

# PUSAT PENELITIAN GEOTHERMAL DI TOMOHON (ARCHITECTURE COMFORT AND ENERGY)

Lintong Delila<sup>1</sup>

Jefrey I. Kindangen<sup>2</sup>

Poli Hamny<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Area Lahendong yang terletak di Kota Tomohon, Provinsi Sulawesi Utara merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi sumber daya panas bumi yang mencapai 2.939 MWe yang telah dikembangkan oleh masyarakat sekitar untuk pemanfaatan langsung maupun secara tidak langsung oleh PT. Pertamina Geothermal Energy sebagai pemasok kebutuhan listrik bagi masyarakat Sulawesi Utara. Pengembangan sumber daya panas bumi (geothermal) untuk pembangkit listrik diproyeksikan akan menjadi sumber energi andalan seiring dengan semakin menipisnya cadangan migas di dunia. Penggunaan energi panas bumi diyakini lebih ramah lingkungan karena emisi yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan pembangkit lain yang menggunakan batubara, minyak maupun gas alam. Dalam mengembangkan sumber daya panas bumi yang tersimpan di dalam sistem panas bumi ini dapat ditemukan dengan menerapkan ilmu-ilmu kebumihutan, dan dapat dimanfaatkan dengan menerapkan teknologi yang sesuai. Untuk menerapkan ilmu-ilmu kebumihutan dalam mengembangkan sumber daya panas bumi (geothermal) maka perlunya disediakan suatu sarana atau fasilitas yang diperlukan untuk penelitian ilmu kebumihutan yang rinci dan mendalam mengenai panas bumi yaitu dengan perancangan Pusat Penelitian Geothermal yang berlokasi di daerah Tomohon. Untuk merancang objek tersebut, proses perancangan Pusat Penelitian Geothermal ini dilaksanakan dengan suatu proses tematik *Architecture Comfort and Energy* yang mengaplikasikan penggunaan energi secara efisien dimana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi yang lebih sedikit namun tidak mengurangi kenyamanan thermal pada bangunan.

**Kata Kunci :** *Pusat Penelitian Geothermal, Architecture Comfort, Energy*

## 1. PENDAHULUAN

Ketergantungan terhadap pemakaian energi fosil sebagai sumber energi utama mengakibatkan tidak tersedianya kebutuhan energi nasional pada jangka yang panjang, dengan laju produksi seperti sekarang ini, diperkirakan tidak adanya penemuan ladang minyak baru maka cadangan minyak akan habis dalam jangka waktu 12 tahun kedepan, cadangan gas bumi akan habis dalam 40 tahun kedepan, sementara itu cadangan batu bara masih akan tersedia hingga 80 tahun kemudian. Termasuk isu perubahan iklim juga berpengaruh buruk terhadap lingkungan dan andilnya terhadap fenomena perubahan iklim yang menyebabkan efek rumah kaca.

Energi alternatif yang menyimpan potensi paling besar bagi kelangsungan energi nasional adalah energi panas bumi atau geothermal. Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan sumber daya panas bumi. Potensi panas bumi yang dimiliki Indonesia merupakan yang terbesar di dunia, yaitu mencapai 29.215 MW atau sekitar 40% dari potensi panas bumi di dunia yang tersebar di 285 titik. Kapasitas terpasang dari pembangkit listrik tenaga panas bumi di Indonesia adalah 1196 MWe dan salah satunya berada di Lahendong.

Dengan melihat potensi sumber daya panas bumi yang ada di Lahendong yang merupakan proyek yang strategis karena memberikan kontribusi yang signifikan dalam memenuhi kebutuhan listrik di Provinsi Sulawesi Utara. Proyek ini dibangun dengan rancangan yang memiliki *life time operation* selama 30 tahun. Tenaga Panas Bumi sudah menyumbang 40% kebutuhan listrik Sulawesi Utara. Dari kebutuhan listrik sebesar 150 MW untuk Sulawesi Utara, Tengah dan Gorontalo, tiga unit Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Lahendong telah menyumbang 60 MW. Jumlah ini masih jauh dari potensi listrik panas bumi atau geothermal di Sulawesi Utara.

"Salah satu potensi yang Sulawesi Utara punya dan dikategorikan sebagai *green energy* adalah panas bumi yang cukup banyak tersedia, sekitar 1.030 MW," (Ir Marthen Palungan dari Dinas Pertambangan dan Energi Sulawesi Utara).

Namun, Seiring dengan berjalannya waktu, kondisi reservoir panas bumi pada PLTP dapat berubah sebagai respon dari eksploitasi. Perubahan ini dapat berupa perubahan fisika, seperti tekanan, suhu, entalpi dan aliran panas, komposisi kimia panas bumi maupun manifestasi permukaan, sehingga perlu dilakukan monitoring untuk dapat mengetahui perubahan-perubahan kondisi reservoir tersebut.

Hal ini yang mendasari munculnya sebuah gagasan untuk merancang suatu Pusat Penelitian Geothermal di Tomohon yang dapat menampung aktifitas penelitian dan pengembangan geothermal secara maksimal, mengingat kebutuhan akan energi semakin hari semakin meningkat dan harga bahan bakar minyak yang semakin mahal dan jumlahnya terbatas.

Diwilayah Sulawesi Utara dan sekitarnya saat ini terjadi pemadaman bergilir ,4-7 jam/hari karena produksi listrik dari PLTP yang belum mencukupi kebutuhan akan wilayah tersebut. Hal ini yang mendasari munculnya gagasan tema *Architecture Comfort and Energy* yang mengaplikasikan penggunaan energi secara efisien dimana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi yang lebih sedikit namun tidak mengurangi kenyamanan thermal yang dirasakan oleh manusia yang dikondisikan oleh lingkungan dan benda-benda disekitar arsitekturnya atau kondisi pikir seseorang yang mengekspresikan kepuasan dirinya terhadap lingkungan thermalnya.

Perancangan ini diharapkan dapat menghasilkan rancangan yang memiliki representatif keuntungan yang ganda. Pusat Penelitian Geothermal di Tomohon yang bertemakan *Architecture Comfort and Energy* sebagai sebuah fasilitas untuk meneliti dan mengembangkan sumber daya panas bumi yang diharapkan dapat memberi kontribusi dalam memenuhi kebutuhan listrik di daerah Sulawesi Utara. Serta sebagai bangunan yang menggunakan energi secara efisien dengan meningkatkan nilai lingkungan serta kenyamanan.

## 2. METODE PERANCANGAN

Pendekatan perancangan yang dilakukan meliputi 3 aspek utama yaitu:

1. Pendekatan Tematik (*Architecture Comfort and Energy*) Tema desain yaitu *Architecture Comfort and Energy* pada desain Pusat Penelitian Geothermal, lebih mengarah pada efisiensi energi pada bangunan secara keseluruhan, kenyamanan thermal dan lingkungan.
2. Pendekatan melalui kajian Tipologi Objek  
Metode ini dilakukan dengan cara mempelajari perilaku atau kebiasaan pengguna fasilitas, sejarah dan perkembangan fasilitas, kebutuhan ruang dan persyaratannya serta karakteristik fisik geometri fasilitas.
3. Pendekatan melalui kajian Tapak dan Lingkungan  
Dalam pendekatan ini, perlu dilakukan analisis pemilihan lokasi site di Tomohon dan analisis tapak terpilih yang akan digunakan beserta lingkungan sekitar.

Metode-metode yang digunakan untuk memperoleh informasi perancangan tersebut, antara lain:

1. Opini  
Dalam hal ini menganalisa dan merangkum pendapat – pendapat pribadi dan hasil konsultasi dengan dosen pembimbing dan dosen penguji mengenai judul serta tema yang diangkat.
2. Wawancara  
Mengadakan tanya jawab langsung dengan orang, lembaga maupun instansi yang terkait ataupun sumber lain yang berkaitan dengan objek.
3. Observasi  
Melakukan pengamatan langsung pada lokasi yang berhubungan dengan objek perancangan, sehingga kondisi lokasi dapat diketahui dengan jelas.
4. Studi literatur  
Untuk mendapatkan dan mempelajari penjelasan teori menyangkut judul dan tema desain.
5. Studi komparasi

Mengadakan studi komparasi dengan objek maupun fasilitas sejenis atau hal – hal kontekstual yang berhubungan dengan objek desain yang sumbernya diambil melalui internet, buku – buku, majalah dan objek yang sudah terbangun.

### **3. KAJIAN PERANCANGAN**

#### **a. Deskripsi Objek**

Pusat Penelitian Geothermal adalah pusat suatu proses investigasi yang bertujuan untuk menemukan, mengelola dan mengembangkan sumber energi terbarukan yaitu energi panas bumi yang berada di Tomohon.

#### **b. Prospek dan Fisibilitas Objek Perancangan**

- **Prospek Proyek**

Prospek pemanfaatan energi panas bumi di Indonesia cukup menjanjikan. Apalagi kalau diingat bahwa pemanfaatan energi panas bumi sebagai sumber penyedia tenaga listrik adalah termasuk teknologi yang tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan, suatu hal yang dewasa ini sangat diperhatikan dalam setiap pembangunan dan pemanfaatan teknologi, agar alam masih dapat memberikan daya dukungnya bagi kehidupan umat manusia.

- **Fisibilitas Proyek**

Pengembangan panas bumi hingga saat ini didominasi oleh perusahaan nasional, yaitu PT Pertamina Geothermal Energy (PT PGE). Pada saat ini PT. PGE merupakan perusahaan panas bumi yang memiliki hak pengelolaan Wilayah Kerja Pertambangan (WKP) Panas Bumi paling banyak di Indonesia, yaitu 15 (lima belas) WKP. Dari 15 (lima belas) WKP, ada 3 (tiga) WKP dikerjasamakan oleh PT PGE dengan mitra asing. Disamping oleh PT PGE, ada beberapa WKP Panas Bumi yang hak pengelolannya ada pada PT PLN. Peningkatan produksi dan capacity building melalui peningkatan kualitas sumberdaya manusia dan penguasaan teknologi harus terus dilakukan agar kemandirian di bidang panas bumi dapat diwujudkan. Mengingat potensi panas bumi dunia yang besar terdapat di Sulawesi dan sifat sistem panas bumi yang sangat site spesifik, sudah semestinya pengembangan lapangan panas bumi di Sulawesi dikembangkan oleh perusahaan nasional dengan menggunakan tenaga ahli Indonesia yang diakui kepakarannya tidak hanya di dalam negeri tetapi juga di dunia Internasional.

Presiden Jokowi menyebut energi panas bumi adalah berkah yang tersembunyi namun masih minim pemanfaatannya sehingga harus dimaksimalkan. Presiden Jokowi menyadari, birokrasi terutama berkaitan perizinan dan pembebasan lahan adalah salah satu kendala utama selain pembiayaan yang mahal.

Presiden berjanji segera menerbitkan payung hukum yang akan memudahkan investor berinvestasi di PLTP, dan sejumlah insentif sebagai wujud keseriusan pemerintah dalam mengundang investor menggarap potensi energi panas bumi. Keseriusan pemerintah memberikan insentif kepada investor PLTP belakangan ini memang sudah mulai terlihat, mulai dari penyederhanaan berbagai aturan harga jual-beli listrik hingga pembebasan pajak.

Di antaranya, revisi Undang Undang (UU) No 21 tahun 2014 tentang Energi Panas Bumi yang menetapkan harga listrik dari panas bumi berdasarkan harga perekonomian. Selain insentif tarif, pemerintah juga menghapuskan pajak pertambahan nilai (PPN) 0% untuk peralatan yang dibeli guna keperluan proyek PLTP. Pemerintah juga akan membebaskan proyek energi terbarukan ini dari pajak bumi bangunan (PBB).

#### **c. Kajian Tema Perancangan**

- **Asosiasi Logis Tema dan Objek Perancangan**

Pusat Penelitian Geothermal di Tomohon adalah salah satu sarana penelitian untuk memperoleh informasi secara terperinci dan teliti tentang sumber daya panas bumi untuk dikelola, dikembangkan serta dimanfaatkan untuk menganalisis prospek energi panas bumi sebagai energi alternatif terbarukan. Energi panas bumi yang ramah lingkungan saat ini menjadi isu kebijakan yang penting, mengingat

dampak kerusakan dari sumber energi fosil pada alam yang telah terjadi dan perkiraan potensi kerusakan yang dapat ditimbulkan di masa depan.

Tema yang diangkat dalam perancangan Pusat Penelitian Geothermal di Tomohon berkaitan dengan energi serta kenyamanan termal dan ruang arsitektur, karena pentingnya hubungan antara manusia dan lingkungan sekitar sehingga kenyamanan adalah salah satu faktor yang penting dalam perancangan ini, maka diangkat tema “*Architecture Comfort and Energy*” oleh C. Gallo, M. Sak dan A.M.M. Sayigh.

- **Kajian Tema Perancangan**

Tema perancangan yang diangkat yaitu “*Architecture Comfort and Energy*” menggunakan pendekatan pada hubungan energi dengan lingkungan yaitu pada kenyamanan termal dan pengembangan konsep bioklimatik dalam desain bangunan.

Pada dasarnya, ada tiga faktor terpenting yang menyangkut bahan pemikiran dalam melaksanakan suatu perencanaan bangunan, yaitu:

1. Manusia dan kebutuhannya
2. Pengaruh iklim
3. Bahan bangunan

Faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan ruang:

1. Pergerakan udara
2. Suhu udara
3. Kelembapan udara
4. Radiasi

Lokasi site yang berada di daerah Lahendong memiliki karakter iklim Tropis Lembab, dengan ciri-ciri sebagai berikut :

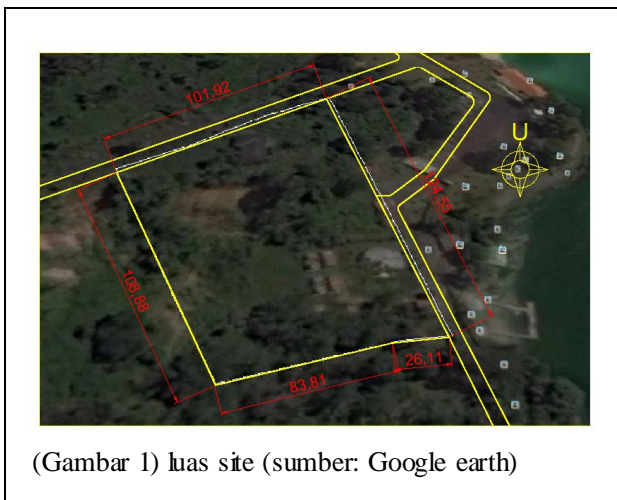
1. Curah hujan tinggi
2. Kelembapan tinggi
3. Temperature udara panas (namun masih nyaman)
4. Angin (aliran udara) sedikit
5. Radiasi matahari sedang sampai kuat (matahari bersinar sepanjang tahun)
6. Pertukaran panas kecil karena kelembapan tinggi (udara sudah jenuh oleh uap air), sehingga air tidak mudah menguap.

#### **4. ANALISIS PERANCANGAN**

##### **a. Analisis Program Dasar Fungsional**

1. Peneliti : Pihak utama yang beraktifitas di dalam objek tersebut yaitu dari kalangan peneliti umum, mahasiswa, dosen dan peneliti luar.
2. Penjaga : Pihak yang bertanggung jawab atas urusan keamanan dan kenyamanan terhadap pemakai utama di sekitaran objek tersebut.
3. Staff Administrasi : Pihak yang bekerja untuk urusan administrasi dan manajemen objek tersebut.

##### **b. Analisis Tapak**



Kondisi Site :  $\pm 12.362,45 \text{ m}^2$

Luas Site Efektif =  $10.136,1 \text{ m}^2$

Luas Lantai Bangunan 100% =  $12.362,45 \text{ m}^2$

Total Luas Lantai menurut Besaran Ruang =  $6.996,6 \text{ m}^2$

Luas Lantai Dasar 30% =  $3.040,83 \text{ m}^2$

Ruang terbuka hijau (min) 50% =  $5.068 \text{ m}^2$

Jumlah lantai bangunan =  $6.996,6 / 3.040,83 = 2,3 = 2 - 3$  Lantai

Lokasi /site ini dapat dipergunakan sebagai kawasan proyek perancangan dari objek Pusat Penelitian Geothermal, karena lokasi ini memiliki prospek yang baik dilihat dari keberadaan lokasi berada pada sumber energi yang akan diteliti. Juga dilihat dari segi pencapaian yang mudah dicapai karena berada dekat dengan danau linow.

### c. Analisis Gubahan Bentuk dan Ruang



## 5. KONSEP KONSEP DAN HASIL RANCANGAN

### a. Konsep Aplikasi Tematik

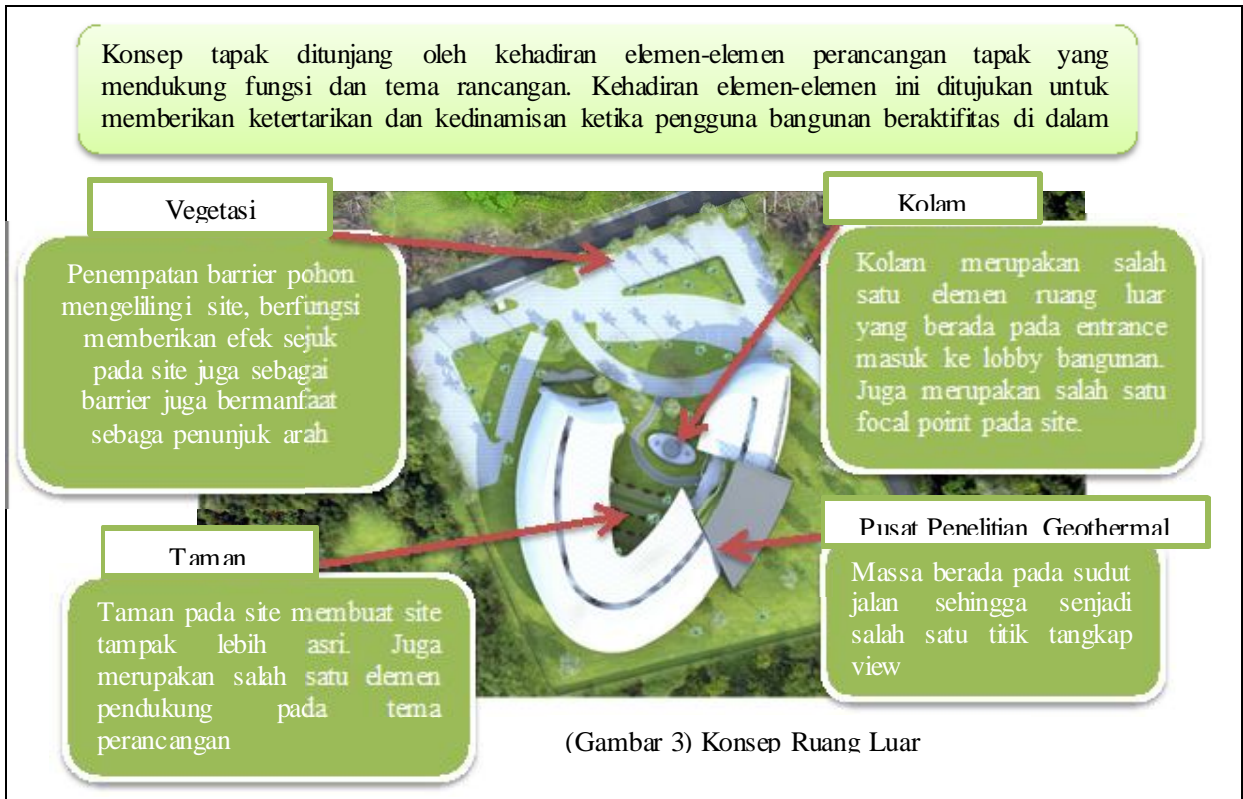
Tema perancangan yang diterapkan pada bangunan adalah “*Architecture Comfort and Energy*”. Tema perancangan yang diangkat tidak hanya menekankan pada konsep “*Energy*” secara efisien, namun memperhatikan juga keseimbangan antara tubuh manusia dan alam sekitarnya dengan mengembangkan prinsip kenyamanan, pemanfaatan suhu iklim mikro, pencahayaan, dan ventilasi.

Untuk mewujudkan konsep aplikasi tematik yang ada, maka strategi perancangan secara tematis ialah:

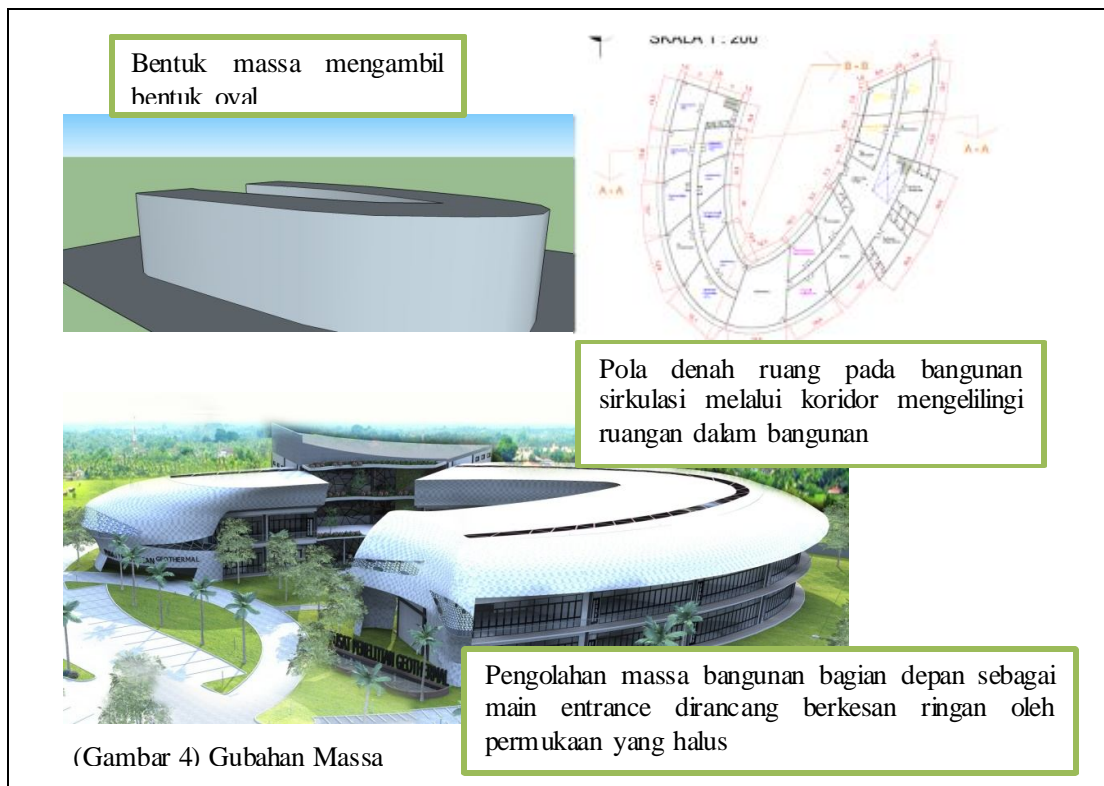
- Menghalangi radiasi sinar matahari langsung dengan louvers dan *sun shading* (pembayangan sinar matahari).
- Kelembapan diatasi dengan dua jenis jendela, temporal dan tetap. Jendela temporal digunakan pada siang hari.
- Bangunan sebaiknya terbuka dengan jarak yang cukup antara masing-masing bangunan, untuk menjamin sirkulasi udara yang baik.
- Orientasi bangunan adalah utara-selatan untuk mencegah pemanasan matahari terhadap fasade yang lebih lebar.
- Penataan lingkungan yang baik adalah yang memperhatikan komponen ekosistem dari segi sifat, tata letak, jumlah, warna serta ukuran komponen.

Dengan menggunakan konsep “*energy*” ke dalam konsep tematik yang dipakai, diharapkan objek desain mampu mengurangi jumlah energi yang dibutuhkan pada bangunan dan kemudian saling memunculkan sisi lain dari apa yang tampak. Di lain pihak, persepsi pengamat mengenai “*comfor*” akan berbeda-beda pada tiap orang. Diharapkan objek desain nantinya juga mampu menampilkan estetika dari berbagai sudut pandang pengamat.

## b. Konsep Perancangan Tapak dan Ruang Luar

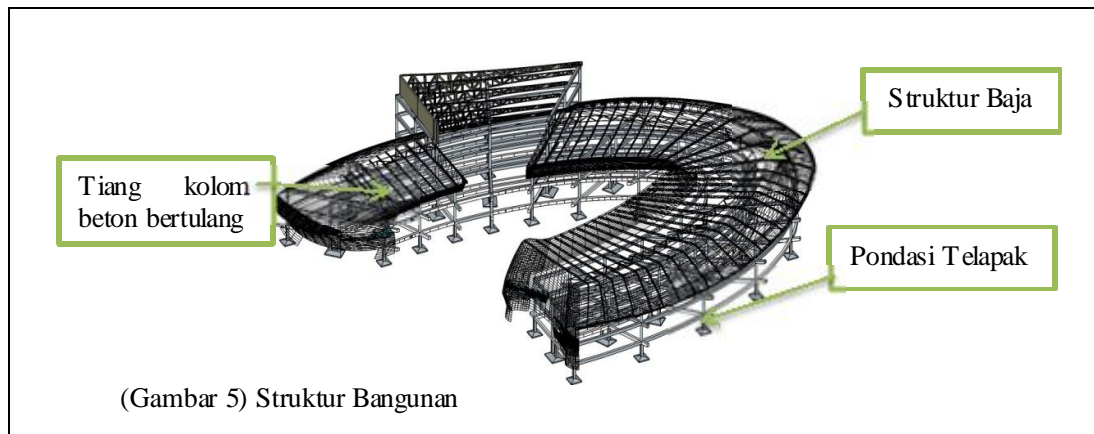


## c. Konsep Gubahan Massa dan Pola Denah

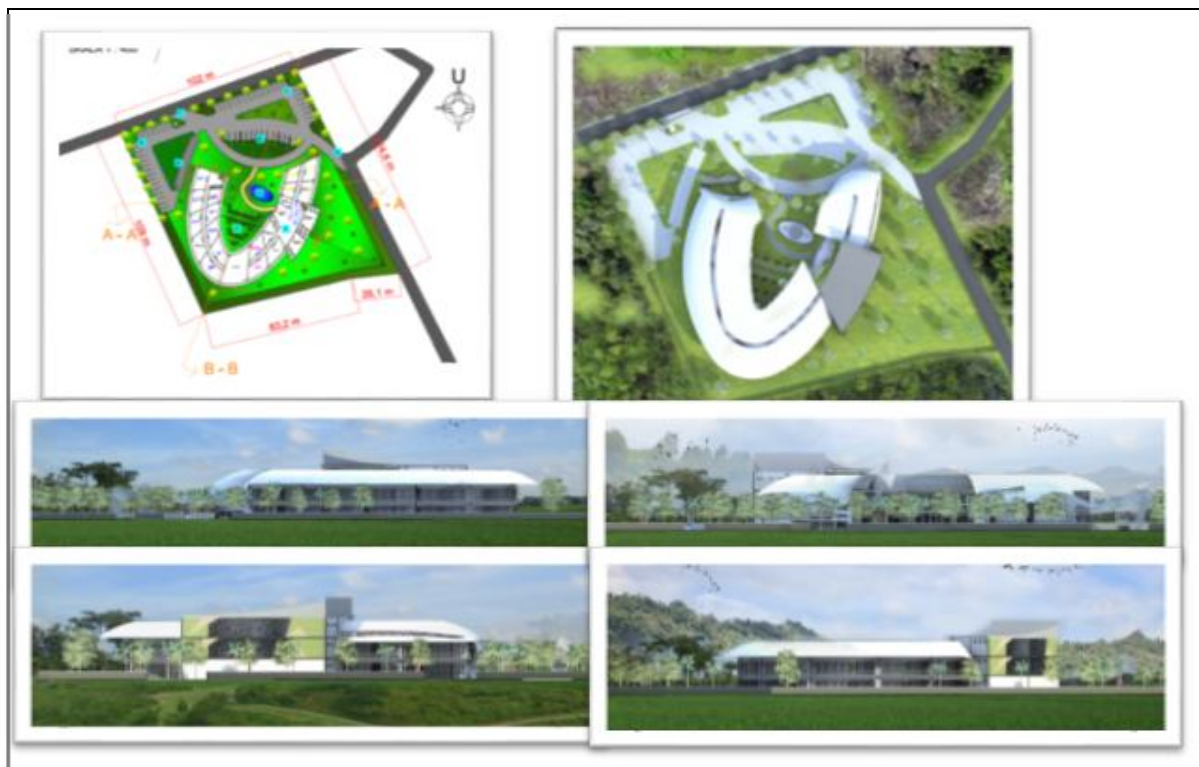


#### d. Konsep Struktur dan Konstruksi Bangunan

- Sub Structure ( pondasi )  
Pondasi yang dipakai adalah pondasi telapak pada area dengan 2 & 3 lantai dan pondasi jalur pada bangunan tidak bertingkat.
- Middle Structure ( badan tengah)  
Bangunan ini menggunakan rangka kaku untuk struktur tengahnya dengan material beton bertulang
- Upper Structure ( Atap )  
Struktur atap yang digunakan rangka baja, dan skylight pada bagian ruangan sebagai aplikasi tematik.



#### e. Hasil Rancangan





## 6. KESIMPULAN

Pusat Penelitian Geothermal di Tomohon dengan tema “*Architecture Comfort and Energy*” ini hadir ada pun dengan maksud adalah untuk menghadirkan sebuah fasilitas atau sarana yang dapat meneliti dan mengembangkan potensi sumber daya panas bumi yang ada di daerah Lahendong agar dapat berkontribusi dalam membantu pengembangan PLTP yang ada di Lahendong agar dapat memenuhi kebutuhan listrik di daerah Sulawesi Utara dengan aplikasi tema yang menggunakan energi dengan efisien namun tidak mengurangi kenyamanan pengguna objek.

Dalam pelaksanaan desain Pusat Penelitian Geothermal di Tomohon ini, mulai dari perencanaan dan rancangan telah diusahakan semaksimal mungkin apa yang menjadi tujuan dan sasaran dapat terakomodir dengan baik.

Akhirnya sangat disadari sepenuhnya bahwa penulisan ini belum sempurna, maka dapat diharapkan adanya masukan dan kritikan yang membangun, sehingga dapat menghasilkan suatu desain yang berkualitas dan beridentitas.



## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Galla, C. Sala, M. Sayigh, A.M.M. 1998. *Architecture Comfort And Energy*. Pergamon.
- Baker, Nick. Steemers, Koen. 2000. *Energy And Environment in Architecture (A Technical Design Guide)*. Taylor & Francis.
- Moe, Kiel. 2010. *Thermally Active Surfaces in Architecture*. Princeton Architectural Press.
- Utami, Pri, dkk. 2014. *Panas Bumi: Energi Untuk Tanah Airku*. UGM – NZAID CaRED Community Empowerment Programme in Geothermal.
- Watch, Daniel, dkk. 2008. *Building Types Basics for Research Laboratory*. Wiley.
- Chiara, De, dkk. 1986. *Time Saver Standard for Building Types*. McGraw-Hill Book Company.
- <http://materiarsitek.blogspot.co.id/2010/01/kenyamanan-manusia-dalam-bangunan.html>
- <http://soddis.blogspot.co.id/2015/04/definisi-keindahan-kenyamanan.html>
- <http://kisduarsitek.blogspot.co.id/2014/01/fisika-bangunan-pengaruh-cuaca-terhadap.html>
- <http://bedalyzone.blogspot.co.id/2010/05/fisika-bangunan-1-dan-2-teknik.html>
- <https://teknikfisika.wordpress.com/fisika-bangunan/>
- <http://www.febry.in/2015/06/pemanfaatan-energi-panas-bumi-bagi.html>
- <http://advantagerenewable.com/geothermal-heat-pump-systems/>
- <http://www.prostar-mechanical.com/heatpump/geothermalheatpump.htm>