

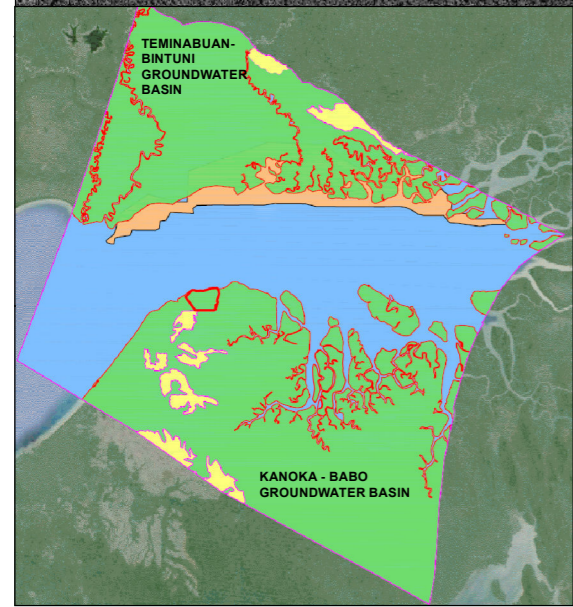


### LEGEND

- Tangguh LNG Facility - Property Boundary
- MW-1 Proposed groundwater monitoring well to be screened in the Steenkool Formation aquifer zones between 30 and 150 m bgs.
- PW-1 Proposed test groundwater production well to be screened in the Steenkool Formation in aquifer zones between 150 and 400 m bgs.
- Slim Hole Groundwater investigation borehole drilled into the aquifer zones between 150 and 400 m bgs in the Steenkool Formation.
- Groundwater investigation borehole drilled into the aquifer zones between 30 and 150 m bgs in the Steenkool Formation.
- Test groundwater production well screened in the Steenkool Formation in aquifer zones between 30 and 150 m bgs.
- Community groundwater supply well screened in aquifer zones between 30 and 150 m bgs in the Steenkool Formation.
- Groundwater monitoring well screened in clay dominant Steenkool Formation between 30 m msl and -10 m msl.
- Provisional location for groundwater production well.
- Collar, alignment and termination point of Genting oil and gas exploration borehole.
- Surface water gateway
- Surface water catchment divide
- Likely dominant groundwater flow direction in alluvial and perched aquifers in the Steenkool Formation.
- Vertical electrical sounding traverse
- Groundwater recharge area and conservation zone: unconfined alluvial aquifers
- Groundwater recharge and conservation zone: perched aquifers in the Steenkool Formation.
- Groundwater discharge areas for shallow aquifers between 30 m msl and -30 m msl Steenkool Formation.
- Landfill locations

### GROUNDWATER UTILISATION ZONE CLASSIFICATION

- VULNERABLE
- Groundwater recharge/conservation zone and abstraction embargo zone / Steenkool Formation aquifers between 30 and 150 m bgs.
- Groundwater inflow into the zones aquifers in the Steenkool Formation between 30 and 150 m bgs beneath the property (recharge areas to the south and southwest of the Tangguh LNG Facility). Likely groundwater flow direction shown by orientation of arrows.
- Groundwater outflow from the aquifer intervals between 30 and 150 m bgs in the Steenkool Formation (discharge areas likely to be to the north, northwest or west of the Tangguh LNG Facility). Likely groundwater flow direction shown by orientation of arrows.



- TANGGUH LNG FACILITY
- STEENKOOI, FORMATION: CLAY DOMINANT (CONFINING LAYERS)
- STEENKOOI, FORMATION: SAND DOMINANT (AQUIFERS & RECHARGE AREAS)
- COASTAL ALLUVIAL DEPOSITS

	CLIENT	BP BERAU LTD	PROJECT	TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY											
	DRAWN BY	NDL	DATE	5/03/2014											
	CHECKED BY	CW	DATE	5/03/2014											
	SCALE	1:30,000	SHEET SIZE	A2	PROJECT No.	138716004	DOC No.	013	DOC TYPE	F	FIGURE No.	08	REVISION	0	FIGURE 8

SOURCE : TANGGUH LNG

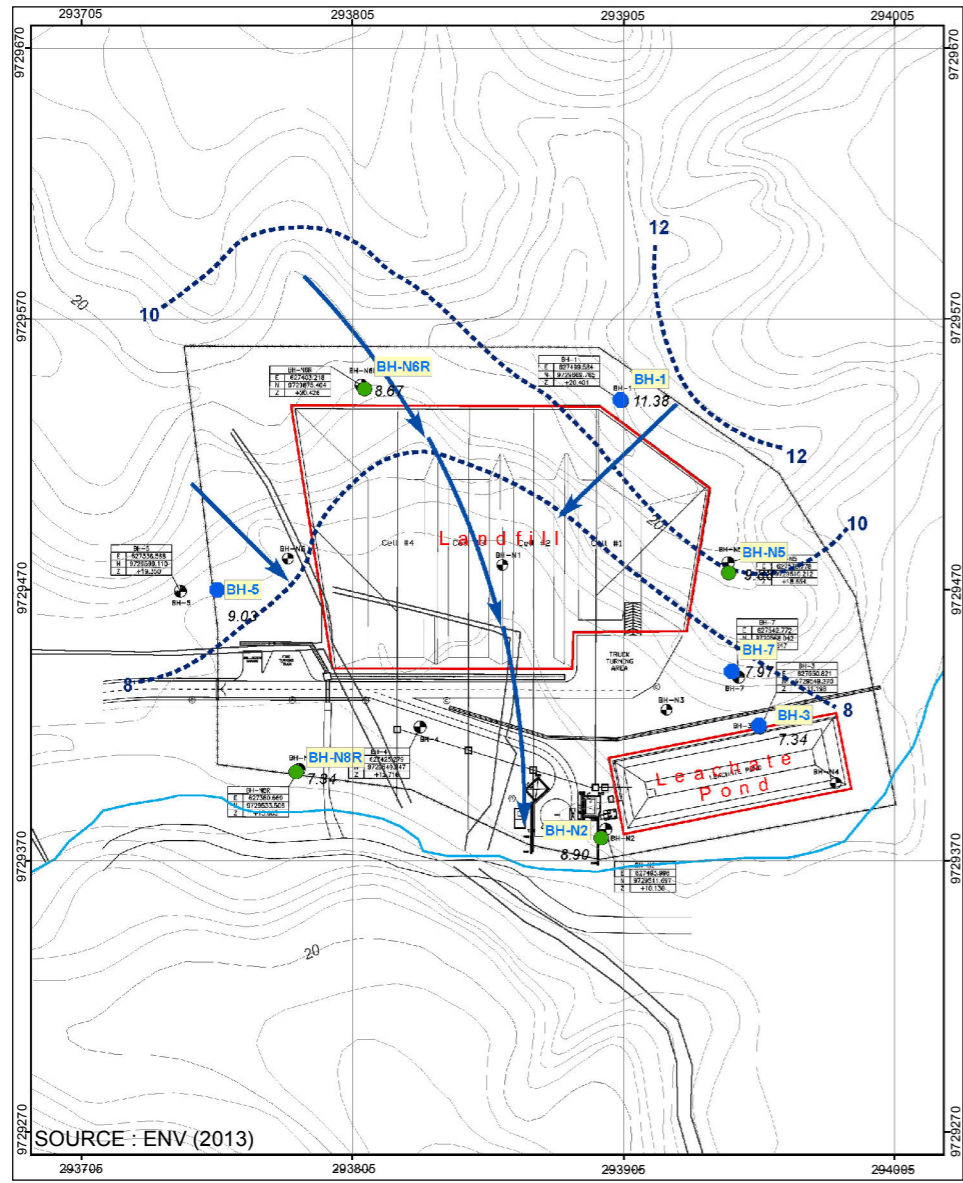
### Groundwater monitoring wells at the old & current organic landfills and the inert landfill



### Coordinates for ITB Vertical Electrical (Resistivity) Sounding Locations, 2004

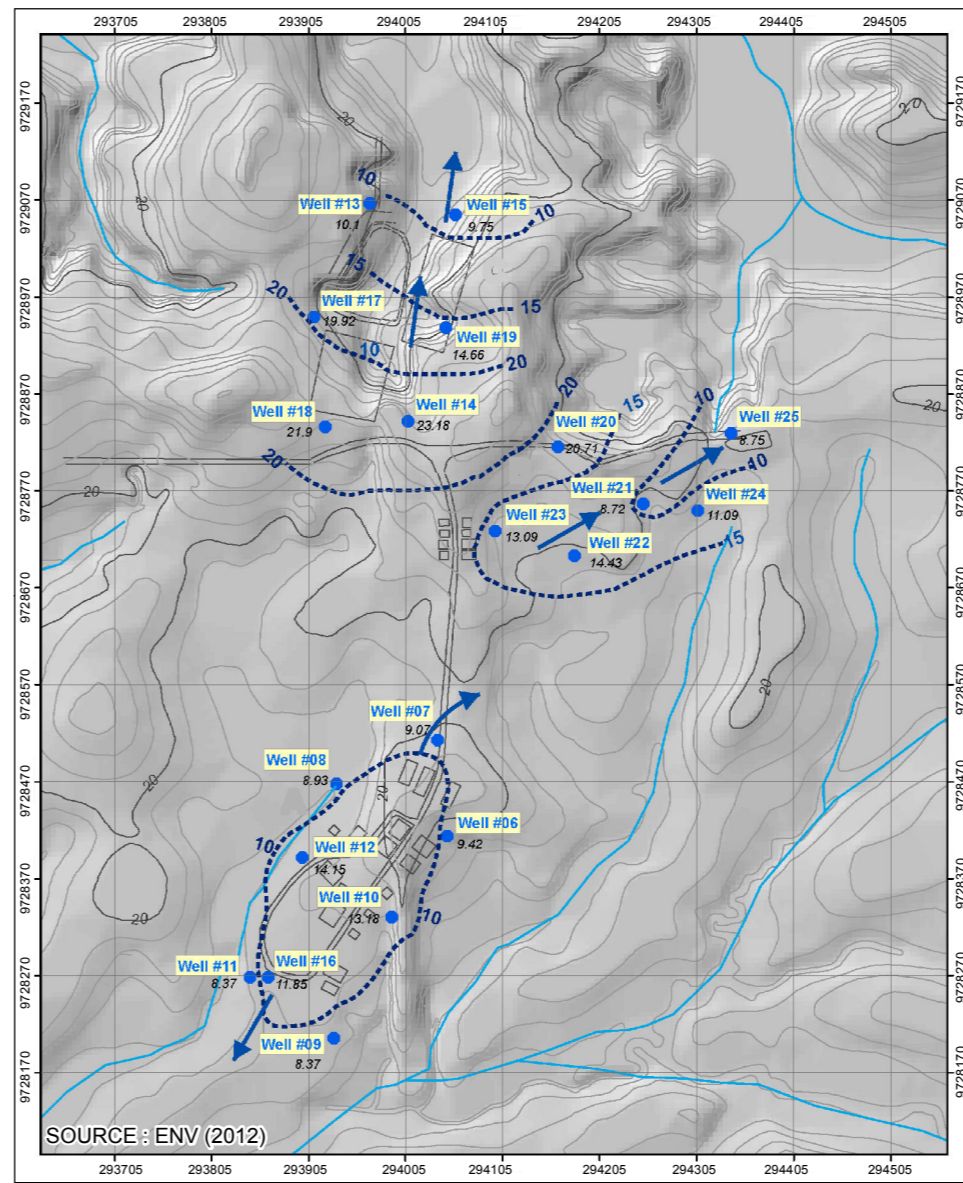
VES name	Easting (mE)	Northing (mN)	Elevation (m msl)	VES name	Easting (mE)	Northing (mN)	Elevation (m msl)
A1	290161.3	9728313.7	8.3	BC2	292132.6	9729897.5	31.4
A2	290161.3	9728313.7	8.3	BC2	292132.6	9729897.5	31.4
A3	290175.6	9728068.6	28.6	BC3	292046.6	9729562.7	38.0
AB1	291982.1	9730216.3	4.8	BC3	292046.6	9729562.7	38.4
AB10	290239.4	9728759.5	4.7	BE1	292349.0	9730293.9	24.5
AB11	290184.7	9728538.6	18.5	BE2	292559.7	9730181.2	25.8
AB2	291780.7	9730081.9	3.0	BE3	292786.7	9730059.9	24.4
AB3	291588.7	9729910.9	3.5	BE4	293017.7	9729936.4	27.3
AB4	291382.2	9729751.4	9.9	BE5	293240.7	9729817.2	16.0
AB5	291183.6	9729589.2	17.0	BE6	293452.4	9729704.1	20.6
AB6	290981.4	9729453.0	28.5	BE7	293667.8	9729591.3	23.1
AB7	290820.5	9729253.2	28.5	C1	291977.6	9729283.2	16.0
AB8	290619.0	9729063.6	26.6	C2	291977.6	9729283.2	16.0
AB9	290413.5	9728932.1	14.4	C3	292002.1	9729368.8	14.0
AC1	291790.7	9729231.7	18.7	CD1	292659.2	9729235.8	23.7
AC10	290312.6	9728406.0	4.9	CD2	292483.8	9729252.3	12.6
AC2	291628.2	9729123.7	20.0	CD3	292274.3	9729465.0	10.8
AC3	291470.6	9729023.6	10.3	CD4	292059.7	9729281.0	15.2
AC4	291310.0	9728925.7	13.5	D1	292934.6	9729211.6	22.5
AC5	291152.3	9728829.5	25.7	D2	292934.6	9729211.6	22.5
AC6	290978.1	9728740.1	30.5	D3	292934.6	9729358.6	18.8
AC7	290809.2	9728670.9	17.5	DE1	293598.6	9729397.3	17.2
AC8	290640.8	9728590.7	9.0	DE2	293396.8	9729337.7	23.5
AC9	290478.9	9728502.5	12.4	DE3	293154.9	9729274.6	26.4
B1	292182.6	9730075.2	28.2	E1	293858.2	9729490.6	15.2
B2	292142.6	9730075.2	28.2	E2	293858.2	9729490.6	15.2
B3	292142.6	9730075.2	28.2	E3	293858.2	9729685.6	15.2
BC1	292142.6	9730075.2	28.2				
BC1	292142.6	9730075.2	28.2				

### INSERT A

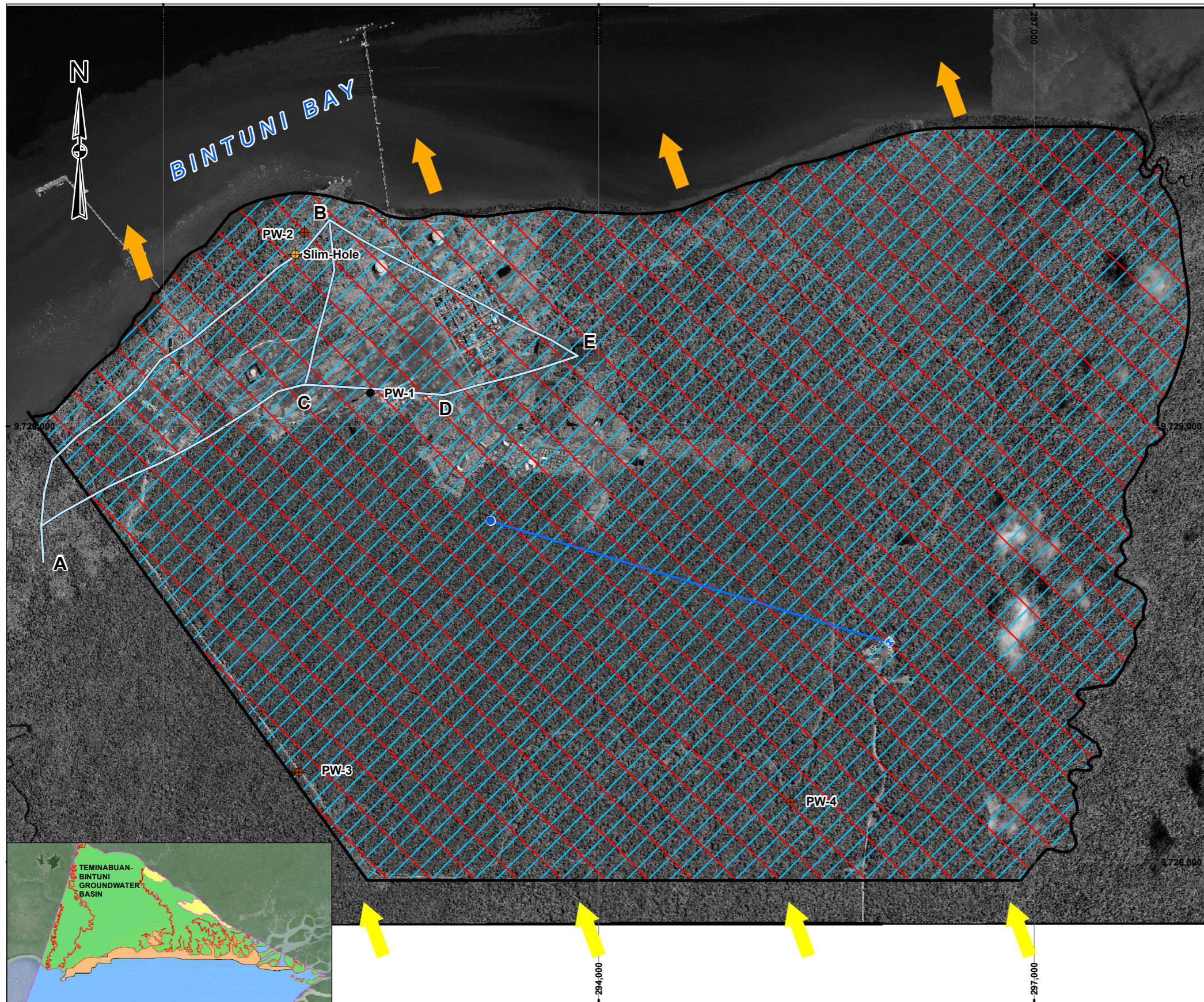


Groundwater levels and inferred flow directions : inert & organic waste landfill










### INSERT B



Groundwater levels and inferred flow directions : old organic landfill, current organic landfill and inert landfill

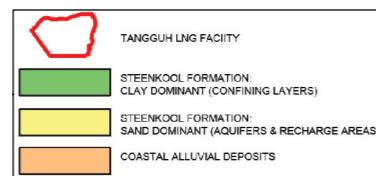
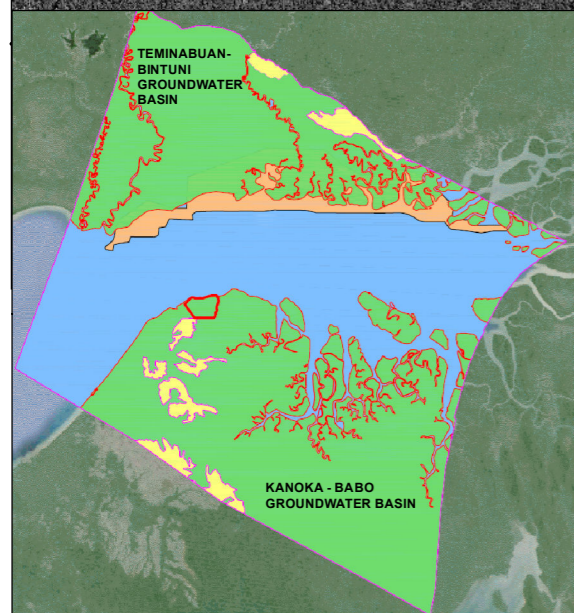



**LEGEND**

-  Tangguh LNG Facility - Property Boundary
-  Slim Hole Groundwater investigation borehole drilled in the Steenkool Formation into aquifer zones between 150 and 400 m bgs.
-  PW-1 Proposed groundwater investigation well to be screened in the Steenkool Formation within aquifer zones between 150 and 400 m bgs.
-  Provisional location for groundwater production well.
-  Groundwater Conservation Zone : proposed groundwater abstraction embargo zone to allow development of aquifer resources by Tangguh LNG.
-  Groundwater inflow to the aquifer intervals between 150 and 600 m bgs in the Steenkool Formation beneath the LNG facility (recharge areas to the south and south west of the Tangguh LNG Facility and cannot be shown on map). Likely groundwater flow direction shown by orientation of arrows.
-  Groundwater outflow from the aquifer intervals between 150 and 600 m bgs in the Steenkool Formation beneath the Facility (discharge areas thought to be to the north, northwest or west of the Tangguh LNG Facility and cannot be shown on map). Likely groundwater flow direction shown by orientation of arrows.
-  Collar, alignment and termination point of Genting oil and gas exploration borehole.
-  Vertical electrical sounding traverse

**GROUNDWATER UTILISATION ZONE CLASSIFICATION**

-  VULNERABLE



 www.golder.com GOLDR ASSOCIATES	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>				
	DRAWN BY NDL	DATE 5/03/2014	DRAWING TITLE <b>GROUNDWATER CONSERVATION ZONE MAP 2 : CONFINED AQUIFERS IN THE STEENKOOI FORMATION BETWEEN 150 AND 600m bgs BENEATH THE TANGGUH LNG FACILITY</b>				
	CHECKED BY CW	DATE 5/03/2014					
	SCALE 1:30,000	SHEET SIZE A3	PROJECT No 138716004	DOC No 013	DOC TYPE F	FIGURE No 09	REVISION 0

## Lampiran A: Sumber Informasi dan Ketersediaan Data

### A.1 Sumber Informasi

Peta ZKAT dan model konseptual air tanah yang menyertainya disajikan dalam Memorandum Teknis ini telah didasarkan pada sejumlah sumber data. Hal ini termasuk:

- Peta geologi dan hidrogeologi yang dipublikasi dan referensi-referensi untuk daerah Bintuni dan daerah lebih luas pada area "Kepala Burung" di wilayah Papua Barat, termasuk:
  - Peta Geologi skala 1:250.000 dengan lembar berjudul *Geology of the Fak Fak Sheet Area, Irian Jaya, Quadrangle 2913*;
  - Buklet berisi penjelasan Peta Geologi dengan lembar berjudul *Geology of the Fak Fak Sheet Area, Irian Jaya, Quadrangle 2913*;
  - Peta Hidrogeologi Indonesia skala 1:2.500.000;
  - Peta Hidrogeologi skala 1:100.000 dengan lembar berjudul *Hydrogeological Map of Indonesia, Sheet V Morotai and Sheet 7 Ambon*, yang diterbitkan oleh Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral;
  - Area Cekungan Air Tanah dan estimasi imbuhan (*recharge*) air tanah tahunan untuk akuifer tidak tertekan dan akuifer tertekan di Cekungan Air Tanah Kanoka-Babo yang disajikan pada peta Cekungan Air Tanah Papua Barat, diterbitkan oleh Departemen Sumberdaya Air dan Geologi Lingkungan.
- Diskusi dengan pakar Hidrogeologi dari Pusat Survei Geologi Indonesia mengenai karakteristik air tanah dan sumber informasi untuk daerah Teluk Bintuni dan Cekungan Air Tanah Kanoka-Babo yang lebih luas;
- Laporan terdahulu yang menggambarkan tata geologi, hidrogeologi dan hidrologi di properti Tangguh LNG dan sekelilingnya termasuk:
  - Laporan yang disiapkan oleh *Baynes Geologic* meringkas sejumlah aspek geologi, geoteknik, hidrogeologi dan geomorfologi dari properti Tangguh LNG dan pengaruhnya terhadap pengembangan Fasilitas Tangguh LNG.
    - Baynes Geologic Pty Ltd (2006), *Tangguh Project, Engineering Geology Assessment, Consolidated Report*. Report No. 165/3/1 060721 tertanggal 21 Juli 2006.
  - Laporan yang disiapkan oleh *Environmental Resource Management* Australia (ERM) menjelaskan hasil pekerjaan pemodelan numerik air tanah awal yang dilakukan untuk memberikan gambaran kepada Tangguh LNG tentang potensi kelayakan, keberlanjutan dan kemungkinan dampak lingkungan dari penggunaan sistem akuifer lebih dalam di bawah properti sebagai penyediaan air untuk proyek yang direncanakan.
    - Environmental Resources Management Australia (2004), *Numerical Groundwater Model to Estimate Potential Pumping Rates for Tangguh LNG Project, Papua, Indonesia*. Reference No. 'International Report' tertanggal 10 April 2004.
  - Laporan yang disiapkan oleh Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri – Institut Teknologi Bandung menjelaskan (antara lain):
    - (i) kondisi geologi dan hidrogeologi lokal dan regional berdasarkan deskripsi litologi dari sumur bor eksplorasi minyak dan gas lepas pantai (*off-shore*) Nambumbi-1 dan Roabiba-1, sumur bor eksplorasi air tanah *on-shore* TW-1, dan sumur percobaan air tanah TW-2;
    - (ii) pemodelan numerik air tanah awal yang dilakukan untuk memperkirakan kemungkinan dampak pengambilan air tanah yang direncanakan pada properti Tangguh LNG terhadap sumber daya air tanah yang ditargetkan oleh sumur untuk penyediaan air masyarakat yang dipasang di Tanah Merah Baru;
    - (iii) penilaian terhadap kemungkinan terjadinya intrusi air laut dan / atau '*upconing*' air asin sebagai akibat dari potensi pengambilan air tanah di fasilitas Tangguh LNG; dan
    - (iv) potensi dan besaran amblesan tanah (*land subsidence*) yang berhubungan dengan pengambilan air tanah di masa depan pada properti Tangguh LNG.

- Institut Teknologi Bandung (2005), *Revised Technical Proposal for the Trial Use of Groundwater*. Laporan Januari 2005.
- Laporan yang disiapkan oleh PT Calmarine Indonesia menggambarkan investigasi hidrogeologi *on-shore* yang dilakukan di properti Tangguh LNG pada tahun 2001 dengan penekanan pada instalasi dan uji hidrolik dari sumur percobaan pengambilan air tanah (TW-2).  
Perlu dicatat bahwa saringan di TW-2 tidak dipasang pada posisi yang tepat dengan akuifer yang ditargetkan sehingga menghasilkan pasir halus (*silt*) yang signifikan selama pengeboran. Sumur bor yang berdekatan, TW-1, ditinggalkan karena mata bor terjebak di kedalaman sekitar 132 m.
- PT Calmarine Indonesia (2001), *Hydrogeological Investigation (ON-3)*. Document No. 900-SDY-151 tertanggal 1 Maret 2001.
- Laporan yang diterbitkan oleh PT ERM Indonesia setelah pengeboran dan *logging* geofisika dari sumur bor eksplorasi air tanah (diidentifikasi sebagai *Slim Hole*) sepanjang batas utara properti Tangguh LNG.
  - PT ERM Indonesia (2007), *Slim Hole Drilling, Tangguh LNG Project*. Laporan Maret 2007.
- Sejumlah laporan yang disiapkan oleh PT ERM Indonesia setelah dilakukan instalasi dan uji hidrolika sumur air tanah untuk penyediaan air masyarakat di kampung Onar Baru, Onar Lama, Saengga dan Tanah Merah Baru ke barat dan baratdaya dari properti Tangguh LNG.
  - PT ERM Indonesia (2006), *Waterwell Construction Report, Onar Baru*, Oktober 2006;
  - PT ERM Indonesia (2006), *Waterwell Construction Report, Onar Lama*, Oktober 2006;
  - PT ERM Indonesia (2006), *Waterwell Construction Report, Saengga*, Oktober 2006; dan
  - PT ERM Indonesia (2006), *Waterwell Construction Report, Tanah Merah Baru*, Oktober 2006.
- Laporan yang disusun oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Indonesia menjelaskan kajian dan interpretasi ulang dari pekerjaan survei resistivitas geo-listrik (sebelumnya dilakukan oleh Institut Teknologi Bandung) setelah mempertimbangkan informasi tambahan geologi dan geofisika sumur bor yang diperoleh dari *Slim hole*.
  - Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Indonesia (2007), *Re-Calibration and Re-Interpretation of VES Data Line AB, Tanah Merah – TLNG Site, Kabupaten Bintuni, Papua Barat*. Laporan tahun 2007.
- Informasi salinitas air tanah untuk Formasi Kais, Faumai dan Formasi *Steenkool* paling bawah sedalam 300 m diperkirakan dari sejumlah sumur bor minyak dan gas di darat (*on-shore*) dan lepas pantai (*off-shore*) serta disajikan dalam laporan internal yang dibuat oleh BP.
  - BP Berau Ltd (2002), *Result of Steenkool – Kais – Faumai Water Salinity Study*. Laporan tertanggal 28 Maret 2002.
- Dua laporan yang disiapkan oleh PT Taka Hydrocore Indonesia menjelaskan instalasi sumur-sumur pantau air tanah dan lanjutan pemantauan muka air tanah dan kualitas air tanah di area sekitar dan lereng bawah dari tempat pembuangan sampah organik, *landfill* untuk sampah *inert*, tempat penimbunan sampah (*landfill*) organik maupun tempat pembuangan sampah organik, tempat penimbunan sampah (*landfill*) organik dan *inert* yang baru di fasilitas Tangguh LNG.
  - PT Taka Hydrocore Indonesia (2009), *Final Report, Geotechnical and Monitoring Well Drilling for Proposed New Landfill Development*. Laporan No. 185/HC-Rep/11.09 Rev 2 tertanggal 12 November 2009;
  - PT Taka Hydrocore Indonesia (2012), *Final Report, Evaluation of Groundwater Monitoring, BP Environmental – THI Cooperation, Tangguh LNG, West Papua*. Laporan tertanggal 18 Desember 2012.
- Tabel ringkasan nilai konduktivitas hidrolika yang diperkirakan dari empat sampel tak terganggu (*undisturbed samples*) yang dikumpulkan dari lapisan batulempung Formasi *Steenkool* selama penyelidikan geoteknik untuk tempat penimbunan (*landfill*) sampah organik dan sampah *inert* yang baru di properti Tangguh LNG. Tabel

diberikan oleh Konsultan Teknis BP dan bersumber dari laporan ITP dengan referensi No. 89-RPT-CV-0006 tanggal 11 Januari 2013;

- Salinan profil refleksi seismik untuk tiga lintasan (yaitu LN 104, LN 105 dan LN 108) yang melewati baratlaut ke tenggara dan timurlaut ke baratdaya melalui fasilitas Tangguh LNG;
- Salinan Microsoft Excel meringkas kualitas air tanah dan informasi muka air tanah untuk masing-masing sumur pantau di sekitar tempat pembuangan sampah organik, *landfill* untuk sampah *inert*, *landfill* sampah organik maupun *landfill* sampah *inert* dan sampah organik yang baru; dan
- Foto udara dari fasilitas Tangguh LNG dan daerah sekitarnya.

## A.2 Cakupan Data

Seperti disebutkan dalam **Bagian A1** lampiran ini, data geologi dan hidrogeologi untuk wilayah studi dan sekitarnya berasal dari sejumlah sumber, termasuk peta dan referensi yang diterbitkan oleh Badan Pengembangan dan Penerapan Teknologi, Pusat Survei Geologi Indonesia, Pusat Sumberdaya Air dan Geologi Lingkungan, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, dan sejumlah konsultan disiapkan oleh PT ERM Indonesia. Semua sumber informasi ini berkontribusi untuk model konseptual hidrogeologi dari daerah studi yang disajikan dalam lampiran ini, tetapi dalam berbagai tingkatan. Beberapa kontribusi kurang dari yang awalnya diharapkan.

**Tabel A1** menyajikan gambaran jenis data yang berbeda dan menyediakan penilaian terhadap masukan-masukannya ke dalam pembuatan model konseptual air tanah dan peta ZKAT.

**Tabel A1: Gambaran Cakupan Data**

Jenis Data	Komentar
Lembar Peta Topografi	Topografi dari properti Tangguh LNG ditunjukkan pada sejumlah lembar peta geologi dan geomorfologi yang diproduksi pada skala 1:10.000; data elevasi direferensikan oleh garis kontur 2 meter yang dianggap akurat terhadap permukaan laut rata-rata terdekat.
Lembar Peta Geologi dan Catatan Pendukungnya	<p>Geologi permukaan dari Fasilitas Tangguh LNG - dan yang lebih luas pada cekungan air tanah Kanoka-Babo - ditampilkan pada peta geologi lembar Fak Fak skala 1:250.000.</p> <p>Geologi permukaan untuk sebagian besar wilayah yang termasuk dalam model konseptual hidrogeologi terdapat di lembar peta geologi Fak Fak, Teminabuan, Ransiki dan <i>Steenkool</i> skala 1:250.000.</p> <p>Diferensiasi antara jenis batuan dan formasi yang berbeda secara umum tampaknya mencukupi untuk pembuatan peta ZKAT, namun diketahui bahwa informasi yang disajikan dalam peta tersebut sebagian besar berdasarkan pada interpretasi foto udara yang didukung oleh kajian singkapan yang 'terbatas' (<i>'limited' outcrop assessment</i>).</p> <p>Stratigrafi dan gambaran umum Formasi <i>Steenkool</i> juga disajikan dalam Catatan Pendukung lembar peta geologi. Informasi ini berdasarkan pada log geologi dari sejumlah sumur bor eksplorasi minyak dan gas yang dibor di Cekungan Bintuni, namun perlu diketahui bahwa yang terdekat merujuk dalam catatan ini adalah sekitar 27 km ke arah baratlaut dari fasilitas Tangguh LNG, sementara sebagian besar sumur bor lain adalah lebih dari 50 km ke arah selatan, tenggara dan baratdaya dari fasilitas Tangguh LNG.</p> <p>Akhirnya, informasi mengenai lipatan berskala regional dalam Formasi <i>Steenkool</i> di Cekungan Bintuni dianggap agak sporadis, dengan hanya informasi yang terbatas (lebih banyak deskripsi meluas) yang tercatat dalam catatan yang dipublikasikan menyertai lembar peta.</p>

Jenis Data	Komentar
Lembar Peta Hidrogeologi	<p>Karakteristik geologi, hidrogeologi dan hidrologi umum yang mungkin pada properti (dan pada cekungan air tanah Kanoka-Babo yang lebih luas) ditampilkan pada serangkaian peta yang dihasilkan oleh berbagai kantor pemerintah Indonesia. Karakteristik yang ditampilkan meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Deskripsi umum dari jenis batuan akuifer - yaitu sedimen (sedimen lepas, sedimen terkonsolidasi, dan presipitasi kimia) versus akuifer batuan beku dan metamorf;</li> <li>■ Kemungkinan prospek air tanah potensial (tingkatan dari sangat tinggi hingga sedang ke rendah);</li> <li>■ Kemungkinan akuifer produksi (yang digolongkan sebagai akuifer produktif tinggi, sedang, rendah, atau akuifer lokal atau wilayah tanpa air tanah yang dapat tereksploitasi sebagai fungsi dari kemungkinan transmisiviti akuifer, pengukuran muka air dan kandungan mata air yang diketahui);</li> <li>■ Estimasi imbuhan (<i>recharge</i>) air tanah tahunan untuk jenis akuifer tidak tertekan dan tertekan;</li> <li>■ Daerah yang diketahui mempunyai kualitas air tanah yang buruk;</li> <li>■ Lokasi sungai utama dan batas cekungan; dan</li> <li>■ Kontur curah hujan tahunan rata-rata.</li> </ul>
Laporan konsultan menggambarkan kondisi geologi dan hidrogeologi di Fasilitas Tangguh LNG.	<p>Informasi mengenai kondisi geologi di sudut baratlaut dari Fasilitas Tangguh LNG tercakup baik di sejumlah tingkatan untuk kedalaman sekitar 50 m. Di luar daerah ini dan di luar batas kedalaman ini selanjutnya jumlah informasi menurun secara signifikan dan terbatas pada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Informasi geologi dan geofisika yang diperoleh selama pengeboran dua sumur bor eksplorasi air tanah (diidentifikasi sebagai TW-1 dan '<i>Slim Hole</i>');</li> <li>■ Informasi geologi dan geofisika yang diperoleh selama instalasi sumur air tanah produksi percobaan (diidentifikasi sebagai TW-2); dan</li> <li>■ Informasi interpretasi dari survei geofisika yang dilakukan oleh ITB dan kemudian diinterpretasikan kembali oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Indonesia.</li> </ul> <p>Informasi di atas juga ditambah dengan deskripsi yang luas dari stratigrafi Cekungan Bintuni yang telah diperoleh dari log geologi dari sejumlah sumur bor eksplorasi minyak dan gas dibor di Cekungan Bintuni, yang paling dekat sekitar 27 km ke arah baratlaut fasilitas LNG.</p> <p>Sebagai perbandingan, informasi hidrogeologi untuk akuifer di Formasi <i>Steenkool</i> terbatas pada yang diperoleh selama pengeboran sumur eksplorasi air tanah TW-1 dan <i>Slim Hole</i> serta instalasi sumur produksi uji coba TW-2. Dengan demikian hanya ada sedikit informasi mengenai kondisi hidrogeologi dari akuifer-akuifer yang ditargetkan selama instalasi sumur uji produksi PW-1 dengan pengecualian informasi interpretasi yang diperoleh dari log geologi dan geofisika <i>Slim Hole</i>.</p> <p>Informasi hidrogeologi yang diperoleh dari penyelidikan tersebut terangkum di bawah ini:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Estimasi parameter hidrolik -. Uji pemompaan dengan debit konstan dilakukan pada sumur air tanah produksi uji coba TW-2 oleh PT Calmarine Indonesia pada tahun 2001. Perkiraan transmisivitas dan storativitas untuk akuifer '<i>Steenkool</i> bagian atas' dihitung dari tes ini, namun dianggap sebagai perkiraan yang terbaik setelah masalah yang terjadi dengan penempatan saringan yang salah pada saat instalasi sumur dan penyumbatan saringan sumur selama uji pemompaan. Tidak ada pengukuran parameter hidrolik untuk akuifer-akuifer di '<i>Steenkool</i> bagian bawah', ini dianggap kekosongan data yang signifikan.</li> </ul> <p>Perkiraan konduktivitas hidrolik dari aquitards batulempung / batulumpur dari Formasi <i>Steenkool</i> terangkum pada laporan investigasi geoteknik ITP (2013) untuk <i>landfill</i> sampah <i>inert</i> maupun <i>landfill</i> organik baru. ITP mencatat bahwa empat sampel tak terganggu diambil dari lapisan batulempung Formasi <i>Steenkool</i> selama penyelidikan geoteknik untuk <i>landfill</i> sampah <i>inert</i> maupun <i>landfill</i> organik baru di properti Tangguh LNG. Sampel ini dimasukkan ke laboratorium untuk menentukan konduktivitas hidrolik. Tidak ada diskusi mengenai apakah akuitard tersebut cenderung 'bocor' atau tidak.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pengukuran tinggi tekan hidrolik – pengukuran muka air tanah dilakukan di TW-2 setelah pengembangan sumur ini.</li> </ul> <p>Bukti berdasarkan perkiraan kasar mengenai tekanan air tanah juga didapat dari TW-1 dan <i>Slim Hole</i>. Aliran artesis diamati dari TW-1 setelah sumur ditinggalkan menunjukkan kondisi akuifer tertekan dan tinggi tekan piezometric dari akuifer yang telah dipasang saringan tersebut di atas</p>

Jenis Data	Komentar
	<p>tinggi kerah sumur bor.</p> <p>Elevasi muka air di <i>Slim Hole</i> pada saat berakhirnya proses pengeboran tercatat pada log geofisika untuk sumur bor ini. Perlu diingat bahwa pengembangan <i>Slim Hole</i> dilakukan sebelum <i>logging</i> geofisika maka tingkat koneksi hidrolik antara sumur bor dan akuifer (jika ada) tidak dapat dipastikan, dan dengan demikian akurasi pengukuran ini dianggap perkiraan yang terbaik.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Informasi kualitas air tanah - empat sampel air tanah telah dikumpulkan dari TW-2 selama dan saat berakhirnya uji pemompaan. Sampel ini selanjutnya dikirim untuk dilakukan analisis laboratorium, dengan masing-masing sampel dianalisis untuk sejumlah indikator kualitas air tanah termasuk anion dan kation utama, logam terlarut, dan nutrisi.</li> </ul> <p>Sampel air tanah telah dikumpulkan dari sejumlah sumur pemantauan air tanah dangkal yang dipasang di sekitar tiap <i>landfill</i> di fasilitas Tangguh LNG. Sampel pertama kali dikumpulkan pada tahun 2009 dan telah dianalisa untuk sejumlah parameter kualitas air tanah termasuk padatan terlarut total, pH, klorida, sulfat, sulfida, nitrat, nitrit dan sejumlah logam berat yang umum.</p> <p>Informasi tidak langsung mengenai kualitas air tanah di setiap interval akuifer di bawah daerah penelitian juga tersedia dari log geofisika untuk TW-1, TW-2 dan <i>Slim Hole</i>.</p> <p>Deskripsi umum tentang air tanah ber-pH rendah akan merembes dari pemotongan pada pembangunan barak sementara No 2 telah dicatat oleh Baines Geologi. Tanah tersebut diduga menjadi asam setelah oksidasi zona air tanah dangkal (<i>perched aquifers</i>) di Formasi <i>Steenkool</i> dominasi lempung setelah penggalian di daerah ini yang mana air tanah dimungkinkan (mungkin dengan oksigen yang rendah) mengalir keluar dari unit-unit ini.</p> <p>Informasi salinitas air tanah untuk 300 m paling rendah dari Formasi <i>Steenkool</i> (yaitu antara sekitar -1700 dan -2000 m bmt) serta Formasi Kais dan Faumai juga tersedia.</p> <p>Tidak ada informasi mengenai lokasi dari pertemuan air tawar / air asin yang tersedia untuk akuifer-akuifer di bawah daerah penelitian selama pengembangan peta ZKAT atau Model konseptual hidrogeologi yang menyertainya.</p>
<p>Laporan konsultan menggambarkan kondisi geologi dan hidrogeologi di sekitar fasilitas Tangguh LNG.</p>	<p>Informasi yang tersedia mengenai kondisi geologi di daerah sekitar Fasilitas Tangguh LNG umumnya juga didapat dari informasi yang tersedia dari lembar peta geologi Fak Fak skala 1: 250.000 dan juga log geologi untuk masing-masing sumur air tanah masyarakat yang terpasang di desa Saengga dan Tanah Merah Baru.</p> <p>Akan tetapi, dalam memberi pernyataan di atas, diketahui ada kesenjangan data yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) di daerah di sebelah selatan dan timur dari Fasilitas Tangguh LNG; dan</li> <li>2) pada kedalaman lebih dari sekitar 100 m, khususnya untuk akuifer-akuifer yang akan ditargetkan selama instalasi sumur uji produksi PW-1.</li> </ol> <p>Informasi yang paling bermanfaat untuk daerah di sebelah timur dan selatan Fasilitas Tangguh LNG merupakan deskripsi yang luas mengenai stratigrafi Cekungan Bintuni yang telah diperoleh dari log geologi dari sejumlah sumur bor eksplorasi minyak dan gas di Cekungan Bintuni, yang terdekat adalah sekitar 13 km ke arah barat laut dari Fasilitas LNG.</p> <p>Informasi mengenai tata hidrogeologi sekitar Fasilitas Tangguh LNG tampaknya terbatas hanya pada informasi yang didapat selama instalasi dan pengujian hidrolik sumur air tanah masyarakat di Saengga dan Tanah Merah Baru. Secara khusus informasi tersebut meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ informasi geologi mengenai akuifer dan akuitard untuk kedalaman hingga kedalaman 135 m;</li> <li>■ perkiraan transmisivitas dan kapasitas spesifik (<i>specific capacity</i>) dari akuifer untuk setiap akuifer dan kombinasi sumur;</li> <li>■ Informasi kualitas air tanah, termasuk hasil analisis untuk sampel air tanah yang diambil dari masing-masing sumur di akhir uji pemompaan; dan</li> <li>■ pengukuran muka air (dan estimasi tinggi tekan hal hidrolik).</li> </ul> <p>Selain di atas, informasi tidak langsung mengenai kemungkinan kualitas air tanah dan litologi akuifer juga tersedia dari log geofisika untuk sumur bor tersebut.</p> <p>Sekali lagi, tidak ada informasi mengenai karakteristik hidrogeologi dari akuifer-akuifer yang akan ditargetkan selama instalasi sumur uji produksi PW-1. Hal ini dianggap kesenjangan data yang signifikan.</p>
<p>Penampang refleksi seismik</p>	<p>Informasi umum mengenai ketebalan, orientasi dan tingkat patahan dari Formasi <i>Steenkool</i> (di bawah 500 m), Formasi Kais dan - untuk tingkat yang lebih rendah - Formasi Faumai tersedia dari penampang</p>

Jenis Data	Komentar
	seismik LN 014, LN 105 dan LN 108.
Foto udara	Cakupan yang baik dari properti Tangguh LNG dan sekelilingnya tersedia meskipun foto udara agak lama yang menunjukkan kondisi properti sebelum pengembangan fasilitas Tangguh LNG.
Diskusi dengan karyawan senior dari Pusat Sumberdaya Air dan Geologi Lingkungan mengenai informasi hidrogeologi yang tersedia untuk cekungan air tanah Kanoka-Babo.	Informasi mengenai debit air tanah dari cekungan air tanah Kanoka-Babo sudah disampaikan, akan tetapi penggunaannya terbatas. Informasi lain yang disampaikan mendukung referensi dalam sumber-sumber informasi lain namun tidak ada informasi baru yang diberikan.



## LAMPIRAN B – MODEL KONSEPTUAL HIDROGEOLOGI

Untuk memformulasikan pemahaman dari sistem hidrogeologi dan air tanah baik di bawah dan dalam area terdekat dari properti Tangguh LNG, maka dibuatlah model konseptual air tanah.

Model konseptual air tanah adalah presentasi non-matematika yang disederhanakan dari hidrogeologi suatu daerah. Tujuannya adalah untuk memberikan visualisasi dari sistem hidrogeologi yang sedang dikaji dan dapat mencakup deskripsi dari berbagai komponen lingkungan air tanah di bawah permukaan tanah (proses aliran air tanah yang beroperasi di sana). Hal ini sebagian besar berdasarkan pada informasi yang telah dipublikasikan (dalam hal ini sumber-sumber informasi yang diberikan dalam **Lampiran A**) meskipun juga mencakup masukan dari peninjau (*reviewer*) berdasarkan prinsip-prinsip geologi dan hidrogeologi.

Model konseptual air tanah untuk sistem akuifer di bawah dan area terdekat dari fasilitas Tangguh LNG diringkas dalam **Tabel B1**. Sistem ini juga diperlihatkan secara skematis pada **Gambar B1**, **Gambar B2** (regional) dan **Gambar B3** (lokal).

**Tabel B1: Model Konseptual Hidrogeologi dari Fasilitas Tangguh LNG dan Area terdekat di Sekitarnya**

Komponen	Deskripsi
Dimensi Model	<p>Model Konseptual mencakup area sekitar 9.200 km<sup>2</sup>; Fasilitas Tangguh LNG memiliki area sekitar 3.200 ha. Perkiraan koordinat untuk sudut dari model konseptual adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Sudut Timurlaut – 9,746,000 mN 378,000 mE</li><li>■ Sudut Baratlaut – 9,789,000 mN 280,000 mE</li><li>■ Sudut Tenggara – 9,659,000 mN 347,000 mE</li><li>■ Sudut Baratdaya – 9,713,000 mN 252,000 mE</li></ul> <p>Basis model konseptual digambarkan dengan jelas oleh batas tanpa aliran (<i>no-flow boundary</i>) pada kontak antara Formasi <i>Steenkool</i> dan <i>New Guinea Limestone Supergroup</i> (dalam hal ini Formasi Kais) yang bervariasi untuk kedalaman sekitar 200 m di bagian utara dari area model hingga lebih dari 4.000 m di selatan area model; sedimen ini mempunyai tebal hingga 3.200 m pada sumur eksplorasi minyak dan gas Jarua Selatan- 1 sekitar 50 kilometer sebelah tenggara dari fasilitas Tangguh LNG.</p> <p>Di bawah Fasilitas Tangguh LNG bahkan ketebalan Formasi <i>Steenkool</i> telah diperkirakan dari lintasan refleksi seismic, yaitu sekitar 2.000 m.</p>

Komponen	Deskripsi
Batas Model	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Batas muka air konstan</b> (<i>constant-head boundaries</i>) pada model konseptual terletak di: <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ sepanjang sumbu dan trase sumbu antiklin tak bernama yang diproyeksikan di sisi utara Teluk Bintuni di mana satuan dominasi lempung dari Formasi <i>Steenkool</i> tersingkap; sumbu antiklin ini diharapkan dapat menentukan batas sub-cekungan air tanah di utara dari fasilitas Tangguh LNG;</li> <li>➢ sepanjang sumbu dan trase sumbu antiklin tak bernama yang diproyeksikan di sisi selatan Teluk Bintuni di mana unit dominasi lempung dari Formasi <i>Steenkool</i> tersingkap; sumbu antiklin ini diharapkan dapat menentukan batas sub-cekungan air tanah di selatan dari fasilitas LNG; dan</li> <li>➢ Sepanjang sisi dari domain model dibatasi oleh Teluk Bintuni dan Laut Banda.</li> </ul> </li> </ul> <p>Batas muka air konstan (<i>constant-head boundaries</i>) di utara dan selatan dari Fasilitas Tangguh LNG telah dipilih karena struktur geologi ini dianggap sebagai elemen penentu mekanisme pengendalian imbuhan (<i>recharge</i>) air tanah, pelepasan (<i>discharge</i>) dan mekanisme aliran dalam akuifer di bawah Fasilitas Tangguh LNG.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Batas tak-beraliran</b> (<i>no-flow boundaries</i>) pada model konseptual terletak di: <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ sepanjang sumbu antiklin tak bernama di sisi utara Teluk Bintuni di mana satuan dominasi pasir dari Formasi <i>Steenkool</i> tersingkap;</li> <li>➢ sepanjang sumbu antiklin yang tidak bernama di selatan sumur eksplorasi minyak dan gas Kasuri-1, Aroba-1, Wami-1, South Moni-1, dan Sungai Jarua-1 (sepaimana ditunjukkan pada peta geologi lembar Fak Fak) di mana satuan dominasi pasir dari Formasi <i>Steenkool</i> tersingkap;</li> <li>➢ sepanjang trase sesar naik (<i>Thrust Fault</i>) Arguni di sebelah timur dan tenggara dari fasilitas Tangguh LNG; dan</li> <li>➢ pada dasar Formasi <i>Steenkool</i>.</li> </ul> </li> <li>■ Sesar-sesar Formasi <i>Steenkool</i> di sebelah selatan dari Fasilitas Tangguh LNG dianggap tidak menghambat aliran air tanah di satuan dominasi pasir sehingga tidak dianggap sebagai batas tak-beraliran (<i>no-flow boundaries</i>).</li> </ul>
Tata Geologi	<p>Cekungan Bintuni terletak pada depresi batuan dasar tersier dalam (<i>a deep tertiary basement depression</i>) yang (pada ketebalannya) didominasi oleh akumulasi 4.000 m sedimen yang relatif muda, mungkin agak sedikit terlipat dan pemilahan bervariasi yang dikenal sebagai Formasi <i>Steenkool</i>.</p> <p>Di bawah Fasilitas Tangguh LNG Formasi <i>Steenkool</i> terdiri dari keterkaitan batulempung dan batupasir dengan tebal sekitar 2.000 m. Profil seismik yang melalui daerah penelitian dan Teluk Bintuni menunjukkan bahwa lapisan sedimen sampai kedalaman sekitar 500 m umumnya mendatar (dengan kemiringan umumnya 0,5 ° atau kurang), namun kemiringan meningkat menjadi 2 atau 3 ° ke arah tenggara seiring meningkatnya ketebalan Formasi <i>Steenkool</i>.</p> <p>Gambar 3 dari Laporan Geologi Baynes (2006) menunjukkan bahwa beberapa sesar telah dipetakan atau diperkirakan ada di fasilitas Tangguh LNG. Sebagian besar berada di bagian baratlaut dari properti Tangguh LNG dan berorientasi baik baratlaut-tenggara atau timurlaut-baratdaya, sedangkan <i>slip</i> maupun <i>throw</i> tidak diketahui yang sebagian besar disimpulkan oleh Baynes Geologi (2006) menjadi sebagai patahan <i>strike-slips</i>.</p> <p>Merujuk pada lintasan seismik 104 , 105 dan 108 yang melintasi daerah <i>on-shore</i> dekat dengan lokasi sumur tes produksi yang direncanakan ( PW - 1 ) menyatakan beberapa sesar di Formasi <i>Steenkool</i> dapat diamati pada kedalaman lebih dari 500 m . Namun, mengingat terbatasnya data seismik pada kedalaman sekitar 500 m ke atas, tidak mungkin untuk memastikan apakah sesar yang berada di bawah Formasi <i>Steenkool</i> ( pada kedalaman lebih dari 500 m ) meluas ke permukaan di sekitar wilayah terdekat dari fasilitas Tangguh LNG. Tim Eksplorasi <i>Subsurface</i> Tangguh LNG mengindikasikan bahwa tidak diketahui sesar yang ada di sekitar Fasilitas Tangguh LNG.</p> <p>Peta geologi lembar Fak Fak skala 1:250.000 menyatakan ada dua sesar yang terletak di selatan Fasilitas Tangguh LNG. Yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sesar sepanjang 10 km berarah timur-barat sekitar 1 km sebelah selatan dari Fasilitas Tangguh LNG; dan</li> <li>■ Sesar sepanjang 8 km berarah baratlaut-tenggara terletak sekitar 10 km sebelah selatan dari Fasilitas Tangguh LNG.</li> </ul> <p>Baynes Geologi (2006) menyatakan bahwa kedua sesar ini hanyalah pergeseran kecil, patahan <i>strike-slip</i> dengan pergerakan secara lateral ke kiri. Oleh karena itu, tidak akan menjadi hambatan yang signifikan untuk aliran air tanah.</p> <p>Setiap sesar yang melalui batulempung dari Formasi <i>Steenkool</i> mungkin akan beraksi sebagai hambatan untuk</p>

Komponen	Deskripsi
	<p>aliran air tanah daripada sebagai saluran (<i>conduits</i>). Jika ada sesar yang telah beraksi sebagai saluran maka ini akan memungkinkan air tanah bersifat asin dari bagian bawah <i>Steenkool</i> untuk bermigrasi ke bagian atas <i>Steenkool</i>. Tidak ada bukti yang menunjukkan adanya migrasi air asin vertikal ke atas hingga kedalaman 300 m pada <i>Slim Hole</i> atau lintasan resistivitas yang dilakukan oleh LAPI-ITB.</p> <p>Lima subdivisi utama pada kedalaman 300 m bagian atas dari dari Formasi <i>Steenkool</i> telah diamati pada sumur eksplorasi air tanah yang dibor di Properti Tangguh (yaitu TW-1, TW-2 dan <i>Slim Hole</i>) dan yang dibor di desa Saengga dan Tanah Merah Baru. Yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Lapisan dominasi lempung yang berisi beberapa lapisan pasir yang tipis, meskipun menerus, dan diperkirakan memiliki ketebalan antara 10 sampai 60 m;</li> <li>2) Lapisan dominasi pasir bagian atas kira-kira setebal 60 sampai 90 m yang berisi beberapa lapisan lempung dan lanau tipis, dan juga menerus, lapisan ini membentuk sumber air tanah bagian atas dari sumur masyarakat di Desa Saengga dan Tanah Merah Baru;</li> <li>3) Lapisan dominasi lempung (juga mengandung beberapa lapisan pasir tipis dan menerus) yaitu dengan ketebalan berkisar antara 130 dan 250 m; Satuan ini juga tampaknya menebal ke timur di bawah bagian barat laut daerah penelitian;</li> <li>4) Lapisan dominasi pasir bagian bawah (yang berisi beberapa lapisan tipis lempung dan lanau – yang tampaknya menerus), dengan tebal antara 30 dan 70 m. Lapisan ini tampaknya menipis ke timur dan merupakan serangkaian akuifer yang ditargetkan untuk pengambilan air tanah di Fasilitas Tangguh LNG; dan</li> <li>5) Lapisan dominasi lempung dengan ketebalan yang tidak diketahui.</li> </ol> <p>Rangkaian alluvial, yang melapisi dasar lembah di seluruh daerah dan dengan litologi dan ketebalan yang beragam, juga terletak di sekitar utara, timur, bagian barat laut dan di sebagian batas selatan daerah penelitian</p>

Komponen	Deskripsi
Tata Hidrogeologi – akuifer dan akuitard	<p>Cekungan air tanah Kanoka-Babo merupakan zona air tanah yang terdapat di kabupaten Fak Fak, Teluk Bintuni dan Wondamae Bintuni di Provinsi Papua Barat. Cekungan ini memiliki luas sekitar 16.870 km<sup>2</sup>, yang meliputi akumulasi campuran sedimen Miosen hingga Kuartar di Cekungan Bintuni, dan memiliki batas sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sebelah utara adalah Teluk Bintuni dan cekungan air tanah Temanibuan-Bintuni;</li> <li>➤ Sebelah timur ke timurlaut adalah Sabuk Lipatan Lengguru;</li> <li>➤ Sebelah tenggara adalah Laut Arafuru;</li> <li>➤ Sebelah selatan, baratdaya dan barat adalah Laut Banda; dan</li> <li>➤ Sebelah baratlaut adalah batugamping dari <i>New Guinea Limestone Supergroup</i>.</li> </ul> <p>Menurut peta cekungan air tanah pulau Papua lembar 11, rata-rata imbuhan (<i>recharge</i>) tahunan dari akuifer tidak tertekan di cekungan air tanah Kanoka-Babo terestimasi sekitar 11.267 M m<sup>3</sup>. Rata-rata imbuhan (<i>recharge</i>) tahunan dari akuifer tertekan pada cekungan tersebut terestimasi sekitar 558 M m<sup>3</sup>.</p> <p>Properti Tangguh terletak di sub-cekungan air tanah di ujung utara dari cekungan air tanah Kanoka-Babo. Sub-cekungan berbatasan dengan Teluk Bintuni di sebelah utara, timur, dan baratlaut, dan daerah tangkapan air permukaan di selatan, tenggara dan baratdaya. Sub-cekungan ini memiliki luas sekitar 750 km<sup>2</sup> (75.000 ha) di mana Fasilitas Tangguh LNG menempati 32 km<sup>2</sup> (3.200 ha).</p> <p>Tiga akuifer (atau lebih tepatnya zona akuifer) telah diidentifikasi hingga kedalaman 300 m baik di bawah atau di daerah sekitar Fasilitas Tangguh LNG, yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ sejumlah akuifer tidak tertekan yang berhubungan dengan endapan pantai dan sungai Kuartar pada elevasi biasanya kurang dari 5 m di seluruh area;</li> <li>■ sejumlah akuifer tertekan umumnya antara kedalaman 30 dan 150 m bmt yang disebut sebagai akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas dalam Memorandum Teknis ini; dan</li> <li>■ sejumlah akuifer tertekan antara kedalaman 200 dan 300 m bmt yang disebut sebagai akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah dalam Memorandum Teknis ini.</li> </ul> <p>■ Pekerjaan Hidrostratigrafi dilakukan oleh ERM (2007) menunjukkan bahwa akuifer pada 150 m bagian atas dari Formasi <i>Steenkool</i> mungkin menerus ke bawah yang sebagian besar di bagian barat Fasilitas Tangguh LNG dan kampung-kampung Tanah Merah Baru dan Saengga. Penafsiran ini, yang didasarkan pada profil geologi dan geofisika sumur bor serta informasi kualitas air tanah dari sumur masyarakat di Tanah Merah Baru dan Saengga serta sumur bor eksplorasi air tanah TW1, TW2 dan <i>Slim Hole</i> di Fasilitas Tangguh LNG, dan juga menunjukkan: kemiringan sedimen di Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas rata-rata kurang dari 1°;</p> <p>■ akuifer bagian atas dan bawah Formasi <i>Steenkool</i> dipisahkan oleh akuitard regional yang signifikan; dan</p> <p>■ lapisan dominasi pasir pada Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah tampak menjadi lebih tebal dan lebih umum di bawah kedalaman sekitar 250 m.</p> <p>Masing-masing dari zona akuifer di atas dipisahkan oleh apa yang diharapkan secara regional sebagai akuitard signifikan dengan tebal sekitar 10 sampai 200 m. Tidak diketahui apakah akuifer-akuifer tersebut bocor atau tidak.</p> <p>Log geologi dan geofisika sumur bor eksplorasi air tanah TW1 dan <i>Slim Hole</i>, sumur percobaan pengambilan air tanah TW-2, dan sumur untuk penyediaan air masyarakat di Tanah Merah Baru dan Saengga menunjukkan bahwa beberapa satuan akuifer dan akuitard di Formasi <i>Steenkool</i> adalah menerus di bawah bagian baratlaut properti Tangguh LNG. Log ini juga menunjukkan bahwa akuifer yang ditargetkan untuk digunakan dalam sumur masyarakat di Saengga dan Tanah Merah Baru sedikit miring ke timur dan mungkin juga menipis ke arah ini.</p> <p>Log geologi dari <i>Slim Hole</i> juga mengindikasikan bahwa satuan dominasi pasir dengan kedalaman antara 260 sampai 295 m terpisah dari akuifer yang dipakai oleh sumur untuk penyediaan air masyarakat di desa Saengga dan Tanah Merah Baru oleh satuan dominasi lempung yang, di sekitar <i>Slim Hole</i>, tebalnya lebih dari 100 m.</p> <p>Dalam menyatakan hal di atas perlu diketahui bahwa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer individu di dalam zona akuifer yang lebih luas diharapkan terdiri atas satuan daya dukung air (<i>water-bearing units</i>) baik yang bersifat homogen dan anisotropik atau (lebih umumnya) heterogen dan anisotropik. Akuifer individu dalam zona akuifer yang lebih luas diharapkan secara umum bersifat heterogen dan anisotropik. Baik akuifer maupun zona akuifer, permeabilitas horizontal diharapkan bersifat homogeny atau mendekati (<math>K_x \approx K_y</math>), akan tetapi permeabilitas vertikal (<math>K_z</math>) diharapkan jauh lebih kecil;</li> <li>■ Tidak semua ketebalan jenuh dari 'zona akuifer' adalah akuifer; memang akuifer dalam interval ini terbentuk oleh zona tipis dengan material yang lebih permeabel biasanya mempunyai tebal antara 5 dan 20 m sering terbentuk dalam apa yang diperkirakan sebagai akuitard regional yang signifikan.</li> </ul>

Komponen	Deskripsi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zona akuifer dengan ketebalan bervariasi dan meskipun kontinuitas lateralnya tidak diketahui secara regional, tetapi diharapkan berada di bawah Fasilitas Tangguh LNG.</li> <li>■ Zona akuifer tambahan mungkin ada pada Formasi <i>Steenkool</i> di bawah kedalaman 300 m.</li> <li>■ Beberapa penulis mencatat bahwa Formasi <i>Steenkool</i> mungkin menjadi lebih 'berpasir' semakin ke dalam.</li> <li>■ Aquitards di bawah kedalaman 300 m bisa lebih tebal dibandingkan akuitard sampai dengan kedalaman 300 m.</li> </ul>
Sifat-Sifat Hidrolika	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer tidak tertekan – tidak diketahui tapi nilai-nilai 'textbook' untuk litologi umum menunjukkan permeabilitas antara sekitar <math>10^{-2}</math> dan <math>10^2</math> m/hari dan <i>yields</i> spesifik antara sekitar 0,02 (untuk lempung) dan 0,24 (untuk pasir berbutir sedang bersih- <i>clean medium-grained sands</i>). Diharapkan memiliki distribusi karakteristik hidrolik heterogen dan anisotropik.</li> <li>■ Uji hidrolika (<i>slug</i>) dilakukan oleh PT Hydrocore dan PT Taka Hydrocore di dekat singkapan satuan dominan lempung Formasi <i>Steenkool</i> (terutama pada lensa dominan pasir) dekat dengan fasilitas penimbunan sampah (<i>landfill</i>) di properti Tangguh LNG menunjukkan bahwa permeabilitas akuifer dangkal dan akuifer tertekan dekat permukaan ini kemungkinan sekitar 1 m/hari; nilainya bahkan berkisar antara sekitar <math>4 \times 10^{-5}</math> dan 3,3 m/hari.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas - estimasi konduktivitas hidrolika dari uji pemompaan menunjukkan lapisan akuifer lebih menjanjikan dengan memiliki permeabilitas horizontal antara sekitar 1 sampai 15 m/hari dan biasanya sekitar 4 m/hari. Nilai transmisivitas yang diperkirakan dari uji pemompaan adalah bervariasi antara sekitar 15 sampai 50 <math>m^2</math>/hari; perkiraan kapasitas spesifik bervariasi antara sekitar 7 sampai 40 <math>m^3</math>/hari per m penurunan muka air tanah (<i>drawdown</i>). Mengingat susunan akuifer-akuitard berlapis maka permeabilitas diharapkan hampir sama di lapisan horizontal (yaitu <math>K_x \approx K_y</math>) sementara permeabilitas antar lapisan (<math>K_z</math>) diharapkan lebih kecil. Meskipun perkiraan storativitas tidak dimungkinkan dari uji pemompaan, ERM menunjukkan (setelah kalibrasi model numerik air tanah) bahwa storativitas dapat diestimasi dengan mengalikan ketebalan akuifer dengan <math>3 \times 10^{-6}</math>. Berdasarkan pada perhitungan tersebut setiap akuifer dalam satuan ini akan memiliki perkiraan storativitas antara sekitar <math>5 \times 10^{-4}</math> sampai <math>5 \times 10^{-3}</math>. Nilai dari storivitas akuifer pada Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas yang berasal dari kalibrasi model aliran air tanah numerik ERM adalah 0,0009.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – tidak diketahui tapi kurang lebih sama dengan apa yang ada pada akuifer-akuifer di Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas.</li> <li>■ Akuifer-akuifer yang lebih dalam dari 300 m di Formasi <i>Steenkool</i> – tidak diketahui tapi kemungkinan sama dengan akuifer-akuifer di Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas.</li> <li>■ Akuitard – estimasi konduktivitas hidrolik dari empat sampel batulempung tak terganggu yang berasal dari Formasi <i>Steenkool</i> selama penyelidikan geoteknik untuk <i>landfill</i> sampah <i>inert</i> dan sampah organik yang baru menunjukkan bahwa akuitard cenderung memiliki permeabilitas yang sangat rendah. Estimasi permeabilitas yang berasal dari uji laboratorium dari sampel tak terganggu berkisar antara <math>2 \times 10^{-5}</math> and <math>4 \times 10^{-4}</math> m/day (dalam laporan ITP dilaporkan antara <math>2,5 \times 10^{-8}</math> and <math>4,4 \times 10^{-7}</math> cm/s). Estimasi permeabilitas horizontal (yaitu <math>K_x</math> and <math>K_y</math>) yang digunakan oleh ERM dalam pemodelan numerik sebelumnya sekitar 0,015 m/hari dengan perkiraan permeabilitas vertikal (<math>K_z</math>) sekitar 0,0015 m/hari. Perkiraan storativitas sekitar 0.005. Kebocoran pada akuitard juga telah diantisipasi walaupun besaran dari mekanisme itu tidak diketahui.</li> </ul>
Mekanisme imbuhan ( <i>recharge</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer tidak tertekan – infiltrasi air hujan hampir di seluruh wilayah dimana terdapat singkapan sedimen dan juga imbuhan (<i>recharge</i>) lokal dari aliran sungai.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – infiltrasi air hujan pada wilayah di mana terdapat singkapan akuifer ini (yaitu area di mana singkapan dominasi pasir dari Formasi <i>Steenkool</i>), terutama daerah selatan dan baratdaya dari Fasilitas Tangguh LNG. Imbuhan (<i>recharge</i>) minor juga kemungkinan berasal dari kebocoran vertikal di bawah tekanan dari akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah.</li> <li>■ Akuifer-akuifer pada Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – infiltrasi air hujan pada singkapan dominasi pasir di Formasi <i>Steenkool</i> di sebelah selatan dan baratdaya Fasilitas Tangguh LNG.</li> <li>■ Akuifer-akuifer pada Formasi <i>Steenkool</i> lebih dalam dari 300 m – tidak diketahui. Daerah imbuhan (<i>recharge areas</i>) kemungkinan terbentang ke arah selatan dan baratdaya dari Fasilitas Tangguh LNG atau di</li> </ul>

Komponen	Deskripsi
	<p>luar batas dari model konseptual ini.</p>
<p>Mekanisme pelepasan (<i>discharge</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer tidak tertekan – pelepasan air tanah ke Teluk Bintuni dan juga kemungkinan (meskipun minor) adanya kebocoran ke dalam akuitard di bawahnya.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – pelepasan (<i>discharge</i>) ke lautan (Teluk Bintuni atau lebih jauh ke arah barat di laut Banda) oleh adanya kebocoran vertikal pada area yang luas, dan pengambilan air tanah dari beberapa sumur air tanah masyarakat.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – pelepasan (<i>discharge</i>) ke arah barat laut dari Fasilitas Tangguh LNG ditambah dengan kemungkinan kebocoran (meskipun minor) ke arah atas menuju akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas.</li> <li>■ Akuifer-akuifer yang lebih dalam dari 300 m di Formasi <i>Steenkool</i> – tidak diketahui tapi kemungkinan ke arah utara, barat laut atau barat dari Fasilitas Tangguh LNG.</li> </ul>
<p>Kecenderungan tinggi muka air tanah dan piezometrik</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer tidak tertekan – tidak ada informasi mengenai kecenderungan tinggi muka air tanah yang diketahui untuk akuifer ini. Tinggi muka air tanah diperkirakan berfluktuasi menurut perubahan musim dari imbuhan (<i>recharge</i>) curah hujan dan dari setiap pengambilan atau abstraksi air tanah setempat (jika ada).</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – fluktuasi pada tekanan akuifer telah diamati dalam sumur pemantauan air tanah TW-2. Fluktuasi terlihat meniru sistem pasang surut di Teluk Bintuni dan diperkirakan sebagai pencerminan dari perubahan tekanan hidrostatik yang berkaitan dengan fluktuasi pasang surut di atas unit ini (tertekan) yang bertentangan dengan perubahan tinggi muka air yang terkait dengan hubungan hidrolik sebagian/parsial atau lengkap dengan Teluk Bintuni.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – tidak ada informasi yang diketahui.</li> <li>■ Akuitard – tidak ada informasi yang tersedia.</li> </ul>
<p>Arah aliran Air tanah</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer tidak tertekan – diharapkan untuk meniru bentuk topografi daerah secara keseluruhan dan agak 'mengatur' arah aliran ke utara menuju Teluk Bintuni.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – pengukuran tinggi muka air tanah menunjukkan arah aliran air tanah ke utara atau barat laut dari Fasilitas Tangguh LNG. Ion utama kimia tanah di sumur TW-2 (di mana <math>\text{Na}^+</math> adalah kation dominan dan <math>\text{HCO}_3^-</math> adalah anion dominan) menunjukkan air tanah bergerak dari daerah imbuhan (<i>recharge</i>) di bagian selatan dan barat daya dari Cekungan Bintuni menuju daerah pelepasan (<i>discharge</i>) potensial di utara dan barat laut dari Fasilitas Tangguh LNG. Aliran air tanah vertikal yang terbatas kemungkinan akan mengalir tegak lurus terhadap orientasi sistem akuifer ini sementara beberapa pelepasan atau <i>discharge</i> (meskipun kemungkinan aliran rendah) menuju akuifer tidak tertekan dan/atau Teluk Bintuni mungkin terjadi.</li> <li>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – tidak diketahui, tetapi air tanah diharapkan akan mengalir dari selatan dan barat daya dari Fasilitas Tangguh LNG ke utara dan barat laut. Aliran air tanah vertikal yang terbatas kemungkinan akan mengalir tegak lurus terhadap orientasi sistem akuifer ini meskipun mungkin beberapa pelepasan (<i>discharge</i>) mengalir ke arah akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas. Meskipun besarnya dari mekanisme pelepasan (<i>discharge</i>) ini tidak diketahui.</li> </ul>
<p>Kualitas Air tanah</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akuifer tidak tertekan – belum diketahui, kemungkinan bervariasi; air tanah bersalinitas rendah kemungkinan terdapat pada pasir dan kerikil meskipun kejadian adanya air asin mungkin terjadi di akuifer ini sepanjang bibir pantai dari properti Tangguh LNG.  Pemantauan air tanah dangkal di sekitar tempat penimbunan sampah (<i>landfill</i>) di properti Tangguh LNG (yang dilapisi dengan lapisan <i>High-Density Polyethylene</i> dan memiliki sistem pengumpulan lindi di bawah permukaan tanah) tidak menunjukkan bukti pencemaran air tanah. Beberapa konsentrasi logam terlarut yang melebihi ketentuan dari pemerintah Indonesia terkait baku mutu kualitas air telah tercatat pada data pemantauan kualitas air tanah yang dibuat sampai dengan saat ini, namun konsentrasi ini dianggap sebagai indikasi dari kondisi alamiah sebelumnya  Air tanah dengan pH rendah (biasanya sekitar pH 2 sampai 3) juga telah diamati mengalir dari apa yang dianggap sebagai akuifer dangkal (<i>perched aquifers</i>) pada Formasi <i>Steenkool</i> pada Barak Konstruksi Sementara No. 2. Air tanah diduga menjadi asam setelah adanya pengaliran parsial/sebagian dan oksidasi lanjutan dari air tanah dalam akuifer ini akibat dari penggalian beberapa tanggul di area ini  Tidak ada informasi yang diketahui mengenai kualitas air tanah akuifer di bawah Fasilitas Tangguh LNG di properti tersebut.</li> </ul>

Komponen	Deskripsi
	<ul style="list-style-type: none"> <li> <p>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – sampel air tanah yang dikumpulkan dari masing-masing sumur air tanah untuk penyediaan air masyarakat di Tanah Merah Baru dan Saengga menunjukkan bahwa air di zona akuifer ini biasanya segar dan salinitas rendah.</p> <p>lon utama dari sumur pantau air tanah TW-2 - yang didominasi Sodium (Na) dan bikarbonat - juga menunjukkan bahwa air tanah mungkin membersihkan garam bawaan dari akuifer.</p> <p>Bukti anekdotal menunjukkan bahwa air tanah yang dipompa dari sumur di bekas barak (<i>Camp</i>) survei Calmarine di kampung Tanah Merah mempunyai salinitas rendah dan sering digunakan untuk keperluan domestik. Sumur ini disaring dalam tiga interval pada satuan dominasi pasir pada Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas dan dipahami telah beroperasi pada akhir 1990-an dan awal 2000-an. Pada waktu operasional, sumur ini diidentifikasi mengandung bakteri coli, kemungkinan berakibat ditinggalkannya sumur ini.</p> <p>Sayangnya tidak ada informasi mengenai lokasi pertemuan air tawar / air asin di akuifer ini selain mengatakannya mungkin terletak di utara atau baratlaut dari TW-2 dan <i>Slim Hole</i>, kemungkinan besar di bawah pesisir pantai properti Tangguh LNG.</p> </li> <li> <p>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – ERM mencatat bahwa log resistensi dan <i>self-potential</i> pada titik tunggal dari <i>Slim Hole</i> menunjukkan air tanah pada akuifer ini memiliki salinitas rendah dan kemungkinan memiliki konsentrasi Total Padatan Terlarut kurang dari 500 mg/L.</p> <p>Tidak ada informasi mengenai lokasi pertemuan air tawar / air asin dalam aquifer ini selain mengatakannya mungkin terletak di utara atau baratlaut dari Slim Hole, kemungkinan besar di bawah pesisir pantai properti Tangguh LNG</p> </li> <li> <p>■ Lokasi pertemuan air tawar / air asin di Formasi <i>Steenkool</i> tidak diketahui. Pengukuran tinggi muka air tanah dari akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas ditambah dengan kualitas air tanah yang diamati pada sumur air tanah untuk penyediaan air masyarakat menyimpulkan bahwa pada akuifer di Formasi <i>Steenkool</i> sampai kedalaman sekitar 600 m, pertemuan air tawar / air asin kemungkinan besar terjadi di bawah batas utara dari properti Tangguh LNG.</p> </li> <li> <p>■ Potensi akuifer di bawah kedalaman 600 m pada Formasi <i>Steenkool</i> – tidak diketahui tetapi kadar salinitas diprediksi meningkat seiring kedalaman.</p> </li> </ul>
Pemanfaatan air tanah	<ul style="list-style-type: none"> <li> <p>■ Akuifer tidak tertekan – pengambilan air tanah lokal dicatat dari tiga sumur dangkal yaitu di Saengga dan dua di Tanah Merah Baru. Debit dianggap tidak banyak (relative minimal) dan tidak terlalu berarti untuk ketersediaan sumberdaya air tanah.</p> </li> <li> <p>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian atas – sejumlah sumur air tanah masyarakat telah dipasang pada akuifer ini sebagai bagian dari program CSR BP. Sumur dipasang di kampung Saengga dan Tanah Merah Baru di mana <i>yields</i> yang dihasilkan sekitar 3 L /detik selama sekitar 8 jam per hari.</p> <p>Beberapa sumur bekas penyediaan air untuk barak milik BP juga pernah dipasang pada akuifer ini akan tetapi kelanjutan pemakaiannya sudah tidak diketahui lagi.</p> <p>Perlu dicatat bahwa sumber daya air tanah di zona akuifer ini telah diembargo (yaitu tidak diizinkan untuk dipakai lagi) dengan sumber daya air tanah ini disisihkan untuk memenuhi kebutuhan penyediaan air minum masyarakat.</p> </li> <li> <p>■ Akuifer-akuifer Formasi <i>Steenkool</i> bagian bawah – tidak ada penggunaan air tanah yang diketahui atau yang diharapkan di area sekitar daerah penelitian.</p> <p>Pengambilan air tanah pada akuifer ini mungkin terjadi dari sebelah utara dari Teluk Bintuni.</p> </li> <li> <p>■ Formasi Kais dan Faumai – tidak ada penggunaan air tanah yang diketahui atau yang diharapkan di area sekitar daerah penelitian.</p> </li> </ul>

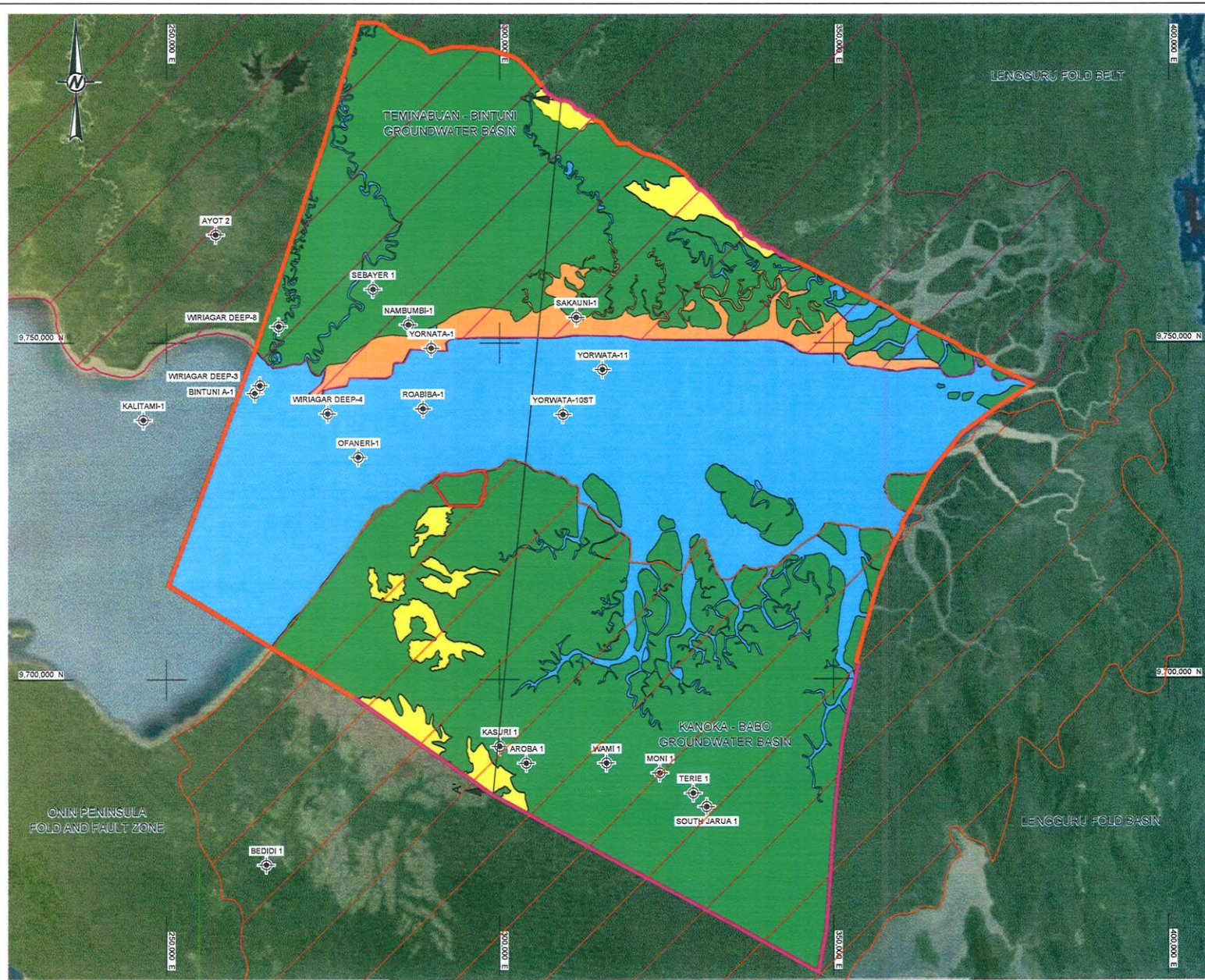
### Gambar

Gambar B1: Model Konseptual Hidrogeologi – Area dan Batasan Model

Gambar B2: Model Konseptual Hidrogeologi – Regional

Gambar B3: Model Konseptual Hidrogeologi – Lokal

© GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION INFRINGES COPYRIGHT.



**LEGEND**

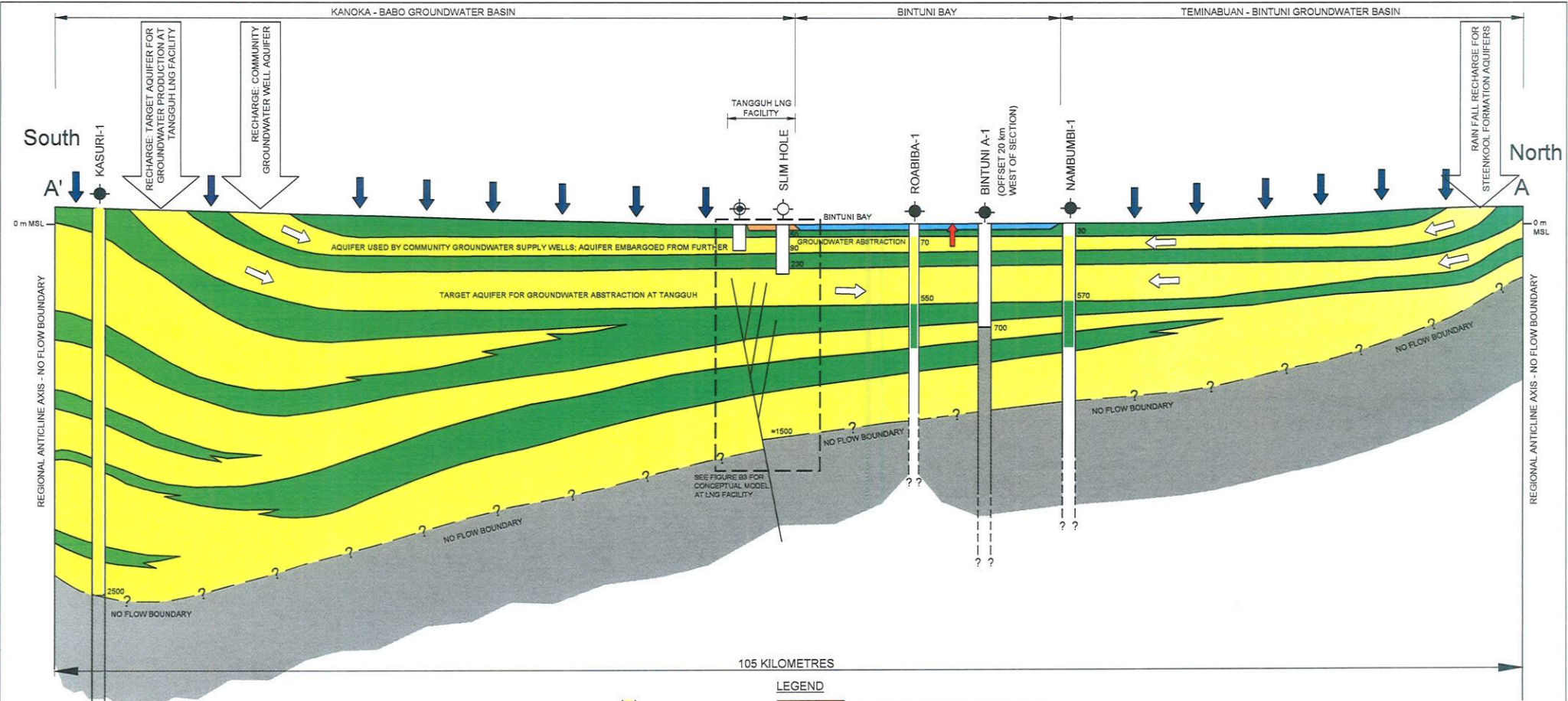
- TANGGUH LNG FACILITY
- STEENKOOL FORMATION: CLAY DOMINANT (CONFINING LAYERS)
- STEENKOOL FORMATION: SAND DOMINANT (AQUIFERS & RECHARGE AREAS)
- COASTAL ALLUVIAL DEPOSITS
- CONCEPTUAL MODEL BOUNDARY - NO FLOW BOUNDARY
- CONCEPTUAL MODEL BOUNDARY - CONSTANT HEAD BOUNDARY
- OIL & GAS EXPLORATION BOREHOLE
- LOCATION OF CONCEPTUAL HYDROGEOLOGICAL MODEL SECTION SHOWN IN FIGURE B2
- TEMINABUAN - BINTUNI GROUNDWATER BASIN
- KANOKA - BABO GROUNDWATER BASIN



 <small>www.golder.com GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL &amp; ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)</small>	<b>CLIENT</b> BP BERAU LTD		<b>PROJECT</b> TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY			
	<b>DRAWN BY</b> DS	<b>DATE</b> 26.02.2014	<b>DRAWING TITLE</b> CONCEPTUAL HYDROGEOLOGICAL MODEL MODEL AREA AND BOUNDARIES			
<b>CHECKED BY</b> CW	<b>DATE</b> 26.02.2014	<b>PROJECT No</b> 138716004				
<b>SCALE</b> AS SHOWN	<b>SHEET SIZE</b> A3	<b>DOC No</b> 013	<b>DOC TYPE</b> F	<b>FIGURE No</b> B1	<b>REVISION</b> 1	
					<b>FIGURE B1</b>	



© GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS PLAN EITHER WHOLLY OR IN PART WITHOUT WRITTEN PERMISSION INFRINGES COPYRIGHT.

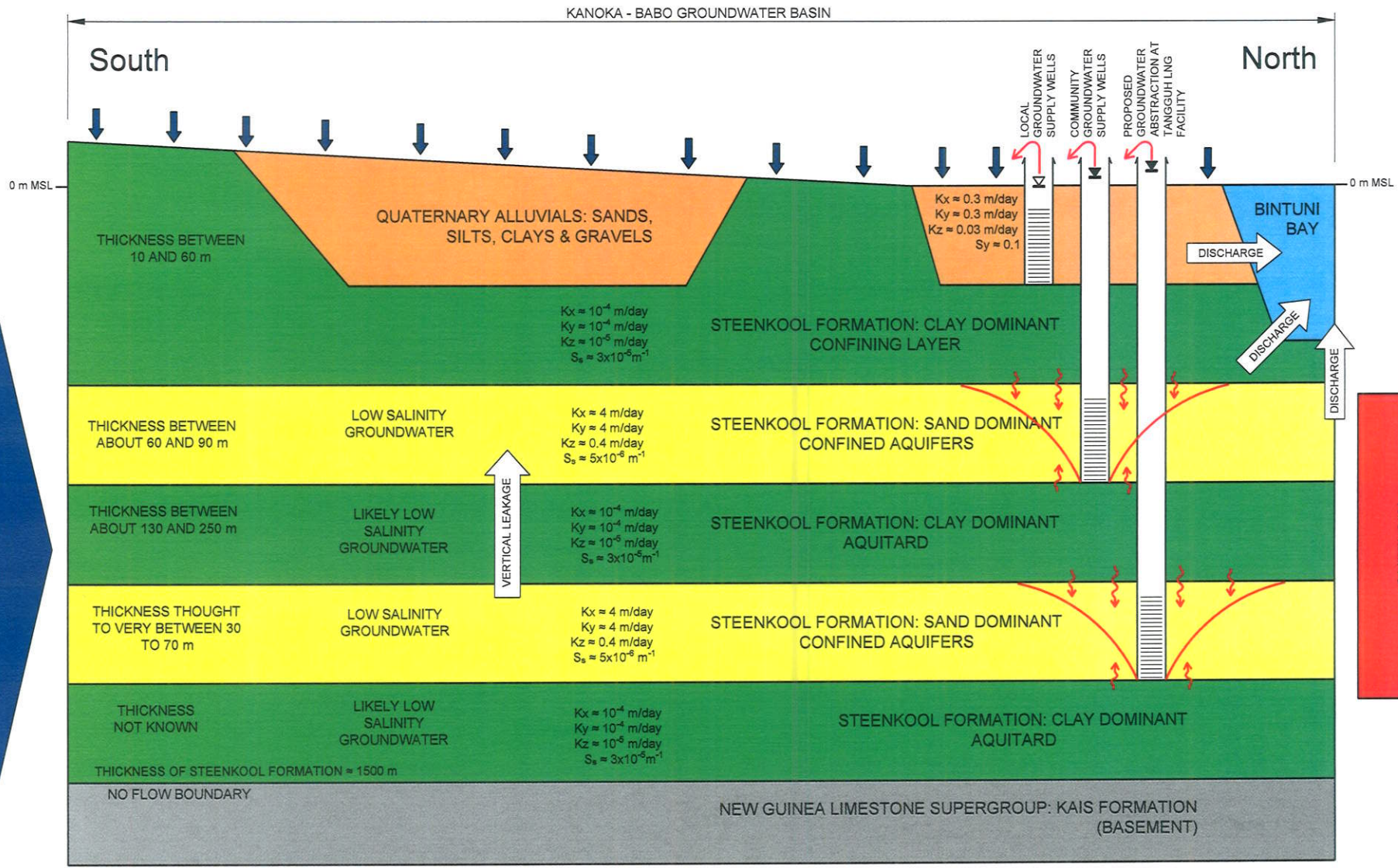


**CONCEPTUAL DIAGRAM ONLY**  
 NOT TO SCALE

- LEGEND**
- QUATERNARY SEDIMENTS - UNCONFINED AQUIFERS
  - STEENKOOI FORMATION: CLAY DOMINANT - AQUITARDS
  - STEENKOOI FORMATION: SAND DOMINANT - CONFINED AQUIFERS
  - NEW GUINEA LIMESTONE SUPERGROUP: KAIS FORMATION - BASEMENT
  - BOREHOLE LOG STEENKOOI FORMATION SAND DOMINANT
  - BOREHOLE LOG STEENKOOI FORMATION CLAY DOMINANT
  - BOREHOLE LOG KAIS FORMATION
  - DEPTH OF SIGNIFICANT LITHOLOGICAL CHANGE IN BOREHOLE
  - RAINFALL RECHARGE
  - DISCHARGE TO BINTUNI BAY
  - SLIM HOLE
  - GROUNDWATER EXPLORATION BOREHOLE
  - KASURI-1
  - OIL & GAS EXPLORATION BOREHOLE
  - COMMUNITY GROUNDWATER SUPPLY WELLS INSTALLED AT TANAH MERAH BARU AND SAENGGGA.
  - FAULTING
  - CONCEPTUAL GROUNDWATER FLOW DIRECTION

 <small>www.golder.com          GOLDER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL &amp; ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)</small>	CLIENT: BP BERAU LTD		PROJECT: TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY			
	DRAWN BY: DS	DATE: 26.02.2014	DRAWING TITLE: CONCEPTUAL HYDROGEOLOGICAL MODEL REGIONAL SETTING			
	CHECKED BY: CW	DATE: 26.02.2014				
	SCALE: AS SHOWN	SHEET SIZE: A3	PROJECT No: 138716004	SOC No: 013	SOC TYPE: F	FIGURE No: B2

GOLDBER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) INFORMATION CONTAINED ON THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF GOLDBER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA) UNAUTHORISED USE OR REPRODUCTION OF THIS DRAWING IS STRICTLY PROHIBITED WITHOUT WRITTEN PERMISSION FROM GOLDBER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)



**CONCEPTUAL DIAGRAM ONLY**  
 NOT TO SCALE

**LEGEND**

- PIEZOMETER LEVEL - CONFINED AQUIFERS
- GROUNDWATER LEVEL - UNCONFINED AQUIFERS
- RAINFALL RECHARGE
- LEAKAGE INDUCED BY PUMPING

 www.golder.com GOLDBER ASSOCIATES (PT GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL SERVICES INDONESIA)	CLIENT <b>BP BERAU LTD</b>		PROJECT <b>TANGGUH LNG EXPANSION PROJECT - GROUNDWATER STUDY</b>						
	DRAWN BY DS	DATE 26.02.2014	DRAWING TITLE <b>CONCEPTUAL HYDROGEOLOGICAL MODEL LOCAL SETTING</b>						
	CHECKED BY CW	DATE 26.02.2014							
	SCALE AS SHOWN	SHEET SIZE A4	PROJECT No 138716004	DOC No 013	DOC TYPE F	FIGURE No B3	REVISION 1	FIGURE B3	

## LAMPIRAN C – HASIL PEMANTAUAN KUALITAS AIR TANAH PADA FASILITAS TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH

Ringkasan hasil analisis sampel air tanah yang dikumpulkan dari sumur-sumur pantau pada setiap fasilitas tempat penimbunan sampah (*landfill*) disajikan pada tabel berikut. Lokasi dari sumur-sumur pantau ditampilkan pada **Gambar 2 dan 6** sementara identitas dari setiap fasilitas diringkas sebagai berikut:

### Tempat Pembuangan Sampah Organik (Lama)

- Sumur 6
- Sumur 7
- Sumur 8
- Sumur 9
- Sumur 10
- Sumur 11
- Sumur 12
- Sumur 16

### Landfill Inert

- BH-1
- BH-N2
- BH-3
- BH-5
- BH-N5
- BH-N6R
- BH-7
- BH-N8R

### Landfill Sampah Organik Saat Ini

- Sumur 20
- Sumur 22
- Sumur 23
- Sumur 24
- Sumur 25

### Landfill Inert dan Landfill Organik yang Baru

- Sumur 13
  - Sumur 14
  - Sumur 15
  - Sumur 17
  - Sumur 18
  - Sumur 19
-

Borehole Name: BH-01

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.2
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	4.0
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	177
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.068
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.006
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0002
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.070
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00007
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	8.12
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.04

\* = Replicate

Borehole Name: BH-02

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.1
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	2.5
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	29
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.056
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.008
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0004
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	0.04
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.071
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	4.36
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.14

\* = Replicate

**Borehole Name: BH-03**

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.8
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	4.5
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	30
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.049
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.015
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.017
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	13.30
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.02

\* = Replicate

**Borehole Name: BH-04**

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.6
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	3.7
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	11
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.027
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.014
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.088
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0008
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.027
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	36.00
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND

\* = Replicate

**Borehole Name: BH-05**

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.4
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	19.9
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	2
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.078
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.005
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.008
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.074
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	8.98
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.04

\* = Replicate

**Borehole Name: BH-06**

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.1
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	3.2
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	58
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.031
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.006
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0004
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.050
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	5.69
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.07

\* = Replicate

**Borehole Name: Well 1**

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	May
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.9
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	6.1
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	136
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.057
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.001
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.011
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	9.66
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.07

\* = Replicate

**Borehole Name: Well 2**

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	May
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.8
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	5.3
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	34
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.033
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.018
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	4.68
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.02

\* = Replicate

**Borehole Name: Well 3**

Laboratory Sample I.D :					2009
Date Sampled :					May
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	May
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.6
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	2.3
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	64
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.014
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.026
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	14.8
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.03

\* = Replicate

**Borehole Name: Well 4**

Laboratory Sample I.D :					2009
Date Sampled :					May
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	May
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.7
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	4.2
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	19
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.058
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.048
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.080
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	39.3
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.03

\* = Replicate



Borehole Name: Well 5

Laboratory Sample I.D :					
Date Sampled :					2009
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	May
<b>Water Level Information</b>					
1	Well depth	Meter	-	-	
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-	
3	Initial (After Purging)				
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-	
<b>Physical Tests</b>					
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.6
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000	
<b>Anions</b>					
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	16.0
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	ND
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND
<b>Nutrients</b>					
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.060
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND
<b>Dissolved Metals</b>					
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.123
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	8.93
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.04

\* = Replicate

Borehole Name: Well 6

Laboratory Sample I.D :					2009			2010			
Date Sampled :					May	Aug	Dec	May	Sep	Sep*	Dec
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit							
<b>Water Level Information</b>											
1	Well depth	Meter	-	-							
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-							
3	Initial (After Purging)										
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-							
<b>Physical Tests</b>											
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.0	7.9	8.1	7.4	7.3	7.3	7.4
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000							
<b>Anions</b>											
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	3.6	4.7	4.0	0.8	<0.5	<0.5	1.3
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	76	ND	8	<2	<2	<2	3
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
<b>Nutrients</b>											
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.057	ND	<0.005	<0.005	0.049	0.049	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.007	0.050	<0.001	0.020	0.003	0.003	0.037
<b>Dissolved Metals</b>											
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.004	ND	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	ND	0.0004	0.0004	<0.0001	<0.0001	<0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.047	ND	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.001
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	6.15	12.00	6.59	8.70	8.46	8.61	9.74
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.09	ND	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

\* = Replicate

Borehole Name: Well 7

Laboratory Sample I.D :					2009			2010		
Date Sampled :					May	Aug	Dec	May	Sep	Dec
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit						
<b>Water Level Information</b>										
1	Well depth	Meter	-	-						
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-						
3	Initial (After Purging)									
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-						
<b>Physical Tests</b>										
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.0	6.9	8.1	7.3	7.3	7.3
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000						
<b>Anions</b>										
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	4.9	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	2490	ND	<2	<2	<2	4
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
<b>Nutrients</b>										
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.081	0.020	<0.005	<0.005	0.018	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	0.001	0.006	0.005	<0.001	0.034
<b>Dissolved Metals</b>										
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.009	ND	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0005	ND	0.0017	0.0006	<0.0001	<0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.099	0.004	0.005	<0.001	<0.001	0.009
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	25.6	11.20	13.20	10.7	10.2	11.7
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.47	0.05	0.01	<0.01	<0.01	<0.01

\* = Replicate

Borehole Name: Well 8

Laboratory Sample I.D :										
Date Sampled :										
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	2009			2010		
					May	Aug	Dec	May	Sep	Dec
<b>Water Level Information</b>										
1	Well depth	Meter	-	-						
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-						
3	Initial (After Purging)									
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-						
<b>Physical Tests</b>										
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.3	7.0	7.8	7.0	7.0	7.0
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000						
<b>Anions</b>										
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	5.3	1.6	<0.5	<0.5	0.6	<0.5
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	981	ND	<2	<2	<2	<2
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
<b>Nutrients</b>										
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.056	0.034	0.012	<0.005	0.073	0.013
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	0.006	0.006	0.005	0.017	0.012
<b>Dissolved Metals</b>										
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.003	0.020	<0.01	<0.001	<0.001	0.002
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	ND	<0.0001	0.0003	<0.0001	<0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.065	0.003	0.002	<0.001	0.003	0.004
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	16.3	13.20	13.00	10.7	9.54	11.2
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	7.28	ND	0.01	<0.01	<0.01	<0.01

\* = Replicate

Borehole Name: Well 9

Laboratory Sample I.D :										
Date Sampled :										
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	2009		2010			
					Aug	Dec	May	May*	Sep	
<b>Water Level Information</b>										
1	Well depth	Meter	-	-						
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-						
3	Initial (After Purging)									
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-						
<b>Physical Tests</b>										
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.3	7.9	7.3	7.3	7.3	
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000						
<b>Anions</b>										
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	1.6	1.9	0.6	0.6	0.6	
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	ND	<2	<2	<2	<2	
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	
<b>Nutrients</b>										
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.158	<0.005	<0.005	0.016	
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	
<b>Dissolved Metals</b>										
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0001	0.0003	0.0002	0.0002	<0.0001	
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	ND	0.006	<0.001	<0.001	0.002	
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	22.50	24.00	19.7	19.4	20.1	
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	

\* = Replicate

Borehole Name: Well 10

Laboratory Sample I.D :											EV120116-28	EV120759-17	EV130143-10	EV130628-33	EV131143-19
Date Sampled :					2009		2010			2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>															
1	Well depth	Meter	-	-										7.28	6.86
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-								2.40	2.53	2.50	2.82
3	Initial (After Purging)												7.10		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-								2.50	2.62	2.56	2.88
<b>Physical Tests</b>															
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	9.2	7.8	7.0	7.1	7.0	6.6	6.97	7.43	6.56	7.07	6.75
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000							368	325	333	266	268
<b>Anions</b>															
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	5.1	0.8	0.9	5.1	5.1	7.8	6.4	11.9	8.9	8.3	8.4
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	24	6	<2	15	12	13	9	13	12	9	8
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.015	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>															
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.072	<0.005	0.025	0.020	<0.005	<0.005	0.009	0.043	<0.005	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	0.082	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>															
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.008	<0.01	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	0.0009	0.0004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.005	0.0003	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	ND	0.005	<0.001	0.002	0.003	0.010	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.006
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00008	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	2.78	13.70	2.28	2.48	2.90	2.69	2.71	4.17	3.13	2.91	2.23
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.05	0.006	0.010	0.008	0.012	0.008

\* = Replicate

Borehole Name: Well 11

Laboratory Sample I.D :					2009		2010		
Date Sampled :					Aug	Dec	May	Sep	Dec
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit					
<b>Water Level Information</b>									
1	Well depth	Meter	-	-					
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-					
3	Initial (After Purging)								
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-					
<b>Physical Tests</b>									
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	8.6	8.1	7.3	7.6	7.1
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000					
<b>Anions</b>									
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	1.1	<0.5	5.9	<0.5	<0.5
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	13	9	11.5	7	6
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
<b>Nutrients</b>									
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.005	<0.005	<0.005	0.01	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.002	0.022	<0.001	0.003	0.018
<b>Dissolved Metals</b>									
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.005	<0.01	<0.001	0.002	0.002
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0002	0.0011	0.0001	<0.0001	<0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.005	0.009	<0.001	0.003	0.005
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	11.60	13.50	13.3	10.9	13.7
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND	0.02	<0.01	<0.01	<0.01

\* = Replicate

Borehole Name: Well 12

Laboratory Sample I.D :					2009		2010		
Date Sampled :					Aug	Dec	May	Sep	Dec
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit					
<b>Water Level Information</b>									
1	Well depth	Meter	-	-					
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-					
3	Initial (After Purging)								
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-					
<b>Physical Tests</b>									
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.6	7.8	6.6	6.7	6.4
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000					
<b>Anions</b>									
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	5.5	3.4	2.9	2.8	4.3
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	6	8	<2	3	7
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
<b>Nutrients</b>									
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	<0.005	<0.005	0.046	0.037
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	<0.001	<0.001	0.001
<b>Dissolved Metals</b>									
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	<0.01	<0.001	0.001	0.002
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	0.0008	0.0004	<0.0001	<0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.002	0.004	<0.001	<0.001	0.002
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00006	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	3.72	5.35	4.11	4.00	2.7
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND	0.01	0.01	<0.01	<0.01

\* = Replicate

Borehole Name: Well 13

Laboratory Sample I.D :												EV120116-29	EV120759-18	EV130143-11	EV130628-27	EV131143-20
Date Sampled :					2009		2010			2011	2012		2013			
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Dec*	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																
1	Well depth	Meter	-	-											20.7	17.5
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-									9.07	10.0	10.1	10.5
3	Initial (After Purging)													16.4		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-									10.12	10.1	10.2	10.5
<b>Physical Tests</b>																
1	pH <sup>(1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.5	7.9	7.5	7.5	7.5	7.5	7.0	7.37	8.05	7.15	7.63	7.37
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000								350	314	335	288	296
<b>Anions</b>																
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	3.2	1.0	1.5	2.5	0.9	0.9	3.4	2.1	2.6	3.4	2.9	2.8
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	16	18	16.8	18	17	17	45	17	20	20	18	17
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.074	<0.005	0.078	0.064	0.066	0.015	0.024	0.071	0.041	0.054	0.008
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.006	<0.001	<0.001	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	<0.001	0.036
<b>Dissolved Metals</b>																
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	0.0007	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	0.0001	<0.0005	<0.0005	<0.0005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.002	0.005	<0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.003
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	6.78	7.56	6.69	6.59	7.14	7.09	6.68	6.62	6.79	6.87	8.20	4.54
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.005	<0.005	<0.005	0.007	<0.005

\* = Replicate

Borehole Name: Well 14

Laboratory Sample I.D :												EV120116-30	EV120759-19	EV130143-12	EV130628-29	EV131143-21	
Date Sampled :					2009				2010			2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Aug*	Dec	Dec*	May	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																	
1	Well depth	Meter	-	-												12.8	12.2
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-									4.25		4.32	4.15	4.30
3	Initial (After Purging)														12.4		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-									4.60	4.60	4.15	4.62	
<b>Physical Tests</b>																	
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.4	7.5	7.9	-	7.3	7.2	7.3	6.9	7.16	7.67	6.64	7.36	6.96
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000									412	358	407	416	436
<b>Anions</b>																	
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	2.5	2.5	1.2	1.3	1.9	2	0.7	2.9	2.5	2.9	3.2	3.1	3.0
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	52	52	68	68	71.3	64	70	30	91	92	87	76	83
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																	
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.020	0.019	0.038	0.037	<0.005	0.03	0.043	<0.005	0.041	0.009	0.054	0.113	0.012
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	ND	0.005	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.016	0.002	<0.001	0.053
<b>Dissolved Metals</b>																	
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0005	0.0006	<0.0005	0.0005	0.0005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	ND	0.0009	0.0008	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.005	<0.0001	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.006	0.006	0.006	0.005	<0.001	0.003	0.004	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00017	0.00017	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	8.40	8.46	8.32	8.48	7.45	7.73	7.96	6.73	7.10	6.79	6.57	6.93	4.38
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND	ND	0.02	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.013	<0.005	0.009	<0.005	<0.005

\* = Replicate

Borehole Name: Well 15

Laboratory Sample I.D. :												EV120116-31	EV120759-20	EV130143-13	EV130628-26	EV131143-22
Date Sampled :					2009		2010			2011	2012		2013			
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Sep*	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																
1	Well depth	Meter	-	-											11.2	10.0
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-									5.15	5.25	5.18	5.37
3	Initial (After Purging)													10.6		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-									5.20	5.24	5.17	5.35
<b>Physical Tests</b>																
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.3	7.9	7.1	7.2	7.2	7.6	6.9	7.09	7.58	6.74	7.45	6.76
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000								338	309	333	246	358
<b>Anions</b>																
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	1.9	2.2	2.2	1.4	1.5	<0.5	2.8	2	2.6	2.8	2.2	2.6
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	4	5	3.6	8	8	9	9	4	7	8	13	7
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.078	<0.005	0.041	0.041	0.027	<0.005	0.006	0.006	0.038	0.068	0.006
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.003	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.005	<0.001	0.003	0.002	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>																
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.003	<0.01	<0.001	0.004	0.004	0.003	0.003	<0.0005	0.0025	0.0023	0.0015	0.0020
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0001	0.0008	0.0008	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	<0.0001	<0.0005	<0.0005	<0.0005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	ND	0.010	<0.001	0.004	0.004	0.003	0.008	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.007
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	5.76	5.84	4.73	4.82	4.75	5.42	5.02	4.67	4.77	4.86	4.82	3.44
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.005	<0.005	0.006	<0.005	0.010



Borehole Name: Well 16

Laboratory Sample I.D :												EV120116-32	EV120759-21	EV130143-14	EV130628-34	EV131143-18
Date Sampled :				2009		2010				2011	2012		2013			
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Dec*	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																
1	Well depth	Meter	-	-											7.20	6.96
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-									1.57	1.70	1.20	1.48
3	Initial (After Purging)													7.17		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-									1.84	2.00	1.80	1.50
<b>Physical Tests</b>																
1	pH <sup>(1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.8	7.8	6.6	6.7	6.6	6.6	6.4	6.57	6.93	6.19	6.68	6.17
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000								323	292	335	242	272
<b>Anions</b>																
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	2.8	1.0	2.4	2.4	1.1	1.1	3.7	3	3.6	3.2	3.0	3.4
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	ND	<2	4	4	9	9	13	8	15	11	12	14
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.046	<0.005	0.293	0.029	0.029	<0.005	<0.005	0.005	0.024	<0.005	<0.005
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>																
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.001	<0.01	<0.001	<0.001	0.003	0.003	0.002	<0.0005	0.0007	<0.0005	<0.0005	0.0007
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0001	0.0008	0.0006	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	ND	0.004	<0.001	<0.001	0.002	0.002	0.007	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	0.00011	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	3.66	4.14	3.16	8.79	3.64	3.65	3.32	3.30	3.34	3.37	3.10	1.99
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	0.009	0.006	0.010	0.009	0.009

Borehole Name: Well 17

Laboratory Sample I.D :											EV120116-33	EV120759-22	EV130143-15	EV130628-28	EV131143-23
Date Sampled :					2009		2010			2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>															
1	Well depth	Meter	-	-										7.35	7.00
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-								3.63	3.85	4.24	4.12
3	Initial (After Purging)												7.07		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-								3.85	3.90	3.84	4.10
<b>Physical Tests</b>															
1	pH <sup>7)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.2	7.6	7.2	7.1	7.4	6.8	7.14	7.70	6.49	7.25	7.01
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000							418	400	487	272	492
<b>Anions</b>															
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	2.2	1.9	2.9	2.2	2.1	3.8	2.9	3.8	3.5	2.4	3.1
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	74	76	63.4	55	60	49	44	110	80	18	64
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>															
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.037	<0.005	0.025	0.023	<0.005	<0.005	0.120	0.065	0.325	0.028
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	0.005	<0.001	<0.001	0.002	0.006	<0.001	0.005	0.008	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>															
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0005	0.0007	<0.0005	0.0010	0.0007
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0001	0.0004	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.005	<0.0001	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.003	0.001	<0.001	0.002	<0.001	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	0.006	0.003
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00016	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	0.00019	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	9.18	14.30	8.66	8.55	9.68	8.39	8.16	8.53	8.39	4.81	5.79
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.005	<0.005	0.007	0.015	0.006

Borehole Name: Well 18

Laboratory Sample I.D :												EV120116-34	EV120759-23	EV130143-17	EV130628-30	EV131143-24
Date Sampled :					2009		2010				2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	May*	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																
1	Well depth	Meter	-	-											13.2	12.8
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-								5.58	5.70	5.50	5.72	
3	Initial (After Purging)													13.1		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-								6.17	6.30	4.48	6.17	
<b>Physical Tests</b>																
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.9	7.7	7.5	7.5	6.5	7.4	7.0	7.17	7.86	6.44	7.55	7.18
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000								392	326	389	290	406
<b>Anions</b>																
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	1.7	1.0	0.9	0.9	5.7	<0.5	1.6	1.1	1.3	1.6	1.7	2.9
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	48	48	46.5	46.5	40	41	41	50	54	49	35	37
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.062	0.054	<0.005	<0.005	0.054	0.035	<0.005	<0.005	0.066	0.023	<0.005	0.013
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	0.001	0.008	<0.001	<0.001	0.002	0.001	0.010	<0.001	0.036	0.007	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>																
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	<0.01	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.0005	0.0006	<0.0005	0.0006	0.0007
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	0.0003	0.0003	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.005	<0.0001	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.003	0.005	<0.001	<0.001	0.002	0.003	0.006	<0.001	0.001	0.002	0.002	0.006
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	10.50	11.60	10.1	10.0	4.52	11.3	9.97	10.1	9.30	9.61	8.03	6.55
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	ND	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	0.007	<0.005	0.007	0.012	<0.005

Borehole Name: Well 19

Laboratory Sample I.D :												EV120116-35	EV120759-24	EV130143-17	EV130628-25	EV131143-25
Date Sampled :					2009		2010		2011		2012		2013			
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Aug	Aug*	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>																
1	Well depth	Meter	-	-											15.9	14.5
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-								6.89		6.00	5.66	5.60
3	Initial (After Purging)													15.1		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-								7.00	6.00	5.61	6.56	
<b>Physical Tests</b>																
1	pH <sup>(1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.8	7.5	6.7	7.3	6.6	6.4	6.4	6.59	7.09	6.34	6.85	6.42
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000								492	578	529	378	510
<b>Anions</b>																
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	9.6	8.6	13.1	0.8	4.3	6.8	6.7	6.2	7.70	6.5	4.6	6.2
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	50	43	50.9	47	43	36	34	29	32	24	20	18
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>																
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.012	<0.005	0.383	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.028	0.084	0.007	0.007
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	<0.001	0.002	0.040	<0.001	<0.001	<0.001	0.016	0.014	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>																
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	ND	<0.01	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.0005	0.0009	<0.0005	0.0005	0.0024
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	0.0005	0.0009	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.005	<0.0001	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.005	0.004	<0.001	0.002	0.004	0.010	0.010	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.008
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	5.35	5.74	4.66	9.59	5.07	4.12	4.15	3.71	4.00	3.77	2.95	2.55
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.02	0.02	0.02	<0.01	0.02	<0.05	<0.05	0.014	0.010	0.009	0.005	0.008

Borehole Name: Well 20

Laboratory Sample I.D :											EV120116-36	EV120759-25	EV130143-18	EV130628-35	EV131143-26
Date Sampled :					2009		2010			2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>															
1	Well depth	Meter	-	-										12.5	13.2
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-								9.01	9.00	5.96	9.19
3	Initial (After Purging)												14.0		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-								9.00	9.00	8.94	9.12
<b>Physical Tests</b>															
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	6.7	7.8	7.2	7.2	7.1	6.8	7.32	7.83	6.99	7.48	7.43
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000							334	354	416	324	414
<b>Anions</b>															
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	4.6	15.1	6.4	4.3	4.2	5.0	4.6	4.8	4.7	3.6	4.4
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	58	39	51.8	48	40	48	35	36	30	33	33
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.055	0.014	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>															
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	0.361	0.17	0.045	0.054	0.116	0.059	0.233	0.116	0.104	0.132
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	0.006	0.003	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>															
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.021	<0.01	<0.001	0.002	0.002	0.002	<0.0005	0.0007	<0.0005	0.0009	0.0017
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0003	0.0007	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.006	<0.0001	<0.005	<0.005	<0.005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	ND	0.013	<0.001	0.005	0.009	0.004	<0.001	<0.001	0.002	0.003	0.004
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	16.60	14.10	10.9	12.3	13.1	9.38	9.10	8.72	9.75	8.81	7.37
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.04	0.49	0.04	0.07	<0.01	0.11	0.010	0.034	0.021	0.019	0.040

Borehole Name: Well 21

Laboratory Sample I.D :						
Date Sampled :				2009		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Aug*
<b>Water Level Information</b>						
1	Well depth	Meter	-	-		
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-		
3	Initial (After Purging)					
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-		
<b>Physical Tests</b>						
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.4	7.4
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000		
<b>Anions</b>						
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	22.5	22.5
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	35	35
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	ND
<b>Nutrients</b>						
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	ND	ND
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	ND
<b>Dissolved Metals</b>						
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.005	0.005
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	0.0002	0.0002
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	ND
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.060	0.058
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	ND	ND
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	10.20	10.70
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.03	0.02

Borehole Name: Well 22

Laboratory Sample I.D :					EV120116-37	EV120759-26	EV130143-19	EV130628-31	EV131143-27						
Date Sampled :					2009		2010			2011	2012		2013		
No.	Test Description	Unit	Methods	Regulatory Limit	Aug	Dec	May	Sep	Dec	Aug	Feb	Sep	Feb	Jun	Nov
<b>Water Level Information</b>															
1	Well depth	Meter	-	-										15.0	14.0
2	Initial (Before Purging)	Meter	-	-								5.32	5.35	5.36	5.60
3	Initial (After Purging)												11.6		
4	Initial (Before Sampling)	Meter	-	-								5.31	5.38	5.37	5.60
<b>Physical Tests</b>															
1	pH <sup>1)</sup>	-	APHA 4500HB	6.0 - 9.0	7.1	7.7	7.3	7.2	7.1	6.9	7.19	7.74	6.92	7.48	6.91
2	Total Dissolved Solids, TDS	mg/L	APHA 2540C	1000							355	360	375	322	340
<b>Anions</b>															
1	Chloride, Cl <sup>-</sup>	mg/L	APHA 4110B	-	7.2	<0.5	<0.5	1.2	<0.5	1.6	0.8	1.20	1.5	0.8	1.1
2	Sulphate, SO <sub>4</sub>	mg/L	APHA 4110B	-	14	11	8.7	18	21	24	7	15	15	13	13
3	Sulphide, as H <sub>2</sub> S	mg/L	APHA 4500S-G	0.002	ND	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.525	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001
<b>Nutrients</b>															
1	Nitrate, NO <sub>3</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	20	0.059	0.035	<0.005	0.072	0.075	0.511	0.028	0.024	0.047	0.023	0.066
2	Nitrite, NO <sub>2</sub> -N	mg/L	APHA 4110B	0.06	ND	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.007	0.010	<0.001	<0.001
<b>Dissolved Metals</b>															
1	Arsenic, As	mg/L	APHA 3114C	1	0.002	<0.01	<0.001	0.001	0.002	0.002	<0.0005	0.0008	<0.0005	<0.0005	0.0009
2	Cadmium, Cd	mg/L	APHA 3111B	0.01	ND	0.0002	0.0003	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	<0.0001	<0.0005	<0.0005	<0.0005
3	Copper, Cu	mg/L	APHA 3111B	0.02	ND	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01
4	Lead, Pb	mg/L	APHA 3113B	0.03	0.059	0.029	<0.001	0.001	0.011	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	0.006
5	Mercury, Hg	mg/L	USEPA 245.7	0.002	0.00008	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
6	Sodium, Na	mg/L	APHA 3111B	-	9.82	8.92	7.32	7.80	8.73	7.77	9.01	7.79	7.05	6.73	4.96
7	Zinc, Zn	mg/L	APHA 3111B	0.05	0.03	0.02	<0.01	0.01	<0.01	0.01	0.017	<0.005	0.005	0.009	0.009