

BEBERAPA MASALAH DALAM PROSES PEMBUATAN ROKET SERI RX/RKX-100 (PROBLEMS IN THE PRODUCTION PROCESS OF ROCKET RX/RKX-100 SERIES)

Errya Satrya dan Wigati
Peneliti Pusat Teknologi Roket, Lapan
e-mail: errya_satrya_rz@yahoo.com

ABSTRACT

Rocket is consist of several components, such as payload, payload compartment, antenna, propellant compartment, rocket motor, nozzle, fin, tail, etc. In the process of assembly, in fact many problems are founded, such as the precision of rocket components manufactured are differ from designed, and the schedule of activities is deviate from the plan. This paper will analyze some of the problems that occurred and the solution in the process of making rockets RKX series 100. The problems are founded such as; the flow of the manufacturing process, distribution of tasks, precision products, the neatness of the work and the human resources (hr). The solution to this problem is the establishment of a team that will coordinate, monitor and facilitate the activities of the program of activities so that do not deviate from a predetermined schedule. In the level of precision of the components of RX-100 rocket system in accordance with the quality desired, in this case it should be formed a Team dealing with quality control (QC). This Team that would later certify whether the subsystem or whole rocket system has been eligible to receive further treatment such as the static test or flight test rocket for the system as a whole.

Keywords: *Rocket components, Assembly process, Human resources, Quality control*

ABSTRAK

Sebagaimana yang diketahui, roket terdiri dari beberapa komponen seperti nosel, tabung untuk muatan, muatan, antena, tabung propelan, motor roket, nosel, sirip, sayap dan sebagainya. Dalam proses pembuatan roket ini, pada kenyataannya sering timbul masalah. Karena kesibukan masing-masing unit terkait, komponen roket sering diproduksi tidak sesuai dengan jadwal yang telah disepakati. Untuk itu Lapan perlu membentuk suatu team yang akan mengkoordinir, memonitor dan memfasilitasi kegiatan agar program kegiatan tidak menyimpang dari jadwal yang telah ditetapkan. Agar tingkat presisi dari komponen atau sub sistem roket RX-100 sesuai dengan kualitas yang diinginkan, maka Lapan harus membentuk Team yang menangani masalah Kontrol Kualitas (Q C). Team inilah yang nanti akan memberi sertifikasi apakah subsistem atau sistem roket secara utuh telah layak untuk mendapat perlakuan berikutnya seperti uji subsistem atau uji statik ataupun uji terbang untuk sistem roket secara utuh.

Kata kunci: *Komponen roket, Proses perakitan, Sumber daya manusia, Kontrol kualitas*

1 PENDAHULUAN

Dengan adanya cita-cita Lapan dapat membuat sendiri Satelit berorbit

rendah, tentunya Sistem Kendali Roket atau Wahana Pengorbit dan Satelit menjadi mutlak harus dikuasai.

Berangkat dari pengalaman dalam pengembangan Roket Sonda di tahun 1986 pada saat itu dinilai handal, maka dikembangkanlah Roket Kendali, yang dimulai dengan Roket Seri RKX-150 (Roket Kendali Eksperimen dengan diameter 150 mm) yang diluncurkan pertama kalinya pada bulan Maret 1988. Setelah mengalami pasang surut, pada dekade 90-an akibat adanya problema seperti pemblokiran pengadaan campuran bahan bakar roket, mahalnya instrumentasi sistem kendali serta rumitnya proses pengadaan dan perizinan, mengakibatkan pengembangan roket kendali jalan ditempat selama kurang lebih 10 tahun. Kemudian setelah reorganisasi, ditambah dengan banyak munculnya personil muda yang cukup handal, disertai perkembangan teknologi yang lebih maju, program pengembangan roket kendali sekarang mulai kembali menjadi salah satu primadona dari program Lapan.

Untuk pengembangan roket kendali tentu didukung oleh sistem kendali yang cukup handal. Dalam proses pengembangan ini tentu diperlukan wahana atau *platform* yang dapat digunakan untuk menguji strategi kendali yang telah dirancang. Wahana pengujian tersebut haruslah dapat dibuat semudah mungkin (*simple*), dengan biaya yang cukup murah. Berdasarkan prinsip wahana sederhana berbiaya murah, munculah rancangan roket seri RX-100 untuk roket balistik dan RKX-100, untuk roket kendali, yaitu roket dengan diameter 100 mm, sebagai roket wahana uji terbang untuk uji sistem roket yang telah dikembangkan oleh para peneliti LAPAN. Berfungsi sebagai wahana untuk uji sistem apakah itu sistem kendali, uji muatan atau telemetri, maka roket seri RX/RKX - 100 merupakan roket yang paling sering dibuat dan diluncurkan.

Sebagaimana diketahui, sebuah roket terdiri dari beberapa komponen seperti: *nose* (hidung), tabung muatan, muatan, *canard*, sirip ekor tabung motor roket, motor roket yang terdiri dari

sistem propulsi, *nosel*, dan sebagainya. Di Lapan proses pembuatan setiap komponen ini biasanya dilakukan pada masing-masing unit terkait. Setelah masing-masing komponen siap, barulah kemudian di rakit menjadi suatu sistem roket utuh. Pada kenyataannya dalam proses pembuatan roket ini sering timbul masalah. Karena kesibukan masing-masing unit terkait, produksi komponen roket ini sering tidak sesuai dengan jadwal yang telah disepakati. Berkaitan dengan hal di atas, tulisan ini menganalisis permasalahan dan mengusulkan suatu urutan-urutan kegiatan dalam proses perakitan roket, khususnya untuk roket seri RX/RKX-100.

2 ROKET RX/RKX - 100

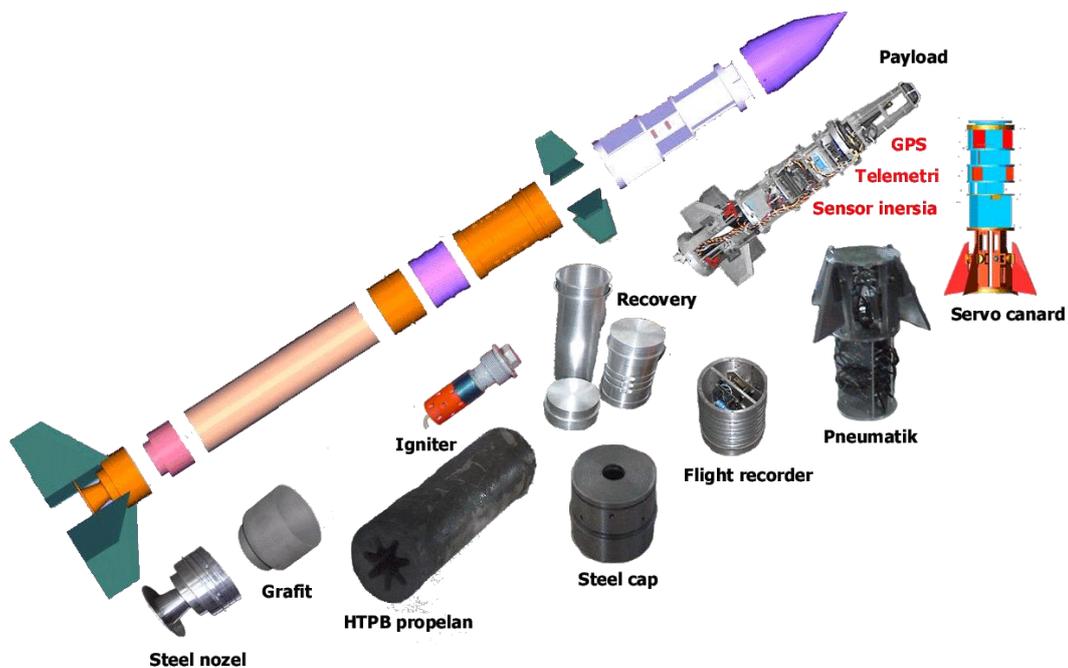
Sebagaimana yang telah diuraikan sebelumnya, roket seri RX/RKX - 100 adalah roket dengan diameter 100 mm yang berfungsi sebagaimana untuk uji strategi kendali, uji muatan dan telemetri dan sebagainya. Untuk uji muatan biasanya digunakan roket seri RX-100, yang mempunyai lintasan balistik. Sedangkan untuk uji strategi kendali digunakan roket RKX - 100 yang siripnya bisa digerakkan sehingga lintasannya dapat diatur sesuai dengan misi roket yang telah ditentukan sebelumnya.

Secara umum beda roket RX dengan RKX terletak pada siripnya. Roket RX siripnya "*fix*" tak bisa digerakkan, sedangkan roket RKX siripnya dapat digerakkan. Kadang-kadang RKX diberi tambahan "*canard*" untuk menambah kemampuannya dalam melakukan "*manuver*". Secara umum rancang bangun roket RKX - 100 dapat dilihat pada Gambar 2-1. Jika dirinci, maka komponen roket RKX-100 adalah sebagai yang diperlihatkan pada Gambar 2-2. Untuk lebih jelasnya rincian komponen roket RKX-100 dapat dilihat pada Tabel 2-1.



Gambar 2-1: Roket RKX-100

(Sumber: Lap. Poklit Rancang Bangun Sistem Kendali tahun 2006, Bid. Kendali, Lapan)



Gambar 2-2: Bentuk rinci komponen RKX -100

(Sumber: Lap. Poklit Rancang Bangun Sistem Kendali tahun 2006, Bid. Kendali, Lapan)

Tabel 2-1: KOMPONEN ROKET RKX-100

NO.	KOMPONEN		
1	Nose cone	9	Adaptor separasi
2	Tabung muatan	10	Cap
3	Muatan	11	Igniter
4	Canard (4)	12	Tabung motor
5	Rumah parasut	13	Propelan, Lin, Inh
6	Parasut	14	Grafit
7	Tabung separasi	15	Nozzle
8	Piston separasi	16	Tabung Ds
		17	Sirip +Ds(4)

3 PROSES PEMBUATAN ROKET RXX-100

Sebagaimana telah diutarakan pada bab sebelumnya, komponen roket dibuat oleh unit atau bidang berbeda sesuai dengan kegiatan unit tersebut. Jika suatu komponen telah selesai dibuat, maka kemudian komponen tersebut dikirim ke unit/bidang lainnya untuk diproses pada tahap selanjutnya [Naranjo, R., Naranjo & S. Vandam, 2007]. Proses pembuatan roket ini melibatkan beberapa Bidang dengan tugas dan fungsi masing-masing. Secara garis besar tugas dan fungsi yang diemban oleh masing-masing bidang dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kegiatan, yaitu:

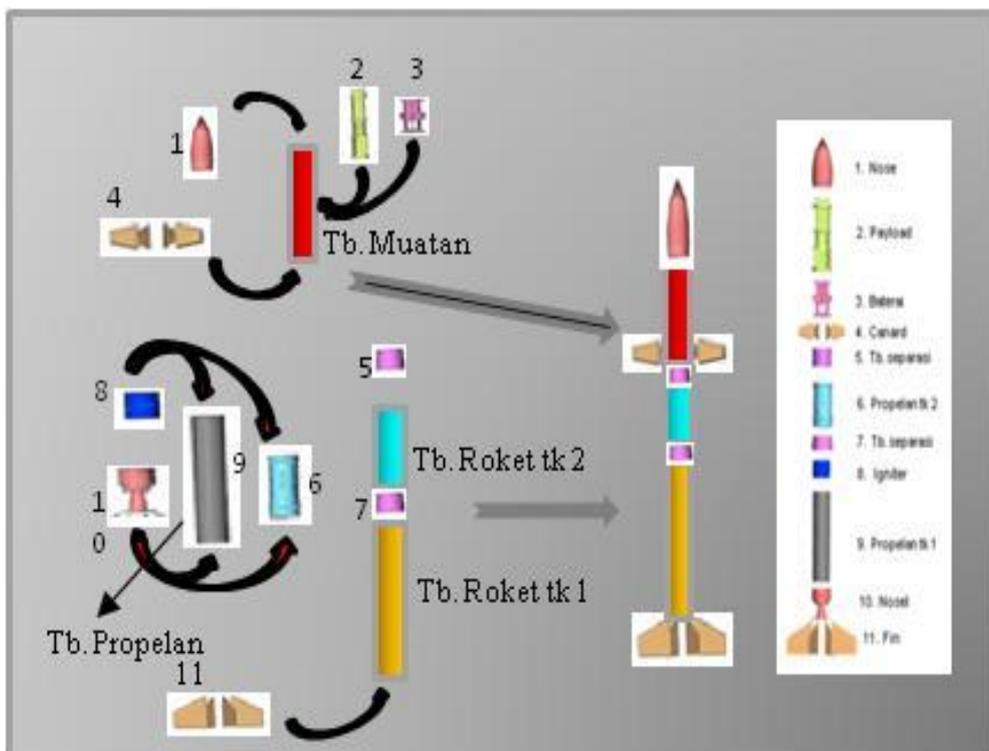
- Pembuatan tabung motor roket, tabung propelan, tabung muatan, tabung sirip, sirip serta dudukannya, nosel, yang dilakukan oleh Bidang Struktur,
- Pembuatan desain *nosel* dan *graphite*-nya dilakukan oleh Bidang Propulsi,
- Pembuatan konfigurasi propelan, *linier* dan *inhibitor*, *squib* dan *igniter* dilakukan oleh Bidang Propelan,
- Pemeriksaan kualitas propelan melalui

uji "X-ray", juga dilakukan oleh Bidang Propelan,

- Pembuatan "*payload*" dan sistem kendali, sistem separasi, sistem telemetri dan telekomando dilakukan oleh Bidang Kendali.

Urutan pembuatan komponen seharusnya mengikuti urutan seperti pada Gambar 3-1. Bidang Struktur menyiapkan tabung motor roket dan tabung muatan. Komponen pertama yang dapat dibuat adalah *nose* (hidung roket), *nosel*, *cap*, *squib* beserta *ignitor*. Pembuatan *nosel*, *squib* dan *ignitor* dibuat oleh Bidang Struktur, yang mana desainnya berasal dari Bidang Propulsi. Sedangkan propelan yang telah selesai dicetak, kemudian dilapisi dengan serat karbon, dimasukkan kedalam tabung motor roket, dan diberi *liner* dan *inhibitor*. Kegiatan ini dilakukan oleh Bidang Propelan.

Bidang Kendali adalah bidang yang bertanggung jawab atas muatan roket. Muatan, beserta baterainya dipasang dalam tabung muatan. Tentunya muatan ini sebelum dipasang dalam tabung muatan, sudah menjalani uji coba terlebih dahulu.



Gambar 3-1: Alur proses pembuatan roket di Lapan

Komponen sistem separasi, beserta adaptor tabung, juga dibuat oleh Bidang Struktur yang desainnya berasal dari Bidang Kendali. Tabung sirip, sirip beserta dudukannya yang rancangannya berasal dari Bidang Kendali juga dibuat oleh Bidang Struktur. Jika semua komponen sudah siap, kemudian dilakukan *assembling* terakhir yaitu penyatuan *nose*, tabung roket dengan tabung muatan, adaptor, pemasangan tabung sistem separasi, dan pemasangan sirip dan sayap yang dilakukan oleh Bidang Propulsi.

4 PERMASALAHAN DALAM PEMBUATAN ROKET DI LAPAN DAN PEMECAHANNYA

Demi menghemat waktu, komponen yang telah siap langsung dirakit. Dalam hal perakitan ini, akibat kekurangan komunikasi (koordinasi) kadang-kadang melupakan fase-fase atau tahap-tahap perakitan yang harus dijalani. Beberapa masalah yang sering ditemukan dalam pembuatan roket.

a. Ketepatan waktu penyelesaian pembuatan komponen.

Pembuatan komponen roket melibatkan beberapa Bidang terkait. Misalnya untuk perakitan terakhir dilakukan oleh Bidang Propulsi. Oleh karena melibatkan beberapa bidang, yang mana Bidang-Bidang ini juga mempunyai banyak kegiatan lain. Maka sering kegiatannya tidak sesuai jadwal. Sehingga urutan pembuatan (alur proses) komponen tidak sesuai dengan tahapan yang sudah ditentukan. Misalnya, tabung nosel sudah siap, akan tetapi propelan belum selesai diproduksi. Akibatnya timbul keterlambatan pemasangan nosel ke tabung roket. Atau contoh lain, komponen yang siap produksi dan langsung dipasang, sedangkan komponen tersebut belum divalidasi. Atau dengan kata lain, perakitan ini kadang-kadang melupakan urutan komponen yang seharusnya dipasang, sehingga beberapa komponen yang terlanjur dipasang kembali

dibongkar ketika komponen memasang komponen lainnya yang terlambat penyelesaiannya. Karena tabung roket terbuat dari material yang tipis, maka adanya bongkar pasang ini mengakibatkan lubang bautnya rusak/jebol dan menjadi longgar. Hal ini tentu akan mempengaruhi kinerja roket dan jadwal peluncurnya akan mengalami perubahan.

Keterlambatan pembuatan muatan roket, menyebabkan kegiatan lain seperti pemasangan sistem separasi untuk tabung muatan menjadi tertunda, atau akan menyebabkan jadwal uji terbang roket secara keseluruhan akan mengalami perubahan total.

b. Pembagian tugas dan tanggung jawab tidak jelas.

Untuk masalah kecil tertentu kadang-kadang yang bertanggung jawab tidak jelas. Misalnya untuk pemasangan nosel diperlukan baut dengan spesifikasi khusus. Jika baut terlalu panjang, baut ini dapat merusak bagian grafit dari motor roket. Ketika nosel dibuat, baut ini kadang-kadang lupa diikuti sertakan. Ketika *assembly* komponen roket dilakukan, bagian ini memakai baut sembarangan yang akibatnya dapat merusak grafit. Hal ini sepele tetapi dapat menyebabkan keadaan fatal. Meskipun penting, akan tetapi penanggung jawab pembuatan baut yang sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan tidak jelas.

c. Tingkat presisi pembuatan komponen roket

Biasanya dalam pembuatan suatu roket masing-masing bidang bekerja sendiri-sendiri. Mereka bekerja didasarkan atas spesifikasi atau parameter yang diberikan oleh perancang.

Karena kurangnya kontrol dan rendahnya kemampuan mesin yang tersedia di bengkel Lapan, sehingga pada waktu perakitan timbul masalah. Spesifikasi dari komponen yang dibuat tidak persis sama dengan spesifikasi yang diharapkan. Atau tingkat presisi pembuatan komponen roket masih rendah. sehingga komponen roket

memerlukan sedikit modifikasi agar dapat dirakit. Dalam kondisi seperti ini kadang-kadang terjadi pemaksaan perakitan. Misalnya sewaktu penyambungan tabung harus dipaksa/diketok.

d. Kerapihan hasil pekerjaan

Masalah lain yang sering muncul pada waktu dilakukan perakitan adalah kerapian dalam pemasangan komponen. Misalnya sebelum pemasangan *ignitor cap*, hal pertama yang dilakukan adalah pemasangan propelan, *liner* dan *inhibitor*. Akibat kurang rapinya pemasangan *inhibitor*, sering ditemukan bahan ini berceceran dan menutupi lubang baut untuk pemasangan *ignitor cap*, sehingga lubang baut harus kembali dibersihkan. Bekas *liner* yang menutupi lubang baut harus dikerok agar lubang baut dapat berfungsi.

e. Tingkat keahlian dan ketelitian teknisi

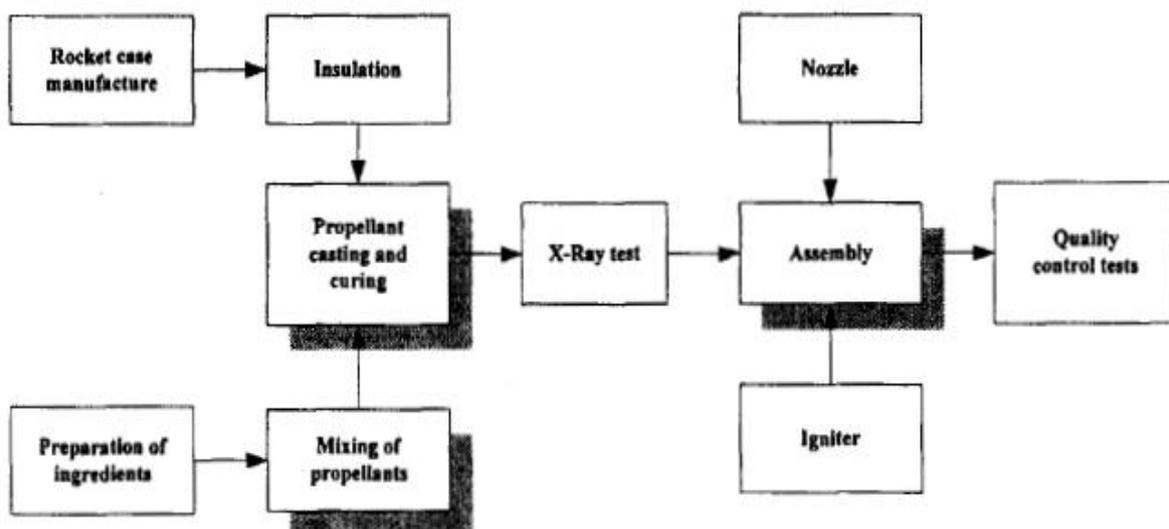
Pembuatan spesifikasi nosel roket biasanya didasarkan atas diameter dan panjang propelan yang akan digunakan untuk Roket RXX-100. Biasanya, dalam jangka waktu tertentu dibuat lebih dari satu buah nosel dengan ukuran panjang berbeda. Dengan demikian spesifikasi nosel masing-masing roket juga akan berbeda. Akan tetapi kekurang telitian mengakibatkan adanya nosel yang tertukar pada waktu pemasangan.

Timbulnya masalah di atas dikarenakan kegiatan produksi suatu

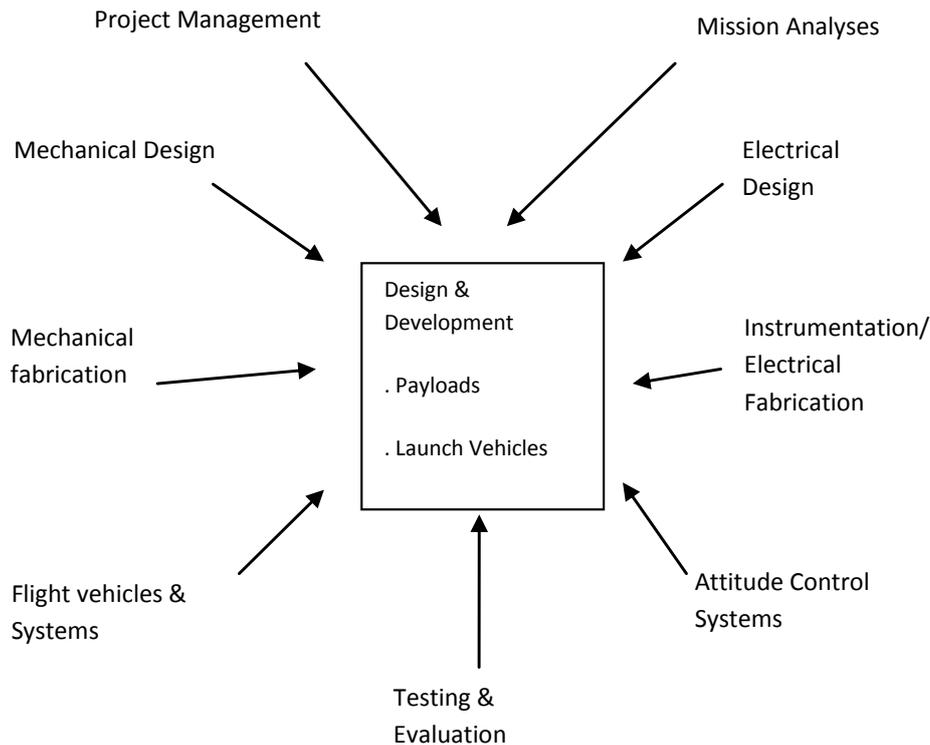
roket merupakan kegiatan yang melibatkan banyak bidang. Sedangkan masing-masing bidang juga mempunyai program kegiatan sendiri. Untuk memecahkan masalah ini, maka kegiatan pembuatan roket harus mempunyai jadwal kegiatan yang jelas, dan masing-masing bidang harus mematuhi jadwal kegiatan tersebut. Untuk itu Lapan perlu membentuk suatu tim yang akan mengkoordinir, memonitor dan memfasilitasi kegiatan agar program kegiatan tidak menyimpang dari jadwal yang telah ditetapkan.

Agar tingkat presisi dari komponen atau sub-sistem roket RX-100 sesuai dengan kualitas yang diinginkan, maka Lapan harus membentuk tim yang menanganani masalah kontrol kualitas. Tim inilah yang nanti akan memberi sertifikasi kelayakan sub-sistem atau sistem roket secara utuh untuk proses berikutnya seperti uji sub-sistem atau uji statis ataupun uji terbang.

Tim ini akan bekerja mulai dari saat perancangan sampai dengan selesainya suatu program. Gambar 4-1 memperlihatkan peran tim kontrol kualitas yang berperan mengontrol kualitas suatu produk roket. Program pembuatan roket di NASA, semua unit kegiatan terkait, seperti *mission analysis*, *electrical/instrumentation* dan sebagainya, mengacu pada *design* dan *developments*. (Gambar 4-2).



Gambar 4-1: Peranan tim pengontrol kualitas dalam pembuatan roket (NASA)



Gambar 4-2: Proses *analysis, design dan development* dari suatu roket sonda (NASA)

Dengan adanya tim pengontrol kualitas, maka ada beberapa manfaat yang diperoleh, yaitu;

- a. Mengurangi pengulangan pekerjaan (*reduce rework*) baik dalam perancangan, perencanaan, atau pembuatan,
- b. Meningkatkan kualitas pekerjaan baik dari segi hasil, waktu, maupun biaya.

5 KESIMPULAN

Dalam proses pembuatan roket seri RX/RKX-100 terdapat 5 (lima) permasalahan yaitu keterlambatan pembuatan komponen, ketidak-jelasan pembagian tugas, komponen kurang presisi, kurang rapih, dan kurangnya kemampuan teknisi. Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, maka koordinasi antar bidang harus ditingkatkan dan pembentukan tim pengontrol kualitas.

DAFTAR RUJUKAN

- A., Michael, 2007. *Control of Manufacturing software*, United Technologies Corporation.
- Department of defense, system management college, 2001. *Systems*

Engineering Fundamentals, defense Acquisition University Press, Fort Belvoir, Virginia, USA.

<http://www.tutorialspoint.com/management-concept/design-of-experiment.htm>.

Laporan Poklit Rancang Bangun Sistem Kendali tahun 2006, Bidang Kendali, Pusat Teknologi Wahana Dirgantara, LAPAN.

Naranjo, R., Naranjo & S. Vandam, 2007. *Solid Rocket Motor Manufacturing*, University Alabama, Huntsville, Alabama, USA.

Nasa Engineering Design Process. Project Manual, 2009. Dover "Anchor" Public Library.

Project management manual, Harvard GusinessSchool, 1997. San Carlos, California.

Suborbital Projects & Operations Directorate Sounding Rockets Program Office, 1999. *Sounding Rocket Program Handbook*, Goddard Space Flight Center, Wallops Island, Virginia, USA.

