

# Analisis struktur Frame utama pada pembangkit Hybride PV-picohydro

Tito Shantika, Liman Hartawan

e-mail : tshantika@itenas.ac.id

## Abstrak

*Frame Pembangkit salah satu komponen pada pembangkit listrik Hybrid PV-Picohydro yang berfungsi sebagai penopang seluruh beban-beban pada sistem pembangkit tersebut, sehingga perlu dilakukan analisis kekuatan frame utama untuk memastikan beban yang bekerja masih dapat ditahan atau ditopang oleh frame utama pembangkit. Analisis kekuatan dilakukan dengan menghitung baban yang diakibatkan oleh perangkat Photovoltaic (PV) dan perangkat picohydro, selanjutnya analisis tegangan dengan menggunakan perangkat lunak FEA Solid works agar sehingga diketahui distribusi tegangan dan lokasi tegangan maksimum yang terjadi pada frame. Dari hasil simulasi tegangan didapatkan 81,49 MPa yang berlokasi pada batang bagian tengah, safety faktor (SF) yang paling rendah didapatkan sebesar 3,07 serta defleksi maksimum didapatkan sebesar 0,3 mm, Sehingga dari hasil simulasi tegangan pada frame utama masih cukup baik untuk dimensi yang telah dirancang.*

*Kata kunci: Frame, Picohydro, Turbin Air*

## 1. Pendahuluan

Penelitian pembangkit hybrid PV-picohydro merupakan salah satu penelitian dalam mencari solusi dalam pemanfaatan energi terbarukan. pembangkit ini merupakan gabungan dari energi air dan energi matahari, dengan memanfaatkan energi air dengan head rendah (low head) dan solar cell diharapkan keberlangsungan energi dapat tetap terjaga.

Terdapat Komponen Pembangkit listrik hybrid PV-picohydro yang telah dirancang, namun diperlukan analisis tegangan untuk mengetahui kekuatan dari komponen tersebut, salah satunya komponen yang sangat penting yaitu frame utama pembangkit. Analisis tegangan akan menggunakan perangkat lunak Solidworks. Analisis tegangan ini diharapkan akan diketahui tegangan maksimum dan safety factor minimum yang terjadi pada frame utama. Beban-beban yang terjadi yang diinputkan kedalam perangkat lunak sesuai dengan perancangan detail pada komponen-komponen tersebut.

Analisis tegangan dimulai dengan menggambar model dalam 3 (tiga) Dimensi menggunakan perangkat lunak *Solidworks*, kemudian memberikan parameter-parameter untuk kondisi simulasi seperti pemberian beban-beban, tumpuan, penentuan material dan menentukan parameter meshing sehingga selanjutnya dapat di runing menggunakan solver yang ada pada perangkat lunak Solidworks. Hasil dari perhitungan perangkat lunak kemudian ditampilkan dalam model 3 Dimensi dimana distribusi tegangan, defleksi maupun safety factor dapat diperlihatkan. Dari simulasi ini dapat ditampilkan parameter maksimum dan minimum sehingga dapat diketahui lokasi yang terjadi kondisi maksimum maupun minimum tersebut.

Penggunaan perangkat lunak untuk analisis tegangan sering dipakai untuk beberapa kasus dalam proses perancangan suatu struktur. Sebagai contoh untuk perancangan suatu chasis kendaraan yang telah dirancang menunjukkan bahwa tegangan maksimum terjadi pada daerah yang dekat dengan pembebanan terutama daerah yang terkena tumbukan langsung pada chasis tersebut [1].

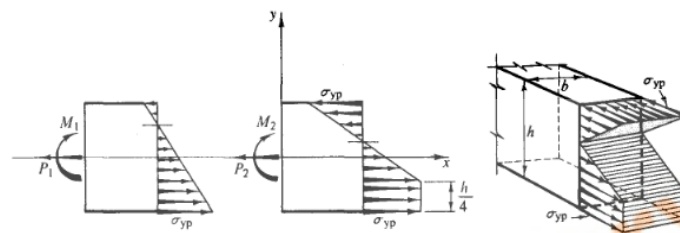
Contoh lain kiran (2014) melakukan perancangan pada chasis kendaraan menggunakan perangkat lunak stress analysis ansys digunakan, Pada chasis tersebut hasil simulasi tegangan

menunjukkan tegangan kritis pada sambungan, tegangan kritis tersebut dapat dikurangi dengan meningkatkan ketebalan pada daerah tersebut [2].

Pembangkit listrik hybrid PV-picohydro merupakan Penelitian lanjutan yang sebelumnya telah dirancang bangun oleh shantika T, dkk (2014) yaitu pembangkit picohydro low head 100 watt untuk masyarakat di pedesaan yang dapat digunakan pada aliran horizontal pada irigasi atau sungai dangkal [3].

### Tegangan yang terjadi pada struktur

Jika suatu struktur dibebani dengan dengan yang tegak lurus terhadap sumbu netral batang maka akan terjadi tegangan akibat momen lentur dan defleksi pada arah bidang ygn terjdai distribusi tegangan tersebut seperti pada Gambar 1. Tegangan maksimum akibat momen lentur berada pada titik yang paling jauh dari sumbu netral penampang sehingga tegangan ini merupakan tegangan normal maksimum  $\sigma_{maks}$ . pada struktur perlu diketahui tegangan maksimum yang terjadi utnuk membandingkan dnegan tegangan ijin yang miliki oleh material yang dipakai.



Gambar 1 Balok dengan Lenturan Murni[4]

Tegangan normal yang terjadi pada penampang akan terjadi tegangan normal maksimum pada jarak terjauh dari sumbu netral dapat ditulis persamaan umumnya seperti berikut:

$$\sigma_{maks} = \frac{M \cdot c}{I} \quad (1)$$

Keterangan:

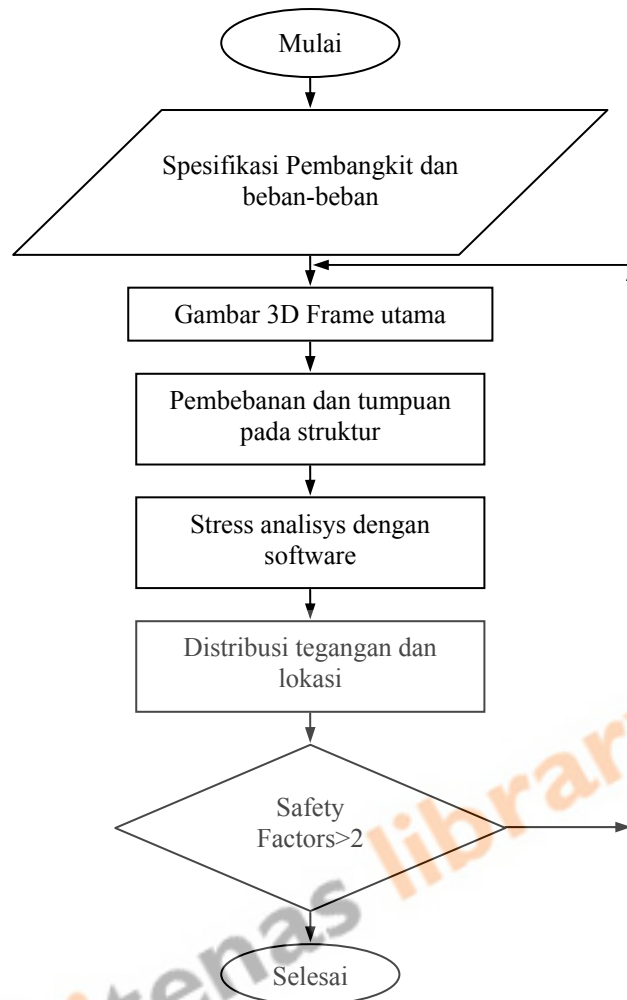
- $\sigma_{maks}$  = Tegangan maksimum yang terjadi (N/m<sup>2</sup>)
- M = Momen lentur maksimum yang terjadi (N.m)
- c = Jarak terjauh dari titik pusat irisan benda/tegangan maksimum (m)
- I =Inersia penampang (m<sup>4</sup>)

### Safety of Factor

*Safety of factor* atau disebut juga faktor keamanan merupakan nilai/faktor yang ditambahkan suatu konstruksi yang bertujuan untuk mendapatkan jaminan kekuatan yang lebih. Nilai faktor keamanan harus lebih besar dari 1 (satu). Faktor keamanan merupakan nilai merupakan perbandingan antara tegangan Luluh (yeald Stress) suatu material dengan tegangan yang terjadi akibat beban (Actual Stress) pada suatu konstruksi tersebut. Faktor kemanan diberikan kepada suatu desain didasarkan pada jenis pembebanan [5] yaitu pada Pembebanan Statis sebesar 1.25sampai 2, Pembebanan Dinamis antara 2 sampai dengan 3 dan pada Pembebanan Kejut sebesar 3sampai dengan 5.

## 2. Metodologi

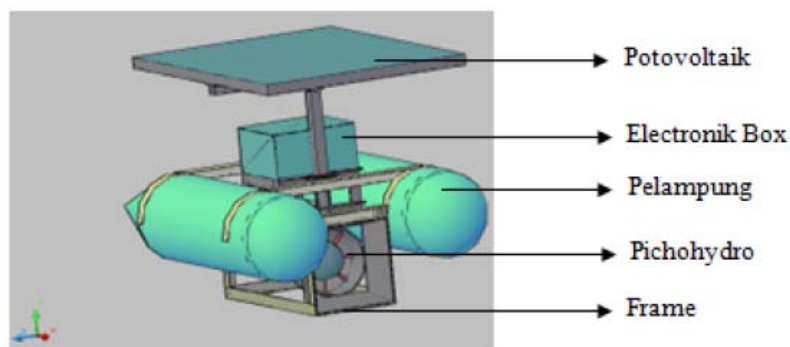
Frame utama merupakan salah satu komponen pembangkit Hybrid PV-Picohydro yang menopang seluruh beban perangkat pembangkit. Beban pembangkit diperkirakan berdasarkan dimensi dan material yang telah dirancang pada gambar 3D hasil perancangan. Beban tersebut diteruskan melalui frame utama bagian atas dan bawah melalui ke baut. Frame utama ditopang oleh pelampung, maka pelampung diandaikan sebagai tumpuan. Dari data-data tersebut kemudian dimasukkan sebagai parameter pada perangkat lunak sehingga diperoleh hasil tegangan, defleksi dan safety faktor. Metodologi penelitian peperti gambar dibawah ini.



Gambar 2 Flowchart penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

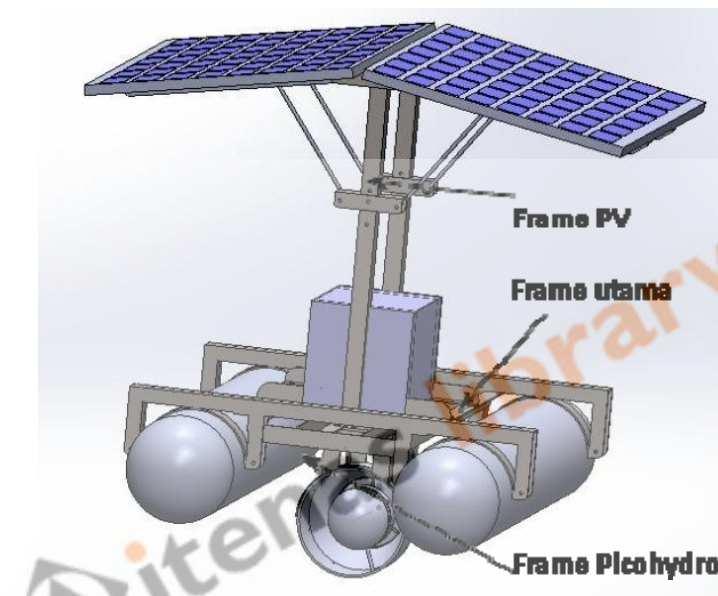
Perancangan pembangkit hybrid PV-picohydro telah dilakukan untuk beberapa komponen, termasuk frame utama pada pembangkit tersebut. sesuai dengan spesifikasi perancangan. Dimensi maupun material dalam prosesnya mengalami perubahan beberapa kali karena untuk mendapatkan hasil rancangan yang lebih baik. pada perancangan konsep (tito shantika, 2017) direncanakan dimensi pembangkit sebesar  $160 \times 120 \times 120 \text{ cm}$ . Namun pada beberapa rancangan dimensi mengalami perubahan yaitu menjadi  $162 \times 120 \times 152 \text{ cm}$  [5].



Gambar 3 Konsep perancangan pembangkit hybrid PV-picohydro<sup>[5]</sup>

Perancangan beberapa komponen menghasilkan beberapa parameter yang dapat dijadikan sebagai data dalam penelitian ini yaitu didapatkan berat yang merupakan sebagai beban dari beberapa komponen pembangkit. Besar beban yang diperlukan untuk perhitungan analisis frame dibulatkan keatas, sehingga beban pada struktur terdiri dari berat berat Picohydro ( $W_p$ ) sebesar 500 N, berat PV sistem ( $W_{pv}$ ) sebesar 500 N dan berat frame utama 700 N, sehingga berat total pembangkit sebesar 1700 N.

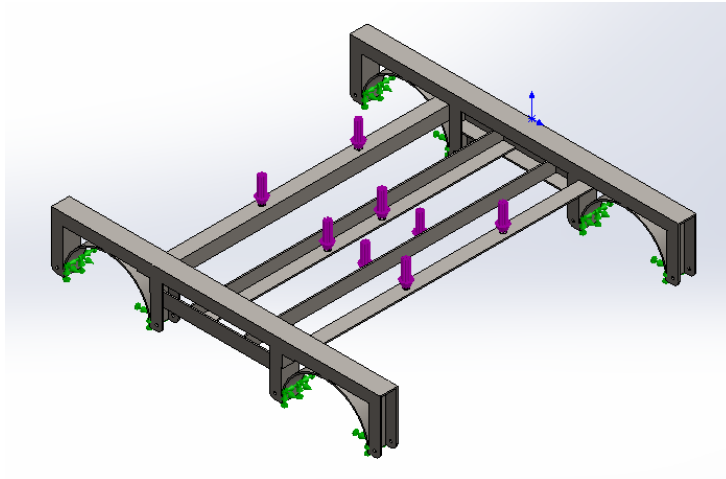
Frame utama merupakan frame yang menopang dari seluruh beban yang ada pada hybrid PV-picohydro, seperti terlihat pada gambar dibawah. Frame utama ditumpu oleh dua pelampung yang masing-masing dididlam pada kedua ujung pelampung sehingga tumpuan pada frame ada empat titik. Frame utama menopang Frame potofoltaik yang dikencangkan oleh 4 baut M10 pada empat titik diatas frame utama, sedangkan frame pichohydro dilekatkan dibawah frame utama dengan baut M10 pada 4 titik.



**Gambar 4** Pembangkit Hybrid PV-picohydro

Perancangan konsep yang telah dilakukan sebelumnya kemudian dilakukan perancangan detail pada seluruh komponen pembangkit hybrid PV-picohydro. Tahap berikutnya perancangan bentuk dan datail adari seluruh komponen pemebangkit. Peracancangan detail ini menghasilkan bentuk dan ukuran serta material yang digambar pada 3 Dimensi. Tahap selanjutnya melakukan analisis kekuatan untuk memastikan hasil perancangan tersebut dapat digunakan.

Analisis tegangan dimulai dengan memasukan beban-beban dan tumpuan yang terjadi pada frame, yaitu beban dari frame potovoltaik sebesar 500 N yang bekerja pada 4 (empat) titik dan beban dari picohydro pada 4 (empat) titik dengan total sebesar 500N. tumpuan frame utama terjadi pada pelampung di empat titik seperti terlihat pada gambar dibawah.



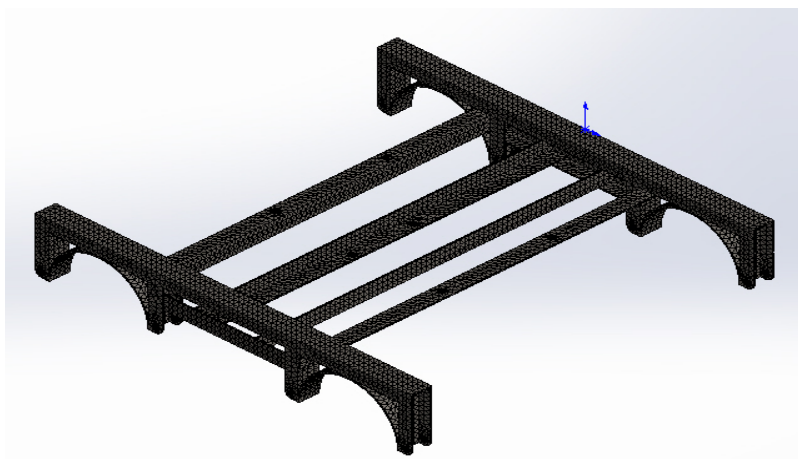
**Gambar 5** Pembebanan pada Frame utama

Material yang digunakan merupakan baja konstruksi biasa yang dipakai secara umum. Pada simulasi tegangan yang pada perangkat lunak solidworks telah terdapat beberapa material yang dapat dipakai sesuai dengan material yang digunakan. Baja yang terdapat dipasaran diasumsikan sebagai baja konstruksi yaitu ASTM A36 steel dengan yield stress sebesar 250 Mpa. Beberapa tersebut seperti dibawah ini:

**Tabel 1** Sifat mekanik material ASTM A36 steel (solidworks)

Material propertis	
Name:	ASTM A36 Steel
Model type:	Linear Elastic Isotropic
Default failure criterion:	Max von Mises Stress
Yield strength:	2.5e+008 N/m <sup>2</sup>
Tensile strength:	4e+008 N/m <sup>2</sup>
Elastic modulus:	2e+011 N/m <sup>2</sup>
Poisson's ratio:	0.26
Mass density:	7850 kg/m <sup>3</sup>
Shear modulus:	7.93e+010 N/m <sup>2</sup>

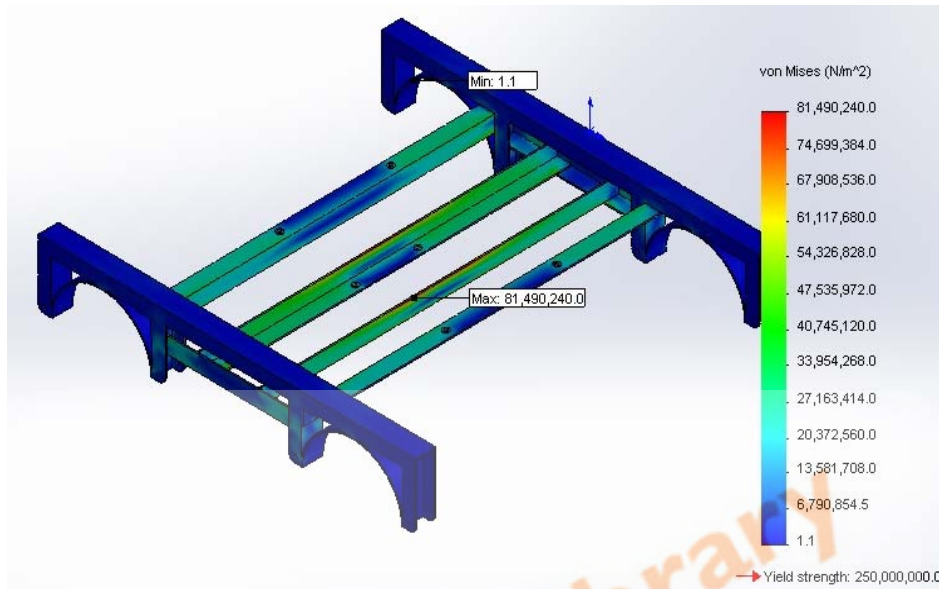
Setelah beban dan tumpuan di inputkan kemudian tahap selanjutnya meshing dimana model akan dibuat beberapa elemen dan node yang dilakukan secara otomatis oleh perangkat lunak. Mesh menggunakan kriteria meshing fine dengan jumlah node 67928 dan jumlah element 32018 dengan jenis mesh solid mesh 4 (empat) jacobian poin.



**Gambar 6** Meshing frame utama

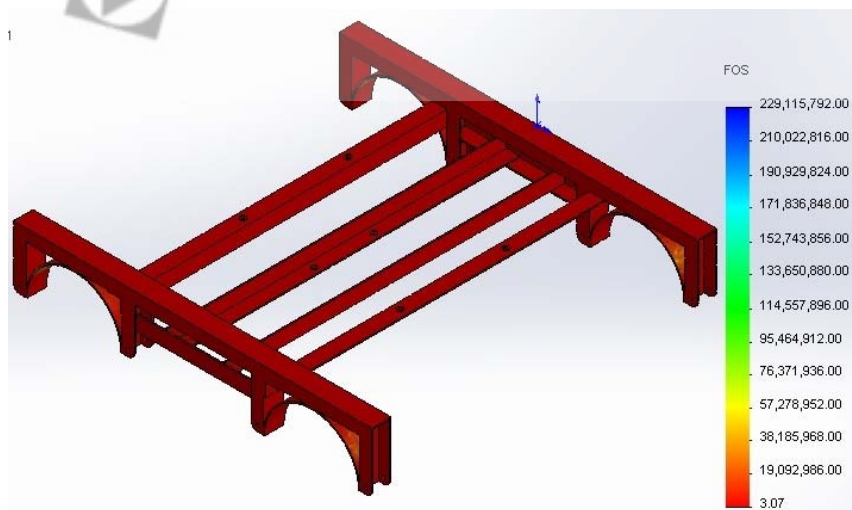


Setelah proses meshing kemudian menjalankan solver pada perangkat lunak solid works dengan me-running model tersebut. Analisis kriteria kegagalan pada perangkat lunak ini menggunakan *max von mises stress* sehingga dari hasil simulasi didapatkan Tegangan maksimum 81.49 MPa pada Node: 30803, tegangan minimum 1.09 MPa pada Node: 49006, sedangkan yield stress material frame adalah baja konstruksi ASTM A36 sebesar 250 MPa. Dari tegangan yang Dengan displacemen terbesar yaitu 0,3 mm, sehingga model hasil simulasi cukup aman untuk digunakan.



**Gambar 7** Distribusi tegangan frame Utama

Dari hasil analisis didapatkan juga faktor keamanan (*safety factor*) yang terjadi pada frame tersebut. Safety factor paling kecil sebesar 3.06785 di Node: 30803 dan nilai maksimum sebesar  $2.29 \times 10^8$  pada Node: 49006. Safety factoe yang terjadi sudah cukup mamadai dimana melebihi dari target perancangan yaitu sebesar 2, serta jika dilihat dari distribusinya pada gambar dibawah terlihat bahwa safety factor sebesar rata-rata 3 (tiga) merata pada semua bagian frame sehingga beban-beban yang ditopang diteruskan ke semua bagian frame.



**Gambar 8** Safety factor frame Utama

#### **4. Kesimpulan**

Simulasi tegangan menghasilkan tegangan maksimum pada frame sebesar 81,49 MPa, serta safety faktor (SF) yang paling rendah didapatkan sebesar 3,07 yang berlokasi pada batang bagian tengah yang diakibatkan beban picohydro atau pada node 30803, deflesi maksimum yang sebesar 0,3 mm, Sehingga dari hasil simulasi tegangan pada frame utama masih cukup baik untuk dimensi yang telah dirancang.

#### **5. Ucapan Terimakasih**

Penelitian ini merupakan hasil dari hibah bersaing Kemenristekdikti sehingga Penulis mengucapkan terimakasih atas dukungan materil sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik. Penulis berharap penelitian ini dapat dilanjutkan sehingga dapat diaplikasikan kemasyarakat.

