

1. DESKRIPSI RISET I

Sintesis Biomaterial Maju Cellulose Nano Crystallines (CNC) dari Tandan Kelapa Sawit sebagai Material Penyangga Katalis Pt/Rh/Ce untuk Konverter Katalitik

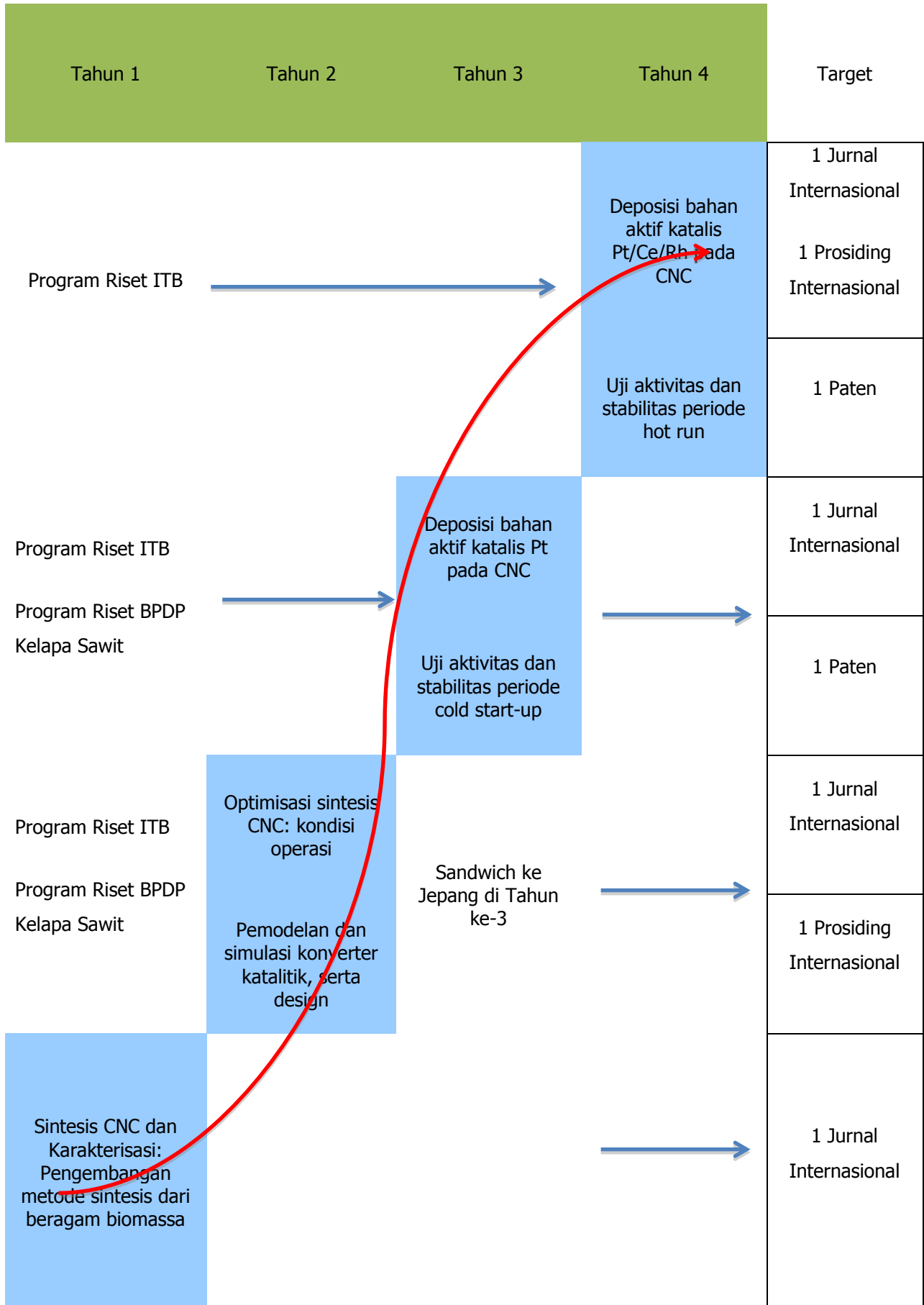
1.1 Deskripsi singkat

Seiring dengan meningkatnya produksi minyak kelapa sawit, jumlah tandan kelapa sawit (TKS) sebagai salah satu limbah padat juga meningkat. Kandungan selulosa dalam TKS sangat tinggi (holoselulosa 67%). Karena itu, TKS mempunyai potensi untuk digunakan sebagai bahan baku *Cellulose Nano Crystallines* (CNC) yang merupakan salah satu biomaterial maju yang mempunyai sifat material yang sangat unggul, seperti luas permukaan yang tinggi (150 – 250 m²/g) dan koefisien ekspansi termal yang rendah. Hasil penelitian awal pembuatan CNC untuk penyangga katalis Pt menunjukkan bahwa CNC dengan morfologi jarum dan deposisi Pt menggunakan metode sol gel telah berhasil disintesis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan katalis nano Pt/Ce/Rh dengan penyangga CNC berbasis tandan kelapa sawit untuk aplikasi konverter katalitik kendaraan bermotor dengan target mampu mengkonversikan emisi gas CO, NO, dan hidrokarbon.

Pembuatan penyangga CNC dari TKS akan dilakukan melalui metode sol gel. Potongan TKS dengan ukuran 1 mm dilarutkan ke dalam larutan ammonium persulfat-air-NaOH dan dipanaskan pada suhu 80°C selama 8-12 jam. Selulosa nano kristal yang telah diekstrak dikarakterisasi menggunakan FTIR, DLS, TEM dan SAED. CNC optimum dideposisi dengan ion Pt/Ce/Rh dan direduksi untuk mendapatkan logam Pt/Ce/Rh pada CNC, serta dikarakterisasi menggunakan TEM dan SAED untuk mengkaji mikrostruktur, identitas defek, struktur kristal, dan analisis elemental skala nanometer. Uji aktivitas dan stabilitas katalis dilakukan dalam reaktor unggun tetap. Gas umpan dan produk reaktor akan dianalisis menggunakan *flue gas analyzer* dan GC. Eksperimen akan dilakukan dalam keadaan tunak dan dinamik (cold start-up dan hot run). Metode dinamik yang dilakukan meliputi dinamika laju air gas umpan dan komposisi gas. Unjuk kerja konverter katalitik dengan katalis Pt/Ce/Rh/CNC akan ditinjau dari derajat konversi dan komposisi gas buang. Total waktu yang diusulkan adalah 4 tahun. Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Peralatan Proses – Teknik Kimia ITB. Luaran terdiri dari paten, prototype, dan jurnal internasional.

Penelitian tentang konverter katalitik kendaraan bermotor telah dilakukan oleh tim peneliti sejak tahun 2005, khususnya yang terkait dengan pengembangan berbagai metode operasi dinamik, baik pada saat cold start-up maupun hot run. Pada 2 tahun terakhir, tim peneliti mengembangkan katalis nano dan CNC yang juga digunakan untuk melangsungkan reaksi oksidasi dengan menggunakan fasa aktif Cu dan Pt.

1.2 Roadmap riset program doktor



1.3 Indikator keberhasilan

No.	Indikator Keberhasilan	Deskripsi
1.	Keluaran (<i>output</i>) Hasil Riset	4 Jurnal Internasional 2 Prosiding Internasional 2 Paten
2.	Dampak (<i>outcome</i>) Hasil Riset	Pemanfaatan limbah biomassa (Tandan Kosong Kelapa Sawit) dari Pabrik Kelapa Sawit sebagai biomaterial maju (CNC) yang salah satunya diaplikasikan sebagai konverter katalitik. Pengolahan emisi gas buang dari sumber bergerak dan diam menggunakan konverter katalitik untuk membantu pemerintah dalam mencapai target penurunan emisi sebesar 26% hingga tahun 2020. Penurunan emisi gas buang tersebut diharapkan dapat menurunkan pencemaran udara.
4.	Presentasi pada <i>international conference</i>	2 kali mengikuti seminar internasional
6.	Networking nasional dan internasional	Jejaring nasional melibatkan Pabrik Kelapa Sawit dan BPDP Kelapa Sawit Jejaring internasional adalah kerjasama dengan Osaka University dan Gifu University, Jepang.

1.4 Tim pembimbing dan kolaborator

Ketua tim Pembimbing : Dr. Yogi Wibisono Budhi
Anggota : Dr. Subagjo dan Dr. Ari Wibowo
Kolaborator : BPDP Kelapa Sawit dan Pabrik Kelapa Sawit – Malimping

2 DESKRIPSI RISET II

Sintesis Katalis Cu/Al₂O₃ Berstruktur Nano untuk Mengolah Emisi Gas Buang Pabrik PTA Menggunakan Reaktor Unggun Tetap Ototerma

2.1 Deskripsi singkat

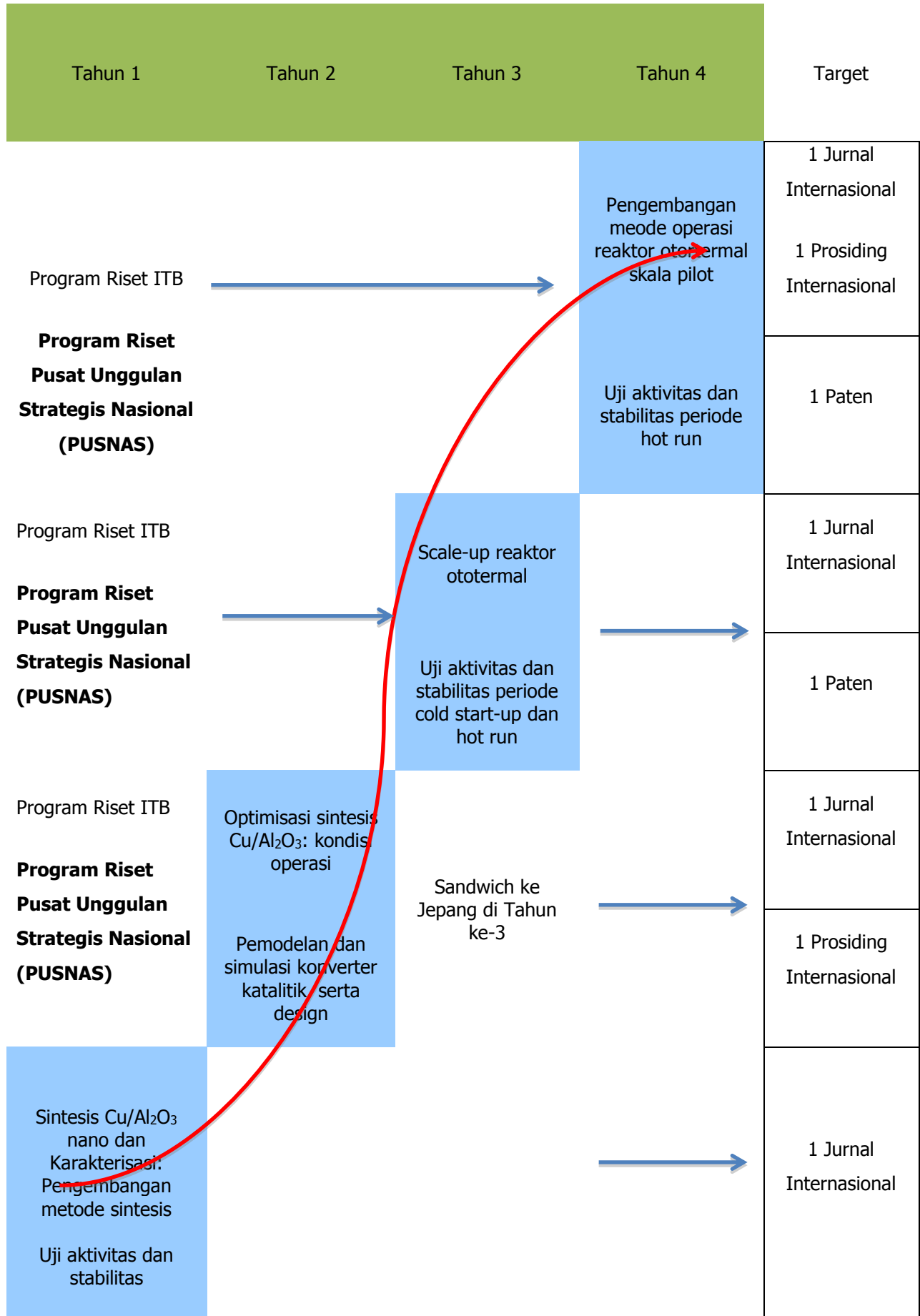
Terephthalic acid (TA) biasanya diproduksi secara komersial dalam bentuk *Purified Terephthalic Acid* (PTA). Sebagian besar PTA digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan serat *polyethylene terephthalate* (PET *polyester*). Di antara tahun 1994 dan 1998, pertumbuhan kapasitas pabrik PTA meningkat 62%, dari 10 juta ke 17 juta ton. Sekitar 70% produksi PTA berada di Asia Pasifik. Sedangkan pada tahun 2009, pasokan dan permintaan PTA di dunia berada pada kisaran 42 juta ton. Dari tahun 1999 sampai dengan 2009, pertumbuhan permintaan PTA di dunia mencapai 7-8% per tahun. Saat ini, pertumbuhan PTA di dunia sebagian besar (70%) dan mayoritas berada di kawasan Asia. Pasar PTA di Asia terutama dipengaruhi oleh PET *fibers*, sementara di kawasan Amerika Utara dan Eropa Barat dipengaruhi oleh pasar botol PET.

Proses pembuatan *Purified Terephthalic Acid* (PTA) menghasilkan emisi gas buang yang mengandung *Volatile Organic Compound* (VOC), seperti benzena, yang memiliki efek negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Di pabrik PTA, oksidasi katalitik VOC memerlukan sejumlah energi dan investasi katalis Pt yang sangat mahal. Untuk itu, rancangan material katalis Cu berstruktur mikro pada penyangga γ -Al₂O₃ perlu dikaji dengan maksud untuk meningkatkan laju perpindahan massa, laju reaksi, dan laju perpindahan panas. Metode operasi reaktor juga perlu dikembangkan untuk menghilangkan konsumsi energi yang besar.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji dan menerapkan penggunaan katalis Cu/Al₂O₃ berstruktur mikro/nano untuk mengolah emisi gas buang yang mengandung VOC dalam sebuah reaktor ototerma yang mampu beroperasi tanpa bahan bakar eksternal dan dengan laju reaksi yang sangat tinggi. Penelitian dilakukan dengan mengembangkan hasil-hasil kajian awal pada pembuatan katalis, pemodelan reaktor, dan perancangan reaktor. Model reaktor berdasarkan 1D akan dikaji dan digunakan sebagai dasar perancangan alat. Kriteria rancangan akan digunakan untuk menentukan persen katalis Cu, diameter katalis, jumlah katalis, dimensi reaktor, dan kondisi operasi.

Hasil kajian awal menunjukkan keyakinan dapat dicapainya kondisi reaktor ototerma pada operasi dinamik dengan waktu ubah di atas 10 detik yang memberikan penghematan energi yang setara dengan US\$ 0,2215-1,3287/ton gas umpan. Penggunaan katalis juga dapat direduksi 50%. Panas yang diambil agar reaktor beroperasi stabil pada 400°C adalah sekitar $1,15 \times 10^6$ - $1,275 \times 10^6$ W/m³. Dalam penelitian ini, model reaktor yang telah dikembangkan dari kerjasama sebelumnya akan diterapkan untuk perancangan reaktor skala pilot dan diuji-cobakan dengan menggunakan emisi gas buatan dan emisi gas nyata dari pabrik. Struktur mikro katalis Pt untuk meningkatkan luas permukaan, memperbaiki aktivitas, dan stabilitas katalis akan dikembangkan lebih lanjut. Hasil-hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan secara nyata dalam proses pengolahan emisi gas buang VOC di pabrik PTA, sehingga tingkat pencemaran udara dapat ditanggulangi. Penelitian ini direncanakan untuk 3 tahun dengan tahapan: (1) pembuatan katalis Pt/Al₂O₃ berstruktur mikro, perancangan reaktor dan uji coba skala pilot-1, (2) perancangan katalis untuk microreactor dan uji coba alat skala pilot-2, (3) perancangan katalis untuk microreactor dan uji coba alat skala pabrik.

2.2 Roadmap riset program doktor



2.3 Indikator keberhasilan

No.	Indikator Keberhasilan	Deskripsi
1.	Keluaran (<i>output</i>) Hasil Riset	4 Jurnal Internasional 2 Prosiding Internasional 2 Paten
2.	Dampak (<i>outcome</i>) Hasil Riset	<p>Pengembangan metode sintesis $\text{Cu}/\text{Al}_2\text{O}_3$ nano dan uji aktivitas serta stabilitasnya sangat penting dalam meningkatkan kinerja reaktor ototermal yang tidak memerlukan lagi pasokan energi dari luar, sehingga emisi-emisi gas buang dari pabrik PTA maupu hasil pembakaran bahan bakar dapat direduksi secara maksimal.</p> <p>Penurunan emisi gas buang tersebut diharapkan dapat menurunkan pencemaran udara yang membantu upaya pemerintah dalam mencapai target reduksi 26% hingga tahun 2020.</p>
4.	Presentasi pada <i>international conference</i>	2 kali mengikuti seminar internasional
6.	Networking nasional dan internasional	<p>Jejaring nasional melibatkan PT BP Petrochemicals Indonesia</p> <p>Jejaring internasional adalah kerjasama dengan Osaka University dan Gifu University, Jepang.</p>

2.4 Tim pembimbing dan kolaborator

Ketua tim Pembimbing : Dr. Yogi Wibisono Budhi
Anggota : Dr. Subagjo dan Dr. Ferry Iskandar
Kolaborator : PT BP Petrochemicals Indonesia – Merak, Cilegon