

「기술용역 과업 수행을 위한」

해외 경전철 운영기관 출장 결과보고

2025. 9.



광주교통공사

(철도사업처 신사업개발팀)

「기술용역 과업 수행을 위한」

해외 경전철 운영기관 출장 결과보고

「전기구동 AGT차량 운영노선 인프라 및 가혹도 분석 용역」 과업 수행을 위하여 해외 고무차륜 경전철 운영사례 및 관련 기술자료를 수집하고 분석하기 위한 국외 출장결과를 보고 드림

1 출장 개요

- 관련근거 : 기술용역 과업 수행을 위한 해외 경전철 운영기관 출장계획 (신사업개발팀-2860호, '25.08.14.)
- 출장기간 : '25. 8. 17.(일) ~ 8. 24.(일) (6박 8일, 기내 1박)
- 출장장소 : 인도네시아 자카르타, 태국 방콕
- 출장인원 : 신사업개발팀 관리3급 문영주, 기술5급 강병재
 - ※ 한국철도기술연구원(발주처) 2명, 금호타이어(제작사) 2명, TUV SUD(인증기관) 3명, 코아칩스(센서제작사) 1명 동반 출장
- 출장목적 및 내용
 - 기술용역 과업 수행을 위한 경전철 운영노선 조사·분석
 - 해외 고무차륜 경전철 운영기관 대상으로 신개발 타이어 소개 및 도입 협의
- 담당업무

직책	성명	담당 업무
부장	문영주	· 공무 국외출장 총괄 · AGT 차량 운영노선 인프라 자료수집 및 분석 · AGT 차량 운영노선 건설기준 조사 · 용역 발주기관(한국철도기술연구원)과 업무협의
과장	강병재	· AGT 차량 고무차륜 운영현황 자료수집 · AGT 차량 고무차륜 장애 및 유지보수 현황 자료수집 · AGT 차량 고무차륜 요구사항 조사 및 분석 · 출장지 정보 수집, 출장 계획 및 결과 보고서 작성

○ 출장 일정

일정	업무 내용	비고
8.17.(일)	• 이동(인천→인도네시아 자카르타)	약 7.5h
8.18.(월)	• 수카르노하타 공항 Skytrain 주행특성 측정 및 운영노선 조사 • 국외출장 추진전략회의 및 기관대상 발표자료 점검	
8.19.(화)	• PT LRT Jakarta 방문 및 기술회의 (고성능 개발 타이어 소개 및 테스트베드 적용 협의)	Skytrain 운영기관
8.20.(수)	• PT Angkasa Pura 방문 및 기술회의 (고성능 개발 타이어 소개 및 Skytrain 운영현황 파악)	Skytrain 소유기관
8.21.(목)	• 이동(인도네시아 자카르타 → 태국 방콕)	약 3.5h
8.22.(금)	• BTSC 방문 및 기술회의 (고성능 개발 타이어 소개 및 Gold Line 운영현황 파악)	방콕 Gold Line 운영기관
8.23.(토)	• 방콕 MRT 차량 시승 및 운영노선 조사	
8.24.(일)	• 이동(태국 방콕→인천)	약 5.5h

2 방문 노선 현황

○ 인도네시아 수카르노하타 공항 Skytrain

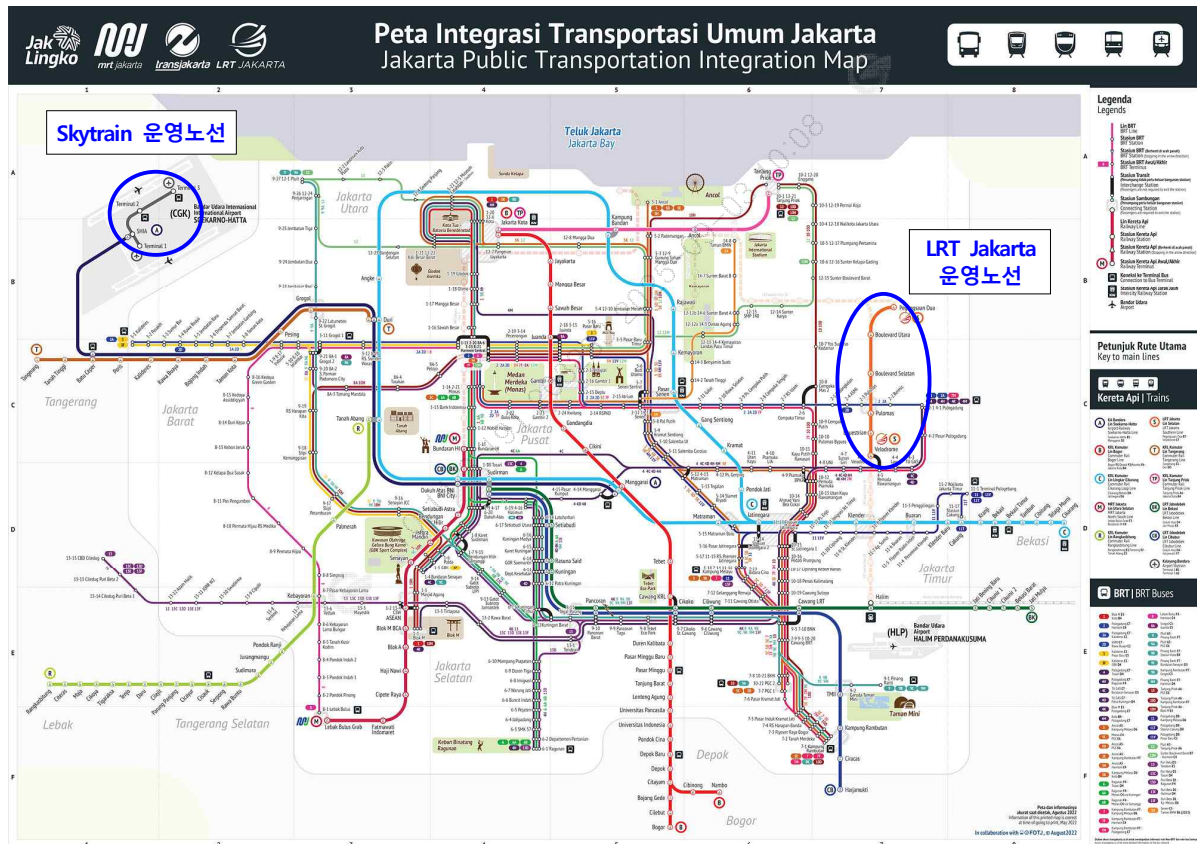
- 소유기관 : PT Angkasa Pura¹⁾
- 유지보수기관 : PT LRT Jakarta²⁾
- 운영방식 : 고무차륜 경전철 방식
- 운영개시 : 2017. 9. 17.
- 운영역수 : 4개
- 운영연장 : 3.05km
- 운영차량 : (주)우진산전 제작 고무차륜 경전철(최고속도 60km/h)
2량 1편성, 총 6개편성 보유

1) 인도네시아의 공항관리를 담당하는 국유 기업으로서, 2025년 현재 인도네시아 전역에서 37개의 공항을 관리하고 있음

2) 인도네시아 자카르타에서 운영 중인 자카르타 LRT를 운영하는 운영기관이며, PT Angkasa Pura로부터 수카르노하타 공항의 Skytrain 유지보수를 위탁 받아 Skytrain 유지보수를 수행하고 있음

○ 인도네시아 LRT Jakarta

- 운영기관 : PT LRT Jakarta
- 운영방식 : 철제차륜 경전철 방식
- 운영개시 : 2019. 12. 1.
- 운영역수 : 6개(5개역 건설 중, 18개역 계획 중)
- 운영연장 : 5.8km
- 운영차량 : 현대로템(주) 제작 철제차륜 경전철(최고속도 80km/h)
2량 1편성, 총 8개편성 보유

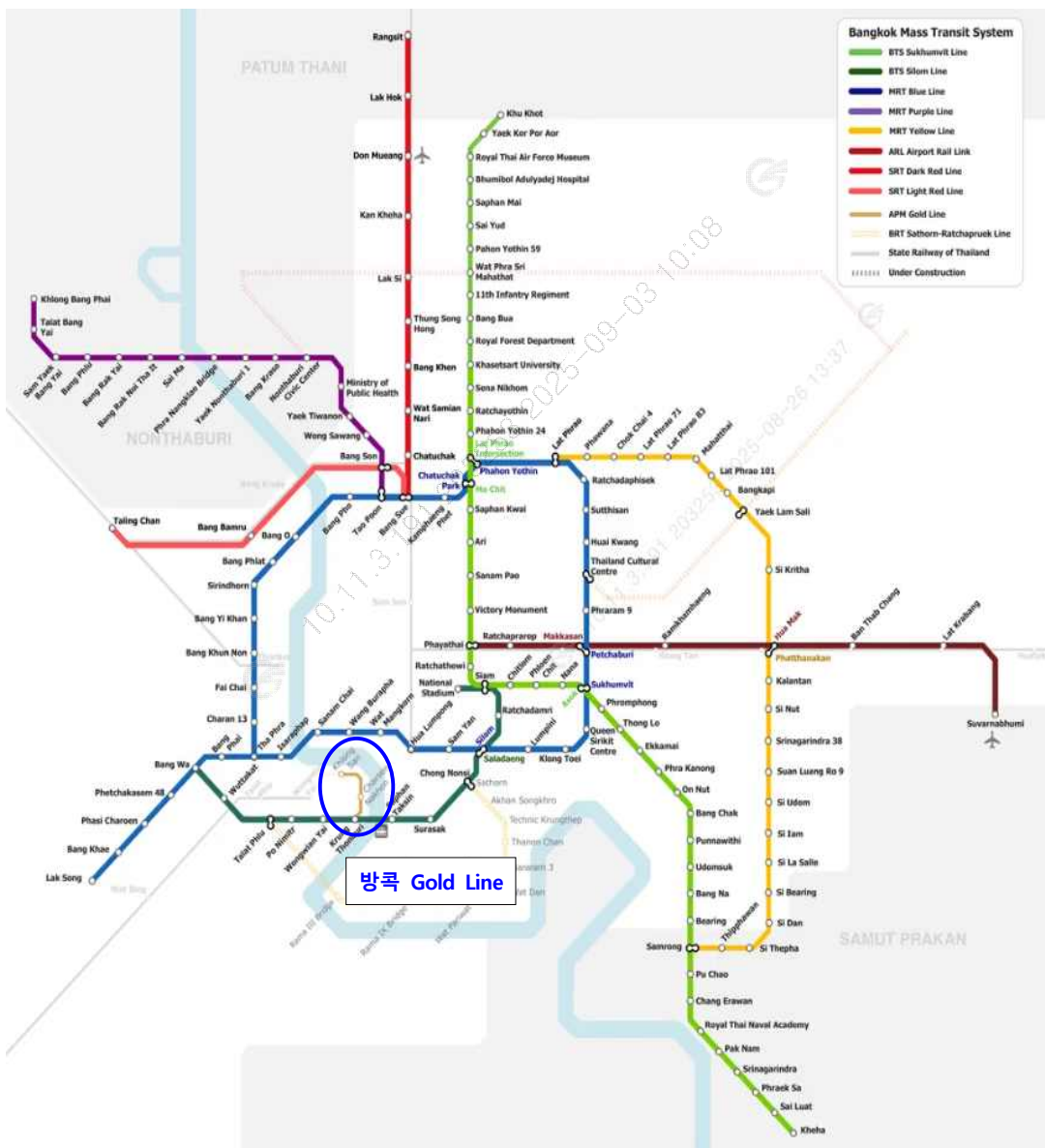


[그림 1] 인도네시아 자카르타 대중교통 지도

○ 태국 방콕 Gold Line

- 소유기관 : BMA(Bangkok Metropolitan Administration, 방콕주정부)
- 운영기관 : BTSC(Bangkok Mass Transit System Company),
Krungthep Thanakom Company(방콕주정부 산하 공공투자회사)

- 운영방식 : 고무차륜 경전철 방식
- 운영개시 : 2020. 12. 16.
- 운영역수 : 3개
- 운영연장 : 1.8km
- 운영차량 : 봄바디어에서 제작한 고무차륜 경전철(최고속도 80km/h)
2량 1편성, 총 3개편성 보유



[그림 2] 태국 방콕 도시철도 노선도

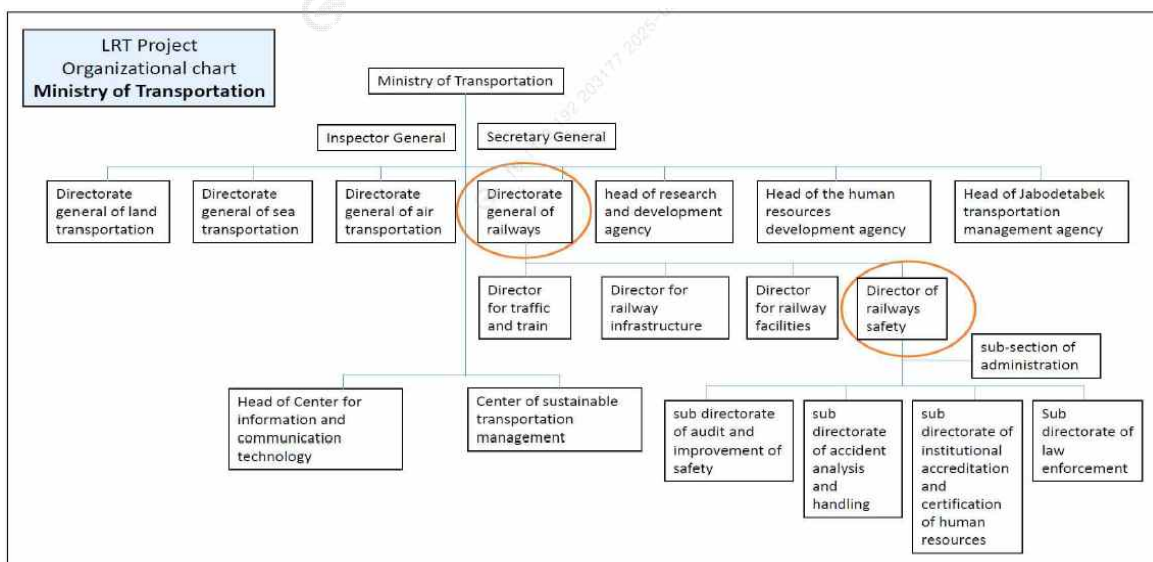
□ 인도네시아 철도산업 구조

○ 개요

- 인도네시아 교통부와 자카르타 주정부 간 운영권 및 허가권에 대한 협업 구조 형성
- 자카르타 주정부와 자산관리공사, PT-LRT 간에는 수직적인 지배구조 형성
- 자카르타 주정부는 당면한 교통 문제를 해소하기 위해 경전철 사업에 적극 협조. 중전철(MRT) 건설은 일본의 JICA를 통해 추진됨.
- 인도네시아 관할 공무원들은 고속철은 중국, 중전철/지하철은 일본, 경전철은 한국의 주도하에 협업하고자 함.

○ 인도네시아 교통부(Ministry of Transportation, 이하 MOT)

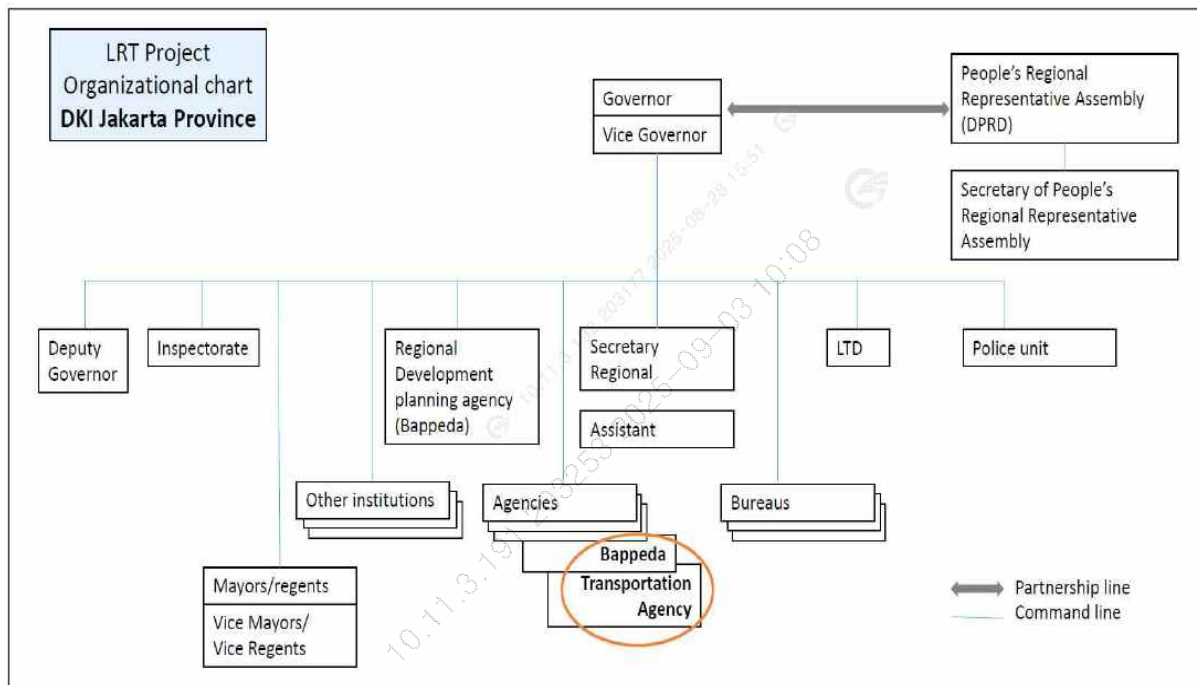
- 해운, 항공, 철도, 교통 등 교통 분야의 개발 프로그램의 수행과 운영 관리 등 철도 정책을 포함한 국가 차원의 철도 개발 전략 수립과 관련 법률 및 규정을 제정하는 중앙부처
- 철도교통국은 MOT 내의 산하 조직으로 정책 및 전략적 지휘 하에 철도 개발 관련 사업을 직접 수행하는 역할을 담당, 주정부의 철도 사업과 관련하여 교통부장관규정(Peraturan Menteri Perhubungan republik indonesia)에 의거, 인도네시아 철도시설물 및 차량에 대한 사업, 건설, 운영 등을 위한 각종 허가 승인 권한을 지님



[그림 3] 인도네시아 교통부 조직도

○ 인도네시아 자카르타 주정부(Daerah Khusus Ibukota, DKI)

- 주정부가 추진하는 자카르타 경전철 사업의 실제적 관할 기관으로, 주정부의 철도 사업을 통제함
- 주정부는 주정부령에 의거, 자카르타 경전철(LRT) 1단계 구간에 대한 건설 및 운영관리 등의 사업 권한을 자카르타 자산관리공사(JAKPRO) 측에 위임하였고, 자카르타 경전철 2단계 추진을 위한 예비 타당성조사(Pre-F/S) 실시



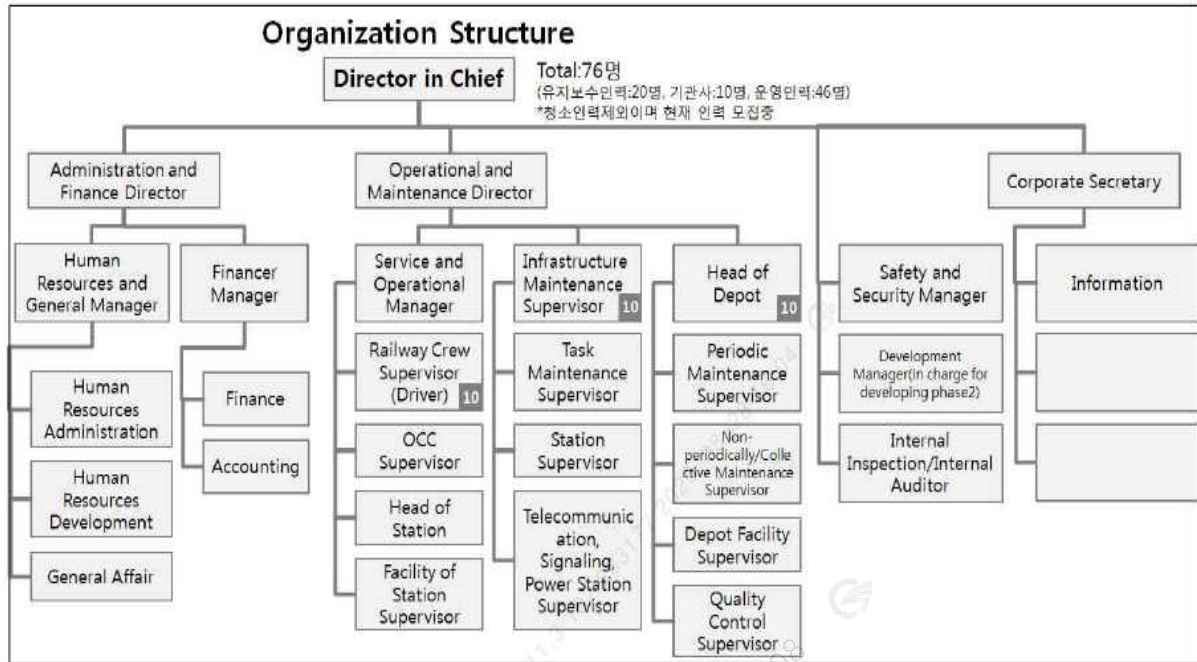
[그림 4] 자카르타 주정부 조직도

○ 자카르타 주정부의 자산관리기관(PT. Jakarta Propertindo, JAKPRO)

- 경전철 사업의 실제적 소유 관할 공사. JAKPRO가 별도의 운영회사를 설립하기 이전에 업무 협의와 창구 역할을 하고 경전철 운영을 위한 운영사를 설립

○ 자카르타 경전철 운영사(PT-LRT Jakarta)

- JAKPRO가 설립하는 경전철 운영회사
- 경전철 운영 및 유지 보수 기관이며, 인력은 사무직을 포함한 약 250명으로 구성, 이중 약 30%는 경력직으로 충원



[그림 5] PT LRT Jakarta 조직도

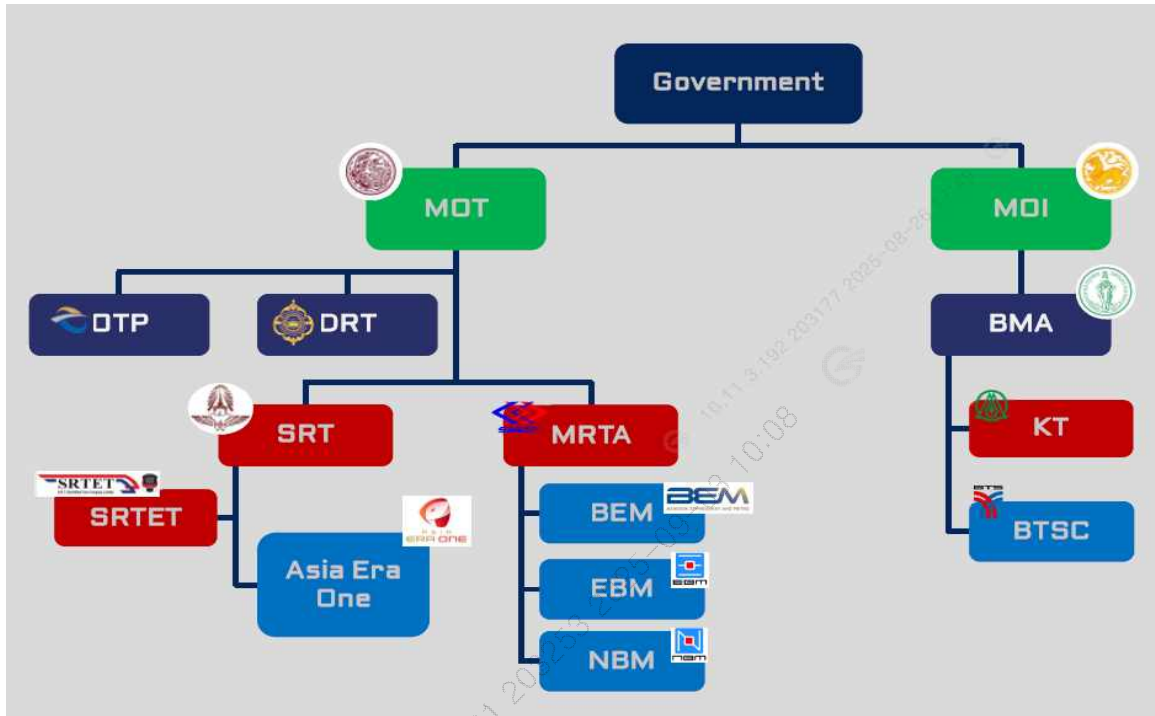
○ 자카르타 경전철 사업계획 및 요구사항

- 인도네시아 자카르타 정부는 116km 규모의 경전철을 건설할 계획이며, 1단계 5.8km, 2단계 11.4km, 3단계 96km를 순차적 추진 예정
- 향후 자카르타 경전철(LRT)의 지속 가능한 운영과 타 구간으로의 확대를 추진하기 위해서 이용객의 안전과 효율적 운영이 중요
- 안전(관제·고객서비스), 운영(승무·차량), 기술(신호·전기·정보통신·전자) 및 시설(궤도·기계·토목·건축) 등 기술 분야 이외에도 인재 예방, 역사 환경 관리, 체계적인 사고예방 활동 등 대국민 신뢰성 및 서비스 향상을 위한 전략 수립과 자체적인 우수인력 양성 필요
- 축적된 우리의 도시철도 건설 및 운영 경험과 기술을 적극 공유할 경우, 자카르타의 안전하고 지속 가능한 도시교통 시스템 구축 및 확대에 기여 가능
- 국가철도공단이 자카르타 경전철 1단계 건설 사업에 참여하였으며, 향후 2단계 및 3단계 건설 사업에 참여하고자 하므로 국가철도공단과 협업하여 운영 유지보수에 대한 사업 추진 가능

□ 태국 철도산업 구조

○ 개요

- 태국 교통부(Ministry of Transport, MOT)는 도로·철도·수상·항공교통 분야별 그룹으로 구성.



[그림 6] 태국 교통부 조직도

- 태국 대중교통공사(Mass Rapid Transit Authority of Thailand, MRTA)
 - MRTA는 태국 교통부 산하의 국영기업으로 철도교통그룹 산하에 방콕 수도권과 왕실 칙령으로 지정된 다른 지방의 고속 교통시스템 운영을 담당. 현재 블루 라인, 퍼플 라인, 옐로 라인, 핑크 라인으로 구성된 MRT의 운영·감독
- BTSC(Bangkok Mass Transit System Public Company)
 - BTSC는 태국의 운송회사로 방콕 BTS 스카이트레인 및 방콕 BRT와 골드라인 운영

4

일자별 주요 업무추진 사항

- 출장 1일차(8/17, 일) : 대한민국 → 인도네시아 이동
- 출장 2일차(8/18, 월)
 - 출장 참여 기관별 전략회의 실시
 - 일 시 : 2025. 8 18.(월) 10:00 ~ 12:00
 - 장 소 : 하얏트 그랜드 자카르타 호텔 회의실
 - 참석자 : 9명(공사 2명, 철도연 2명, 금호타이어 2명, TUV SUD 2명, 코아칩스 1명)
 - 회의내용 : 국외 출장 기술회의 관련 사전 준비 회의 진행
기관별 PT 발표자료 점검 및 기관 대응전략 수립
경전철 운영관련 요구자료 검토 등
 - 수카르노하타 공항 Skytrain 주행특성 측정 및 운영노선 조사
 - 일 시 : 2025. 8 18.(월) 14:00 ~ 17:00
 - 장 소 : 수카르노하타 공항 Skytrain
 - 참석자 : 5명(공사 1명, 철도연 2명, 금호타이어 1명, TUV SUD 1명)
 - 내 용 : Skytrain 주행특성(속도, 승차감 등) 측정 및 선로 조사
 - 기관별 PT 자료 수정 및 검토
 - 일 시 : 2025. 8 18.(월) 14:00 ~ 17:00
 - 장 소 : 하얏트 그랜드 자카르타 호텔 회의실
 - 참석자 : 4명(공사 1명, 금호타이어 1명, TUV SUD 1명, 코아칩스 1명)
 - 내 용 : 타이어 등 기술소개 및 기업소개 PT 자료 업데이트



출장단 전체 전략회의



Skytrain 주행특성 측정 및 노선조사

○ 출장 3일차(8/19, 화)

- PT LRT Jakarta 기술회의 및 LRT Jakarta 차량기지 견학
 - 일 시 : 2025. 8 19.(화) 09:00 ~ 20:00
 - 장 소 : PT LRT Jakarta 회의실 및 차량기지
 - 참석자 : 17명(공사 2명, 철도연 2명, 금호타이어 2명, TUV SUD 3명, 코아칩스 1명, PT LRT Jakarta 7명)
 - 회의내용 : 고성능/고내구성 고무타이어 개발품 기술 소개 PT
타이어 헬스 모니터링 시스템 기술 소개 PT
광주교통공사 운영현황 및 사업실적 소개 PT
Skytrain 1개 편성에 고무타이어 및 모니터링 시스템 적용 협의
LRT 차량 중정비 도래에 따른 중정비 추진방안 협의
LRT Jakarta 차량 및 차량기지(중정비 공장) 견학
Skytrain 운영 현황 파악

Skytrain 운영 현황

1. 2량 1편성으로, 총 6개 편성 보유(우진산전 제작 차량)
2. 우진산전의 기술지원이 원활하지 않아 '24년부터 브릿지스톤 타이어 구매 사용
3. 타이어 교환시 어려움 있으며(1본 교체 시 5일 소요), 부산4호선 타이어 장탈착 설비 정보 제공 요청(현재 일반 타이어 장탈착기 보유 중)
4. 현재 445/65R22.5 타이어를 금호(KH KLA11)와 브릿지스톤(BS M748) 혼용 사용
5. 타이어 품질문제 : 이상마모(솔더부 이상마모, 플랫마모 등), 소음, 롤링 있으며, 특히, 브릿지스톤 타이어 소음 문제 있음.
6. 차량은 편도 3.3km를 1일 40회 왕복 운행(2,500km/월 주행, 월간 약 10일 주행, 연간 30,000km 주행), 공기압은 10bar 주입 후 3개월마다 점검. 타이어 위치교환 미실시. 차량 최대하중 14.3톤(최대 축중 7.04톤). 최대속도 약 30km/h
7. 운행환경 : 열대기후에서 운행(20~40°C), 습도는 최대 100%, 노선 대부분 실외
8. 노면상태 : 노면상태 매우 불량, 파손부위만 재포장으로 노면 굴곡 발생. 트랙은 정기적으로 유지보수되지 않고 육안점검만 시행
9. 타이어교체 : 금호타이어 약 3년 사용(주행거리 8만~12만km). 타이어 교체주기는 시간 또는 타이어 크라운 마모에 기반
10. 타이어관리 : TPMS(타이어 모니터링 시스템) 미적용. 입고 후 공기압 체크



PT LRT Jakarta 기술회의



기념촬영



LRT Jakarta 차량기지 견학

○ 출장 4일차(8/20, 수)

- PT Angkasa Pura 기술회의 및 Skytrain 기지 견학 · 타이어 현황 조사
- 일 시 : 2025. 8 20.(수) 09:00 ~ 14:00
- 장 소 : PT Angkasa Pura 회의실
- 참석자 : 17명(공사 2명, 철도연 2명, 금호타이어 2명, TUV SUD 3명, 코아칩스 1명, PT LRT Jakarta 4명, PT Angkasa Pura 3명)
- 회의내용 : 고성능/고내구성 고무타이어 개발품 기술 소개 PT 타이어 헬스 모니터링 시스템 기술 소개 PT Skytrain 1개 편성에 고무타이어 및 모니터링 시스템 적용 협의 기지견학 및 고무타이어 운영 · 교체현황 조사 Skytrain 주행특성(속도, 승차감 등) 계측 및 선로 조사

- 인도네시아 출장 Wrap-up 미팅

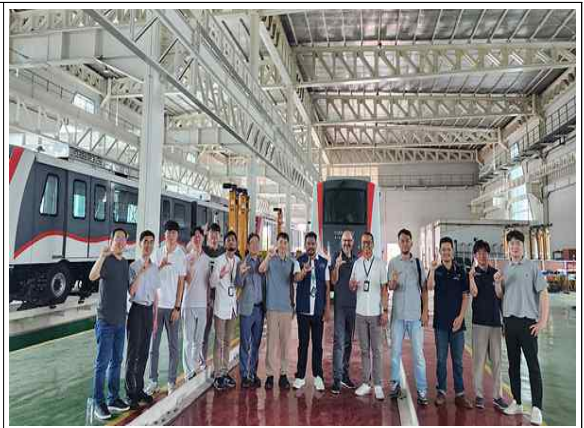
- 일 시 : 2025. 8 20.(수) 16:00 ~ 18:00
- 장 소 : 하얏트 그랜드 자카르타 호텔 회의실
- 참석자 : 10명(공사 2명, 철도연 2명, 금호타이어 2명, TUV SUD 3명, 코아칩스 1명)
- 회의내용 : 인도네시아 출장 내용 정리 및 내용 공유
PT LRT Jakarta에 Skytrain 운영관련 요구자료 정리



PT Angkasa Pura 기술회의



인도네시아 출장 Wrap-up 미팅



Skytrain 차량기지 견학

○ 출장 5일차(8/21, 목) : 인도네시아 → 태국 이동

○ 출장 6일차(8/22, 금)

- MOT(교통부) 및 MRTA(대중교통공사) 관계자 면담

· 일 시 : 2025. 8 22.(금) 11:00 ~ 13:00

· 장 소 : 방콕 Makkasan역 인근 레스토랑

- 참석자 : 12명(공사 2명, 철도연 2명, 금호타이어 2명, TUV SUD 2명, 코아칩스 1명, MOT 1명, MRTA 1명)
- 면담내용 : 고성능/고내구성 고무타이어 개발품 기술 소개
타이어 헬스 모니터링 시스템 기술 소개
- BTS Gold Line 기술회의 및 Gold Line 기지 견학 · 타이어 현황 조사
 - 일 시 : 2025. 8 22.(금) 14:00 ~ 16:00
 - 장 소 : BTS Gold Line 회의실 및 차량기지
 - 참석자 : 15명(공사 2명, 철도연 2명, 금호타이어 2명, TUV SUD 2명, BTSC 5명, KTT 2명)
 - 회의내용 : 고성능/고내구성 고무타이어 개발품 기술 소개 PT
타이어 헬스 모니터링 시스템 기술 소개 PT
Gold Line 1개 편성에 고무타이어 및 모니터링 시스템 적용 협의
기지견학 및 고무타이어 운영 · 교체현황 조사
Gold Line 및 선로 상태 점검
Gold Line 운영 현황 파악

Gold Line 운영 현황

1. 운행환경 : 열대기후에서 운행(20~50°C) 습도 최대 100%. 노선 대부분 실외. 편도 1.7km, 곡선반경 작고 노면상태 매우 거칠. 최대속도 40km/h
2. 기존 취부 타이어 : 미쉐린 타이어(445/65R22.5 MC XZA Metro)
3. 운영현황 : 2량1편성, 3개 편성 보유. 1일 2개편성 운행. 중앙안내방식 사용. 연간 4만~5만km 운행. 매뉴얼상 10만km 주행가능하나 실제 평균 7만 km 운행(1.4년)
4. 타이어 관리 : 매주 공기압 체크, TPMS 시스템으로 공기압만 모니터링. BTSC 관계자는 타이어 이슈 없다고 했으나 취거품 확인결과 SH Edge Wear가 발생. 미쉐린 태국지사에서 구매(연간 10~20본). 유럽산 수입품
5. 타이어 마모 : 가장 큰 이슈는 타이어 크라운 부분 마모. 모든축이 동축이므로 전체 타이어 마모량은 비슷한 수준
6. 기타 : 모노레일 72개편성(4량 1편성) 보유. 305/70R22.5 MC HD Metro 타이어 사용 중. 금호 공급 가능 여부 질의

- 태국 출장 Wrap-up 미팅
 - 일 시 : 2025. 8 22.(금) 17:00 ~ 18:00

- 장 소 : 하얏트 그랜드 방콕 호텔 회의실
- 참석자 : 8명(공사 2명, 철도연 2명, 금호타이어 2명, TUV SUD 2명)
- 회의내용 : 태국 출장 내용 정리 및 내용 공유
BTSC에 Gold line 운영 관련 요구자료 정리



BTSC 기술회의



Gold line 고무타이어 현황 조사



Gold line 기지 견학



태국 출장 Wrap-up 미팅

- 출장 7일차(8/23, 토)
 - 방콕 MRT 차량 시승 및 주행특성 조사
 - 일 시 : 2025. 8 23.(토) 10:00 ~ 14:00
 - 장 소 : MRT Sukhumvit역 ↔ Sanam Chai역
 - 참석자 : 2명(공사 2명)
 - 내 용 : 방콕 MRT 차량 시승 및 주행특성 조사
- 출장 8일차(8/24, 일) : 태국 → 대한민국 이동

- 이번 국외출장은 산업통상자원부 국가 R&D 과제인 「수출용 고출력 와이드-하이드로 뉴메틱(Pneumatic, 공압) 드라이빙 휠 기술개발」의 일환으로, 공동연구기관인 한국철도기술연구원에서 발주한 “전기구동 AGT 차량 운영노선 인프라 및 가혹도 분석” 기술용역을 수행하기 위해 추진되었다.
- 출장단은 국가 R&D의 주관연구기관인 금호타이어(2명), 공동연구기관인 한국철도기술연구원(2명), TUV SUD(3명), 그리고 타이어 모니터링 시스템(TPMS) 개발사인 코아칩스(1명), 광주교통공사(2명) 등 총 10명으로 구성되었으며, 경전철용 고무타이어 테스트베드 구축을 주요 목표로 하였다.
- 이번 출장을 통해 인도네시아 자카르타 스카이트레인과 태국 방콕 골드라인 노선에 고무타이어 및 TPMS 테스트베드 설치를 확정하여 당초 출장 목적을 성공적으로 달성하였다.
- 또한 방콕 LRT 운영기관인 BTSC는 방콕에서 운영 중인 모노레일(핑크라인 및 옐로우라인, 4량1편성, 총 72개편성)의 주행륜 타이어에 대해 질의하였고, 금호타이어는 현재 모노레일용 타이어는 개발되어 있지 않으나 수요량이 많으므로(1,152개) 개발을 검토하기로 하였다.
- 아울러 우리 공사는 현지 기관과의 협의를 통해 고무차륜 경전철 운영 자료, 유지보수 현황 등 다양한 운영 데이터를 확보하기로 협의하였으며, 이를 통해 용역 과업 수행에 필요한 기초자료를 충실히 마련하였다.
- 출장 과정에서는 본래 목적과는 별도로 인도네시아 PT LRT Jakarta로부터 철제차륜 LRT 차량 중정비 관련 자문 요청을 받았다. 이에 광주1호선 전동차 중정비 및 이집트 카이로1호선 컨설팅 경험을 공유하며 의견을 제시하였으며, 향후 차량 제작사인 현대로템(주)과 협력하여 중정비 컨설팅 사업으로 확장할 가능성을 확인하였다.

- 또한 고무차륜 경전철 운영기관과의 교류를 통해, 해외 운영기관들이 기술적으로 상당히 낙후되어 있고 벤치마킹할 선진 사례가 부족해 운영에 어려움을 겪고 있음을 확인하였다. 이는 우리 공사가 2호선 개통 준비 및 운영 경험 축적으로 기술력을 신장시킨다면 해외 고무차륜 경전철 노선에 운영 컨설팅 등 새로운 해외사업을 추진할 수 있는 기회가 될 수 있음을 시사한다.
- 결론적으로, 우리 공사의 운영 경험과 기술력은 예상보다 높은 수준에 있으며, 동남아시아 등 철도 기술이 상대적으로 뒤쳐진 지역에서는 충분히 경쟁력 있는 컨설팅 및 사업 확장이 가능하다. 다만 이를 위해서는 현지 운영기관과의 긴밀한 협력, 정치·경제적 상황 고려, 법·제도적 환경 분석 등 다각적인 접근이 필요하다. 앞으로 우리 공사의 우수한 기술력이 해외 시장에서도 인정받고 새로운 사업 기회로 이어질 수 있기를 기대한다.