

Penyiasatan terperinci hidrogeologi di kawasan Jebungan, Mukah, Sarawak

YUSUF B. BUJANG

Jabatan Penyiasatan Kajibumi
Kuching, Sarawak

Abstrak: Di kawasan Jebungan, Sarawak, dua tapak telah dikenalpasti dari penyiasatan awal hidrogeologi untuk dilakukan penyiasatan terperinci air tanah. Tujuan utama dari penyiasatan ini adalah menentukan kesesuaian akuifer dari tapak-tapak tersebut untuk pengabstrakan air tanah yang tawar untuk Skim Cadangan Bekalan Air bagi kampung-kampung yang terletak di kawasan Hilir Sungai Mukah. Penyiasatan terperinci melibatkan penentuan litologi dan kualiti air untuk menaksirkan taburan, ketebalan dan semulajadi akuifer. Kajian imbangan air juga dilakukan dalam menentukan keupayaan akuifer untuk memenuhi keperluan air. Penggunaan air masa kini adalah 541 m³/hari dan dijangkakan sebanyak 879 m³/hari pada tahun 2000. Air tanah dari kawasan Jebungan juga diperlukan untuk pekan Mukah semasa musim kemarau selama tempoh maksima dua minggu setiap tahun apabila sumber air yang sedia ada mengalami intrusi air laut. Penggunaan air untuk pekan Mukah adalah dijangkakan sebanyak 1000 m³/hari. Berdasarkan kajian imbangan air, keperluan harian air dari akuifer-akuifer untuk kampung-kampung dan pekan Mukah semasa musim kemarau adalah mencukupi. Sistem perigi mendatar adalah dicadangkan untuk mengambil air dari akuifer-akuifer bagi bekalan air.

Abstract: Based on the result of a preliminary survey, two sites have been identified in the Jebungan area, Sarawak for detailed groundwater investigations. The aim of these investigations is to determine the suitability of the aquifers at the two sites for the abstraction of fresh groundwater for the proposed Water-Supply Scheme of the villages located in the Lower Sungai Mukah area. The detailed investigations involved lithological and water-quality studies to assess the distribution, thickness and nature of the aquifers. A water balance study was also conducted to determine the ability of the aquifers to meet the year-round requirement of water. The present domestic water requirement is 541 m³/day, and is projected to be 879 m³/day in the year 2000. Groundwater from Jebungan area is also needed during the dry spell for supply to Mukah town for a maximum duration of two weeks per year when the existing source of water for Mukah is intruded by saline water. This requirement of Mukah is expected to be about 1000 m³/day. Based on the water balance study, the daily requirement of the villages and Mukah town during the dry spell can be sufficiently obtained from the aquifers. A system of horizontal wells is recommended for the removal of water from the aquifers for the proposed water-supply.

PENDAHULUAN

Masalah kekurangan air untuk kegunaan harian di kawasan Hilir Sungai Mukah memang kerap berlaku terutamanya pada musim kemarau iaitu dari bulan April hingga Ogos setiap tahun.

Jumlah penduduk di kawasan Hilir Sungai Mukah adalah 3606 orang, dan

dijangkakan bertambah kepada 5974 orang pada tahun 2000.

Berdasarkan penggunaan air sebanyak 150 liter/orang/hari, penduduk di sini memerlukan 541 m³/hari dan dijangka memerlukan sebanyak 879 m³/hari pada tahun 2000. Pada musim kemarau, pekan Mukah dijangka memerlukan air sebanyak 1000 m³/hari untuk tempoh maksima dua minggu setiap tahun.

Penyiasatan awal hidrogeologi di kawasan ini telah menjumpai dua tapak akuifer air tawar yang cetek iaitu Tapak A dan B (Rajah 1). Kawasan akuifer-akuifer tersebut telah dinamakan kawasan Jebungan, yang mana air tanahnya berpotensi sebagai sumber bekalan air untuk penduduk di sini. Hasil dari maklumat yang diperolehi dalam penyiasatan awal, kawasan tersebut dilakukan penyiasatan terperinci hidrogeologi. Tujuannya adalah untuk menentukan kesesuaian akuifer di kawasan Tapak A dan B untuk pengabstrakan air tanah yang tawar bagi Skim Cadangan Bekalan Air di kawasan Hilir Sungai Mukah. Penyiasatan terperinci telah dimulakan pada bulan Mac hingga Oktober, 1987. Sebanyak 284 lubang gerudi dengan kedalaman 7 m untuk setiap lubang gerudi telah dibuat dan jumlah kedalaman lubang gerudi adalah 1988 m. Pengarasan permukaan bumi dan kajianimbangan air juga dilakukan untuk mendapatkan jumlah air tanah yang boleh diambilkan dari akuifer-akuifer ini.

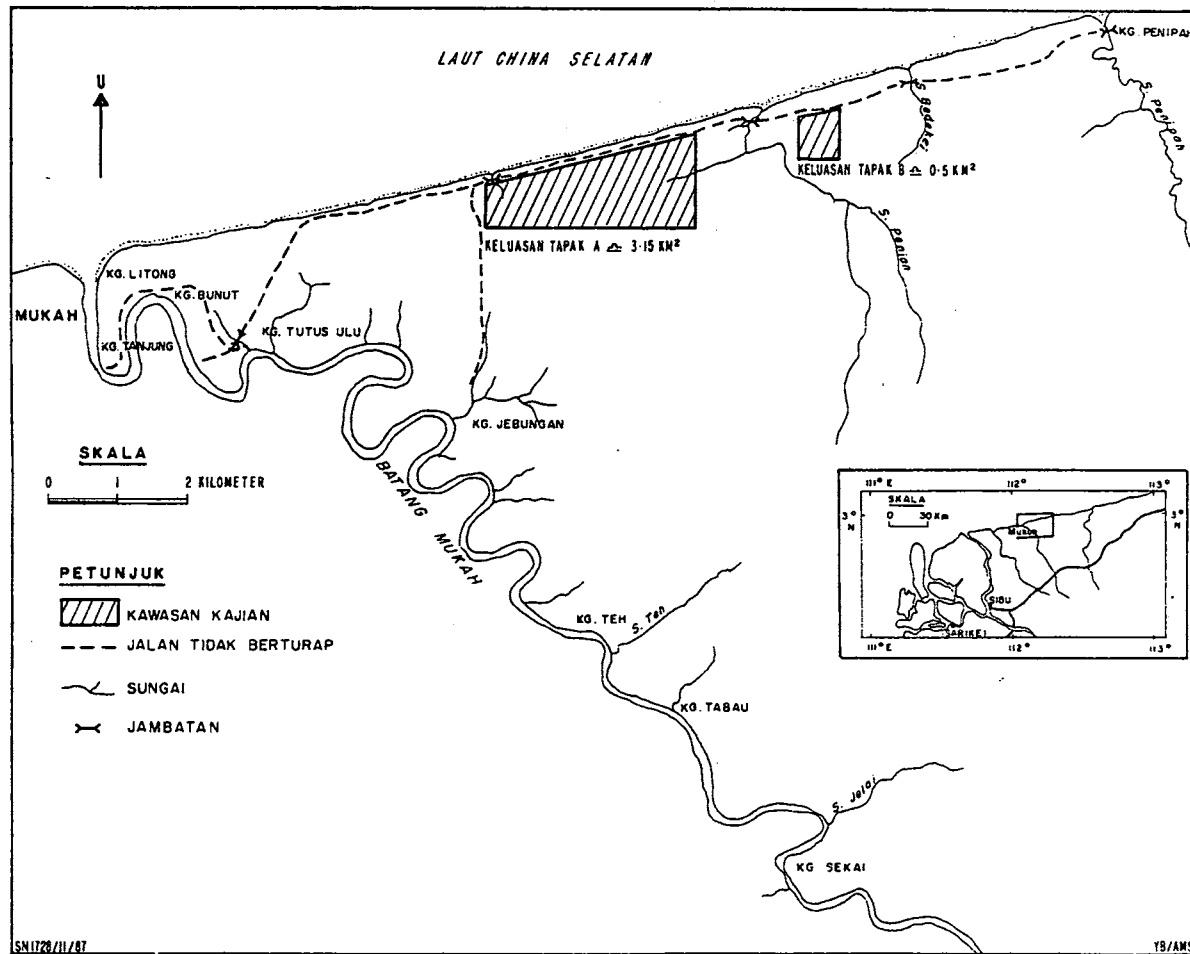
GEOGRAFI

Kawasan Jebungan terletak di sebelah timur pekan Mukah iaitu lebih kurang 80 km timurlaut Bandar Sibul. Ia disempadankan oleh Laut China Selatan di bahagian utara, manakala di sebelah barat disempadankan oleh Sungai Mukah. Keluasan yang diliputi untuk penyiasatan terperinci hidrogeologi di kawasan Tapak A dan B adalah 3.65 km persegi. Lokasi kawasan kajian ditunjukkan pada Rajah 1.

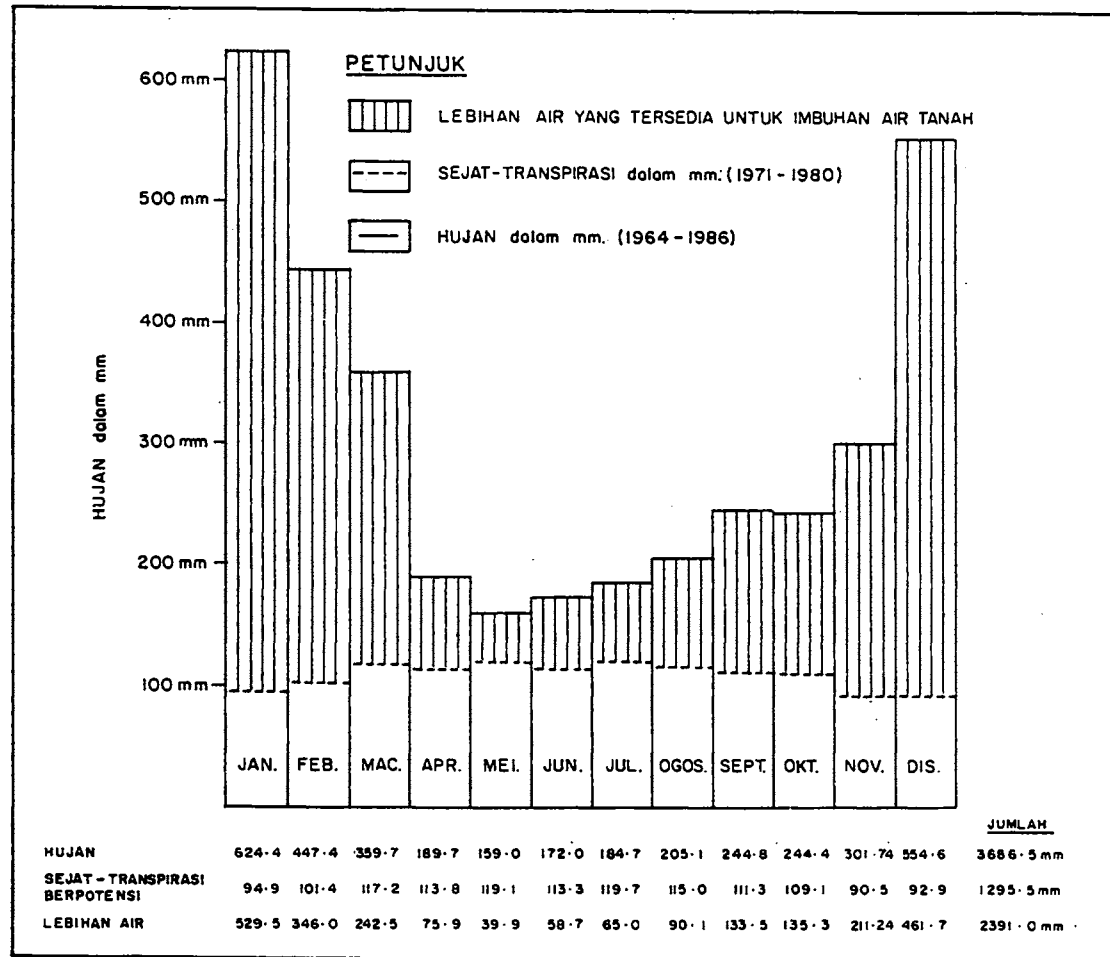
Jumlah penduduk di kawasan Hilir Sungai Mukah iaitu dari Kampung Litong hingga ke Kampung Sekai adalah 3606 orang dan dijangkakan seramai 5974 orang pada tahun 2000. Penduduk di pekan Mukah pula mengalami masalah kekurangan air pada musim kemarau untuk tempoh maksima dua minggu setiap tahun. Ini disebabkan sumber bekalan airnya mengalami intrusi air laut.

Sungai-sungai di kawasan kajian mengalir dari kawasan paya gambut dan kemudian mengalir terus ke Laut China Selatan.

Iklim di kawasan kajian adalah jenis tropika dan dicirikan oleh hujan tahunan sekitar 3620 mm, suhu 26°C dan kelembapan yang tinggi. Purata hujan bulanan untuk Mukah dari tahun 1964-1986 dan hubungannya dengan sejat-transpirasi dari tahun 1971-1980 ditunjukkan pada Rajah 2. Musim kemarau di sini berlaku pada bulan April hingga Ogos setiap tahun. Manakala angin monsunnya adalah Monsun Timurlaut iaitu dari bulan Oktober hingga Januari dan Monsun Baratdaya dari bulan April hingga Ogos. Biasanya, hujan



Rajah 1: Lokasi kawasan Jebungan, Mukah.



Rajah 2: Min hujan bulan dan sejat - transpirasi, Mukah.

lebat dibawa oleh Monsun Timurlaut.

GEOLOGI

Di kawasan Jebungan, sedimen Kuaternari menindahi Formasi Liang yang berusia Pliosen. Pada keseluruhannya, kawasan kajian diliputi oleh endapan Resen yang terdiri daripada sedimen laut cetek dan lagun. Di sini, sedimen laut cetek terdiri daripada pasir halus-sederhana, kelodak dan tanah liat. Di setengah-setengah tempat, ianya ditindahi oleh sedimen lagun iaitu gambut.

Pasir di sini berbutir halus hingga sederhana, asingan sederhana baik, kaya dengan mineral kuarza dan mengandungi pecahan cangkang dan sisa tumbuhan. Warnanya putih-coklat di atas paras air tanah dan berwarna kelabu di bawah paras air tanah. Ketebalan pasir halus-sederhana di kawasan kajian berbeza-beza dan berjulat dari 3.3 hingga 5.6 m. Di setengah tempat, ianya ditindahi oleh gambut yang berbeza-beza ketebalannya dan tepu dengan air sepanjang tahun.

Sempadan litologi untuk kawasan kajian ditunjukkan pada Rajah 3.

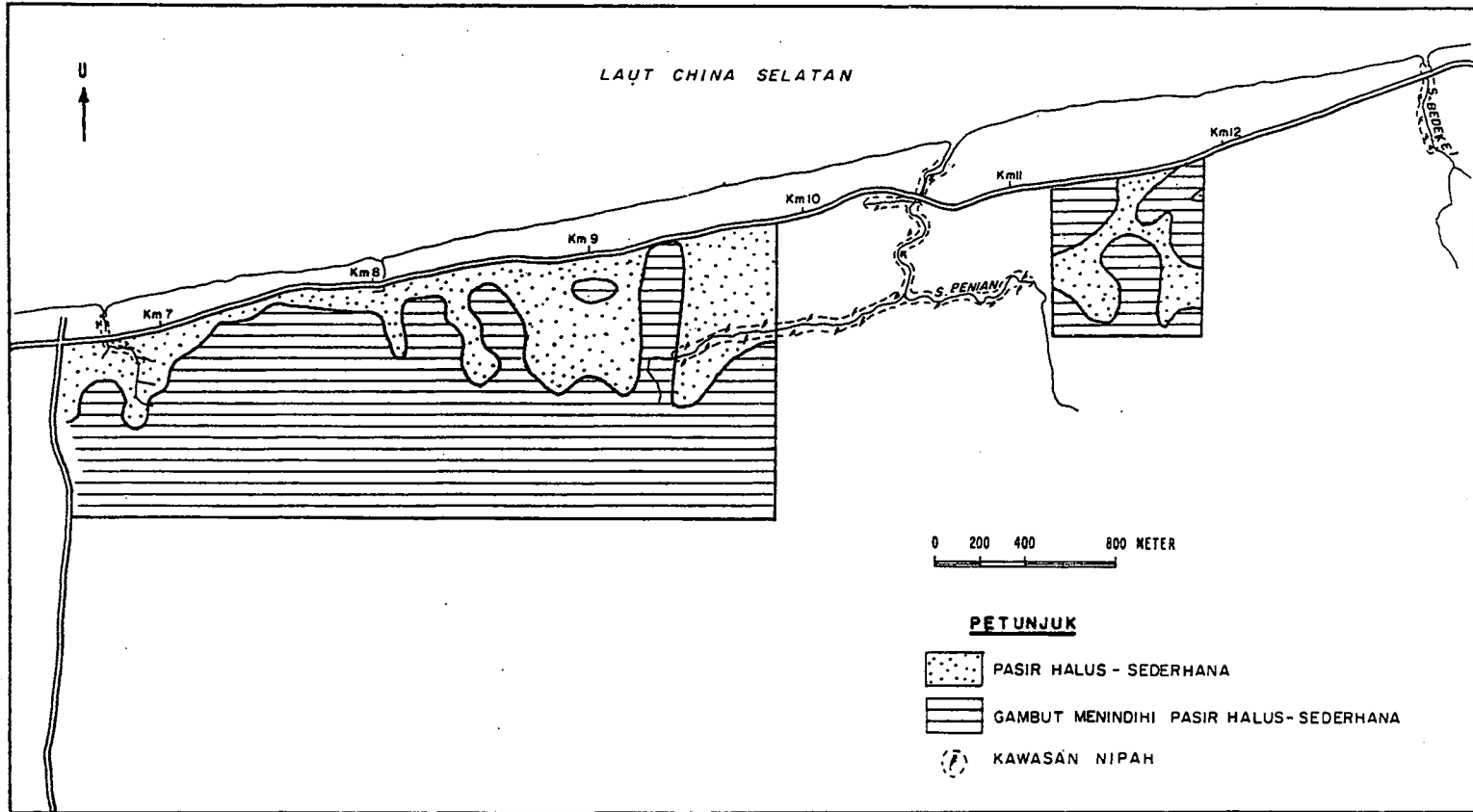
KAEDAH PENYIASATAN

Pada masa penyiasatan terperinci hidrogeologi dijalankan, sebanyak 284 lubang gerudi telah dibuat dengan kedalaman 7 m untuk setiap lubang gerudi dan jumlah kedalaman lubang gerudi ialah 1988 m. Di mana 238 lubang gerudi telah dibuat di kawasan Tapak A dan 46 lubang gerudi di kawasan Tapak B. Lubang gerudi tersebut dibuat dengan menggunakan alat 'Puls Auger' dengan jarak 100 m di antara satu dengan yang lain. Untuk ketebalan pasir melebihi 3 m, maka lubang gerudi tersebut diubahkan menjadi perigi cerapan. Oleh itu, sebanyak 235 perigi cerapan telah dibuat di kawasan Tapak A dan 42 perigi cerapan di kawasan Tapak B.

Di samping itu juga, 2 perigi ujian telah dibuat di sini iaitu satu di kawasan Tapak A dan satu lagi di kawasan Tapak B. Pembinaan perigi ujian ini dibuat dengan menggunakan alat pancutan air yang mempunyai mata gerudi bergaris-pusat 210 mm.

Kedudukan lubang gerudi 'Puls Auger' dan perigi ujian di kawasan kajian dapat dilihat pada Rajah 4.

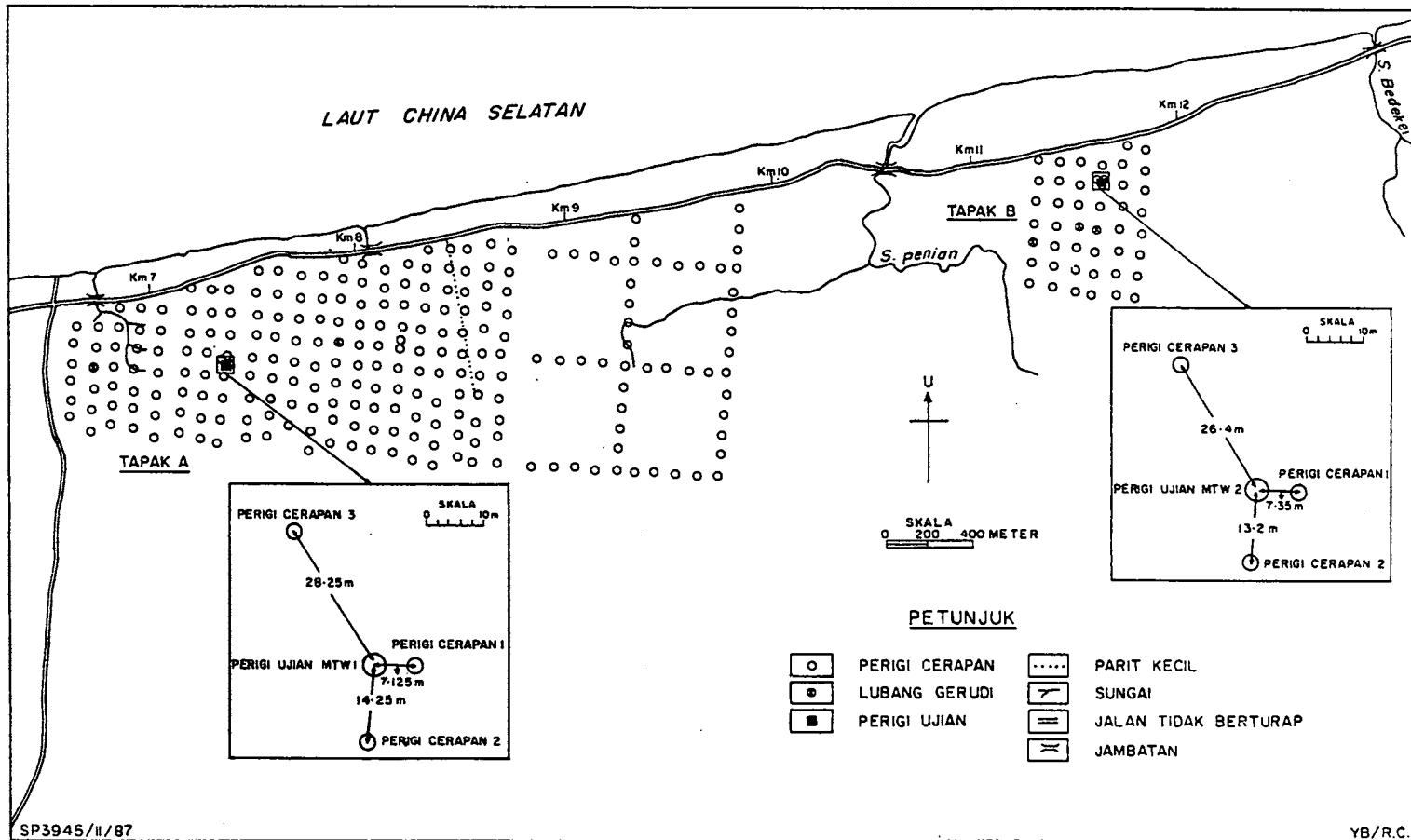
Kesemua lubang gerudi tersebut diambil sampel pasir dan direkodkan litologinya. Manakala dari perigi cerapan, setelah dipam selama 30-60 minit, sampel airnya diambil dan dilakukan analisa kimia airnya. Ketinggian perigi cerapan di atas Min Paras Laut juga ditentukan.



SM 1729/11/87

YB/AMS

Rajah 3: Sempadan litologi di kawasan Jebungan, Mukah.



Rajah 4: Kedudukan lubang gerudi 'Puls Auger' dan perigi ujian di kawasan Jebungan, Mukah.

HASIL PENYIASATAN

Hidrogeologi

Penggerudian yang telah dilakukan memberikan maklumat bahawa ketebalan pasir halus-sederhana sebagai akuifer adalah berbeza dan berjulat dari 3.3 m hingga 5.6 m. Ini jelas ditunjukkan oleh isotebal pasir halus-sederhana pada Rajah 5. Didapati juga, akuifer cetek ini ditindahi oleh gambut yang berbeza-beza ketebalannya iaitu dari 0.1 m hingga 2.5 m. Ini ditunjukkan oleh Rajah 6.

Berdasarkan pada profil geologi, didapati akuifer cetek di kawasan kajian mempunyai ketebalan lebih kurang seragam dari arah barat ke timur. Di kawasan yang tidak ada pasir halus-sederhana, gambut pula menindahi tanah liat. Di setengah tempat, tanah liat ini ujud dalam bentuk kantaan. Profil geologi untuk kawasan kajian ditunjukkan pada Rajah 7.

Hasil daripada analisa saiz butiran, didapati akuifer cetek mempunyai saiz purata 0.15 mm, saiz berkesan berjulat 0.07 mm hingga 0.12 mm dan pekali keseragaman berjulat 2.0 – 22

Kualiti Air

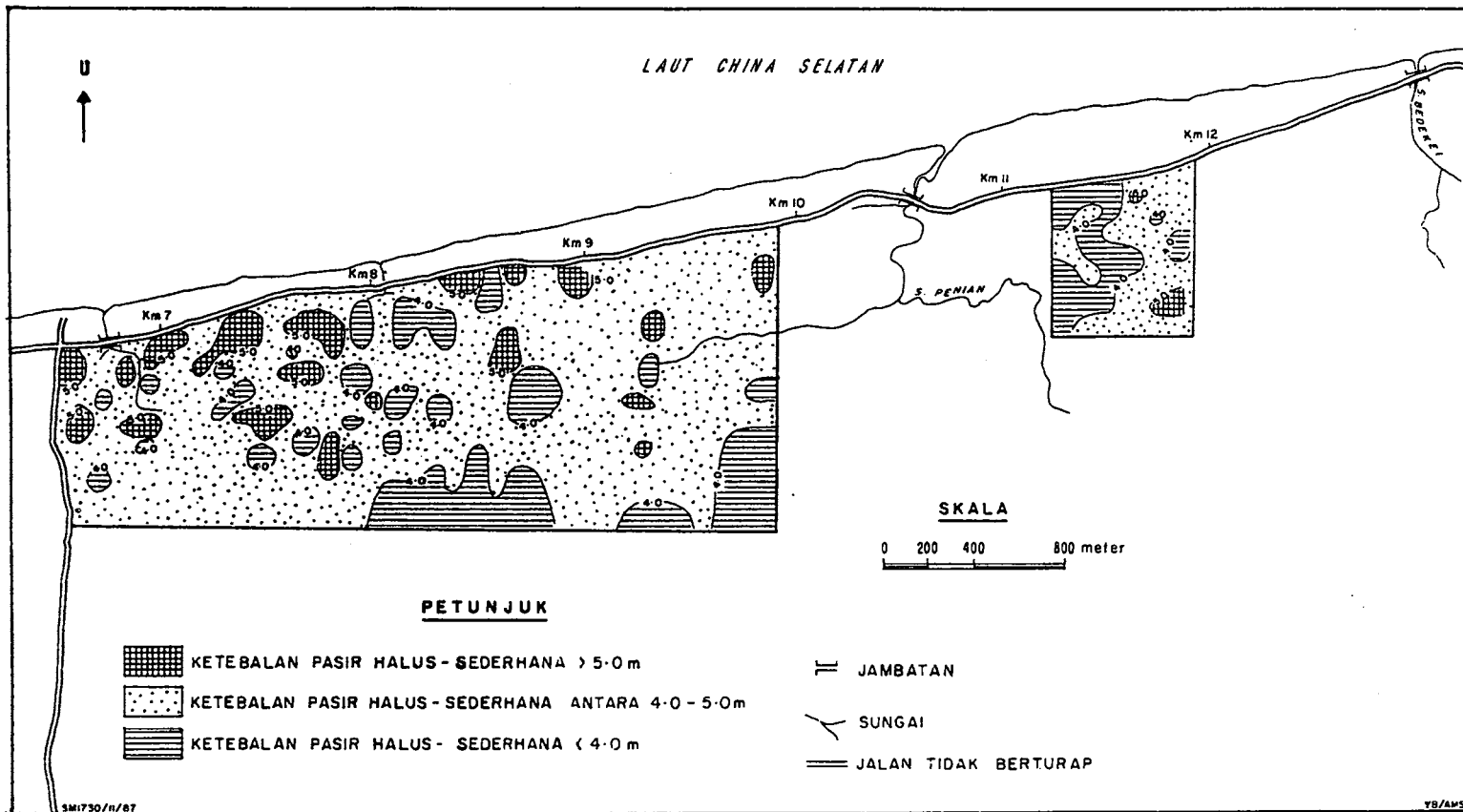
Di dalam penyiasatan terperinci hidrogeologi ini, sebanyak 277 sampel air tanah telah dianalisis.

Nilai kandungan Ferum didapati tinggi jika dibandingkan dengan paras maksima yang dibenarkan dari Piawaian WHO iaitu melebihi 1.0 mg/l. Nilai unsur-unsur kimia yang lain seperti kalsium, magnesium, natrium, kalium, mangan, bikarbonat, sulfat dan klorida adalah di bawah paras maksima yang dibenarkan dari Piawaian WHO. Untuk itu, air tanah di sini perlu diberikan rawatan sebelum-air tersebut boleh digunakan oleh penduduk tempatan.

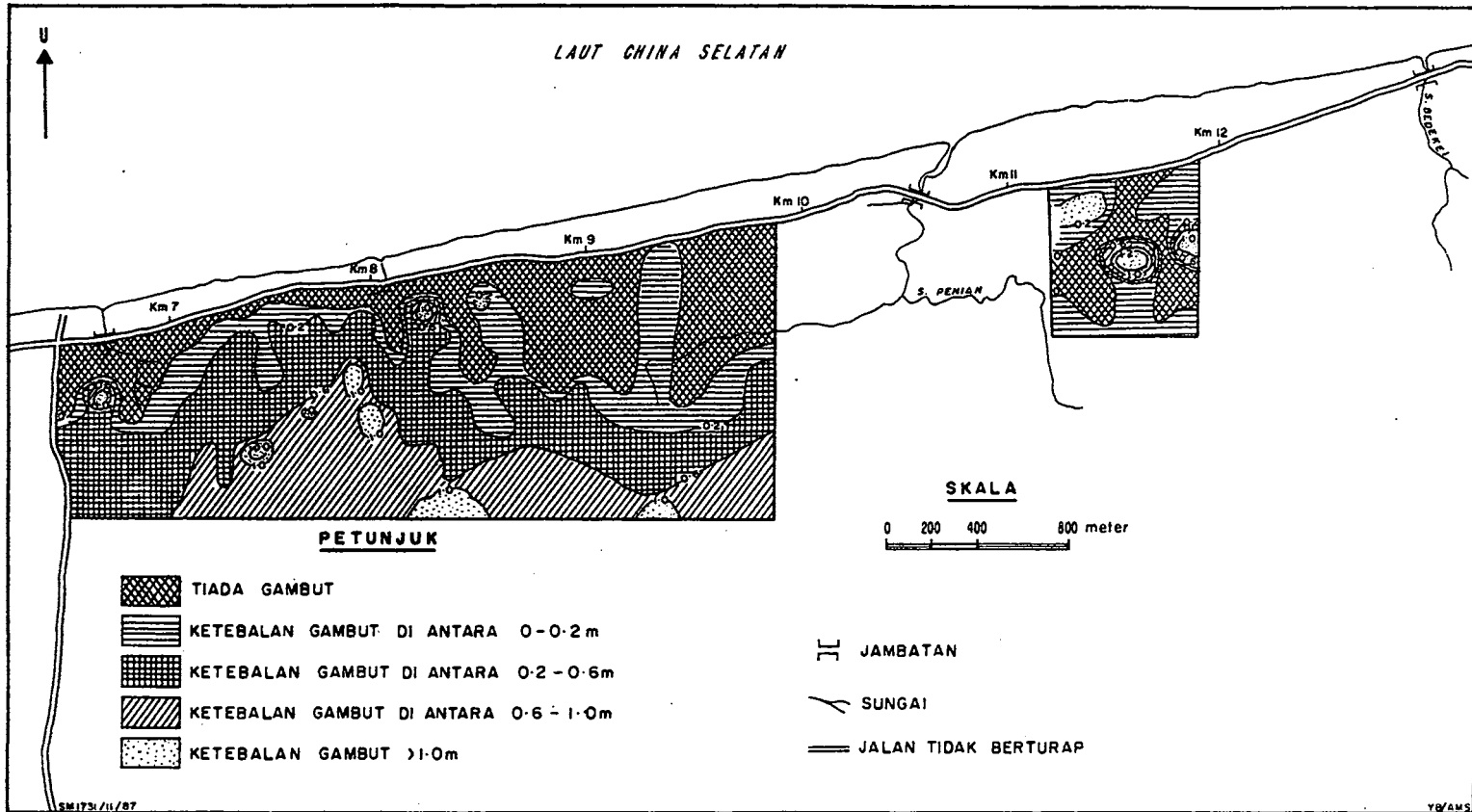
Kontur kandungan klorida untuk akuifer air tawar yang cetek di kawasan ini di tunjukkan pada Rajah 8. Didapati kawasan Tapak A mempunyai kandungan klorida kurang dari 600 ppm dan di kawasan Tapak B pula kandungannya kurang dari 200 ppm. Di setengah-setengah tempat, apabila penapis perigi di dalam lapisan tanah liat, didapati kandungan melebihi 600 ppm.

Berdasarkan pengelasan air dengan kation dan anion, kemudian diplotkan pada gambarajah tigasegi seperti Rajah 9, didapati ada 4 jenis air terdapat di dalam akuifer ini iaitu:-

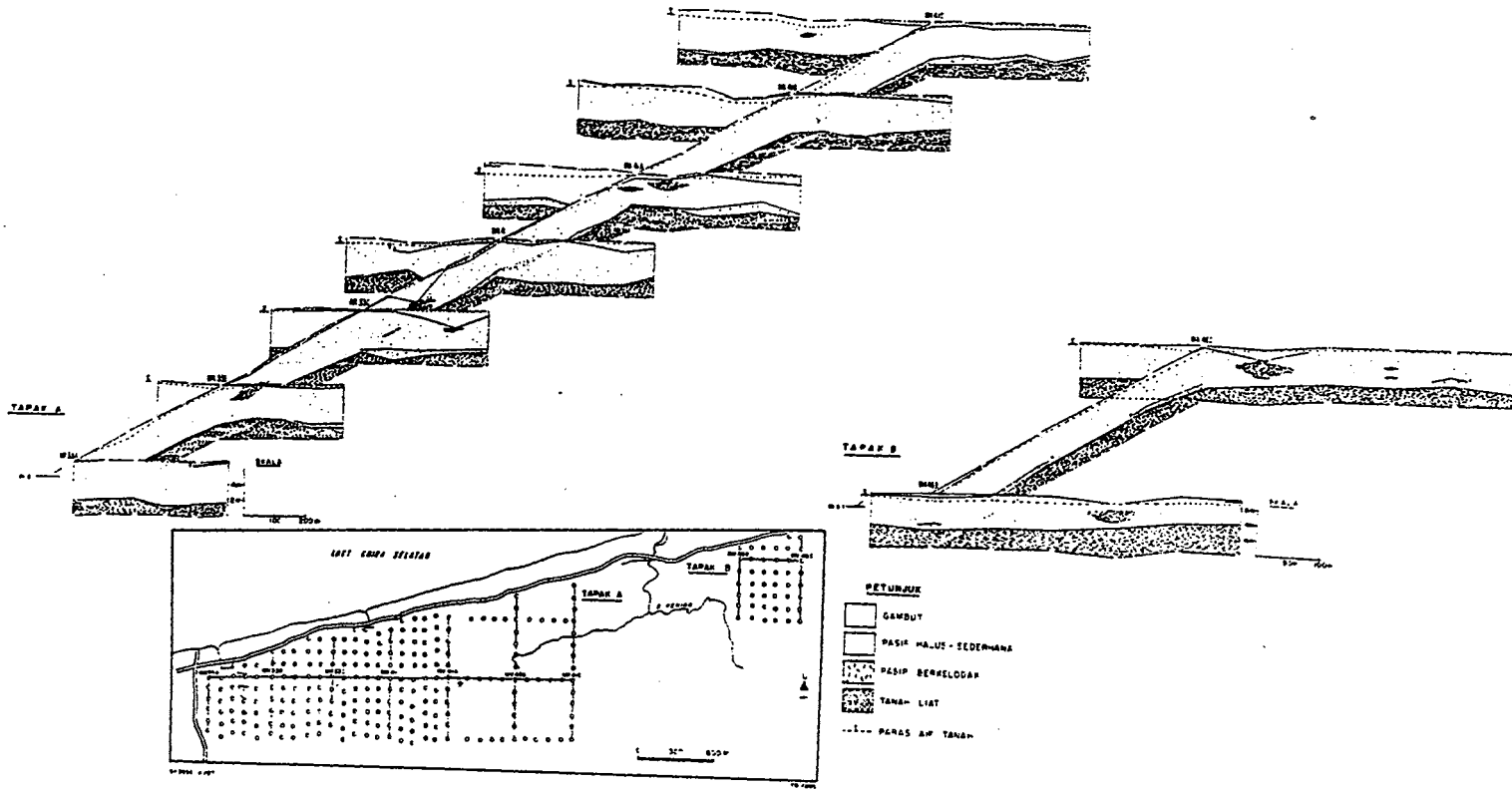
- (a) Air kalsium, natrium, bikarbonat, klorida.
- (b) Air kalsium, bikarbonat.
- (c) Air kalsium, magnesium, natrium, bikarbonat, klorida.
- (d) Air natrium, klorida.



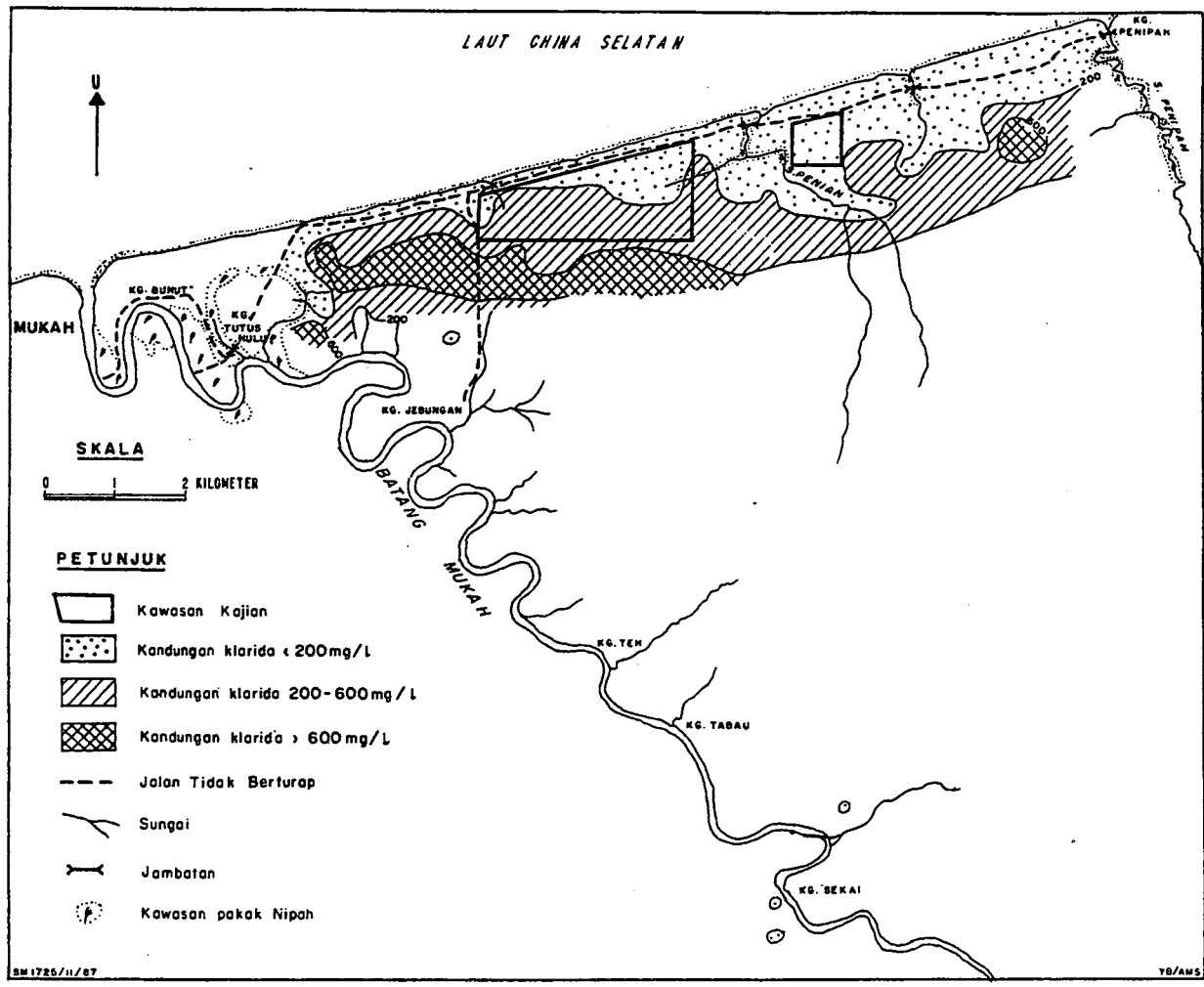
Rajah 5: Isotebal pasir halus - sederhana di kawasan Jebungan, Mukah.



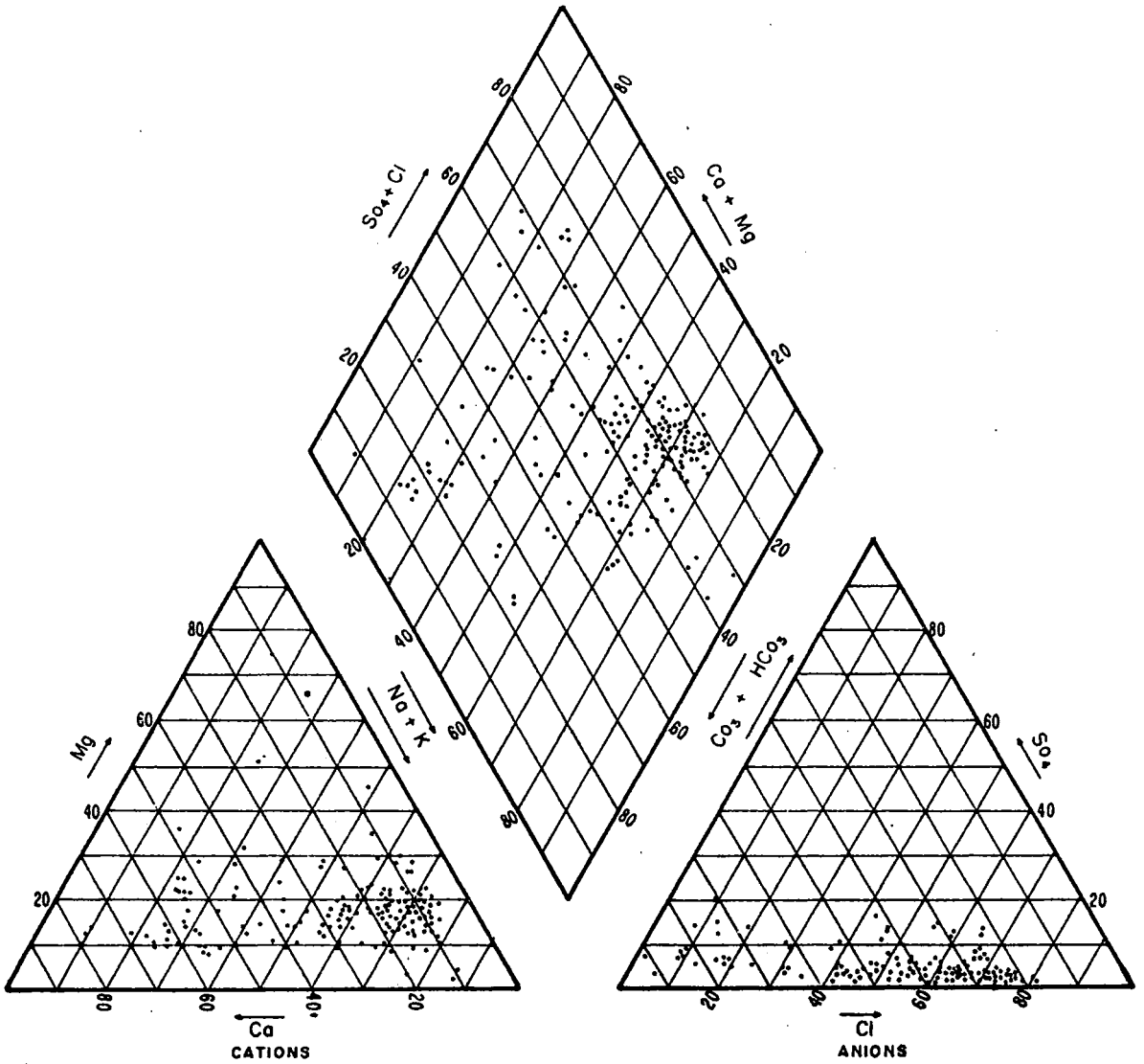
Rajah 6: Isotibal gambut untuk kawasan Jebungan, Mukah.



Rajah 7: Profil geologi untuk Tapak A dan B di kawasan Jebungan, Mukah



Rajah 8: Kontur kandungan klorida pada kedalaman 2.0 m di bawah min paras laut untuk akuifer cetek di kawasan Jebungan, Mukah.



Rajah 9: Pengelasan air berdasarkan peratus epm untuk kawasan Jembungan, Mukah
(Figure 9: Classification of water of water based on the percentage of equivalents per million (emp) for Jembungan area, Mukah).

Berdasarkan pengelasan kekerasan (CaCO_3 dalam ppm) untuk air tanah yang tawar, didapati ianya berjulat dari lembut – sederhana keras.

Ujian Pemampaan

Di kawasan Jebungan, iaitu di Tapak A dan B telah dilakukan ujian surutan berperingkat dan luahan tetap. Ujian surutan berperingkat telah dilakukan selama 40 minit untuk setiap satu dari 4 peringkat. Tujuan ujian surutan berperingkat dijalankan adalah untuk menentukan prestasi perigi dan juga untuk menentukan tahap luahan yang sesuai bagi melakukan ujian luahan tetap.

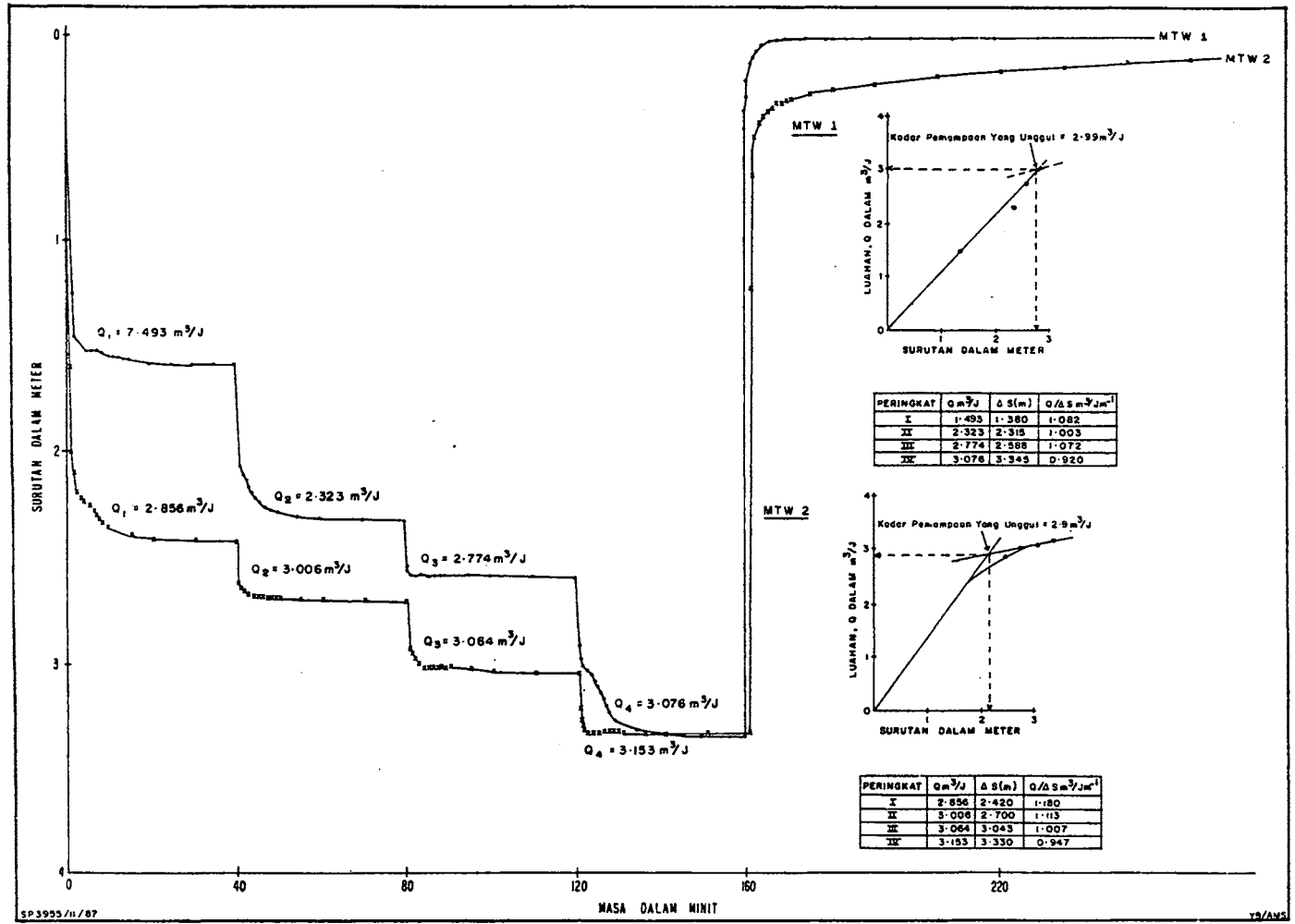
Hasil dari lengkung masa-surutan dan lengkungan surutan-luahan didapati kadar pemampaan yang unggul untuk perigi ujian MTW 1 di kawasan Tapak A adalah $2.99 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan untuk MTW 2 di kawasan Tapak B adalah $2.9 \text{ m}^3/\text{jam}$. Lengkungan masa-surutan dan surutan-luahan untuk kedua-kedua perigi ujian dapat dilihat pada Rajah 10.

Selepas ujian surutan berperingkat, ujian luahan tetap telah dilakukan selama 48 jam dan luahan tetap yang digunakan adalah kurang dari kadar pemampaan yang unggul. Ini dilakukan untuk menentukan ciri-ciri hidraulik akuifer cetek di kawasan kajian. Luahan tetap yang digunakan untuk kawasan Tapak A ialah $2.74 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau $65.75 \text{ m}^3/\text{hari}$ dan untuk kawasan Tapak B, luahan tetap ialah $2.71 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau $65.064 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Pada masa ujian tetap, penentuan kualiti air telah dilakukan dengan mengambil sampel air pada sela masa 2 jam semasa pemampaan. Untuk perigi ujian MTW 1, didapati nilai parameter seperti kekerasan sementara, kealkalian dan klorida adalah turun. Manakala nilai Ferum dan pH adalah berubah-ubah, tetapi perubahannya tidak begitu ketara. Secara keseluruhan, disimpulkan bahawa semasa 48 jam ujian pemampaan dilakukan, kualiti air tanah tidak begitu ketara perubahannya.

Untuk perigi ujian MTW 2, nilai parameter seperti kekerasan sementara, kealkalian, Ferum, klorida dan kemasinan didapati tidak begitu berubah dan agak seragam nilainya. Bagi nilai pH, didapati ianya berubah-ubah dari nilai 5.25 hingga 6.25 selama 48 jam ujian pemampaan.

Di kawasan kajian, didapati akuifer cetek ada menunjukkan fenomena hasil lambat. Oleh yang demikian, penafsiran data seterusnya dilakukan dengan menggunakan Kaedah Boulton (Kruseman, G.P., and De Ridder, M.A., 1979). Hasil pengiraan dengan menggunakan kaedah tersebut didapati nilai purata Keterusan, T ialah $6.35 \text{ m}^2/\text{hari}$.



Rajah 10: Ujian surutan berperingkat untuk perigi ujian, MTW 1 dan MTW 2 di kawasan Jebungan, Mukah.

Imbangan Air

Persamaan yang digunakan untuk pengiraan imbangan air adalah seperti berikut:-

$$P - ET - R = L - I \pm \Delta s \dots\dots\dots (1)$$

dimana:-

- P = kerpasan (precipitation)
- ET = sejat-transpirasi
- R = larian permukaan
- L = larian air tanah ke sungai atau parit
- I = kebocoran air tanah ke laut
- Δs = perubahan isipadu air tanah dalam simpanan pada jangkamasa tertentu

Dalam pengiraan imbangan air, data yang banyak dan tepat diperlukan terutamanya dalam penentuan nilai larian permukaan dan sejat-transpirasi. Untuk itu, nilai-nilai yang digunakan dalam pengiraan adalah nilai anggaran sahaja.

Data kerpasan dari tahun 1964 hingga tahun 1986 adalah 3686.5 mm dan pan-penyejatan dari tahun 1971 hingga tahun 1980 adalah 1439.5 mm. Sejat-transpirasi pula didapati dengan mendarabkan nilai pan-penyejatan dengan faktor pembetulan iaitu 0.9. Di kawasan Jebungan, sejat-transpirasi adalah $(0.9) \times (1439.5) \text{ mm} = 1295.5 \text{ mm}$.

Larian permukaan (R), dianggap sebagai minima di kawasan kajian. Ini memandangkan akuifer di sini tidak tepu air dan air hujan yang turun terus menyusup ke dalam akuifer.

Larian air tanah pula lebih menunjukkan arah aliran ke sungai dan parit. Ini jelas ditunjukkan oleh kontur air tanah yang statik pada 28.9.1987 untuk kawasan Tapak A, lihat Rajah 12(a) dan kawasan Tapak B pada 24.7.1986, lihat Rajah 12(b). Untuk itu, larian air tanah ke sungai parit adalah lebih berkesan dari kebocoran air tanah ke arah laut. Dalam pengiraan kebocoran air tanah ke laut dianggap sebagai sifar.

Daripada maklumat di atas dan dimasukkan dalam persamaan (1), didapati:-

$$L + \Delta s = P - ET \dots\dots\dots (2)$$

Oleh itu, jumlah larian air tanah ke sungai atau parit didapati seperti berikut:-

$$\begin{aligned} L + \Delta s &= 3686.5 - 1295.5 \text{ mm/tahun} \\ &= 2391 \text{ mm/tahun} \end{aligned}$$

Jumlah larian air tanah ini adalah mewakili isipadu maksima air jangkapanjang yang boleh diambil dengan tidak melibatkan simpanan akuifer.

Persamaan untuk mencari jumlah larian air tanah (L) untuk setiap unit lebar dari akuifer adalah seperti di bawah:-

$$L = kD \gamma \text{ m}^3/\text{hari} \dots(3)$$

di mana:-

$$T = kD \text{ dalam m}^2/\text{hari}$$

$$k = \text{konduktiviti hidraulik}$$

$$D = \text{ketebalan akuifer dalam m}$$

$$T = \text{keterusan dalam m}^2/\text{hari}$$

$$\gamma = \text{kecerunan hidraulik air tanah}$$

Di kawasan kajian iaitu di Tapak A dan B didapati:-

- (i) Nilai keterusan secara purata, $T = 6.35 \text{ m}^2/\text{hari}$
- (ii) Kecerunan hidraulik untuk Tapak A dan B, $\gamma = 0.002$
- (iii) Lebar yang tegak lurus dengan aliran air tanah di Tapak A, $l_A = 3420 \text{ m}$
- (iv) Lebar yang tegak lurus dengan aliran air tanah di Tapak B, $l_B = 770 \text{ m}$

maka,

- (a) Larian air tanah di Tapak A,

$$\begin{aligned} L_A &= T \gamma l_A \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 6.35 \times 0.002 \times 3420 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 43.4 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

- (b) Larian air tanah di Tapak B,

$$L_B = T \gamma l_B \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 6.53 \times 0.002 \times 770 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 9.8 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Untuk itu, jumlah air tanah di sini adalah 53.2 m³/hari. Ini merupakan isipadu maksima air jangkapanjang yang tersedia untuk pemampaan dengan tidak melibatkan simpanan akuifer tetapi ianya tidak mencukupi untuk memenuhi keperluan harian sebanyak 541 m³/hari. Oleh itu, air perlu juga diambil dari simpanan akuifer.

Dengan berpandukan keliangan akuifer pasir halus-sederhana adalah 25%, ketinggian purata paras air tanah di atas Min Paras Laut di Tapak A ialah 2.2 m dan di Tapak B ialah 1.3 m serta keluasan kawasan tadahan Tapak A ialah 2.32 km² dan untuk Tapak B ialah 0.47 km². Maka:-

- (a) Simpanan air tanah di atas Min Paras Laut di Tapak A
- $$= 2.32 \times 10^6 \times 2.2 \times 0.25 \text{ m}^3$$
- $$= 1.27 \times 10^6 \text{ m}^3$$
- (b) Simpanan air tanah di atas Min Paras Laut di Tapak B
- $$= 0.47 \times 10^6 \times 1.3 \times 0.25 \text{ m}^3$$
- $$= 1.5 \times 10^5 \text{ m}^3$$

Perbincangan mengenai Imbangan Air

Pengiraan yang dilakukan dalam imbangan air adalah berdasarkan kepada nilai anggaran yang telah diperolehi, walaupun data-datanya tidak lengkap terutamanya nilai larian permukaan dan sejat-transpirasi. Keadaan ini akan dapat diperbaiki sekiranya lebih banyak data yang tepat diperolehi. Untuk itu, stesen hujan dan pan-penyejatan perlu disediakan di kawasan tapak kajian seluas 3.65 km². Dalam imbangan air, pengiraan dilakukan untuk kawasan tadahan Tapak A dan B seluas 2.79 km².

Di sini, penggunaan air tanah untuk keperluan jangkapanjang adalah terhad oleh faktor-faktor berikut:-

- (a) Isipadu simpanan akuifer yang sedikit di atas Min Paras Laut. Paras air tanah lebih kurang 2.2 m di atas Min Paras Laut di Tapak A dan 1.3 m di atas Min Paras Laut di Tapak B.
- (b) Dekat dengan laut dan sungai-sungai yang dipengaruhi oleh pasang-surut.

Apabila diperhatikan pada Rajah 2, terdapat lebihan air pada semua bulan.

Walaupun demikian, lebih air untuk bulan April hingga Ogos adalah kurang dari bulan-bulan yang lain. Ini menunjukkan bahawa musim kemarau jelas berlaku pada bulan-bulan tersebut.

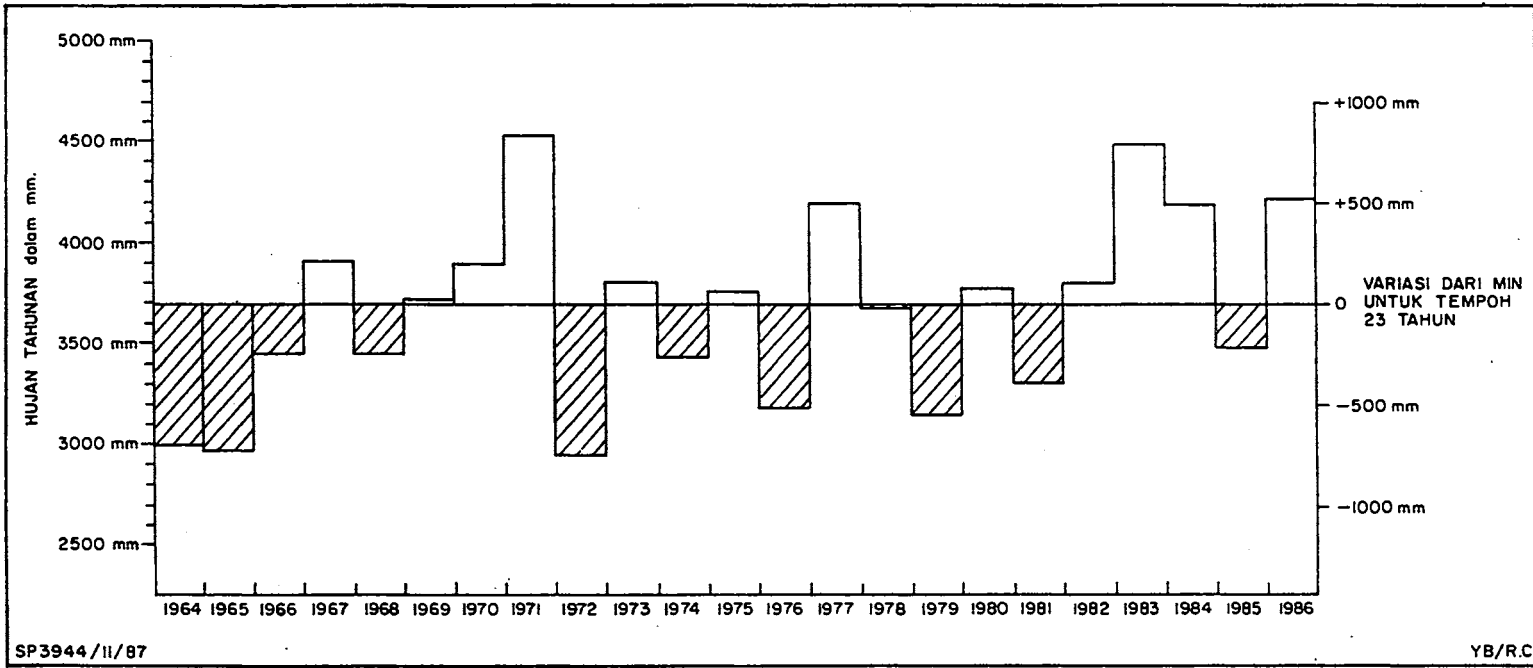
Pada tahun 1972, taburan hujan tahunan adalah 750 mm di bawah min, lihat Rajah 11(a). Didapati juga lebih air hanya untuk 8 bulan sahaja. Ini dapat dilihat pada Rajah 11(b). Berdasarkan pada peruntukan air dari min hujan bulanan dan sejat-transpirasi dari tahun 1964-1986 didapati menunjukkan lebihan bersih bagi air untuk semua bulan seperti ditunjukkan pada Rajah 11(c). Apabila diperhatikan pada tahun 1972 iaitu tahun yang paling teruk mengalami musim kemarau, didapati pada bulan Mac, April, Mei dan Julai mengalami kekurangan bersih sekiranya penggunaan air diteruskan sebanyak 541 m³/hari. Peruntukan air berdasarkan hujan bulanan dan sejat-transpirasi pada tahun 1972 dapat dilihat pada Rajah 11(d).

Berpandukan dengan sejat-transpirasi (ET) ialah 3.55 mm/hari, keliangan akuifer ialah 0.25, keluasan kawasan tadahan di Tapak A ialah 2,320,000 m², keluasan kawasan tadahan di Tapak B ialah 470,000 m² dan penggunaan air dari simpanan akuifer ialah 488 m³/hari. Didapati:-

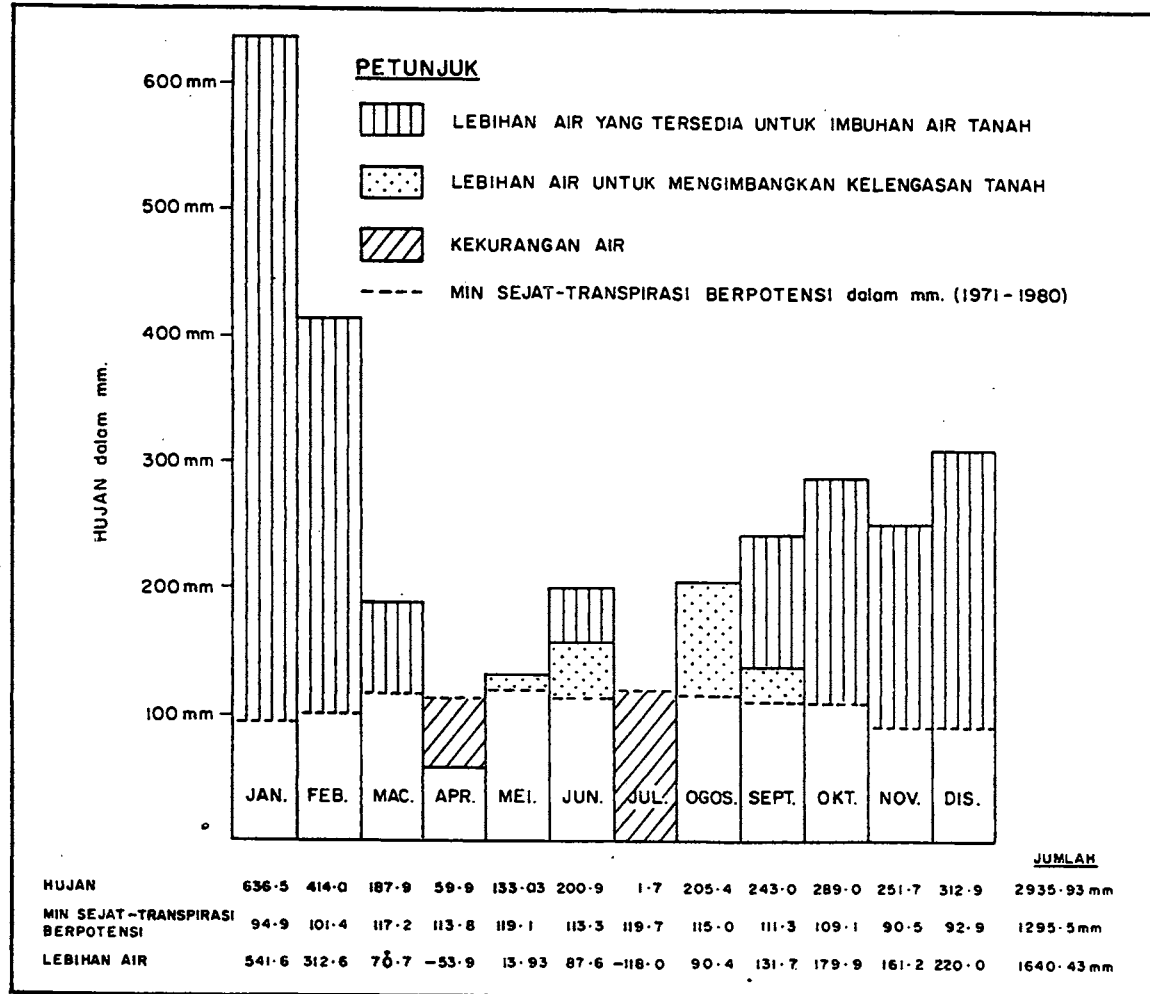
- (i) Penurunan paras air tanah di dalam akuifer disebabkan oleh sejat-transpirasi di kawasan kajian ialah 14.2 mm/hari.
- (ii) Penurunan paras air tanah disebabkan penggunaan air sebanyak 488 m³/hari untuk Tapak A ialah 0.8 mm/hari.

Di kawasan Tapak A, didapati ketinggian purata paras air tanah adalah 2.2 m di atas Min Paras Laut. Oleh itu, penurunan paras air tanah di dalam akuifer disebabkan oleh sejat-transpirasi dan penggunaan air sebanyak 488 m³/hari adalah 14.2 + 0.8 mm/hari = 15.0 mm/hari. Ini mengambil masa selama 146 hari untuk kejatuhan paras air tanah di dalam akuifer ke Min Paras Laut. Oleh yang demikian pengambilan air sebanyak 488 m³/hari semasa 4 bulan musim kemarau tidak memberi kesan negatif ke atas akuifer dan masih menunjukkan kecerunan hidraulik positif ke arah laut.

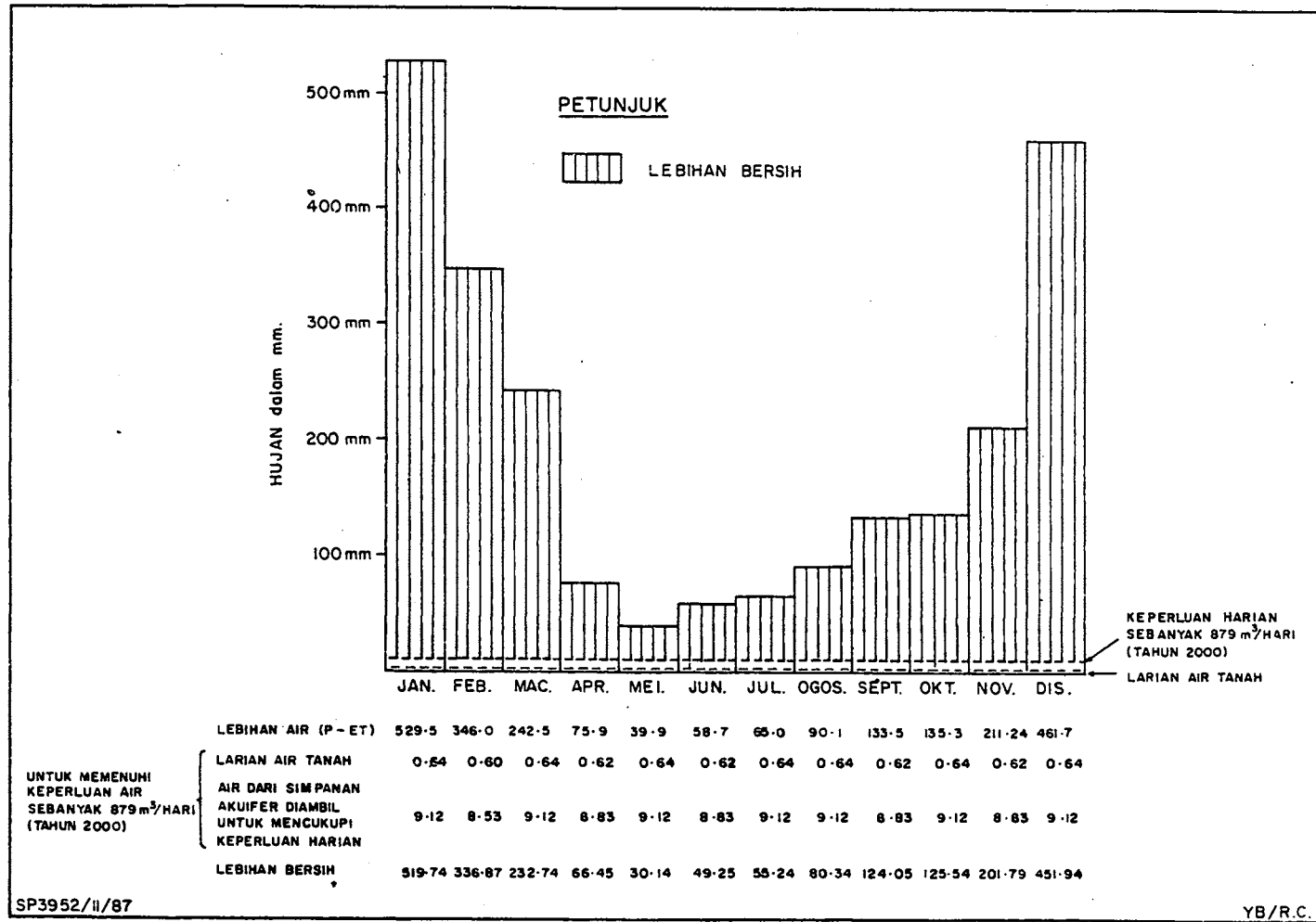
Untuk pekan Mukah pula, didapati memerlukan air sebanyak 1000 m³/hari selama 14 hari pada musim kemarau. Dengan menggunakan kawasan tadahan Tapak B sebagai sumber pembekalan airnya, didapati penurunan paras air tanah apabila pengabstrakan air sebanyak 1000 m³/hari adalah 8.5 mm/hari. Manakala penurunan paras air tanah di dalam akuifer di sebabkan oleh sejat-transpirasi dan penggunaan air sebanyak 1000 m³/hari adalah 14.2 + 8.5 mm/hari = 22.7 mm/hari. Dengan mengambil ketinggian purata air tanah di atas Min Paras Laut di Tapak B adalah 1.3 m, maka masa yang diambil untuk kejatuhan paras air tanah ke Min Paras Laut adalah 57 hari. Oleh itu, penggunaan air sebanyak 1000 m³/hari selama 14 hari untuk pekan Mukah masih tidak memberi kesan negatif pada akuifer dan air tanahnya masih



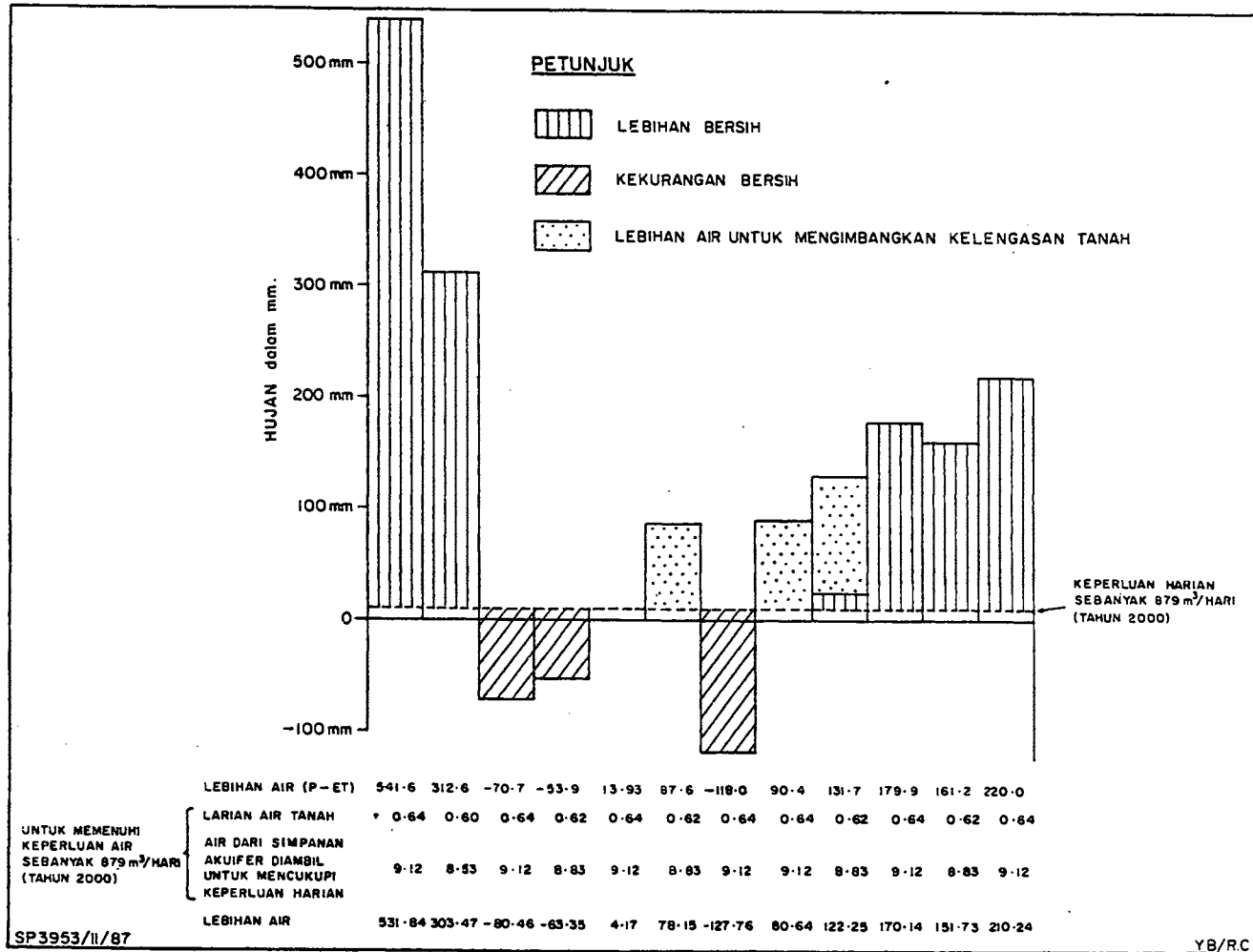
Rajah 11 (a): Variasi hujan dari min tahun 1964 -1986, Mukah



Rajah 11 (b): Hujan bulanan dan sejat-transpirasi, Mukah pada tahun 1972.



Rajah 11 (c): Peruntukan air berdasarkan min hujan bulanan dan sejat - transpirasi, Mukah dari tahun 1964 -1986.



Rajah 11 (d): Peruntukan air berdasarkan hujan bulanan dan sejat - transpirasi, Mukah pada tahun 1972.

mencukupi untuk dibekalkan pada musim kemarau tersebut.

CADANGAN

Di kawasan Jebungan, dicadangkan pembinaan perigi pengeluaran di kawasan tadahan seluas 2.32 km² untuk Tapak A dan 0.47 km² untuk Tapak B.

Perigi pengeluaran yang sesuai di sini adalah dalam bentuk perigi mendatar. Ini memandangkan akuifer air tawarnya yang cetek. Sistem perigi mendatar telahpun dibuktikan dengan jayanya di Paloh dan Igan, Sarawak.

Lokasi kawasan tadahan untuk pembinaan perigi pengeluaran ditunjukkan pada Rajah 12(a) dan (b).

Setelah perigi pengeluaran siap, ujian pemampaan akan dilakukan untuk menentukan prestasi perigi dan kesan ke atas akuifer apabila dilakukan luahan jangkapanjang. Di samping itu, penentuan kualiti air tanah dibuat semasa ujian pemampaan.

Panjagaan rapi ke atas perigi pengeluaran perlu dibuat dengan menentukan kualiti air tanah dan mengukur perubahan paras air tanah untuk memastikan paras air tanahnya masih kekal di atas Min Paras Laut.

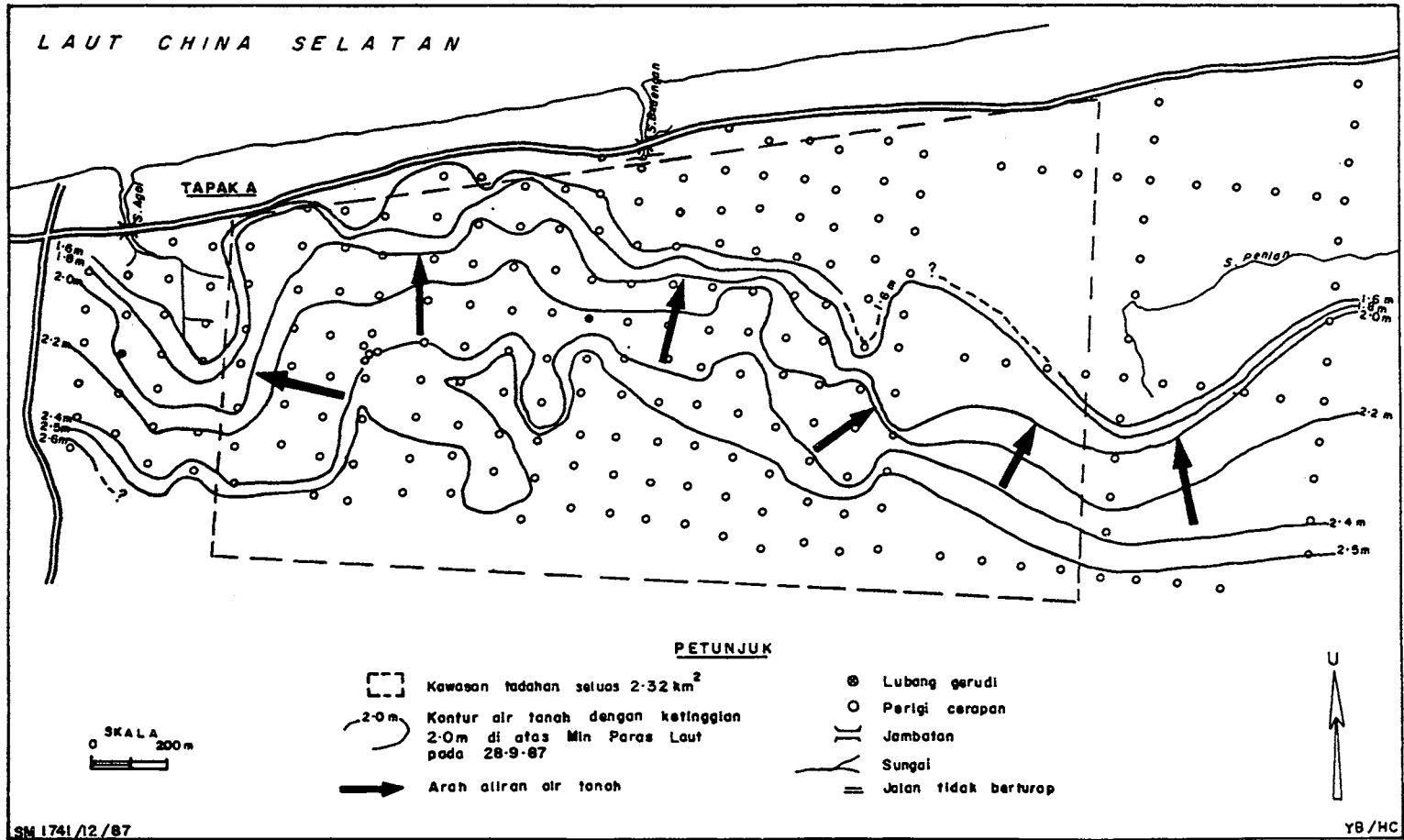
KESIMPULAN

Akuifer cetek yang tidak tertekan di kawasan Jebungan mempunyai ketelapan yang rendah dan secara puratanya mempunyai ketebalan 4.5 m. Kualiti air tanah di sini sesuai digunakan tetapi perlu diberikan rawatan sebelum dibekalkan pada penduduk tempatan. Disebabkan larian air tanahnya tidak mencukupi, maka penggunaan air dari simpanan akuifer diperlukan untuk keperluan harian.

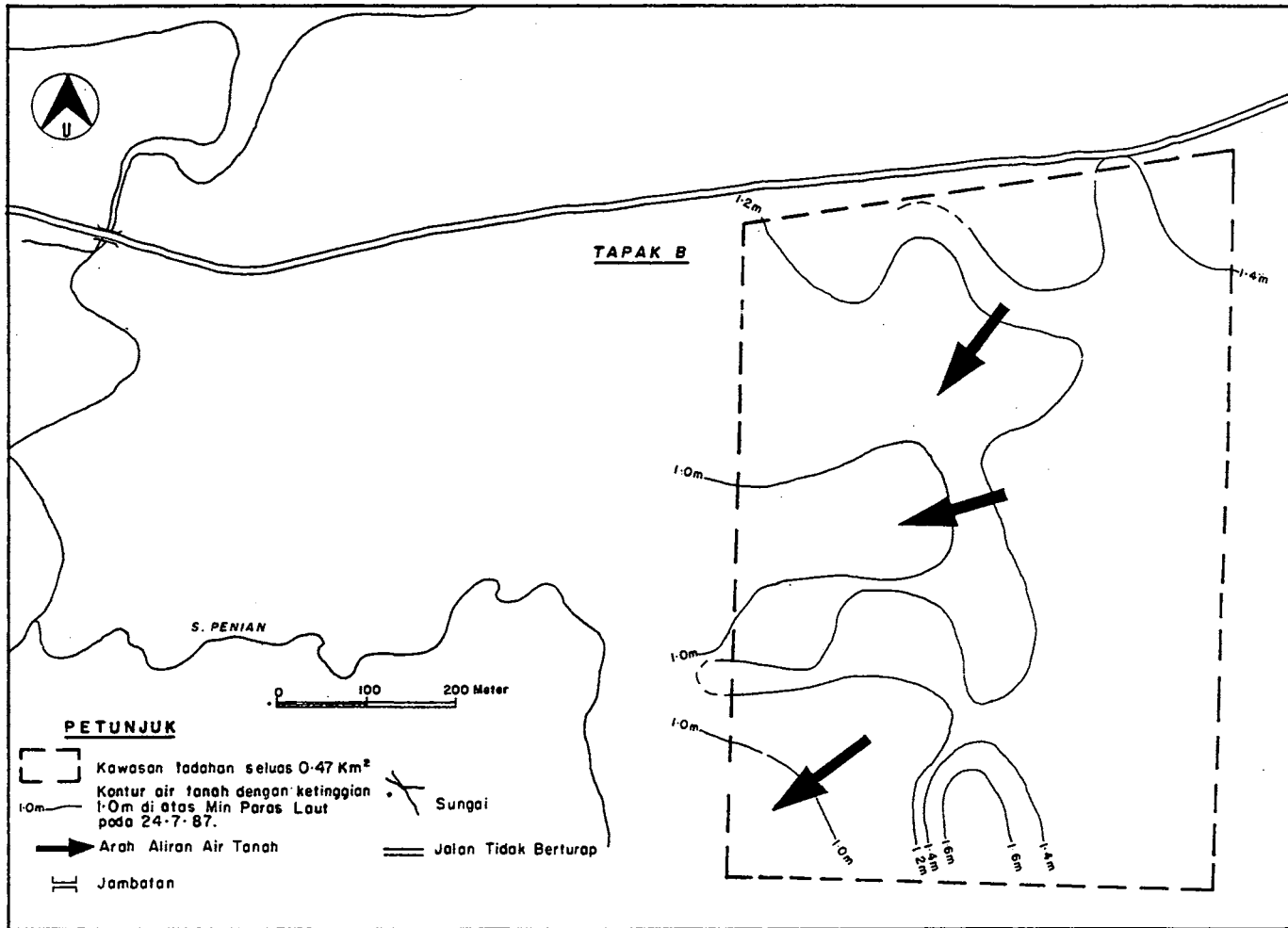
Berdasarkan kajian imbalan air, akuifer-akuifer cetek di sini, boleh membekalkan air sebanyak 541 m³/hari untuk masa kini dan juga sebanyak 879 m³/hari pada tahun 2000. Kekurangan air untuk pekan Mukah pada musim kemarau dapat juga diatasi dengan mengambil air dari akuifer-akuifer tersebut.

RUJUKAN

- DAVIS, S. N., and DEWIEST, R.J.M., 1966. *Hydrogeology*. John Wiley and Sons, Inc., New York, 1st Edition.
- D.I.D., SARAWAK HYDROLOGICAL YEAR BOOK 1981 and 1982. Ban Lee Press, Jalan Nipah, Kuching.
- KRUSEMAN, G.P., and DE RIDDER, M.A., 1979. *Analysis and Evaluation of Pumping Test Data, Bulletin 11*. The Netherlands, 4th Edition.
- MAILAVAGANAM, Y., 1983. *Hydrogeology of the Coastal Sands of Sarawak*. Geological Survey of Malaysia (unpublished).
-, 1984. *Preliminary Hydrogeological Report of the Igan Area. 3rd Division, Sarawak*. Geological Survey of Malaysia (unpublished).
-, 1985. *Groundwater Production Wells (Kabong Water Supply), 2nd Division, Sarawak*. Geological Survey of Malaysia (unpublished).



Rajah 12 (a): Kawasan tadahan untuk Tapak A di kawasan Jebungan, Mukah.



SM1742/11/87

Rajah 12 (b): Kawasan tadahan untuk Tapak B di kawasan Jebungan, Mukah.

YB/AMS

- WALL, J.R.D., 1961. *Report on a Detailed Reconnaissance Soil Survey of the Mukah Area, Sarawak.* Soil Survey Division, Department of Agriculture.
- WOLFENDEN, E.D., 1960. The Geology and Mineral Resource of the Lower Rejang Valley and Adjoining Areas, Sarawak. *Geological Survey Department, British Territories in Borneo, Memoir 11.*

Manuskrip diterima 3hb November 1989

NOW AVAILABLE!

PP 187/12/88

ISSN 0126-6187

BULETIN PERSATUAN GEOLOGI MALAYSIA

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF MALAYSIA

KANDUNGAN (CONTENTS)

- 1 **Polyphase deformations and quartz development at Bandar Baru, Bangi (South), Selangor**
H.D. Tjia & Zaiton Harun
- 21 **Depth of penetration of geophysical exploration methods as applied in shallow engineering geological investigations**
Abdul Ghani Rafek
- 29 **Estuarine sediment geochemistry**
Tan Teong Hing
- 41 **A comparative study of the mineralogy of rice soils of the Kedah and Kelantan coastal plains of Peninsular Malaysia**
S. Paramanathan
- 59 **Magnesium and calcium concentrations in limestone groundwaters, Peninsular Malaysia**
J. Crowther
- 85 **Structural geology of Datai beds and Macincang Formation, Langkawi**
H.D. Tjia
- 121 **A brief account of lead mineralization at Phaungdaw Prospect, Pyawbwe Township, Mandalay Division, Burma**
Khin Zaw & P.J. Goosens
- 133 **The Wang Phar tungsten deposits**
Tan Say Biow
- 147 **The occurrence of turquoise and faustite in Tras, Pahang**
K.N. Murthy
- 157 **Conservation of geological features in Peninsular Malaysia**
Frank Yong Siew Kee
- 199 **Palynology of the lowland Seberang Prai and Kuala Kurau areas, NW Peninsular Malaysia**
Kamaludin bin Hassan

Editor
G.H. Teh



AUGUST 1989

No. 23

Price: M\$35.00 (US\$15.00)

Cheques, Money Orders or Bank Drafts must accompany all orders. Please add US\$1.30 for bank charges.

Orders should be addressed to: The Hon. Assistant Secretary
GEOLOGICAL SOCIETY OF MALAYSIA
c/o Dept. of Geology
University of Malaya
59100 Kuala Lumpur
MALAYSIA