997. *A satellite-based daily actual evapotranspiration estimation algorithm over South Florida*.
11. Dingman, Howell & Jensen. 2001. *Evapotranspiration information reporting: Factors governing measurement accuracy, Agr. Water Manage.*

12. Doorenbos & pruit, 2008. Predicting riparian evapotranspiration from vegetation indices and meteorological data, *Remote Sens.*
13. Fischer & Nijkamp, 1992. Spatial Data Sources and Data Problems Geographical Information Systems: *Principles and Applications*. Longman, London.
14. Fetter, R.A. & Lenselink, K.J. 1994. *Evapotranspiration In: Drainage Principles and Applications*. ILRI Publication.
15. Greame. 1994. *Review on estimation of evapotranspiration from remote sensing data from empirical to numerical modeling approaches*.
16. Hongjie, S.K., Keshari, A.K., Gosain, A.K. 2002. *An operational model for estimating regional evapotranspiration through surface energy partitioning (RESEP)*. International Journal of Remote Sensing.
17. Idham Effendi. 2012. *Evapotranspiration in dry climate area: comparing remote sensing technique with unsaturated zone water flow simulation*. Degree of Master Thesis. University Of Enschede, Netherland.
18. Jabatan Ukur dan Pemetaan. 2007. Kota Kinabalu. Siri DNMM 5201 & Edisi 1-PPNM. Lembar 20. Skala 1: 50 000. Jabatan Ukur dan Pemetaan. Kota Kinabalu, Sabah.
19. Jabatan Meteorologi Dan Iklim Sabah. 2013. Kota Kinabalu.
20. Li, Brutsaert & W. 2009. *Evaporation into the atmosphere*. Dordrecht, Netherlands.
21. Jensen, Shi, P.J , Dou. 1990. *Estimation of daily evapotranspiration using a two-layer remote sensing model*. International Journal of Remote Sensing.
22. Johson, C.P., & Jonhson. 2001. *GIS: A tool for Monitoring and Management of Epidemics*. Oxford Press.
23. Johnson and Belitz, L. S., Howell, T. A., and Jensen. 2012. Evapotranspiration information reporting.
24. Jung, Baldocchi, D., Dennis, D., and Kell, B. 2010. *Modeling CO2 and water vapor exchange of a temperate evapotranspiration broadleaved forest across hourly to decadal time scales*. John Wiley & Sons. London

25. Linsey Alexandrov, V., J. Eitzinger, V. Cajic, M. Oberforster, 1998. Potential impact of climate change on selected agricultural crops in northeastern Austria. *Global Change Biol.*
26. Lhomme, Boegh, Soegaard. 1997. A remote sensing study of the NDVI-Ts relationship and the transpiration from sparse vegetation in the Sahel based on high-resolution satellite data, *Remote Sensing.*
27. Longley, T., Kiefer, R., & Chipman, J. 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation.* John Wiley & Sons. London.
28. Lindorth, Poulsen. 2003. Remote sensing based evapotranspiration and runoff modeling of agricultural, forest and urban flux sites in Denmark.
29. Micheal ,M Mutziger. 2012. *Evaporation research: review and interpretation.*
30. Nouri, H., Beecham, S., Kazemi, F., and Hassanli, A. M. 2012. A review of ET measurement techniques for estimating the water requirements of urban landscape vegetation.
31. Oki, T. and Kanae, S. 2006. Global hydrological cycles and world water resources, *Science.*
32. Penman, H.L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London.*
33. Peterson Calcagno, G Mendicino. 1995. *Distributed estimation of actual evapotranspiration through remote sensing techniques: Methods and Tools for Drought Analysis and Management.*
34. Qin, R. D., Reginato, R. J., and Idso. 2009. Wheat canopy temperature: a practical tool for evaluating water requirements, *Water Resour. Res.*
35. Risalah ESRI 2011. 2011. *Geographic Information System and Pandemic Influenza Planning and Response.*
36. Saney, Kalma, J., McVicar. 2013. Estimating land surface evaporation: A review of methods using remotely sensed surface temperature data.
37. Smith, Carlson, T. N., Gillies. 1999. An interpretation of methodologies for indirect measurement of soil water content.
38. Sharifah Mastura S.A. 2004. *Pengenalan Penderiaan Jauh. Pusat Pencerapan Bumi Jabatan Geografi UKM. Bangi, Selangor.*

39. Trenberth, Chen J. M. 2007. Distributed hydrological model for mapping evapotranspiration using remote sensing inputs.
40. Victor L.hauser, Consoli. 2009. *Evapotranspiration covers for landfills and waste sites*. London.Crc Press.
41. Ward, Wright, J.L. & Burman, R.D. 1995. *Operational estimate of reference evapotranspiration*. Agronomy Journal.
42. Xun, singh Sobrino, J. A. and Raissouni, N. 2005. *Toward remote sensing methods for land conver dynamic monitoring application to Morocco*. Int. J. Remote Sens.