

Tower Turbin Heliks: Analisa Bentuk Bangunan Penghasil Energi

Nyoman Apristhi Putri Yaniar dan Erwin Sudarma

Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: airwind@arch.its.ac.id

Abstrak—Enam puluh persen energi dunia dihasilkan dari energi yang tidak dapat diperbaharui dan 40% dihabiskan oleh bangunan. Padahal tidak dapat dipungkiri peningkatan jumlah bangunan utamanya hunian akan terus bertambah. Jumlah hunian ini tentu saja akan meningkatkan konsumsi energi dalam grid sedangkan hal ini tidak diimbangi dengan supply energi. Padahal, terdapat banyak energi yang dapat diserap/absorb bangunan untuk menghasilkan energy. TOWER TURBIN HELIKS merupakan solusi berupa bangunan ‘near zero energy’ yang mampu memanfaatkan potensi lahan secara maksimal. Bentuk bangunan mempresentasikan cara dalam memanfaatkan energi angin dan matahari..

Kata Kunci—Hemat Energi, Hijau, Turbin Heliks, Conserving Energy.

I. PENDAHULUAN

ABAD ke-21 telah merubah banyak pola kehidupan manusia, salah satunya adalah cara bagaimana kita tinggal di bumi ini. Dengan meningkatnya kebutuhan manusia di berbagai bidang, sumber daya alam perlahan perlahan terkikis (lihat gambar 1). Alhasil, kita harus menghadapi berbagai masalah seperti krisisnya air bersih, kotornya udara oleh polusi CO₂, berkurangnya cadangan minyak bumi, pemanasan global, dan krisis energi. [1]

Segala permasalahan yang ada di alam berasal dari apa yang kita desain dan kita bangun di atasnya. Itu artinya, bangunan memegang peranan penting dalam mewujudkan alam yang hijau dan bangunan ‘net zero energy’ merupakan alat yang tepat untuk membentuk masa depan karena menawarkan sebuah integrasi antara kreatifitas, inovasi, dan tanggap terhadap iklim. [1]

Bangunan ‘net zero energy’ merupakan bangunan yang penggunaan energi operasional pertahunnya dapat dicukupi oleh energi yang dapat diperbaharui. [1] Sedangkan bangunan ‘near zero energy’ merupakan bangunan yang energi operasionalnya menuju kemandirian energi.

Dalam merancang bangunan ‘near zero energy’ diperlukan strategi untuk mengolah energi yang dapat diperbaharui serta kemampuan dalam menganalisa potensi

maksimal lahan. Lahan menjadi konteks utama dalam gubahan bentuk dan pencarian strategi desain. Jurnal ini bertujuan untuk mencari strategi yang tepat dalam mendesain

bangunan agar dapat menghasilkan energi listrik dari energi yang dapat diperbaharui.

II. METODE PERANCANGAN

Metode yang digunakan adalah hasil telaah dari cara kerja biro arsitek SOM dalam mendesain bangunan zero energy Pearl River Tower (Lihat gambar 2). Metode tersebut dibagi menjadi tiga bagian yakni Scooping, Discovering, Creating dan Evaluating. Scooping merupakan pemberian konteks pada design, dalam hal ini adalah lahan yang memiliki potensi spesifik per daerahnya. Discovering merupakan pencarian preseden dan prinsip yang digunakan setelah menemukan potensi lahan. Creating merupakan tahap mendesain yang mensintesis segala permasalahan dan potensi lahan yang ada. Evaluating merupakan pengujian terhadap desain yang dihasilkan dengan menggunakan aplikasi simulasi. [2]

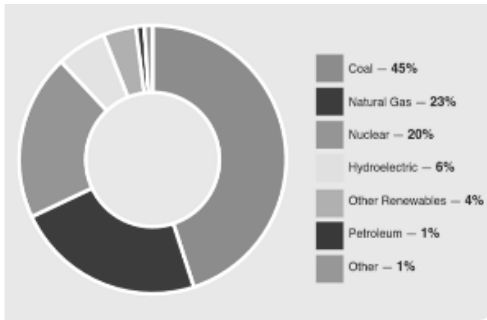
III. PROGRAM DESIGN

A. Scooping

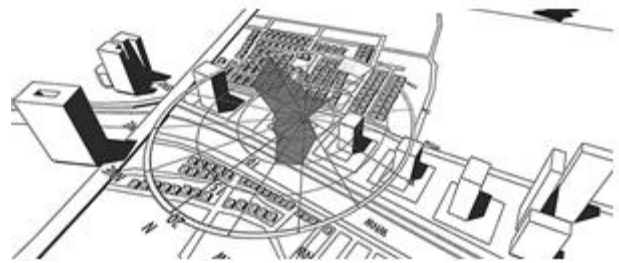
Lahan terletak di Jalan Kedung Baruk Surabaya dan merupakan daerah komersil dengan kepadatan kendaraan yang cukup tinggi (Lihat gambar 3) Kepadatan ini akan bertambah dengan munculnya banyak bangunan baru. Untuk mengurangi kepadatan tersebut, desain ini mengelaborasi fungsi bangunan yakni rumah dan kantor menjadi SOHO (Small Office Home Office) sehingga dapat mengurangi volume kendaraan yang turun ke jalan pada jam kerja.

B. Discovering

Preseden strategi yang digunakan adalah Pearl River Tower yang terletak di Guangzhou China setinggi 309 m dan terdiri dari 71 lantai [2] (Lihat gambar 4). Gedung ini merupakan bangunan tinggi dengan penggunaan energi paling efisien di dunia. Tower ini dibangun dengan tujuan menuju ‘net zero energy’ dan berusaha menetralkan penggunaan karbon. Strategi yang digunakan adalah memanfaatkan angin dan matahari sebagai penghasil energinya yang dituangkan ke dalam bentuk bangunan itu sendiri. Turbin heliks diletakkan menyatu dengan bangunan sedemikian rupa sehingga angin yang melewati bangunan



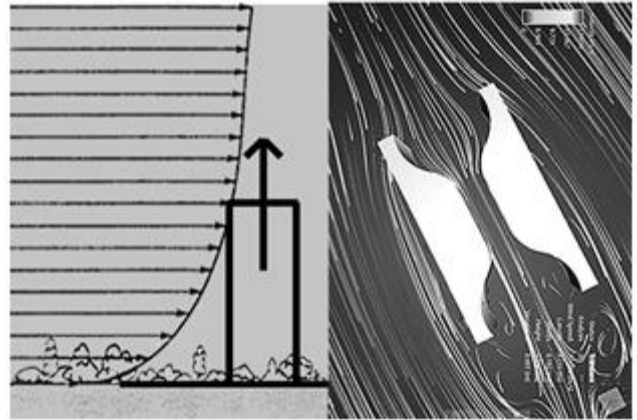
Gambar. 1. Presentase Sumber Energi Dunia menurut US Energy Information



Gambar. 5. Perspektif lokasi lahan beserta wind rose



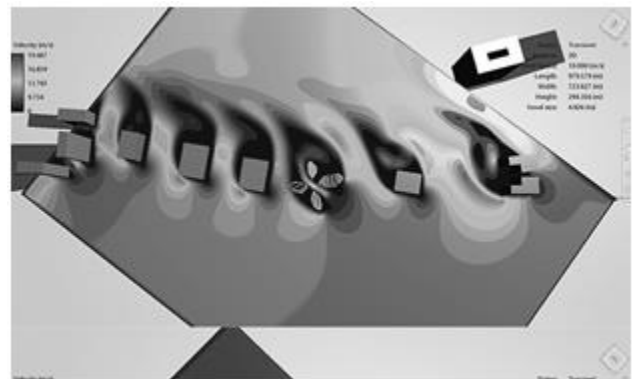
Gambar. 2. Metode Perancangan



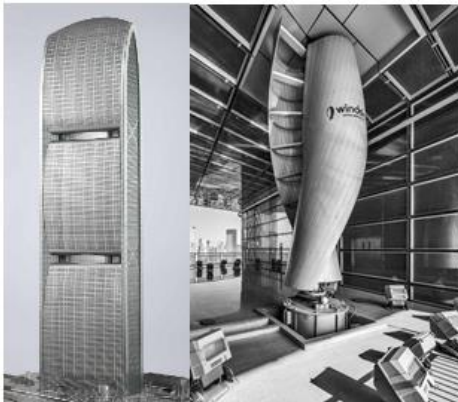
Gambar. 6. Gradient wind velocity dan Venturi Effect



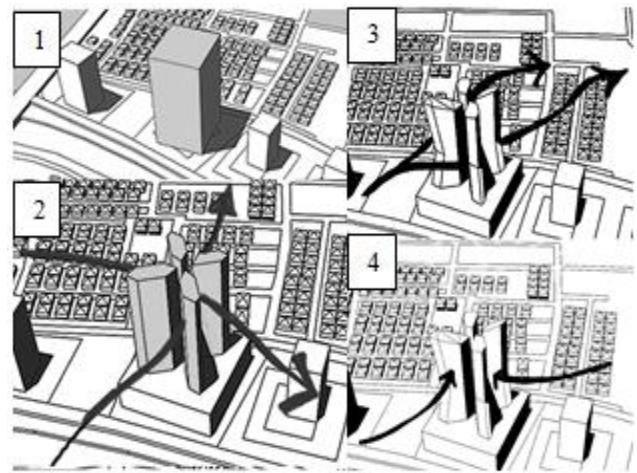
Gambar. 3. Peta Lahan dan Peta Peruntukan Lahan



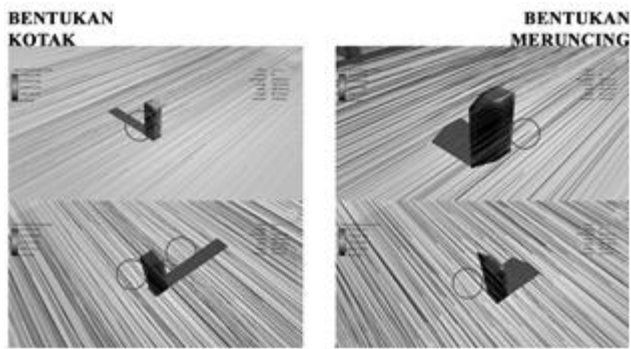
Gambar. 7. Analisa Pengaruh bangunan sekitar terhadap angin menuju lahan



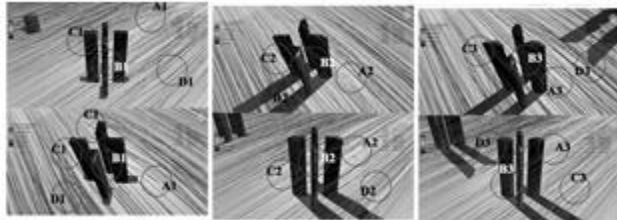
Gambar. 4. Pearl River Tower dan Turbin Heliks



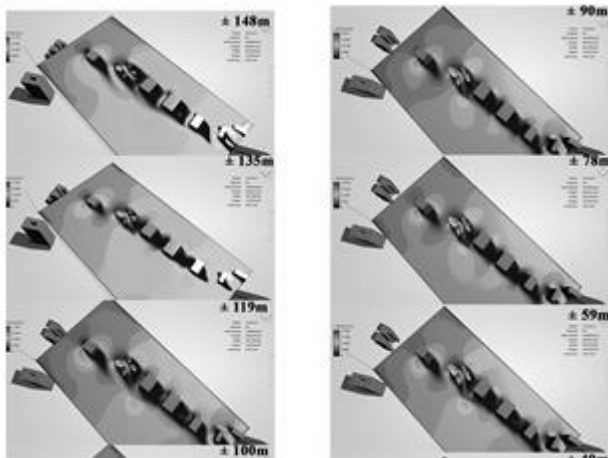
Gambar. 8. Tahapan gubahan bentuk Tower Turbin Heliks



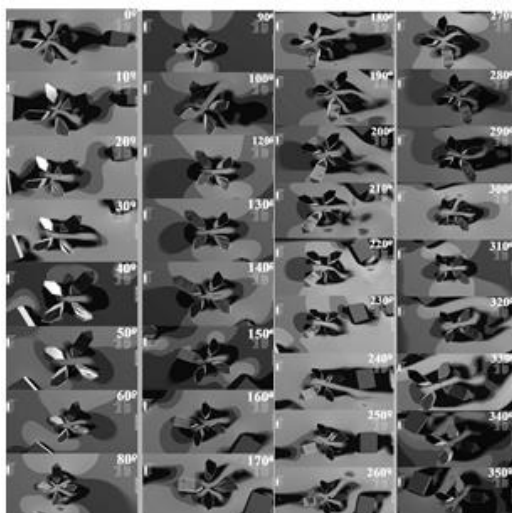
Gambar. 9. Studi bentuk runcing dan kotak terhadap aliran angin



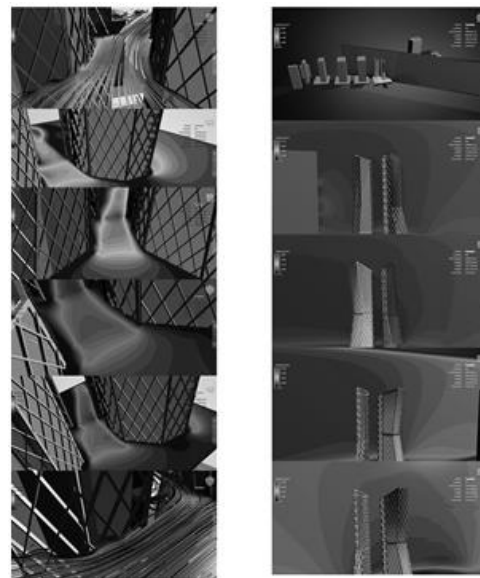
Gambar. 10. Studi Bentuk bangunan dengan alternatif



Gambar. 11. Analisa Pada Ketinggian aliran angin pada ketinggian bangunan



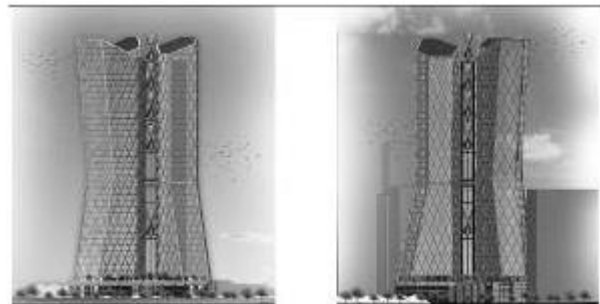
Gambar. 12. Analisa arah sudut datang angin pada bangunan



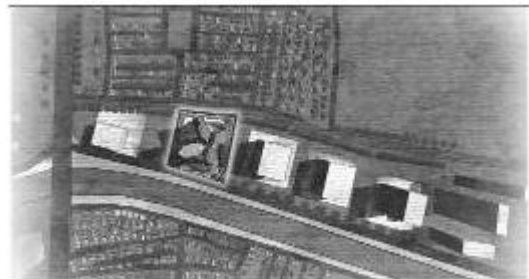
Gambar. 13. Analisa angin dan struktur serta aliran vertikal angin melalui bangunan



Gambar. 14. Perspektif interior bangunan menggunakan PV



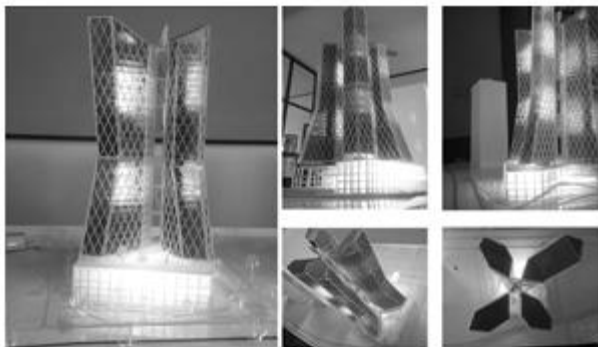
Gambar. 15. Tampak Utara dan tampak Barat bangunan



Gambar. 16. Siteplan Bangunan



Gambar. 17. Perspektif Bangunan



Gambar. 18. Foto Maket

dapat memutar turbin dan menghasilkan energi. Selain itu, penggunaan sistem PV (Photovoltaic) juga terlihat pada fasad bangunan.

Prinsip desain yang digunakan adalah prinsip humanizing megascale yang dipopulerkan oleh arsitek Mosche Safdie [3]. Beliau merupakan perancang bangunan tinggi yang mengedepankan ruang terbuka bagi para penggunanya. Salah satu karyanya adalah hotel Marina Bay Sands di Singapura. Prinsip ini diwujudkan dengan membentuk ruang sosialisasi dan ruang hijau untuk pengguna bangunan tinggi dan memprogram ruang dengan keunikan dan kespesifikan.[4]

A. *Creating*

Potensi pada lahan adalah adanya energi angin dan matahari, merupakan daerah pinggir kota yang belum memiliki banyak bangunan tinggi, dan pemandangan yang indah.

Kelemahan pada lahan adalah walaupun saat ini lahan tidak dikelilingi oleh bangunan tinggi, tetapi melihat dari peta peruntukan kota Surabaya [5] lahan sekitar yang merupakan area komersil memiliki kemungkinan tinggi untuk dibangun bangunan tinggi sewaktu-waktu. Hal ini mengakibatkan perlunya adanya strategi dalam pengolahan energi angin.

Melihat potensi dan kelemahan lahan, digunakan 2 strategi utama untuk mewujudkan bangunan yang mampu memanfaatkan potensinya secara maksimal yakni perubahan bentuk untuk memperoleh angin dan perubahan fasad untuk memperoleh energi dari matahari

IV. ANALISA DESAIN

A. *Analisa Angin Pada Lahan*

Angin dominan pada tapak berasal dari arah Tenggara dan Barat Laut bangunan dengan kecepatan bervariasi antara 2-8.5m/s [6] (Lihat gambar 5) sedangkan untuk menggerakkan turbin secara optimum, diperlukan angin berkekuatan 10m/s [7]. Untuk memaksimalkan kecepatan angin, desain ini menggunakan dua strategi yakni teori efek Venturi sebagai pembentuk utama bangunan dan prinsip gradient wind velocity sebagai penentu tinggi bangunan (lihat gambar 6).

Efek venturi adalah penurunan tekanan fluida yang terjadi ketika fluida tersebut bergerak melalui pipa menyempit. Kecepatan fluida dipaksa meningkat untuk mempertahankan debit fluida yang sedang bergerak tersebut, sementara tekanan pada bagian sempit ini harus turun akibat pemindahan energi potensial tekanan menjadi energi kinetik.[8] Sedangkan gradient wind velocity merupakan fenomena dimana kecepatan angin pada level tinggi akan semakin meningkat. Gradient wind velocity dapat berbeda beda pada tiap daerahnya. [9] Lahan berlokasi di daerah lapang yang jauh dari kepadatan gedung tinggi karena merupakan kawasan komersial baru.

Walaupun angin dominan bertiup dari arah tenggara, akan tetapi terdapat angin dari arah timur laut dan barat daya dalam beberapa waktu. Oleh karena itu, tipe turbin angin pembangkit listrik yang digunakan adalah VAWT (Vertical Axis Wind Turbine) berupa turbin berbentuk heliks. [1] Kelebihan dari turbin tipe adalah mampu menangkap angin dari sudut kedatangan angin manapun.

Untuk memperoleh bentuk bangunan yang tepat, dilakukan studi mengenai pengaruh angin pada bentukan bangunan dengan ketinggian yang terskala. Studi ini kemudian dijadikan sebagai acuan dalam proses pengubahan bentuk bangunan yang dibagi menjadi 4 tahap signifikan yakni: (lihat gambar 8)

1. Bangunan dengan ketinggian 150 meter untuk mencapai tinggi maksimal bangunan. Ketinggian ini berfungsi sebagai penangkap angin.
2. Bangunan dibagi menjadi 4 tower untuk merespon arah angin yang datang dari berbagai sudut sehingga turbin dengan sumbu vertikal dapat terus berputar. Bentuk ini memperoleh kecepatan yg maksimal dari angin yang datang dengan menggunakan efek venturi. Sumbu celah keempat tower ini dihadapkan pada sudut dominasi angin yakni arah tenggara dan barat laut
3. Bentuk kemudian diolah menjadi meruncing agar angin dapat mengalir dengan mudah. Pergerakan angin akan

mengikuti bentuk bangunan yang dilewatinya. (Kec: 3m/s) Dapat dilihat bahwa angin yang melalui bentukan meruncing memiliki angin berputar/ turbulensi yang lebih minim dibanding bentukan kotak (Lihat gambar 9) Pengolahan bentukan ini merupakan hasil dari tiga alternatif yang diujikan melalui simulasi model. Ketiga alternatif tersebut memiliki karakteristik sebagai berikut: (Analisa berdasarkan pustaka [8]) (Lihat gambar 10)

1. Alternatif 1. (Pengaturan kecepatan awal angin adalah 10 m/d) Hasil analisa simulasi menunjukkan bahwa:

a1. Terdapat turbulensi angin

b1. Angin tidak melewati ke tengah bangunan. Angin sangat tipis pada bagian tengah bangunan.

c1. Patahan angin

d1. Patahan angin menyebabkan kecepatan angin pada bagian samping bangunan meningkat

2. Alternatif 2. (Pengaturan kecepatan awal angin adalah 10 m/d) Hasil analisa simulasi menunjukkan bahwa:

a2. Masih terdapat turbulensi angin tetapi dengan jumlah yg lebih sedikit dibanding a1

b2. Angin tidak melewati ke tengah bangunan meningkat dibanding b1

c2. Patahan angin menipis karena angin melalui b2.

d2. Peningkatan kecepatan menurun dibanding d1

3. Alternatif 3. (Pengaturan kecepatan awal angin adalah 10 m/d) Hasil analisa simulasi menunjukkan bahwa:

a3. Turbulensi angin yang terjadi sangat tipis

b3. Angin tidak melewati ke tengah bangunan sangat banyak.

c3. Patahan angin menurun dibanding c2.

d3. Peningkatan kecepatan menurun dibanding d2

Selain itu, untuk memaksimalkan penerimaan angin pada arah tenggara, dibentuklah penangkap angin berupa pelebaran tower pada bagian atas.

4. Bentuk merespon agar angin yang mengalir ke bangunan tidak berhembus ke bawah/ ke area pengguna. Hasil Simulasi Angin pada Model

Untuk mengetahui keberhasilan desain, dilakukan beberapa ujicoba terhadap model desain pada beberapa aspek yakni:

Simulasi pengaruh probabilitas bangunan sekitar pada bangunan pada lahan. Analisa ini dilakukan dengan pengaturan kecepatan angin 3 m/d dari sudut 200 derajat dari arah barat. (lihat gambar 8)

Simulasi pengaruh ketinggian angin pada bangunan. Analisa ini dilakukan pada sudut 200' dari arah Barat dengan pengaturan kecepatan angin 3 m/d. (lihat gambar 11)

Simulasi pengaruh sudut kedatangan angin pada bangunan. Analisa ini dilakukan dengan pengaturan kecepatan angin 3 m/d. (lihat gambar 12).

Simulasi pengaruh sistem struktur pada angin. Analisa ini dilakukan dengan pengaturan kecepatan angin 3 m/d. (lihat gambar 13)

Simulasi angin vertikal melalui bangunan. Analisa ini dilakukan dengan pengaturan kecepatan angin 10 m/d. (lihat gambar 13)

Berdasarkan hasil simulasi model dengan menggunakan Autodesk Flow Design, dapat dilihat bahwa: Pada sudut kedatangan angin dominan yakni angin tenggara letak bangunan sekitar tidak mempengaruhi kinerja angin pada bangunan secara signifikan. Angin tetap dapat melewati bangunan dan memutar turbin.

Turbin dapat diletakkan pada setiap ketinggian antara 150 ke atas hingga 40 meter. Untuk itu, turbin diletakkan pada ketinggian 150m-136m, 135m-121m, 120m-106m, 105m-91m, dan 37m-51m (tinggi turbin adalah 14 meter). Pada lokasi tersebut, turbin tidak akan menimbulkan polusi suara dan getaran [7]

Terdapat sudut sudut tertentu yang dapat menerima angin secara maksimal yakni pada sudut 190-210 derajat dan sudut 20-40 derajat. Hal ini sesuai dengan arah dominan angin pada lahan. Selain itu dapat kita lihat bahwa bangunan ini berhasil menerapkan efek venturi karena pada bagian tengah bangunan berhasil mempercepat kecepatan angin menjadi 8m/s.

Sistem struktur yang berupa eksoskeleton tidak membuat turbulensi berarti yang mampu mempengaruhi angin ke dalam bangunan. Angin tetap dipercepat dan dapat menggerakkan turbin.

Angin dapat memasuki bagian tengah bangunan dengan angin yg lebih cepat (berwarna merah). Kecepatan angin ini merupakan hasil dari teori efek venturi

B. Analisa Matahari Pada Lahan

Lahan terletak pada 07° 15' LS 112° 45' BT. Matahari menyinari sebagian besar pada bagian utara dan barat. Dari hasil pengamatan sinar matahari pada bulan dan jam tertentu, dapat ditentukan bagian fasad yang terkena matahari paling intens. Fasad fasad bangunan ini akan dibagi menjadi tiga bagian yakni: (lihat gambar 15)

Fasad dengan sinar matahari paling banyak akan dilapisi dengan e-low radition dan sistem PV (Photovoltaic) dengan tipe seperti gambar 1.1. Dengan PV tipe ini, selain dapat menghasilkan energi, pembayangan yang dihasilkan juga dapat mengurangi beban pendingin dalam ruangan. (lihat gambar 14)

Fasad yang tidak intens terkena sinar matahari tetapi masih terkena sinar matahari langsung pada jam tertentu akan digunakan PV dengan tipe seperti gambar 1.2. [8]

Fasad yang tidak terkena sinar matahari secara langsung tidak diberikan PV.

Pada bagian atap bangunan, sudut didesain sedemikian rupa sehingga mampu menerima sinar matahari secara maksimal sepanjang tahun. Pada bagian ini akan menggunakan sistem PV tanpa lapisan. (lihat gambar 16,17,18)

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Bentukan Tower Turbin Heliks mampu menyerap energi angin dan matahari. Tower Turbin Heliks diharapkan dapat menjadi perintis bangunan dengan bentuk yang tidak hanya estetis tetapi juga berfungsi sebagai katalis penghasil energi dan memberikan inspirasi kepada para arsitek dalam merancang bangunan bertema hijau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis N.A.P.Y mengucapkan terima kasih kepada segenap civitas akademika yang membantu dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Thomas Hootman, "Net Zero Energy Design A Guide for Commercial Architecture", New Jersey, John Wiley&Sons.inc (2013)
- [2] Frachette R., "'Towards Zero Energy;' A Case Study of Pearl River Tower", Guangzhou, China, CTBUH Technical Paper (2008)
- [3] Moshe Safdie, Humanizing The Megascale [Online], diakses pada <http://www.msafdie.com/#/philosophy/visualeessay>
- [4] Skirball Cultural Center, Moshe Safdie on "Humanizing Megascale" Online video clip, Youtube, 19 Nov 2013, Web, 21 Jan 2016
- [5] Kantor Dinas PU Cipta Karya dan Tata Ruang-Pemerintah Kota Surabaya, Peta Peruntukan Surabaya, diakses pada <http://petaperuntukan.surabaya.go.id/cktr-map/>
- [6] Windfinder, Wind & weather statistics Surabaya/Perak ii, diakses pada https://www.windfinder.com/windstatistics/surabaya_perak_ii
- [7] Oy Windside Production Ltd, Robust. Rugged. Reliable, diakses pada www.windside.com
- [8] Norbert Lechner, "Heating, Cooling, Lighting, Metode Desain untuk Arsitektur Edisi Kedua", Indonesia, PT Rajagrafindo Persada (2007) Pg 294-295
- [9] Vivienne Brophy, "A Green Vitruvius Principles and Practice of Sustainable Architectural Design Edisi Kedua", UK, earthscan (2011) Pg. 45-46