

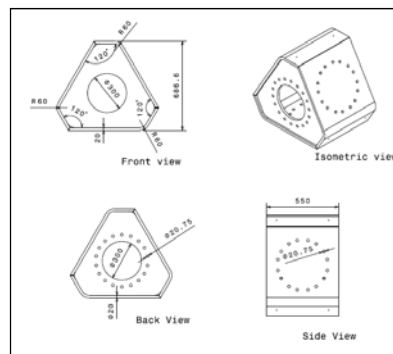
2. Pembangkit Listrik Tenaga Angin Kapasitas Menengah

Pengembangan teknologi lokal PLT-Angin di Indonesia saat ini baru mencapai tahap percontohan yang dikembangkan oleh beberapa institusi litbang. Teknologi ini menggunakan generator magnet permanen (PMG) dengan kapasitas terbesar yang dibuat adalah 10 kW. PLT-Angin dengan kapasitas rendah kurang menarik bagi investasi. Sementara untuk kapasitas menengah (100-300 kW) PLT-Angin dengan generator induksi mempunyai beberapa keuntungan dibanding PLT-Angin jenis PMG, antara lain: dimensinya lebih kecil sehingga biaya investasi lebih murah, sistem kontrol yang lebih baik, dan lebih mudah diproduksi massal.

Tujuan penelitian adalah melakukan rancang bangun dan integrasi seluruh komponen sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin berkapasitas 100 kW. Metoda penelitian meliputi dasar penyusunan konsep awal, dasar perancangan, dan analisis sistem. Penyusunan konsep Sistem PLT-Angin didasarkan pada karakteristik angin di Indonesia secara umum, tetapi selanjutnya seluruh konsep akan merujuk pada data angin yang telah direkam selama 12 bulan di Desa Taman Jaya, Sukabumi.

Hasil kegiatan Penelitian Dan Pengembangan Energi Angin untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin Kapasitas Menengah pada tahun 2010, antara lain :

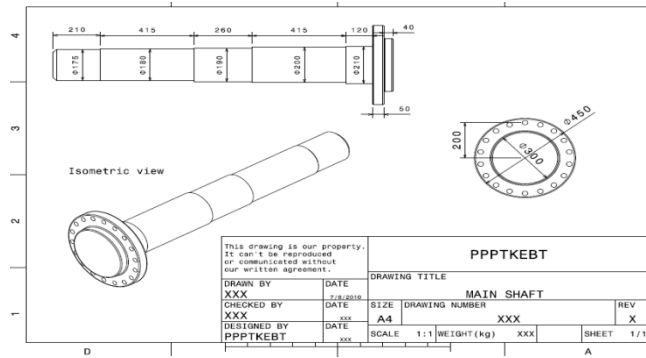
- a. Hub



Gambar 28. Dimensi dan geometri desain *hub*.

Jenis material hub adalah baja ASTM A136 / JIS G3101. Proses pembuatan *hub* dengan *Welding* dan *Machining* atau *Casting*, *Machining*, dan *Balanced*. *Welding* yang dilakukan minimal kelas B. Selain itu dilakukan juga *Welding Inspection* dan *Quality* berupa dimensi dan toleransi, inspeksi NDI, inspeksi *Dye Surface Penetrant*, *macrography (Metalography)*, *Micro Hardness*. Proses *coating* dilakukan dengan *Hot Dip Galvanized ASTM A123* minimum 70 micron *thickness*.

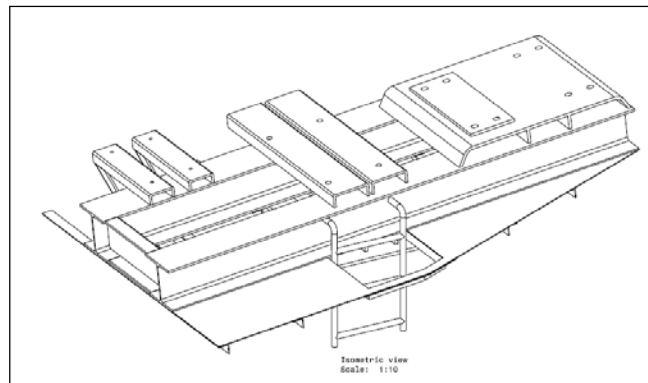
b. *Main Shaft* (Poros Utama)



Gambar 29. *Main shaft*.

Pada Gambar 34 ditunjukkan desain dan geometri *main shaft* (poros utama) yang menjadi media penerus tenaga yang dihasilkan oleh bilah turbin dengan gerakan berputar. Material yang digunakan untuk membuat *main shaft* ini adalah *Material Steel 709 – ASTM 4130* dan dibuat dengan proses *machining*.

c. *Bedplane*

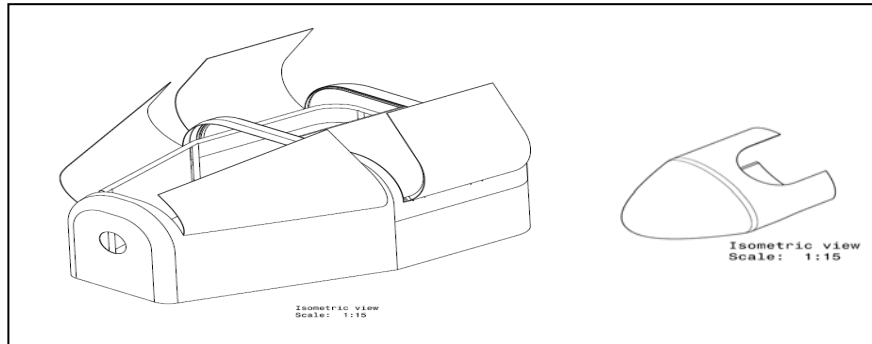


Gambar 30. *Bedplane* (Isometri).

Pada sistem pembangkit listrik tenaga angin, *bedplane* merupakan suatu media yang digunakan sebagai tempat seluruh komponen sistem, baik komponen mekanik maupun elektrik. Desain *bedplane* yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 35. *Bedplane* dibuat menggunakan baja (*H-Beam* dan *L Shape*) yang berada di pasaran Indonesia yaitu dengan tipe : *JIS 3192*. Penyambungan tiap-tiap baja dilakukan dengan pengelasan, sehingga beberapa gabungan baja akan terangkai menjadi satu komponen.

d. *Nacelle Cover* dan *Nose*

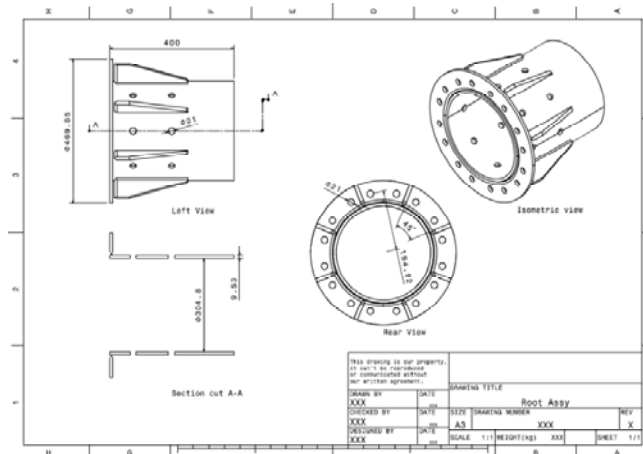
Nacelle Cover berfungsi untuk melindungi seluruh komponen mekanikal dan elektrik sistem pembangkit listrik tenaga angin yang berada pada komponen *bedplate* khususnya terhadap air hujan. Desain *nacelle* dan *nose* (Gambar 34) yang telah dirancang menggunakan *fiberglass* atau komposit sebagai materialnya. Sedangkan proses manufakturnya dengan menggunakan sistem *casting* (cetak).



Gambar 31. Nacelle cover dan nose.

e. *Root assy*

Root assy merupakan media penyambung antara bilah turbin dengan *Hub* dengan menggunakan mur dan baut. Spesifikasi yang telah ditentukan untuk *Root assy* adalah jenis material dari bahan ST 37, proses pembuatan dengan *Welding* dan *Machining*. Rancangan *root assy* yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 37 berikut.



Gambar 32. *Root assy*.

f. Rekapitulasi Beban *Nacelle*

Assembly keseluruhan komponen prototipe sistem PLT-Angin 100 kW di mana rincian beban tiap-tiap komponen dan total berat sistem *nacelle* tersebut dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 9. Estimasi beban *nacelle* prototipe PLT-Angin 100 KW

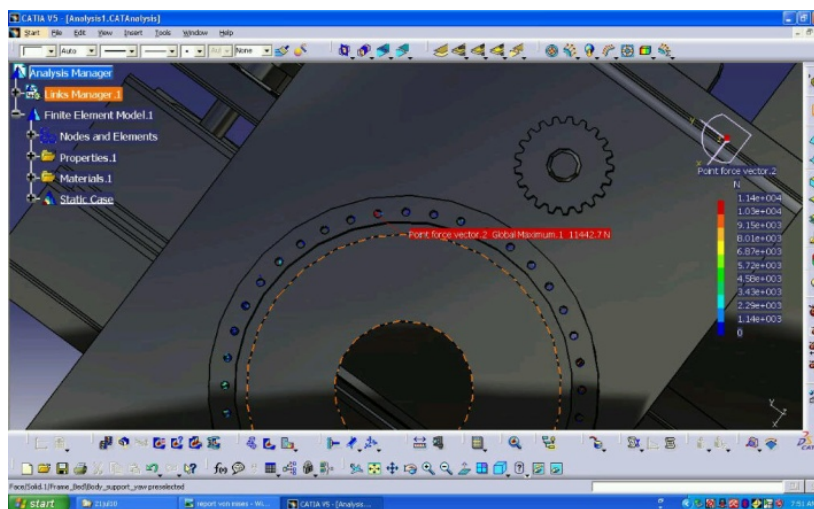
No.	Jenis Komponen	Jumlah	Berat	Berat Total
			(kg)	(kg)
1.	<i>Blade</i>	3	330	990
2.	<i>Hub</i>	1	275	275

3.	<i>Main Shaft</i>	1	400	400
4.	<i>Bearing + Housing 180 mm</i>	1	328	328
5.	<i>Bearing + Housing 200 mm</i>	1	387	387
6.	<i>Kopling Escogear</i>	1	117.5	117.5
7.	<i>Kopling Pencoflex</i>	1	76	76
8.	<i>Gearbox</i>	1	1100	1100
9.	<i>Brake set</i>	1	200	200
10.	Generator	1	830	830
11.	<i>Bed Plane</i>	1	2215	2215
12.	<i>Nacell Cover</i>	1	115	115
13.	<i>Nose (Cone)</i>	1	35	35
14.	<i>Yaw Assy</i>	1	1051	1051
15.	Lain-lain	1	300	300
Berat Total Komponen Sistem <i>Nacelle</i>				8419.5

g. Analisis *Nacelle*

Simulasi dan analisis statis terhadap *assembly* keseluruhan *nacelle* telah dilakukan menggunakan perangkat lunak Catia. Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan struktur dari sistem *nacelle* yang telah dibuat, khususnya pada *bedplate* terhadap beban yang terjadi akibat adanya angin. Kecepatan angin yang digunakan dalam simulasi ini yaitu sebesar 25 m/detik dan bila dikonversikan menjadi beban yaitu sebesar 8 ton dengan arah tegak lurus terhadap poros utama.

Berdasarkan hasil simulasi tersebut dapat dilihat bahwa tegangan maksimum terjadi di daerah *yaw* (di bagian bawah *nacelle*) dengan nilai berdasarkan *von mises stress* yaitu sebesar $1,42754 \times 10^8$ N/m². Nilai tegangan maksimum berada tepatnya di lubang dukungan sistem *nacelle*, seperti yang terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 33. Lokasi tegangan maksimum.

Material yang digunakan untuk *bedplate* ini adalah baja, dengan nilai maksimum stressnya sebesar $2,5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ sampai dengan $3,5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ (*General Steel*) sehingga struktur *bedplate* ini masih dalam batas aman karena memiliki nilai *von misses stress* yang jauh dibawah kemampuan maksimum material tersebut.

h. Gearbox

Gearbox yang digunakan pada prototipe sistem pembangkit listrik tenaga angin ini telah dipilih dengan kriteria, antara lain jenis : 3 *stage*, torsi : 53.000 Nm, sistem lubrikasi pump Oil Lubrikasi, dan komponen *Gearbox* sesuai Standar AGMA dan ISO.

i. Peralatan Sistem Kontrol

Sistem kontrol merupakan komponen yang sangat penting, karena sistem ini mengatur hampir seluruh pengoperasian komponen elektrikal dan mekanikal. Sistem kontrol biasanya dapat bekerja secara otomatis sesuai dengan rancangan yang dikehendaki, karena sudah diberikan suatu algoritma program pada sistem prosesnya.

Rancangan desain komponen yang telah difabrikasi di tahun 2010 ini antara lain adalah *Hub*, *Bedplane* dan *Nose*. Pengadaan komponen penunjang yang telah dilakukan di tahun 2010 antara lain adalah gearbox, bearing+housing, ballast load, peralatan sistem kontrol. Selain itu juga telah dilakukan pengadaan dan instalasi tower serta pembuatan ruang kontrol.